ГИБРИДНОЕ СОРГО



ГИБРИДНОЕ СОРГО

СБОРНИК ПЕРЕВОДОВ
ИЗ ИНОСТРАННОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ

Составитель и редактор
сборника
И. Е. ЕМЕЛЬЯНОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ,
ЖУРНАЛОВ И ПЛАКАТОВ
Москва — 1962

633.1
Г46

Книга представляет собой сборник переводов работ иностранных авторов по вопросам селекции, агротехники, механизации возделывания и использования гибридного сорго на зерно и силос. Гибриды сорго значительно превосходят по урожайности обыкновенные сорта этой культуры. Рассматриваются принципы и методы гибридизации сорго, вопросы полиплоидии, наиболее важные гибриды, выведенные научными учреждениями США, и результаты их испытания. Приводятся данные о культуре гибридного сорго и гибридной кукурузы в засушливых районах США, Италии, Франции, Румынии и Болгарии.

Сборник рассчитан на агрономов, руководителей совхозов и колхозов, научных работников, студентов и преподавателей сельскохозяйственных вузов и техникумов

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СОРГО В США КАК КОРМОВОЙ КУЛЬТУРЫ

(Вступительная статья)

Программа Коммунистической партии Советского Союза, принятая XXII съездом КПСС, наметила перспективу резкого увеличения общего объема сельскохозяйственной продукции за 10 лет примерно в два с половиной раза, а за 20 лет — в три с половиной раза. Партией и правительством поставлена задача в ближайшие годы догнать и превзойти США по производству мяса, молока и масла на душу населения.

Для обеспечения животных и птицы сочными и концентрированными кормами необходимо иметь прочную кормовую базу, в создании которой решающее значение имеет кукуруза.

В Советском Союзе имеется не мало засушливых районов на юге Украины, в Молдавии, в районах Юго-Востока и Северного Кавказа, в Казахстане и республиках Средней Азии, где выпадает небольшое количество осадков и без полива кукуруза дает сравнительно низкие урожаи зеленой массы и часто не образует початков. Поставлена задача резкого расширения поливных земель в южных районах для гарантированного ежегодного получения необходимого количества сельскохозяйственной продукции.

Орошение кукурузы в этих районах позволит успешно решить задачу обеспечения скота сочными и концентрированными кормами.

В неорошаемых сухих районах и на засоленных землях большое значение в укреплении кормовой базы мо-

жет сыграть сорго как засухоустойчивая, жаростойкая и солевыносливая культура.

Товарищ Н. С. Хрущев так охарактеризовал сорго: «Джугара — мощная культура. Она дает 120 центнеров зерна с гектара и много зеленой массы на силос. Это хороший корм для скота и птицы. Ценность джугары тем более значительна, что она растет на солонцеватых землях. Следует хорошо изучить культуру с тем, чтобы правильно ее использовать для увеличения производства кормов» [1].

Производственный опыт возделывания сорго в США за последние 30 лет показал, что раньше эту культуру выращивали в засушливых районах, где безморозный период был не менее 160 дней, среднеиюльская температура около 24°, а осадков выпадало не менее 430 мм в год. В 1930 г. уборочная площадь сорго в США составляла 3,4 млн. га (на зерно — 40%, на сено — 59%, а на силос — 1%). Сорго высевали только в отдельных штатах.

Выведение и внедрение в производство раннеспелых сортов, часть которых прорастает при более пониженных температурах, позволило высевать сорго в более северных и сухих районах, где безморозный период длится около 130 дней. Среднемесячная июльская температура в этих районах достигает 23°, а среднегодовое количество осадков — 380—432 мм. В результате этого в 1946—1955 гг. уборочная площадь сорго увеличилась до 5,5 млн. га, в том числе на зерно убиралось уже 59%, а на силос — 6,4%.

За последние пять лет в США произошли новые, большие изменения в возделывании сорго, которые обусловлены выведением низкорослых высокоурожайных гибридов, пригодных для комбайновой уборки, повышением качества семян и улучшением агротехники возделывания этой культуры.

В результате внедрения в производство высокоурожайных низкорослых гибридов на зерно увеличились площади посева, резко возросли валовые сборы зерна и силосной массы.

---

[1] Хрущев Н. С., Речь на совещании работников сельского хозяйства Узбекистана, южных областей Казахстана, Таджикистана, Туркменистана, Киргизии и Азербайджана в городе Ташкенте 16 ноября 1961 года. «Правда» от 19 ноября 1961 года.

Поэтому не случайно американские фермеры в засушливых районах и даже в штатах кукурузного пояса обратили внимание на сорго.

В 1956—1959 гг. уборочная площадь под сорго в среднем составляла 8,3 млн. га, или в сравнении с 1946—1955 гг. увеличилась в полтора раза. На зерно убиралось до 74% посевов. В 1960 г. уборочная площадь была 7,7 млн. га, а на зерно убиралось 82%. За приведенные годы уборка сорго на силос повысилась с 6,4 до 6,8—7%, а на сено снизилась с 35 до 13% в 1960 г.

За эти же годы резко возросла урожайность сорго, особенно при выращивании его на зерно и силос, что и привело к значительному расширению уборочных площадей сорго на зерно и силос и сокращению уборочных площадей сорго на сено (табл. 1).

Таблица 1

Производство сорго в США

Показатели	1946—1955 гг., в среднем за год		1956—1959 гг., в среднем за год		1960 г.	
		%		в % к 1946—1955 гг.		в % к 1946—1955 гг.
Уборочная площадь, тыс. га:	5537	100	8288	150	7657	139
на зерно . . .	3246	100	6118	188	6237	192
» сено . . .	1937	100	1581	82	866	45
» силос . . .	356	100	589	165	554	156
Урожаи, ц/га:						
зерно	12,1	100	14,6	121	25,3	204
сухое сено . .	28,5	100	35,1	123	40,0	140
силос	140,0	100	184,0	131	206,0	147
Валовые сборы, млн. т:						
зерно	3,96	100	12,51	316	16,0	404
сухое сено . .	5,4	100	4,91	91	3,5	65
силосная масса	4,86	100	10,78	222	11,3	234

Приведенные данные показывают, что урожайность зерна по сравнению с 1946—1955 гг. в среднем по стране возросла в 2 раза, а валовые сборы зерна — в 3—4 раза. В 1961 г. урожай зерна сорго был 27,2 ц/га.

В результате увеличения площадей и повышения урожайности сорго удельный вес его в фуражном зерне (кукуруза, овес, ячмень и сорго) в целом по США повысился с 3,3% в 1946—1955 гг. до 9,6% в 1960 г.

Увеличение производства сорго на зерно объясняется не только ростом урожайности, но также внедрением в производство низкорослых гибридов, отличающихся большой выравненностью метелок, которые расположены примерно на одинаковой высоте от поверхности почвы. Это позволило убирать сорго обычными зерновыми комбайнами, что резко снизило затраты труда на уборку и позволило почти полностью исключить ручную уборку.

Качество семян сорго также повысилось. Благодаря выведению гибридов наблюдается более дружное цветение растений, а следовательно, и созревание семян. Для уборки сорго на семена применяют специальные соргоуборочные машины, скашивающие метелки, которые немедленно после уборки досушивают, а затем обмолачивают. Семена сортируют и протравливают. Это позволило повысить всхожесть гибридных семян сорго с 85 до 95—100%.

До 1956 г., т. е. до начала внедрения в производство посевов сорго гибридными семенами, эта культура была наиболее широко распространена в полузасушливых районах Юго-Запада и Великих Равнин, в так называемом сорговом поясе, где в среднем за год выпадает менее 625 мм осадков. В США сорго называют иногда «кукурузой сухих районов».

По питательной ценности зерно сорго и зерно кукурузы примерно одинаковы. В зерне кукурузы содержится 9—10% протеина, 4—4,3% жира, а в зерне сорго — 12—13,5% протеина и 3,3% жира.

Содержание безазотистых экстрактивных веществ и золы в сорго и кукурузе почти одинаково. По данным опытных станций, зерно сорго является прекрасным концентрированным кормом для птицы, свиней и всех других видов животных. Силос из сорго по своему качеству практически не уступает кукурузному.

Поэтому в засушливых районах сорго является важной кормовой культурой, дополняющей кукурузу — основную кормовую культуру. В засушливые годы в таких районах и на засоленных землях посевы сорго позволяют обеспечивать скот сочными и концентрированными

кормами. В США сорго возделывают в 24 штатах, но наибольшие площади его сосредоточены в штатах Техас — свыше 40% всей уборочной площади сорго в США, Канзас — более 25%, Небраска — около 10%, Оклахома — до 7%.

В засушливых районах страны урожайность зернового сорго превышает урожайность зерна гибридов кукурузы. Средняя урожайность зернового сорго за 1959—1960 гг. в штатах Техас и Аризона вдвое выше урожайности гибридов кукурузы. В штатах Южная Дакота и Луизиана урожайность зерна сорго значительно выше урожайности зерна кукурузы.

Урожайность зеленой массы сорго (на силос) в 16 штатах превышает урожайность зеленой массы кукурузы, в том числе в штатах кукурузного пояса (Айова, Иллинойс, Индиана, Миссури), где с 1 га собирают зеленой массы сорго на силос по 227—294 ц, а кукурузы на силос — по 215—272 ц. В 8 штатах (Северная Дакота, Южная Каролина, Колорадо и др.) урожайность зеленой массы сорго несколько ниже, чем у кукурузы, или одинакова.

Сроки посева, ухода и уборки сорго на силос и зерно по времени не совпадают с посевами и уборкой кукурузы, ячменя, овса и пшеницы.

Для посева и междурядной обработки сорго используют те же машины, что и для кукурузы, а для уборки зерна — зерновой комбайн. Сочетание посевов кукурузы и сорго позволяет более рационально использовать труд и технику в хозяйстве.

Следует отметить, что в ряде штатов кукурузного пояса, особенно в засушливые годы, урожайность сорго не уступала урожайности кукурузы на зерно и силос. Это также способствовало расширению посевов сорго в штатах кукурузного пояса.

Сравнительное испытание сортов сорго и гибридов кукурузы на 8 участках в южной и западной части штата Айова в 1954 и 1955 гг. показало, что урожайность сортов сорго на 6 участках оказалась выше урожайности гибридов кукурузы (табл. 2).

Из таблицы видно, что урожаи сорго превышали урожаи кукурузы на 60—135%. Урожайность гибридов сорго на 5 участках превышала урожайность сортов сорго в среднем на 27,6%.

Таблица 2

Урожайность сорго и кукурузы в 1955 г. в штате Айова, ц/га

Место испытания	Кукуруза	Наиболее высокоурожайные сорта сорго	Прибавка урожая, %
Кларинда, округ Пейдж	24,5	57,7	235
Эймс, округ Стори	38,3	71,5	187
Сеймоар, округ Уэйн	16,3	26,3	180
Индепенденс, округ Буканан . . .	28,2	48,9	173
Ферма Хопп, округ Милс	37,6	61,5	160
Бэконсфилд, округ Ринголд	50,8	57,7	114
Маркес, округ Чероки	48,9	47,7	97
Ферма Санд, округ Буканан	38,3	28,8	75

Опытная станция штата Иллинойс в 1956 г. провела испытание гибридов и сортов сорго в сравнении с гибридами кукурузы на 7 участках в различных зонах штата. Для сравнения с наиболее распространенными гибридами кукурузы в этих зонах на каждом участке испытывали от 3 до 14 сортов и от 16 до 23 гибридов сорго (табл. 3).

Таблица 3

Средняя урожайность кукурузы и сорго в штате Иллинойс

Место испытания	Гибриды кукурузы, ц/га	Сорго, ц/га		В % к гибридам кукурузы	
		гибриды	сорта	гибриды сорго	сорта сорго
Шампейн	62,7	72,7	58,3	116	93
Макоупин	52,7	63,3	53,9	120	102
Мейсон	66,4	67,1	55,8	101	84
Морган	59,6	74,9	62,1	126	104
Фейетт	52,1	54,5	42,0	105	81
Поп	69,6	55,1	40,8	79	59
Джэксон	72,1	47,0	47,0	65	65

Гибриды сорго превышали по урожайности сорта сорго в среднем на 25% (с колебаниями от 17 до 35%).

На первых пяти участках, расположенных в восточной, западной и центральной зонах штата, урожайность гибридного сорго в среднем была выше урожайности кукурузы на 13%, а на двух участках урожайность сортов сорго превышала урожайность гибридов кукурузы на 21—35%. Только в южной зоне штата, на последних двух участках, урожайность кукурузы превысила урожайность сорго.

В 1956—1958 гг. на участках в центральной части Иллинойса (Мейсон) урожайность гибридов сорго на зерно была на 30% выше урожайности кукурузы.

В 1960 г. гибридами сорго засевалось около 70% посевных площадей, занятых этой культурой, особенно на зерно, а в штатах кукурузного пояса — почти 100%. Это указывает на большую эффективность гибридного сорго.

В настоящее время более 90 гибридов сорго на зерно находится в производстве и в сортоиспытании и 20 гибридов возделывают на силос. Научные учреждения вывели 18 гибридов сорго на зерно и 3 гибрида на силос.

Практика возделывания сорго на зерно и силос в засушливых районах США и внедрение в производство посевов этой культуры гибридными семенами указывают на возможность широкого использования этого опыта в условиях СССР.

В засушливых и сухих районах СССР, а также на засоленных землях под сорго может быть занято до 1 млн. га. Фактически же площадь, занимаемая этой культурой, за последние 8—10 лет колеблется в пределах 50—70 тыс. га.

В сухих и жарких районах, где выпадает мало осадков, ряд колхозов и совхозов возделывают зерновое и сахарное сорго и получают высокие урожаи зерна и зеленой массы. В этих районах сорго может сыграть большую роль в увеличении производства кормов для животных и птицы.

По многолетним данным Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур за 1938—1955 гг., средняя урожайность зернового сорго была выше средней урожайности других зерновых и фуражных культур (табл. 4).

Таблица 4

Культура	Годы	Степь Украины (засушливая зона)	Северный Кавказ	Юго-Восток РСФСР
На зерно:				
кукуруза	1938—1955	22,4	25,0	13,0
сорго	1938—1955	24,9	29,3	15,6
просо	1938—1955	20,5	20,6	11,4
яровой ячмень . . .	1938—1955	19,1	19,8	11,8
Зеленая масса сорго . .	1945—1955	211,0	234,8	85,3

Эти данные показывают, что сорго по сравнению с другими зернофуражными культурами дает наибольший урожай зерна в засушливых районах.

Полная возможность механизации возделывания и уборки этой культуры имеющимися машинами и орудиями дает воможность получать корма по низкой себестоимости, при небольших затратах труда на возделывание этой культуры.

Данные Всесоюзного института овцеводства и козоводства (Ставропольский край) показали, что урожайность зеленой массы сахарного сорго в 1,7 раза выше урожая кукурузы на силос, а себестоимость кормовой единицы примерно в полтора раза ниже, чем у кукурузы.

Следовательно, сорго может быть важным источником производства зерна и силосной массы для скота и птицы в засушливых районах, где другие культуры не выдерживают жары, засухи и засоленных почв.

За последние 2—3 года в СССР испытывают низкорослые сорта и гибриды сорго. Предварительные данные их испытания по скороспелости и урожайности в засушливых районах СССР показали перспективность внедрения в производство лучших из них.

Для обеспечения страны гибридными и сортовыми семенами сорго следует организовать их производство примерно по такому же принципу, как организовано производство гибридных семян кукурузы и их родительских форм. Научные учреждения могут производить исходный материал для получения гибридных и сортовых семян, совхозы первой группы — размножать сте-

рильную форму гибридов и элиту сортов — родительских форм гибридов, а семеноводческие хозяйства (главным образом совхозы) могут производить гибридные и сортовые семена сорго.

В районах, где производство гибридных и сортовых семян сорго совпадает с производством гибридных семян кукурузы и их родительских форм, производство этих семян целесообразно поручить тем же научным учреждениям и части семеноводческих хозяйств, производящих семена кукурузы. Заготовку, сушку и обработку семян сорго целесообразно проводить в основном по такому же принципу, как и для семян кукурузы, с дополнительным дооборудованием заводов и пунктов необходимыми машинами и приспособлениями для сушки и обработки семян сорго.

Приводимые в сборнике материалы по сорго позволят работникам научных учреждений, специалистам совхозов и колхозов шире ознакомиться с зарубежным опытом по культуре сорго и наиболее эффективно использовать этот опыт применительно к нашим условиям.

И. Емельянов

I. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ГИБРИДНОГО СОРГО

УЛУЧШЕНИЕ СОРГО

КУИНБИ ДЖ. Р., МАРТИН ДЖ. Х.

Quinby J. R., Martin J. H., Adv. in agron., VI, 305—359, 1954

ВВЕДЕНИЕ

Изменения в производстве сорго, происшедшие за последние 15 лет, не менее поразительны, чем изменения в производстве любой другой основной культуры Соединенных Штатов. Эти изменения были осуществлены рядовыми американскими фермерами, освоившими достижения государственных, местных и промышленных организаций и просто частных лиц. Зерновое сорго, служившее прежде кормовой культурой для местного использования, в настоящее время превратилось в товарную культуру, применяемую в промышленности и экспортируемую за границу. Основное изменение в культуре сорго заключалось в уменьшении высоты стебля на 60 см, благодаря чему комбайновая уборка зернового сорго стала применяться почти повсеместно, тогда как раньше она была неосуществима. Другими изменениями являются: 1) продвижение культуры сорго в северные и высокогорные районы с коротким вегетационным периодом; 2) использование сорго в промышленности; 3) выведение новых болезнеустойчивых сортов; 4) выведение кормовых сортов сорго, образующих семена хорошего вкусового качества; 5) выведение кормовых сортов сорго с низким содержанием синильной кислоты; 6) искусственная сушка зернового сорго на специальных пунктах в сельских местностях; 7) посев зернового сорго сближенными рядками.

Перечисленные выше крупные достижения были внедрены в практику без помощи какой-либо особой ор-

ганизации, занимающейся их продвижением. Группа научных работников изучала культуру сорго в небольшом объеме. Они проводили минимальное количество строго одинаковых районных испытаний на урожайность. Программы селекции изменяли по мере надобности. Между работниками происходил свободный обмен материалами и идеями, и перспективные формы сорго испытывались на многих станциях. Сорта, выведенные в одном штате, часто впервые высевались в другом, так как предполагали, что там они более ценны.

В США за последнее десятилетие сорго занимало ежегодно площадь примерно 6,4 млн. га. Около 42% этой площади было убрано на зерно, 50%—на корм, 5% — на силос, 1%—для приготовления сиропа и 2% было занято веничным сорго. В самые последние годы уборочная площадь сорго, выращиваемого на зерно, превышала уборочную площадь сорго на корм. К площади, находящейся под сорго, добавляется еще площадь под суданской травой (примерно 1,2 млн. га), бо́льшую часть которой используют на выпас скоту; на остальной площади растения либо скашивают на сено, либо запахивают в качестве зеленого удобрения. Сорго занимает в Соединенных Штатах бо́льшую площадь, чем ячмень, и меньшую, чем хлопчатник. Культура сорго сосредоточена в зоне Великих Равнин от Техаса до Южной Дакоты, а также в орошаемых долинах Юго-Запада. В этих районах сорго является основной культурой.

ПОСЛЕДНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В УЛУЧШЕНИИ СОРГО

Выведение сортов зернового сорго, пригодных для уборки комбайном

Растения сортов зернового сорго, которые возделывали до 1928 г., достигали высоты 1,35—1,8 м, причем у некоторых из них были пониклые метелки или слабые стебли. Они плохо поддавались уборке комбайном и поэтому в большинстве случаев убирались вручную. Весной 1926 г. на совещании специалистов по сорго в Манхеттене, штат Канзас, обсуждался вопрос о создании новой машины для уборки зернового сорго. Один из присутствовавших на совещании инженеров высказал мнение, что было бы гораздо проще, если бы селекцио-

неры вывели новые сорта, пригодные для уборки имеющимися машинами. Эту возможность селекционеры предвидели и на опытных делянках уже выращивали сорта с короткими прямостоячими стеблями. Некоторые линии, отобранные из второго поколения гибрида кафрского сорго с майло, полученного в результате скрещивания в 1920 г.,отличались короткими стеблями, прямостоячими метелками и зернами, схожими с зернами майло. Отдельные из этих линий были повторно скрещены с майло и дали потомства, из которых некоторые были отобраны для испытания. Линия под названием Бивер была высеяна в 1928 г. в Оклахоме (Мартин, 1951). Селекционная форма под названием Уитленд, выделенная из первоначального гибридного материала, года два спустя была высеяна в производственных условиях в штатах Канзас и Оклахома. Как Бивер, так и Уитленд были выведены Дж. Б. Зиглингером в Вудуорде, штат Оклахома. Эти сорта, отличавшиеся короткими прямостоячими стеблями, вполне годились для уборки комбайном. Площадь, занятая ими, постепенно увеличивалась вплоть до 1940 г.

Зерновое сорго, пригодное для уборки комбайном, приобрело большое значение после выпуска в производство в 1941 г. сорта Мартин, за которым вскоре последовали сорта Плейнсмен, Уэстленд, Кэпрок и Мидленд. Эти сорта, а также Комбайновое 7078, Раннее хигери, Комбайновое кафрское 44-14 и Редбайн 60 являются в настоящее время основными сортами сорго. К 1953 г. около 98% сорго, возделываемого на зерно, было пригодно для уборки комбайном. В таблице 1 приведены 32 сорта, распространенные с 1928 г. в сельском хозяйстве. Пять из них были выведены фермерами, а остальные — шестью сельскохозяйственными опытными станциями и Министерством земледелия США.

Из пяти сортов, выведенных фермерами, Мартин и Бланкеншип были отобраны из сорта Уитленд, Эдуардс — из сорта Плейнсмен, а Уайт Мартин — из сорта Мартин. Сорт Раннее хигери был выделен из сорта Хигери карликовое на ферме близ Отис, штат Колорадо, и возделывался на нескольких близлежащих фермах. Позже он был внедрен в производство в Техасе после того, как ценность его была подтверждена результатами испытаний. Почти все сорта, перечисленные в таблице 1,

Таблица 1

Сорта зернового сорго, пригодные для уборки комбайном и широко распространенные с 1928 г.

Сорт	Место выведения	Место первого выпуска в производство
Мартин*	Техас	Техас
Плейнсмен	»	»
Кэпрок	»	»
Бонита	»	»
Редбайн 60	»	»
Редбайн 66	»	»
Комбайновое кафрское 60	»	Техас, Небраска
Комбайновое 7078	»	Техас
Майлока	»	»
Двойное карликовое желтое Сунер майло	»	»
Двойное карликовое белое Сунер майло	»	»
Эдуардс*	»	»
Бивер	Оклахома	Оклахома
Уитленд	»	Канзас, Оклахома
Колби	»	Канзас
Дей	»	Небраска
Комбайновое кафрское 24-43	»	Техас
Комбайновое кафрское 44-14	»	Оклахома
Редлен	»	»
Дарсет	»	»
Уэстленд	Канзас	Канзас
Мидленд	»	»
Коди	»	Канзас, Техас
Уитленд устойчивый 288	»	Оклахома
Гарно	»	Колорадо
Бланкеншип	»	Канзас
Уайт Мартин	»	»
Норгум	Южная Дакота	Южная Дакота
Релайенс	» »	» »
Коес	Колорадо	Колорадо
Раннее хигери*	»	Техас
Двойное карликовое майло 38	Калифорния	Калифорния

* Отобран фермером.

вскоре после внедрения в производство были интродуцированы в другие штаты либо через торговлю, либо официальными путями.

Затраты труда на уборку зернового сорго комбайном примерно в 8 раз меньше, чем при уборке метелок вручную перед обмолотом. Сокращение затрат труда

на комбайновую уборку привело к расширению производства сорго примерно на 4,5 млн. ц ежегодно по сравнению с продукцией, получаемой до 1940 г. Недостаток рабочих рук во время и после второй мировой войны исключил бы возможность уборки старых сортов сорго на площади даже довоенных размеров. Экономия денежных средств, затрачиваемых на уборку, равнялась за последние годы 4 долларам и более на акр (0,4 га), что в общем составляло 30—50 млн. долларов в год. Без выведения сортов зернового сорго, пригодных для комбайновой уборки, вряд ли были бы возможны поставки зернового сорго в другие страны, использование сорго в крахмальной промышленности и на корм значительному поголовью скота.

Корневая гниль, вызываемая грибом *Periconia circinata*, впервые была обнаружена в 1925 г. на опытных делянках в Гарден-Сити, штат Канзас. Спустя два года ею были уничтожены посевы сорта Карликового желтого майло на нескольких орошаемых удобренных делянках в Гарден-Сити. Выжили только два здоровых растения, семена которых в 1928 г. были высеяны в зараженную почву. В потомстве одного из них наблюдалось расщепление, т. е. это растение оказалось естественным гибридом. Потомство второго растения сохранило устойчивость к болезни и другие признаки. Эта линия получила название Финни и впервые была выпущена в производство в штате Нью-Мексико, а затем в штатах Техас и Канзас.

Многочисленные испытания на зараженной почве в Гарден-Сити показали, что эта болезнь поражает только сорта майло, некоторые сорта, выведенные из майло, и очень немногие сорта, вероятно, происшедшие от майло, как, например, Дарсо и Сумак сверхранний. Это дало возможность быстро вывести устойчивые линии, поскольку устойчивость определяется одним геном. Последующие испытания показали также, что все восприимчивые к болезни сорта время от времени дают здоровые мутантные растения, появляющиеся на зараженной почве в поле или в теплице. Некоторые мутанты при размножении сохраняют устойчивость, другие расщепляются. Устойчивые мутанты появляются у восприимчивых сортов в соотношении от 1 к 200 до 1 к 2000. Сорт Техасское майло был получен путем отбора на зараженном

поле в Техасе, а Двойное карликовое 38 — отбором с зараженного посева сорта Двойного карликового майло в Калифорнии. Эти две линии были выделены для размножения из числа многих других устойчивых линий, прошедших испытание на зараженной почве. Сорта Уэстленд и Уитленд устойчивый были выделены путем отбора из восприимчивого сорта Уитленд в Гарден-Сити, штат Канзас. Были также выделены устойчивые линии сортов Карликовое белое майло, Бивер, Дей, Сунер, Колби, Дарсо и Сумак сверхранний. Путем гибридизации были получены устойчивые линии сортов Дарсо и Квадрун. Многие устойчивые сорта, включая Плейнсмен, Кэпрок, Мидленд, Кало, Раннее Кало, Норгум, Релайенс и Редлен, были получены из гибридного материала, в состав которого входили восприимчивые формы майло. Выделенные линии были испытаны на зараженной почве, после чего был проведен окончательный отбор.

Выведение устойчивых сортов оказалось настолько простым и эффективным, что потери, вызываемые корневой гнилью, были фактически устранены. Некоторые из восприимчивых сортов (Колби, Уитленд и Бланкеншип) до сих пор еще возделывают в небольшом количестве, но в основном на почвах, не зараженных в значительной степени. По мере необходимости можно высевать устойчивые линии этих же сортов.

Снижение урожаев, вызываемое корневой гнилью, колеблется от самых незначительных размеров до полной гибели урожая, в зависимости от степени зараженности почвы и до некоторой степени от условий окружающей среды. Почва бывает обычно заражена там, где восприимчивые сорта возделывают бессменно или в коротких севооборотах. На орошаемых землях при бессменной культуре сорго полная гибель урожая часто наблюдается на третий год после того, как впервые было отмечено заражение этой болезнью. Без орошения болезнь, как правило, развивается медленнее и полная гибель урожая наблюдается не так часто. Однако незаметные вначале поражения растений (от 10 до 50%) в конечном итоге причиняют значительный ущерб. Такое частичное поражение растений нередко принимают за повреждения, вызванные засухой, североамериканским клопом-черепашкой или применением

неправильных агротехнических приемов. На опытных посевах на зараженной почве в Чилликоте и Лаббоке, штат Техас, потери составили в среднем около 8,9 ц/га (Куинби, Карпер, 1949). Без выведения устойчивых сортов культура майло была бы обречена на гибель. Можно было бы возделывать другие группы сорго, устойчивые к этой болезни, но они менее популярны, чем майло. Применение севооборота не может служить эффективным способом борьбы с болезнью, поскольку в зараженной почве гриб сохраняет жизнеспособность по крайней мере в течение семи лет. Стерилизация почвы — способ эффективный, но слишком дорогой.

Выяснить, что гриб *Periconia circinata* является возбудителем корневой гнили, удалось лишь после проведения успешной борьбы. Другие грибы, в частности *Gibberella fuji-kuroi* и *Pythium arrhenomanes*, вызывающие гибель проростков, обычно выделялись из растений, пораженных корневой гнилью, но культуры этих грибов не вызывали симптомов поражения этой гнилью. *Periconia circinata* не считался паразитическим грибом до тех пор, пока не обнаружили его способность поражать майло (Леукель, 1948). Даже токсины, остающиеся в почве, обработанной паром с целью уничтожения гриба, поражают восприимчивые сорта майло.

Карликовая селекционная форма, выделенная из гибридного материала от скрещивания Леоти с Атласом в Хейсе, штат Канзас, но еще не внедренная в производство, является высокоустойчивой как к ржавчине сорго, вызываемой грибом *Puccinia purpurea,* так и к бактериальным болезням листьев. Физиологическое заболевание, известное как слабость стержня метелки (weak neck), является результатом преждевременного высыхания цветоножки, за которым следует ее загнивание, в результате чего метелка легко отламывается. Сорт Мидленд, почти совершенно не подверженный этому заболеванию, был выпущен в производство в Канзасе в 1944 г. для замены восприимчивых сортов, таких, как Колби и Раннее Кало. Изучение сортов по их устойчивости к трем расам твердой головни *(Sphacelotheca sorghi),* двум расам пыльной головни *(S. cruenta)* и к головне гумая (*S. holci*) показало, что сорт Спер фетерита обладает устойчивостью ко всем видам головни. Этот сорт скрестили с Черноплеичатым кафрским, вос-

приимчивым ко всем этим видам головни, за исключением головни гумая. Устойчивые формы, полученные в результате этого скрещивания, были повторно скрещены с кафрским сорго и из нового материала отобраны линии, пригодные для уборки комбайном и устойчивые к головне. Ни одна из этих линий не была еще выпущена в производство.

Все виды майло, а также формы, полученные от майло и пригодные для уборки комбайном, выпущенные в производство до 1945 г., были восприимчивы к повреждениям, вызываемым северо-американским клопом-черепашкой. Первыми устойчивыми к этому вредителю сортами были Комбайновое кафрское 44-14 и Редлен, выведенные в Оклахоме (Дэвис и Зиглингер, 1952), и Комбайновое кафрское 60, выведенное в Техасе; их можно было, не опасаясь, возделывать в районах, изобилующих черепашкой. К таким районам относятся центральная и западно-центральная части штата Оклахома и восточные районы штатов Канзас и Небраска. Таким образом, область, где возможна культура зернового сорго, пригодного для комбайновой уборки, была увеличена примерно на 258 900 кв. км.

Улучшение кормового сорго

До 1928 г. у всех местных сортов сорго, за исключением редко возделываемого сорта Дентон, семена были бурые, горькие на вкус. Во всей зоне Великих Равнин скоту, если на корм ему давали сорго, приходилось поедать эти невкусные семена. Лишние, оставшиеся от посева, семена вследствие низких вкусовых качеств почти не имели сбыта. Животные могли потреблять эти горькие семена, но, по-видимому, их не любили.

И. Н. Фарр из Стоктона, штат Канзас, фермер и любитель-селекционер сорго, скрестил сорт Саурлесс с белозерным Чернопленчатым кафрским, семена которого имели хорошие вкусовые качества. Семена растений F_1 были переданы на Форт-Хейсовскую опытную станцию в Хейсе, штат Канзас. Полученные потомства оказались слишком позднеспелыми для сухой гористой западной части Канзаса, вследствие чего отборы из этого материала были посланы на опытную станцию

штата Канзас (Манхеттен), где условия окружающей среды были для них благоприятны. Белозерная, с сахаристыми стеблями линия, выделенная д-ром Дж. Х. Паркером, была размножена и передана в производство под названием Атлас. Семена этого сорта имели высокие вкусовые качества как для скота, так и для птицы; до сих пор он является основным кормовым и силосным сортом в восточной части штатов Канзас и Небраска и далее на восток. Атлас не достигает полного развития в условиях засухи или короткого периода вегетации, где требуются более скороспелые и мелкосемянные сорта. Селекционная форма, выделенная из гибрида Атлас × × Сумак ранний, была выпущена в производство под названием Норкан. В этом сорте сочетается белозерность Атласа и скороспелость Сумака раннего, он приспособлен к условиям высоколежащих засушливых районов западной части Канзаса. Для северо-центральной части штата Канзас и для гористых местностей восточной части штата Небраска требовался сорт, занимающий промежуточное положение между сортами Атлас и Норкан. Этому требованию удовлетворял сорт Акстел, выделенный из сорта Атлас одним канзасским фермером, но выпущенный в производство опытными станциями штатов Канзас и Небраска.

Сорт Эллис, отобранный из гибрида Атлас × Леоти, представляет собой белозерный сорт для юго-западной и центральной частей штата Канзас. Ни один из этих сортов не был приспособлен к условиям штатов Техас и Оклахома. Тем не менее Сумак желтый 108, выведенный в Чилликоте, штат Техас, отличающийся желтой окраской и приятным вкусом семян, приспособлен к условиям некоторых частей этих штатов. Сорта с зернами приятного вкуса необходимы для многих районов.

В листьях всех видов сорго содержится цианогенный глюкозид дуррин, способный выделять синильную кислоту. Все известные сорта лет 15 назад могли иногда образовывать синильную кислоту в количестве, достаточном для того, чтобы вызвать отравление жвачных животных, съевших зеленые листья сорго. Изучение отобранных растений в шате Южная Дакота показало наследственные различия в содержании синильной кислоты. Одна линия сорта Дакотский янтарь с низким

содержанием синильной кислоты была выпущена в производство в Южной Дакоте под названием 39-30-S. Несколько лет спустя в производство был внедрен более позднеспелый высокоурожайный сорт Ренчер (Франце, 1945). Этот сорт в последнее время в значительной мере вытеснил сорт Черный янтарь, ранее возделываемый в штатах Южная Дакота и Небраска. В Небраске были выведены и другие линии с низким содержанием синильной кислоты. При внедрении их в производство бо́льшая часть северной половины Соединенных Штатов, где обычно наблюдаются случаи отравления, будет обеспечена соответствующими сортами сорго.

Растения сорта Леоти отличаются рыжевато-коричневой окраской, связанной с устойчивостью к трем бактериальным болезням листьев. Сорт Эллис, выведенный А. Ф. Суонсоном в Хейсе, штат Канзас, унаследовал рыжевато-коричневую окраску и устойчивость к трем бактериальным болезням листьев. Этот сорт дает чистую блестящую солому и приятные на вкус восковидные семена, которые можно использовать для специальных промышленных целей.

Улучшение веничного сорго

В Арлингтоне, штат Виргиния, Дж. Х. Мартин провел скрещивание сорта Леоти с Черным испанским веничным сорго. Отборы из этого материала были проведены на сельскохозяйственной опытной станции штата Иллинойс, в результате чего в производство были выпущены сорта веничного сорго Окоу и Стейгрин. Эти сорта отличаются устойчивостью к бактериальным болезням листьев и антракнозу. Вторым достижением в улучшении веничного сорго было выведение сорта Фуллтип (№ 8 Миллера) Дж. Б. Зиглингером в Оклахоме. Сорт Фуллтип дает волокно высокого качества, подобно родительскому сорту Скарборо, и более высокие урожаи семян. Кроме того, метелка у него сильно выступает из влагалища, снижая тем самым степень поражения красной пятнистостью в тех случаях, когда незадолго до уборки урожая наступает сырая погода (Мартин, 1945).

Продвижение зернового сорго в районы с коротким вегетационным периодом

В течение многих лет успешное возделывание зернового сорго было возможным лишь в районах, где безморозный период продолжается не менее 160 дней, а средняя температура июля не ниже 23,9° (Мартин, 1941). Сорта гаоляна Манчу и Алтамонт были отобраны из сортов, завезенных из Маньчжурии, и выпущены в производство в период 1910—1916 гг., после того как было установлено, что они вызревают в условиях Южной Дакоты и северо-восточной части Колорадо. Однако после непродолжительных испытаний их перестали возделывать. Та же участь постигла и следующий сорт, выпущенный в 1920 г. в производство в Южной Дакоте. Около 1912 г. в производство был выпущен сорт фетериты скороспелого типа, интродуцированный из Судана. Его возделывали на больших площадях в Канзасе, Оклахоме, Техасе и Нью-Мексико и в значительных размерах в Небраске и Колорадо. Около 1930 г. этот сорт распространился в Южной Дакоте, где его возделывали на юге центральной части штата. Как гаолян, так и сорт обычной фетериты отличались некоторыми признаками, которые препятствовали их распространению среди фермеров. Стебли растений были сухими, а потому нежелательными для кормления скота, и слишком высокими для уборки комбайном. Семена гаоляна отличались бурой окраской и неприятным вкусом. Семена фетериты были мягкими и легко загнивали в холодной почве, вследствие чего возникала опасность изреживания посевов.

Сорта майло Сунер, Колби и Дей были выведены Дж. Б. Зиглингером в Вудуорде, штат Оклахома, из гибридов сортов Карликового желтого и Раннего белого майло. Последний сорт отличался скороспелостью и занимал небольшую площадь в Техасе, но высота растений препятствовала его распространению. Новые сорта были более низкорослые, чем обе родительские формы. Растения Колби и Дей обычно достигали высоты не более 60 см. Сорт Сунер был передан на испытание фермерам около 1931 г., и уже к 1934 г. он широко распространился от Техаса до Южной Дакоты. В 30-х годах этот сорт нередко оказывался единственным, вызревав-

шим во многих пострадавших от засухи районах юго-запада США. В результате распространения сорта Сунер в Южной Дакоте этот штат был отнесен к району промышленного возделывания зернового сорго.

Сорт Сунер был в значительной мере вытеснен сортом Коес, а за последнее время все сорта зернового сорго в Южной Дакоте были вытеснены сортами Норгум и Релайенс, выведенными в этом штате. Эти сорта распространились в Небраске и Колорадо, а также и в более южных штатах, где их используют для поздних посевов. В северо-восточной части штата Колорадо промышленное производство зернового сорго стало возможным в результате внедрения в производство сорта Коес, выведенного на Акронской полевой опытной станции этого штата. Штат Небраска стал районом возделывания зернового сорго в результате выпуска в производство сорта Раннее Кало, выведенного в Канзасе. Позже в Небраске был районирован сорт Дей, выведенный в Вудуорде, штат Оклахома. Сорта Раннее Кало и Дей были с тех пор заменены другими сортами, такими, как Мартин, Мидленд, Коес, Норгум и Релайенс. В северо-западной части штата Канзас кукуруза имела большое значение до тех пор, пока не появились скороспелые сорта зернового сорго, приспособленные к местным условиям. В настоящее время на бо́льшей части площади, бывшей ранее под кукурузой, возделывают зерновое сорго, в основном сорта Колби, Мидленд и Коес. К числу остальных скороспелых сортов, выпущенных в производство, относятся Сунер двойной карликовый белый, Сунер двойной карликовый желтый, Раннее хигери, Бонита, Комбайновое 7078 и Гарно. Благодаря этим скороспелым сортам культура зернового сорго заняла примерно 518 000 кв. км в северных широтах и на больших высотах над уровнем моря, т. е. в районах, где безморозный период слишком короткий для надежного возделывания существовавших ранее более позднеспелых сортов.

Изменения в агротехнике сорго

Ранние опыты (Мартин, Зиглингер, 1929) показали, что при ограниченном количестве осадков предпочтителен более редкий посев зернового сорго и что сильнокус-

тистые сорта можно высевать более редко, чем сорта, образующие, как правило, по одному стеблю на растение. Практикой было установлено, что в условиях орошения следует проводить загущенный посев. Обычно в орошаемых районах нормы высева колеблются от 9 до 17 кг/га, а в полузасушливых — от 2,2 до 5,6 кг/га. В условиях орошения междурядья даже сильнокустистых сортов сорго равны 60—90 см, тогда как в условиях сухого земледелия они равны 100—105 см. Появление карликовых одностебельных сортов, пригодных для уборки комбайном, заставило пересмотреть вопрос о правильном размещении растений. Около 25 лет назад были начаты опыты по изучению требований новых сортов в этом отношении. Вскоре стало очевидным, что более узкие междурядья или более высокая густота стояния растений возможны для низкорослых растений, однако урожайность в полузасушливых условиях не возрастает в результате увеличения нормы высева свыше 5,6 кг/га. В условиях орошения наблюдалась резкая реакция на повышение нормы высева. Опыты, проведенные на орошаемых землях в Гарден-Сити, штат Канзас, показали, что Уэстленд, одностебельный сорт, пригодный для комбайновой уборки, дает урожаи на 30% ниже, чем сорт Финни.

В Манхеттене в полувлажных условиях урожаи сорта Мидленд в среднем за 10 лет повысились примерно на 25% в результате сокращения ширины междурядий со 100 до 50 см.

Научно-исследовательские учреждения не рекомендуют проводить рядовой посев с суженными междурядьями, несмотря на успех этого способа при проведении опытов. В условиях засухи такой посев способствует гибели урожая, а на засоренных почвах отсутствие междурядной обработки облегчает конкуренцию со стороны сорняков. Применение гербицидов устраняет до некоторой степени опасность засорения; раннее боронование также помогает в борьбе с сорняками на рядовых посевах сорго. Несмотря на риск посева с суженными междурядьями, возделывание зернового сорго, пригодного для комбайновой уборки, при ширине междурядий 25—45 см приобретает все бóльшую популярность, особенно в штатах Канзас и Нью-Мексико. Такой способ посева дает возможность пользоваться как для возделы-

вания, так и для уборки сорго машинами, применяемыми при культуре пшеницы; кроме того, при этом способе отпадает необходимость междурядной обработки, требующей много времени. Таким образом, фермеры, занимающиеся возделыванием пшеницы, могут легко перейти к культуре сорго без дополнительных затрат, что способствует расширению площади под сорго в годы, неблагоприятные для культуры пшеницы.

Значительная часть сорго созревает осенью, когда холодная погода задерживает созревание зерна. К северу от Оклахомы уборку комбайном проводят, как правило, после наступления заморозков, когда погибшие растения уже перестают поглощать влагу, в результате чего семена несколько высыхают. Несмотря на это, значительная часть зерна, убранного комбайном, имеет слишком высокую влажность для безопасного его хранения. В большинстве же случаев сорго созревает слишком рано для того, чтобы можно было отложить уборку до наступления первых заморозков. Между периодом окончательного созревания растений и наступлением первых заморозков обычно проходит от трех до шести недель, так что задержка с уборкой влечет за собой потери урожая вследствие полегания стеблей, порчи зерна и поедания его птицами. На Юге погода больше благоприятствует высыханию зерна при созревании, но это не уравновешивает непрерывного поглощения влаги живыми растениями. Таким образом, где бы ни возделывали сорго, повсюду возникают затруднения, связанные с высокой влажностью зерна. Частично влажное зерно сорго можно хранить в открытых закромах во время холодной погоды, которая наступает после поздней уборки урожая, при условии, что оно будет скормлено скоту или использовано каким-либо другим способом до наступления теплой погоды. Иногда обмолоченное зерно ссыпают в небольшие кучи для естественной сушки. Сушка в вентилируемых закромах часто оказывается эффективной в сухих районах для зерна, которое содержит не более 15—16% влаги. Наиболее эффективная сушка без применения искусственной циркуляции воздуха происходит в закромах, снабженных наверху вытяжными вентиляционными колпаками. В употребление входят сушилки с принудительной подачей воздуха и дополнительным подогревом или без него. Число цент-

ральных зерносушилок для сушки зерна сорго за плату в пунктах его сбыта или в районах его производства все увеличивается, особенно в южной части Техаса. Таким образом, разработка конструкций сушилок, последовавшая за кооперативным изучением вопросов культуры сорго, разрешила многие затруднения, которые задерживали в ряде районов промышленное производство зернового сорго (Шелл, Уокден, 1947; Соренсон и др., 1949).

Использование сорго в промышленности

До 1943 г. зерновое сорго представляло собой в первую очередь кормовую культуру местного значения, а то зерно, которое отправляли на рынки, использовали для приготовления кормов для птицы и комбинированных кормов для скота (Мартин, Мак-Мастерс, 1951). Примерно в 1943 г. в производство были выпущены два восковидных (с высоким содержанием клейковины) сорта: Кафрское восковидное, выведенное Р. Е. Карпером в Техасе, и Коди, выведенный А. Ф. Суонсоном в Канзасе. Зерно подвергали сухому размолу, после чего проводили экстрагирование крахмала для производства заменителя тапиоки до тех пор, пока после войны не стал вновь поступать на рынок крахмал тапиоки (Мартин, Дженкинс, 1951). Примерно три года назад был выпущен в производство восковидный сорт под названием Майлока, выведенный Р. Е. Карпером в Техасе. Научно-исследовательская работа и выведение сортов, необходимых для развития производства крахмала из зерна сорго, проводились главным образом обществом Дженерал Фуд Корпорейшн и сельскохозяйственными опытными станциями штатов Небраска и Канзас. В результате дальнейшей научно-исследовательской работы был усовершенствован процесс мокрого размола. Дальнейшие исследования, проводившиеся на сельскохозяйственной опытной станции штата Канзас, закончились сооружением мукомольной фабрики в Додж-Сити, штат Канзас, для изготовления муки из зерна сорго. Эта мука используется в качестве связывающего материала при приготовлении гипсовых пластин.

Еще один способ промышленного использования сорго заключается в обезвоживании целых растений для

производства муки с высоким содержанием сахара, которую добавляют в кормовые смеси. В Канзасе и Техасе имеется несколько заводов, изготовляющих обезвоженную муку.

ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИИ СОРТОВ СОРГО НА УРОЖАЙНОСТЬ

Еще 25 лет назад было установлено, что относительная урожайность сортов сорго зависит от следующих признаков: размера растения, размера метелки, периода вегетации, способности к кущению, устойчивости к болезням и вредителям. Естественно, что фактические урожаи изменяются в зависимости от запаса влаги в почве, длины периода вегетации, температуры, длины дня, плодородия почвы и агротехнических приемов — сроков посева и площади питания растения. Порядок расположения сортов по урожайности при данном испытании также варьирует в зависимости от указанных выше условий. Это было обнаружено при проведении многочисленных сортоиспытаний при различных окружающих условиях на одной и той же станции и в различные годы. Проведение сортоиспытаний при различных условиях на одной и той же станции способствовало внедрению следующих агротехнических приемов: поздний посев скороспелых сортов, более загущенный посев некустящихся сортов, возделывание скороспелых сортов и разреженный посев для засушливых условий и загущенный посев или возделывание сильнокустящихся, более позднеспелых сортов на орошаемых полях и богатых влагой низинных землях.

Сорта сорго настолько чувствительны к условиям окружающей среды, что средние урожаи, вычисленные для отдельных районов, являются лишь сводками неоднородных данных. В чрезвычайно изменчивых климатических условиях Великих Равнин результаты сортоиспытаний отражают средние, или «нормальные», показатели лишь за ряд лет. В остальные годы наилучшими являются сорта, подходящие для возделывания в более засушливые, или более влажные, или более продолжительные, или более короткие периоды вегетации по сравнению с нормальными, или же сорта, удающиеся

при наличии или при отсутствии определенных видов насекомых-вредителей.

Сорго с успехом можно возделывать в любом пункте земного шара, где средняя летняя температура равна или превышает 18,3°, безморозный период продолжается не менее 120 дней, а содержание влаги в пахотном слое почвы достаточно для возделывания любой полевой культуры. Сорго удается как на легких песчаных, так и на тяжелых глинистых почвах при pH от 4,5 до 8,5.

Сорт Черный янтарь возделывают во всех штатах США. Другие сорта могут дать более высокие урожаи в тех случаях, когда вследствие более продолжительного периода вегетации, большего количества влаги или более короткого фотопериода возможно возделывание более позднеспелых сортов, характеризующихся более крупными растениями. Примерная урожайность и вероятный район, к условиям которого приспособлен данный сорт, могут быть предсказаны с достаточной точностью в сортоиспытании путем сравнения его признаков с признаками уже известных сортов.

Испытания на урожайность необходимы для того, чтобы удостовериться в удовлетворительных показателях нового сорта. Такие испытания, проводимые в различные годы или при различных условиях, также выявляют устойчивость сорта к болезням и вредителям и реакцию его на условия окружающей среды. Некоторые сорта, как, например, Кафрское красное, Кафрское булавовидное и Аякс, были выпущены в производство исключительно благодаря их высокой урожайности при испытаниях на опытных делянках. От возделывания этих сортов пришлось быстро отказаться вследствие некоторых их недостатков, имевших более серьезное значение в полевых условиях, чем на опытных делянках. Сорта несколько менее урожайные, но не имевшие отрицательных признаков, сохранили популярность среди фермеров в течение многих лет.

Если сорго возделывают на корм или на силос, высевая его как пропашную культуру обычными способами, большое значение приобретают такие его сортовые признаки, как соответствующие сроки созревания, сочность, сахаристость и хорошие вкусовые свойства. Наличие этих желательных признаков, наряду с выравненностью стеблестоя, можно обеспечить путем надлежа-

щего выбора чистых семян рекомендованных сортов. Кормовые сорта, высеянные рядами при расстояниях между растениями в ряду 5—15 см и при наличии междурядной обработки, дают урожаи, размеры которых прямо пропорциональны размерам растений. Сорта, созревающие одновременно и обладающие одинаковой способностью к кущению, дают урожаи, размеры которых пропорциональны высоте растений. Урожаи сортов с одинаковыми генетическими факторами, определяющими длину междоузлий, пропорциональны относительной продолжительности периодов их вегетации. Эти соотношения проявляются довольно ясно в большинстве сортоиспытаний, проводимых в течение одного года, если все испытываемые сорта успевают достигнуть полного развития, и почти неизменно при сравнении урожайности за несколько лет. Эти испытания показали также, что сорта кормового сорго с растениями одинаковых размеров, созревающими в одно время, дают, как и следовало ожидать, примерно одинаковые урожаи. Фактические размеры растений данного сорта могут быть увеличены под влиянием более длинных дней (более коротких ночей), высокой влажности и плодородия почвы и оптимальных для развития растений температур.

Сорт, переместившийся к югу, в зоны, где ночи длиннее, а остальные условия столь же благоприятны для роста растений, образует более низкорослые растения вследствие более короткого периода вегетации. Сорт Вакония янтарь давал в среднем за год 31,5 т/га зеленой массы в южной части штата Миннесота. В более благоприятных температурных условиях Техаса он никогда не давал таких высоких урожаев, потому что там слишком длинные ночи для такого скороспелого сорта.

Зависимость между длиной вегетационного периода и урожаем кормового сорго представлена в таблице 2 (Суонсон, Лауде, 1942; Куинби и др., 1934). Следует отметить, что период вегетации сорта Атлас на 10 дней короче в Чилликоте, штат Техас, чем в Хейсе, штат Канзас, где ночи летом короче.

Наиболее урожайными сортами для данных условий окружающей среды являются сорта, отличающиеся наиболее продолжительным периодом вегетации, в тече-

ние которого растения достигают желаемой степени спелости.

Таблица 2

Зависимость между длиной вегетационного периода и урожайностью сена сортов сорго

Сорт	Урожай сена сорго, т/га	Длина периода вегетации
Хейс, штат Канзас (в среднем за 18 лет, 1924—1941)		
Атлас	7,2	123
Леоти	6,4	110
Сумак ранний	5,9	107
Чилликот, штат Техас (в среднем за 6 лет)		
Хони	11,5	132
Атлас	8,7	110
Сумак	8,4	107
Сумак ранний	7,1	97

Однако растениеводы, помимо урожайности, принимают во внимание многие другие признаки растений, как, например, легкость ухода, вкусовые свойства, прочность стебля, устойчивость к болезням, соответствие желательным срокам уборки. Только скороспелые сорта достигают желательной фазы развития в районах с коротким периодом вегетации, низкими летними температурами или ограниченным содержанием влаги в почве. Засуха вызывает увеличение длины периода вегетации сорго. Поэтому даже в одном и том же хозяйстве для орошаемых или пойменных земель требуются более позднеспелые сорта, чем для сухих полей на более высоких местоположениях. Во многих районах возделывания сорго фермеры часто предпочитают сорта, дающие несколько меньшие урожаи, чем наиболее урожайный сорт, но которые не требуют большого ухода. Так, например, в Техасе предпочитают сорт Сумак более высокорослому и урожайному сорту Хони; в восточной части Канзаса сорт Атлас вытеснил более урожайный сорт Канзасское оранжевое; в западной части Канзаса сорт Эллис вытеснил более урожайный сорт Леоти. В каждом из этих случаев менее урожайный сорт был менее подвержен полеганию. Подобным же образом многие земледельцы в штатах Аризона, Нью-Мексико и запад-

ной части Техаса предпочитают менее урожайный сорт Хигери для кормовых целей более высокорослым и урожайным рекомендуемым сортам сорго. Многие фермеры в западной части Канзаса предпочитают Кафрское или Трикер более продуктивным сортам сорго. Высокорослые и высокоурожайные сорта более склонны к полеганию и менее приспособлены для уборки кукурузной сноповязалкой. Копнение, перевозка, скирдование и подача требуют от шести до восьми ручных операций, проведение которых значительно облегчается в случае низкорослых, но менее урожайных сортов. Поэтому там, где рабочую силу приходится нанимать, более выгодным может оказаться засев большой площади низкоурожайным сортом, поскольку в последнем случае все полевые работы, вплоть до уборки, можно проводить при помощи трактора. Кроме того, растения сорго, высота которых не превышает 1,8 м, можно убирать одновременно по три ряда сноповязалкой для зерновых культур, тогда как более высокорослые сорта приходится убирать однорядной кукурузной сноповязалкой.

Сорта, которые полегают, регулярно выбраковывают, хотя сорта с более прочной соломой по урожайности не превосходят, а часто даже значительно уступают первым. Сорт Фримонт в значительной мере вытеснил сорт Черный янтарь, ранее распространенный в северо-восточной части штата Колорадо и западной части штата Небраска, главным образом вследствие того, что он имеет более прочный стебель.

В тех случаях, когда сорго возделывают на силос, высокоурожайный сорт может быть нежелательным, даже если для его уборки используют силосоуборочную машину. Эти машины, рассчитанные на выход кукурузного силоса, равный 33,7 т/га, часто выходят из строя при уборке сорго, урожай которого достигает 45—67,5 т/га. Такие урожаи легко получить на плодородных орошаемых землях юго-западной части США. Один сорт сорго, показавший высокую урожайность в Чилликоте, штат Техас, где он был выведен, не был там выпущен в производство, потому что не нашлось фермера, который пожелал бы возделывать такой высокорослый сорт. Недавно этот сорт был подвергнут повторному отбору в Меридиане, штат Миссисипи, и выпущен там в производство под названием Трейси для изготовления

сиропа. Поскольку сорго, предназначаемое для изготовления сиропа, срезают, обрывают листья и метелки вручную, то предпочтительны высокорослые сорта. Кроме того, в штате Миссисипи сорт Трейси рекомендуется для силосования благодаря тому, что за последнее время были выпущены более мощные силосоуборочные машины для уборки более крупных растений.

При загущенном рядовом посеве сорго на сено (норма высева семян 16,8—84 кг/га) в Великих Равнинах любой сорт поглощает всю доступную для растений почвенную влагу, за исключением влажных лет. Таким образом, фактором, лимитирующим урожай, является количество влаги; как высокорослые, так и низкорослые сорта дают приблизительно одинаковые урожаи (Винал и др., 1924). Фермеры в центральной части Великих Равнин, штат Канзас, для получения сена сорго, так называемого «сеяного корма», часто покупают неапробированный семенной материал (кормовую смесь), зная, что он даст урожай приблизительно того же размера и качества, как самый лучший апробированный сорт.

Сорго, высеянное рядовой сеялкой, образует настолько густой травостой, что растения дают очень низкие урожаи семян, и даже сорта с высоким содержанием сахара не могут накапливать сахар в стеблях. Сахар же, имеющийся в стеблях, бывает потерян в течение тех нескольких недель, которые требуются для сушки такого толстостебельного злака, как сорго. Поскольку сорго в процессе сушки теряет сахар и сочность, возделывание сахарных сочных сортов его не имеет никаких преимуществ.

Урожаи одностебельных сортов зернового сорго прямо пропорциональны размерам метелок при условии одинакового размещения растений. Относительные размеры метелок одностебельных сортов, за редкими исключениями, прямо пропорциональны длине вегетационного периода соответствующих сортов. Размер метелки зависит от условий окружающей среды, которые благоприятствуют развитию скороспелых или позднеспелых сортов, в зависимости от того, в какой фазе развития растения наступают критические условия в данном сезоне. В засушливые годы обычно наилучшие урожаи зерна дают более скороспелые и низкорослые сорта.

В Лаббоке, штат Техас, сорт Стандартное чернопленчатое кафрское благодаря более крупным метелкам и продолжительному периоду вегетации (131 день) дал в среднем на 2,8 ц/га зерна больше, чем сорт Техасское черноплечатое (вегетационный период 111 дней) в два года с обильным выпадением осадков, тогда как последний дал на 6,1 ц/га зерна больше в последующие четыре более засушливых года (Карпер и др., 1932).

Кустистые сорта, как правило, образуют более мелкие метелки, чем одностебельные сорта, созревающие в те же сроки, однако дополнительное число метелок компенсирует их более мелкий размер. Кущение имеет преимущество в тех случаях, когда густота стояния или ширина междурядий не соответствуют образованию у одностебельного сорта числа метелок, достаточного для получения максимального урожая. Кущение также может повысить урожайность в тех случаях, когда неблагоприятные условия отражаются на состоянии главных стеблей, в результате чего урожай получается в основном за счет метелок, образовавшихся на более поздних побегах. Хорошие гибриды первого поколения образуют значительно более крупные метелки, чем негибридные сорта с теми же сроками созревания. Иногда обычный сорт, как, например, Кало, также образует более крупные метелки, а следовательно, и дает более высокие урожаи, чем другие сорта с тем же периодом вегетации, как это видно из сравнения урожаев сортов Кало и Техасского черноплечатого кафрского, приведенных в таблице 6. Однако такие метелки обычно слишком тяжелы для тех стеблей, на которых они образуются, и потери, вызываемые полеганием, уравновешивают повышение урожайности, вызываемое увеличением размера метелки. Соответствующие же гибриды образуют стебли, достаточно прочные для относительно крупных метелок.

ИНТРОДУКЦИЯ СОРГО

Родиной сорго считается Африка, однако с древних времен оно возделывается на Ближнем и Среднем Востоке, в Индии, Китае и Маньчжурии. Не так давно этот вид был интродуцирован в Северную и Южную

Америку и Австралию. Описание интродукции сорго и работы с ним дано Виналлом и др. (1936) и Мартином (1936).

Интродукция различных сортов сорго в Америку началась одновременно с развитием торговли рабами, когда зерно сорго брали с собой в дорогу в качестве продукта питания. Предок современных сортов майло, вероятно, попал в Южную Америку именно таким образом, а впоследствии эти сорта были интродуцированы в Южную Каролину. Другие сорта, завезенные одновременно с рабами, не сохранились в качестве культурных сортов, однако разновидность *Sorghum vulgare drummondii* встречалась в качестве сорняка на полях кукурузы по берегам реки Огайо еще в 1935 г.

Некоторые из ввезенных сортов оказали влияние на положение, существующее в настоящее время с сортами сорго в Соединенных Штатах. Сахарное сорго было впервые ввезено в Соединенные Штаты из Китая через Францию в 1851 г. под названием Китайский янтарь. Существующие в настоящее время сорта Оранжевое, Саурлесс, Гузнек, Африканское белое, Сумак, Стрейтнек и Хони сохранились из числа 15 сортов, интродуцированных из Наталя (Южная Африка) в Соединенные Штаты владельцем плантаций сахарного тростника англичанином Леонардом Рэй и возделывавшихся первоначально под их зулусскими названиями. Министерством земледелия США были интродуцированы сорта Коллиер в 1881 г. из Наталя через Англию, Плантер в 1888 г. из Африки через Индию и Австралию и Мак-Лин в 1891 г. из Австралии. Современные американские сорта сорго произошли от сорта Китайский янтарь, от 15 сортов, ввезенных Леонардом Рэй, или от сортов Коллиер, Плантер и Мак-Лин. Сорт, недавно интродуцированный из района Судана Министерством земледелия США, был им выпущен в производство совместно с сельскохозяйственной опытной станцией штата Миссисипи в 1951 г. в Меридиане под названием Сарт. Этот сорт рекомендуется для промышленного производства сиропа в штатах Алабама, Джорджия, Теннесси и Миссисипи.

Белая и коричневая формы дурры, называемой египетской кукурузой, были интродуцированы в Калифорнию из Египта в 1874 г. Успешное возделывание этих сортов привело к распространению культуры зернового

сорго в Соединенных Штатах. Сорта сорго Белое кафрское и, по-видимому, Красное кафрское из Наталя (Южная Африка) попали в 1876 г. на юбилейную выставку в Филадельфии, организованную в связи со столетием дня ее основания. Позже семенной материал, имевшийся на выставке, был распределен по различным районам США. Каким путем попало в США Чернопленчатое кафрское сорго, неизвестно, но родиной его, несомненно, является Южная Африка, оно возделывалось на фермах в штате Канзас еще около 1890 г. Майло, интродуцированное в Южную Каролину в 1879 г. (Карпер, Куинби, 1946, 1947 b), отличалось высокорослостью и позднеспелостью. Фермерами был проведен отбор скороспелых и низкорослых форм, и примерно в течение 30 лет вплоть до 1940 г. Карликовое желтое майло являлось основным сортом зернового сорго, возделываемым в южной части Великих Равнин. Появление зернового сорго совпало с постройкой железных дорог и способствовало заселению района Великих Равнин, в которых кукуруза удавалась плохо.

Сорт Шэллю, называемый иногда египетской пшеницей, был интродуцирован из Индии в 1890 г. В начале текущего столетия работа с зерновым сорго была расширена. Многочисленные разновидности сорго были интродуцированы Министерством земледелия США. Розовое кафрское было интродуцировано около 1904 г., а несколько лет спустя выпущено в производство Форт-Хейсским филиалом опытной сельскохозяйственной станции штата Канзас. Фетерита была интродуцирована в 1906 г., а хигери в 1908 г. Эти две разновидности были выпущены в производство филиалом сельскохозяйственной опытной станции штата Техас в Чилликоте.

Суданская трава была интродуцирована в 1909 г. Министерством земледелия США и выпущена в производство в Чилликоте совместно с сельскохозяйственной опытной станцией штата Техас. Гумай — многолетний родич суданской травы—был интродуцирован в 1830 г. Минсом, губернатором Южной Каролины. Он был распространен Уильямом Джонсоном из штата Алабама. В настоящее время — это злостный сорняк в тех районах, где перезимовывают его подземные корневища. Гумай является бичом земледелия во всей южной части США, но многие считают его ценным кормовым злаком.

Веньямину Франклину приписывают заслугу интродукции веничного сорго, поскольку предполагается, что он вырастил несколько растений этого вида из семян, собранных с веника, привезенного из Европы.

Министерство земледелия США продолжает интродукцию различных сортов сорго. В большинстве случаев они оказываются неприспособленными к местным условиям, и многие из них не образуют семян, очевидно вследствие неблагоприятных условий температуры и длины дня. Сорта сорго многочисленны и сильно различаются по приспособленности к тем или иным условиям. В некоторых тропических и субтропических районах существует два различных периода вегетации сорго, приблизительно соответствующих летнему и зимнему периодам вегетации зон умеренного климата. Сорта, вегетирующие в условиях одного периода, растут и в условиях другого периода, но вегетация их модифицирована.

У многих интродуцированных сортов, не отличающихся особой ценностью, семена вызревают, но те признаки, которые делали их ценными в естественном местообитании, не имеют большого значения в тех условиях, где проводилось испытание. В Судане есть район, где возделывают такие сорта сорго, которые вызревают достаточно рано для того, чтобы уборка могла быть проведена до наступления разлива. Эти сорта не представляют никакой ценности в современных районах возделывания сорго в США, так как продолжительность их периода вегетации недостаточна для получения удовлетворительного урожая. В Нигерии существуют сорта, которые вследствие их позднеспелости образуют семена по окончании периода дождей. Эти сорта слишком позднеспелы для условий Великих Равнин, так как они, как правило, успевают использовать весь запас почвенной влаги до наступления фазы образования зерна. Сорт Шэллю возделывают в районе, прилежащем к Мексиканскому заливу, высевая его весной, тогда как в Индии его высевают осенью. По берегам Мексиканского залива, где возделывают этот сорт, температуры сравнительно низки, однако достаточно высоки для того, чтобы растения сорго могли развиваться в начале весны, когда длина дня приближается к 12 часам. Существуют сорта сорго, приспособленные ко многим климати-

ческим условиям, так что в пределах температур, благоприятных для этой культуры, они соответствуют множеству разнообразных в экологическом отношении мест.

МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ СОРГО

Гибридизация и отбор

Ранняя работа с сорго отдельных лиц и общественных организаций ограничивалась главным образом интродукцией новых сортов из-за границы, отбором в пределах существующих форм и усилиями по сохранению в чистом виде уже существующих сортов.

Еще в 1916 г. Х. У. Смит, фермер из Гарден-Сити, штат Канзас, располагал выравненными линиями, отобранными из случайного гибрида между кафрским сорго и майло. В 1914 г. Х. Н. Винал и А. Б. Крон из Министерства земледелия США приступили к гибридизации сорго, а в 1923 г. сорта Чилтекс и Премо, отобранные из потомства, полученного от скрещивания фетериты с кафрским сорго, были выпущены в производство. Чилтекс и Премо были первыми сортами сорго, полученными в результате искусственной гибридизации.

Винал и Крон (1921) описали рядковый метод отбора по потомству, который и был в основном использован для получения многочисленных сортов, выпущенных в производство за последние 30 лет.

Техника самоопыления и скрещивания

Самоопыление. По своей природе сорго является самоопылителем, но у него наблюдается и перекрестное опыление, степень которого зависит от скорости ветра, размера популяции насекомых и ряда других факторов. Перекрестное опыление у обыкновенного сорго составляет, по данным Карпера и Коннера (1919), несколько процентов, а у суданской травы, как указывают Гарбер и Этвуд (1945), оно достигает 70%. Иногда бывает необходимо обеспечить самоопыление сорго, что легко достигается путем изоляции метелки бумажным мешочком, который надевают на нее перед началом цветения и снимают только по его окончании. Обычно мешочек

закрепляют у основания метелки металлическими скрепками, но можно пользоваться также бумажными зажимами или какими-либо завязками.

Если необходимо обеспечить полное самоопыление или в случае метелок с частичной мужской стерильностью, мешочки оставляют на метелках до полного созревания с тем, чтобы на последние не попала чужеродная пыльца. В таком случае возникает проблема борьбы с гусеницами хлопковой совк и (*Heliothis armigera*). Куинби и Гейнс (1942) сообщают, что этот вредитель при отсутствии пожирающих его врагов часто поедает бо́льшую часть зерна на метелке сорго, заключенной в мешочек. Дамес и др. (1951) разработали метод борьбы с личинкой хлопковой совки в изолированных метелках сорго путем обработки мешочков промышленным инсектицидом алдрином. Два или три миллилитра 5%-ной эмульсии этого инсектицида наносят на внутреннюю поверхность мешочка; эмульсия стекает полосой от верхнего до нижнего конца мешочка. Личинки, вылупившиеся из яиц внутри мешочка, так же как проникшие в него позже извне, погибают. Обработанные алдрином мешочки защищают метелки также от паутинного червя (*Celama sorghiella*) и от большинства видов тлей. Мешочки, обработанные алдрином, можно хранить в течение нескольких недель или даже месяцев без потери ими инсектицидных свойств. Мешочки можно делать любых размеров, достаточных для помещения метелки. Изготовляют такие мешочки из плотной бумаги, пропитанной водонепроницаемым составом для предохранения от разрыва при ливне.

Кастрация и опыление вручную. Винал (1926) описал процесс кастрации и опыления сорго вручную; подобные же методы применяют и в настоящее время. Этот способ заключается в том, что все колоски, за исключением некоторых, включая и колоски на цветоножках, если у них имеются пыльники, удаляют с метелки ножницами непосредственно перед цветением. У оставшихся колосков удаляют пыльники с помощью пинцета, иголки, кончика карандаша или какого-либо другого инструмента. Затем кастрированные колоски изолируют, помещая их в изолятор, и опыляют во время цветения, которое обычно наступает на первое, второе или третье утро после кастрации. Если на рыльца была нанесена

жизнеспособная пыльца, то значительный процент кастрированных цветков образует семена. В жаркие летние месяцы растения сорго цветут ночью или ранним утром (Стефенс, Куинби, 1934). Артшвангер и Мак-Гайр (1949) установили, что пыльца сорго не прорастает до рассвета. Довольно часто отдельные колоски раскрываются после периода максимального цветения, давая большое количество жизнеспособной пыльцы, которую можно использовать для гибридизации до позднего утра. Пыльца сорго сохраняет жизнеспособность лишь в течение нескольких часов, и до сих пор еще не был разработан практический способ ее сохранения. В полевых условиях при ветре трудно собирать пыльцу, особенно с метелок рыхлого типа, поскольку в этих условиях вследствие колебания пыльников ветром они теряют пыльцу вскоре после раскрытия. Количество пыльцы, достаточное для опыления нескольких колосков, нетрудно собрать в чашку Петри и нанести на рыльца, потерев о них осыпанную пыльцой чашку. Во избежание занесения нежелательной пыльцы руки и инструменты после каждого опыления ополаскивают водой.

Для опыления метелок с мужской стерильностью или метелок, кастрированных горячей водой, требуется большое количество пыльцы. В таком случае пыльцу обычно собирают в бумажный мешок, который надевают на цветущую метелку. При встряхивании метелки пыльца осыпается в мешок. После этого мешок помещают над метелкой, которую требуется опылить, и сильно встряхивают. Этот метод в ряде случаев дает хорошие результаты, но иногда пыльцевые зерна, сталкиваясь, разрываются, и вся масса пыльцы становится клейкой. В этом случае единственным способом переноса пыльцы является удаление метелки, несущей пыльцу, и сильное встряхивание ее над кастрированной метелкой или метелкой, обладающей мужской стерильностью.

Кастрация горячей водой. Стефенс и Куинби (1933) описывают метод кастрации метелок сорго горячей водой. Другие исследователи применяли этот метод на других культурах, в число которых входили рис, просо и ряд пастбищных злаков. Этот метод можно с успехом применять в тех случаях, когда требуются сравнительно большие количества гибридных семян. Кастрация этим способом возможна вследствие того, что части

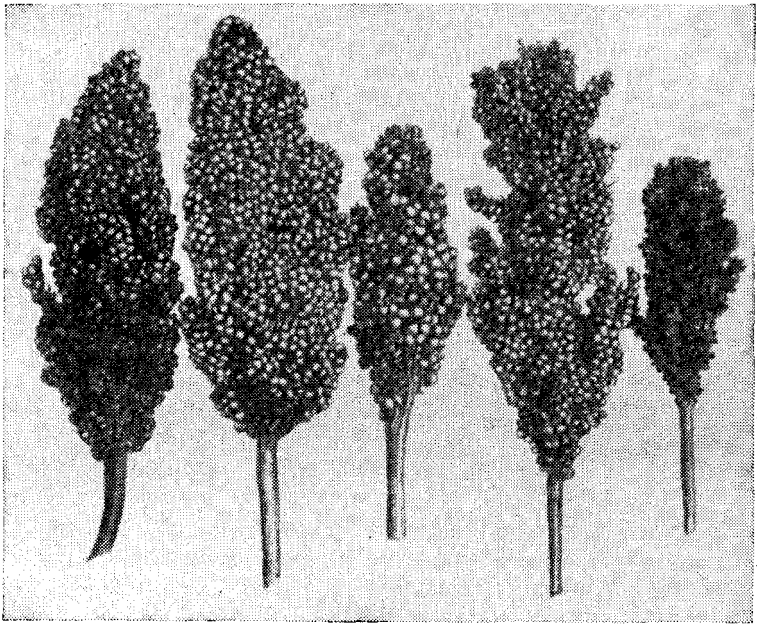


Рис. 1. Метелки сорго, кастрированные горячей водой и опыленные чужой пыльцой. *Слева:* метелка, кастрированная водой при температуре 47,5°. Остальные четыре метелки кастрированы при температуре 48°.

цветка, образующие пыльцу, несколько более чувствительны к высокой температуре, чем женские его части. У сорго эта разница в чувствительности выражается не более чем одним градусом. Пыльца теряет жизнеспособность, если метелку погрузить в воду при 48° и оставить там на 10 минут. К концу 10-минутного периода температура воды снижается до 42—44°. У некоторых сортов части цветка несколько более чувствительны к высокой температуре, чем у других. Метелки майло кастрируют при 47—47,5°, тогда как женские органы кафрского сорго выдерживают температуру 48° (рис. 1).

Метод кастрации цветков сорго горячей водой относительно прост, но требует запаса воды в поле или теплице и предупреждения просачивания воды из резервуара, в котором находится метелка. Все оборудование

состоит из металлического резервуара емкостью примерно 3,8 л, куда наливают воду; основание резервуара заключено в резиновую трубку и снабжено ножками, на которых держится резервуар. Резервуар помещают над метелкой сорго, а резиновую трубку закрепляют вокруг стержня метелки и листового влагалища растения. Для закупорки отверстия в трубке нужно насыпать некоторое количество почвы в резервуар. Метелку погружают в горячую воду надлежащей температуры, через 10 минут воду спускают, а метелку заключают в мешок во избежание нежелательного опыления. Обычно такая обработка задерживает цветение на сутки. Ее рекомендуют проводить при готовности метелок к цветению, но она бывает эффективна и за несколько дней до цветения, и непосредственно после появления метелки из влагалища листа. Стефенсом и Куинби (1934) установлено, что рыльца сорго сохраняют восприимчивость к пыльце в течение нескольких дней, и часто бывает достаточно одного опыления для удовлетворительного завязывания семян. Однако некоторые сорта сорго имеют короткие рыльца, которые не выступают наружу, когда в конце цветения закрываются колосковые чешуи. Вследствие этого после начала цветения кастрированных метелок и до тех пор, пока оно не закончится через 4—5 дней, опыление желательно проводить каждое утро.

Формы, образовавшиеся под действием колхицина

Существует много примеров полиплоидии у растений, явившейся результатом воздействия колхицина, но Францке и Росс (1952) сообщают, что путем обработки колхицином проростков сорго они получали формы, отличающиеся от исходного материала по ряду признаков и в дальнейшем не отклоняющиеся от нового типа. Указанные авторы не знают точно, какие при этом происходят процессы, но они предполагают, что здесь наблюдается точечная мутация, за которой следует соматическая редукция числа хромосом и последующее восстановление их диплоидного числа. Далее они предполагают, что такая клетка становится точкой роста и образует гомозиготную ткань иного генотипа, чем первоначальный зародыш. Хаскинс (1948) сообщает о соматической редукции числа хромосом у лука (*Allium cepa*).

Если подтвердится наличие соматической редукции числа хромосом и последующее восстановление диплоидного числа после обработки проростков колхицином, то такая обработка может стать полезным методом селекции, даже при отсутствии точечной мутации. При этом становится возможным проводить обработку проростков F_1 и получать некоторые растения F_2, не расщепляющиеся в последующих поколениях.

ЦИТОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА

Ботаническая классификация и цитология

Ботаники, селекционеры и генетики расходятся во мнениях по вопросу ботанической классификации многочисленных культурных форм сорго *(Sorghum vulgare* Pers.), включая и травянистые его формы. По мнению авторов, в настоящее время данные генетики говорят о том, что все культурные, а также травянистые формы сорго с соматическим числом хромосом, равным 20, составляют один обширный вид. Винал и др. (1936) относят многочисленные американские сорта обыкновенного сорго к одному виду. Вследствие различий в пределах рода Сноуден (1936) полагает, что род сорго для удобства следует разделить на виды, в общем соответствующие группам, установленным агрономами. Классификация Сноудена в этом отношении несовершенна, так как такие различные сельскохозяйственные сорта, как Хигери, Чернопленчатое кафрское и Оранжевое сорго, отнесены к виду *S. caffrorum,* а сорго веничное и некоторые формы сахарного сорго — к виду *S. dochna.* Рассмотрев 3000 форм мировой коллекции сорго в Ботаническом саду Кью, Сноуден разбил род на 6 подсерий и 31 вид. Лаубшер (1945) не относит все культурные формы сорго к одному и тому же виду, потому что, как он полагает, среди них можно различить несколько модифицированных комплексов, но он также не признает правильным распределение этих форм по 31 виду. На основании проведенной им работы он считает, что существуют генетические основания для разделения культурных форм сорго на «расы». Предполагается, что «расы» будут состоять из таких групп, как южноафрикан-

ские формы кафрского сорго, формы фетерита из Судана, формы дурра с Ближнего и Среднего Востока, формы шэллю из Индии, формы гаоляна из Китая, Маньчжурии и Японии, формы веничного сорго и многие другие из тропической Африки и Индии. В Соединенных Штатах проводились скрещивания линий из этих групп и изучение расщепляющихся популяций. Такие количественные признаки, как высота растений и даже во многих случаях продолжительность роста, наследуются относительно просто. Такие «расы» существуют, но, по-видимому, не вследствие различных модифицирующих комплексов.

Куинби, Карперу и Стефенсу удалось без труда передать суданской траве от сорго сорта Леоти аллели, определяющие сахаристость и сочность стеблей, и две аллели, определяющие окраску колосковых чешуй. Как сообщает Карпер (1949), новый сорт суданской травы под названием Сахарная суданская трава был выпущен в производство сельскохозяйственной опытной станцией штата Техас и Министерством земледелия США. В Лаббоке, штат Техас, среди селекционных форм, выведенных Р. Е. Карпером, имеются многочисленные формы, соединяющие в себе признаки сорго и тунисской травы *(Sorghum virgatum)*, сорго и суданской травы, сорго, суданской травы и гумая. В этом материале имеются доказательства гомологичности хромосом у сорго, суданской и тунисской травы.

Гумай, у которого соматическое число хромосом вдвое больше, чем у остальных видов, очевидно, имеет хромосомы или части хромосом, гомологичные хромосомам сорго обыкновенного, суданской травы и тунисской травы.

На основании цитотаксономических исследований Гарбер (1950) разделил род *Sorghum* на шесть подродов, одним из которых является Eusorghum. Согласно этой классификации, Eusorghum включает обыкновенное сорго *(Sorghum vulgare)* и травянистые виды, в том числе суданскую траву, тунисскую траву и табуки, а также гумай *(Sorghum halepense)*. Дюара и Стеббинс (1952), а также Хэдли (1953) пришли к заключению, что гумай является сегментальным аллополиплоидом, возникшим в результате скрещивания двух цитогенетически близкородственных видов.

Генетические и цитологические данные указывают, по-видимому, на то, что возделываемые сорта сорго, а также травянистые его виды с соматическим числом хромосом 20 образуют один обширный вид с большим количеством разновидностей. Если это так, то имеется возможность передавать желательные признаки почти неограниченно от одних многочисленных разновидностей культурного и травянистого сорго другим.

Генетическая работа с сорго ведется не в столь широком масштабе, как со многими другими видами, но имеющиеся в настоящее время сведения дают основание полагать, что некоторые из жизненно важных процессов роста, по которым различаются сорта, определяются сравнительно небольшим числом аллелей.

Наследование признаков у сорго

Данные по генетике сорго накапливаются с 1916 г., когда Грэхем (1916) сделал сообщение по вопросу наследования окраски семян. С 1920 г. большая часть генетической работы проводилась в Индии и Соединенных Штатах Америки. Поскольку большинство индийских сортов не всегда вызревают в условиях США, эффективное использование некоторых данных индийских работ затруднительно. Мартин (1936) дал сводный обзор литературы по генетике сорго, появившейся до 1935 г. Приводимый ниже обзор литературы по генетике сорго представляет собой попытку объяснить имеющиеся данные относительно признаков, влияющих на урожайность, приспособляемость и хозяйственную ценность этой культуры, и не охватывает многих признаков, включенных в обзор Мартина.

Знакомство с анатомией и морфологией сорго способствует пониманию некоторых сторон генетики сорго. О работе в этой области сообщают Артшвангер (1948) и Артшвангер и Мак-Гайр (1949).

Окраска семян. Механизм наследования окраски семян сорго привлекал внимание ряда работников. Окраска, имеющая некоторое экономическое значение, разнообразна и зависит от окраски различных слоев зерновки. Контрастирующие цвета, как, например, белый, желтый, красный и коричневый, определяются содержа-

нием пигмента в эпикарпии [1], толщиной мезокарпия, наличием или отсутствием коричневой семенной оболочки и доминантным или рецессивным состоянием гена, обозначаемого через *S* и определяющего наличие или отсутствие коричневого пигмента в эпикарпии при наличии коричневой семенной оболочки. Механизм наследования некоторых окрасок еще не изучен.

Окраска эпикарпия. Согласно имеющимся сообщениям, помимо гена *S*, существует еще 6 генов, определяющих окраску эпикарпия. О первых двух сообщает Грэхем (1916) из Индии. Эти два гена определяют окраску сока растения, окраску мертвой ткани листьев, а также пыльников и зрелого зерна. В живой ткани листьев и в незрелом зерне эта окраска маскируется цветом хлорофилла. Грэхем объясняет соотношения красного, желтого и белого цвета, которые он получал в расщепляющихся популяциях, предполагаемым существованием двух генов: *R*, определяющего красный цвет, и *Y*, определяющего желтый цвет; для образования красной окраски семян необходимо наличие обоих этих генов. Генотипы трех окрасок должны быть следующими: *RRYY* определяет красную окраску, *rrYY* — желтую, *RRyy* и *rryy* — белую. По этой схеме простое расщепление на белую и красную окраску семян определяется скорее гетерозиготным состоянием *Y*, чем *R*. Дигибридные расщепления дают соотношения: 9 красных, 3 желтых и 4 белых.

Эйангар и др. (1938b) предлагают другой набор обозначений и, кроме того, сообщают о существовании третьего гена, обозначаемого через *I*. Этот ген в доминантном состоянии усиливает окраску и определяет дифференциацию между красной и розовой окраской, когда и *R*, и *Y* присутствуют в доминантном состоянии. Пользуясь обозначениями Грэхема для *R* и *Y*, Красное кафрское с темно-красными семенами обозначаем через *RYI*, а желтые формы майло, генетически розовые, но называемые желтыми в США,— через *RYi*. Истинно желтая окраска, т. е. *rrYY*, не представлена в США ни одним из имеющихся там промышленных сортов сорго.

В дополнение к фактору *I* Эйангар и др. (1934b)

---

[1] Эпикарпий — внеплодник, внешний слой, или поверхность перикарпия (околоплодника). — *Прим. ред.*

сообщают еще о двух генах, которые в доминантном состоянии обусловливают коричневатый оттенок перикарпия. Эти гены можно обозначить через BW_1, и BW_2. Такие коричневые оттенки обычны для индийских сортов, но отсутствуют у сортов африканского происхождения, возделываемых в Соединенных Штатах. Эйангар и Намбиар (1938) сообщают также об интенсификации окраски, не зависящей от трех основных факторов; соответствующему гену присвоено обозначение *M*.

В настоящее время в Соединенных Штатах не известны способы наследования некоторых окрасок перикарпия. Неизвестно, можно ли объяснить розовую окраску перикарпия у сортов Розового кафрского сорго каким-либо сочетанием доминантных или рецессивных генов *R, Y* и *I*. Кроме того, при скрещивании между собой майло белого, Бонар дурра и дурра PI 54484 появляются некоторые окраски, не вмещающиеся в схему *R, Y* и *I*. Возможно, что здесь играет какую-то роль фактор *M*, упоминаемый Эйангаром и Намбиаром (1938).

Коричневая окраска семенной оболочки. Толстый слой коричневых клеток, расположенный непосредственно с наружной стороны алейронового слоя, называется нижней оболочкой и является внутренним покровом, или семенной оболочкой. Зиглингер (1924) первый сообщил относительно наследования этого слоя семени, а Стефенс (1946) и Лаубшер (1945) указали, что его наличие или отсутствие контролируется двумя генами: он развивается в том случае, когда оба гена находятся в доминантном состоянии. Поскольку известно, что наличие или отсутствие семенной оболочки определяется двумя генами, будет вполне логично принять предложение Стефенса (1946) и обозначить эти две пары факторов через B_1b_1 и B_2b_2.

Согласно сообщению Эйангара и Кришнасвами (1941), у некоторых сортов сорго имеется семенная оболочка, не содержащая коричневого пигмента. По-видимому, коричневый пигмент отсутствует в случае неполного абсорбирования оболочки. Если бы семенная оболочка имелась и развилась бы полностью и все же была бы лишена коричневого пигмента, то, по-видимому, наличие или отсутствие пигмента контролировалось бы не генами *B*, а еще каким-либо геном. В таком случае гены *B*

определяли бы наличие или отсутствие семенной оболочки, а не наличие или отсутствие в ней коричневого пигмента. Однако, очевидно, этот слой оболочки, если он имеется, бывает, как правило, коричневого цвета.

Ген *S*. При наличии коричневого внутреннего слоя оболочки эпикарпий у сортов и гибридов сорго принимает коричневую окраску в том случае, когда ген *S* имеется в доминирующем состоянии. Виналл и Крон (1921), Зиглингер (1924) и Суонсон (1928) различно описывают действие этого гена. Эйангар и Кришнасвами (1941) исследовали семена 48 сортов и установили, что в большинстве случаев у семян с коричневой семенной оболочкой и коричневым эпикарпием мезокарпий также бывает коричневого цвета. Однако у форм AS 5195 и AS 3356, имеющих коричневую окраску семенной оболочки и эпикарпия, мезокарпий не был окрашен. В связи с этим предположение, что доминантный ген *S* позволяет коричневому пигменту, образующемуся в семенной оболочке, распространяться на внешние слои, было бы неосторожным, потому что в этом случае было бы затруднительно объяснить наличие мезокарпия, не содержащего коричневого пигмента, тогда как соседние слои, находящиеся с обеих его сторон, пигментированы. По-видимому, можно предположить, что доминант *S* в присутствии доминантов B_1 и B_2 допускает наличие коричневого пигмента в эпикарпии. Рецессивный ген *s* исключает наличие коричневого пигмента в эпикарпии в присутствии доминантных B_1 и B_2.

Жемчужные и меловые зерна. Эйангар и др. (1933c) сделали сообщение о наследовании жемчужных и меловых зерен у сорго и обозначили соответствующую пару факторов через *Zz*. В полученных ими популяциях доминантное состояние гена *Z* обусловило образование тонкого мезокарпия, в силу чего семена были жемчужными. При рецессивном состоянии гена образовался хорошо развитый мезокарпий, в результате чего семена были белые, как мел. Суонсон (1928) считает, что пара факторов *Ss* определяет толщину мезокарпия, а Зиглингер (1924) сообщает, что рецессивное состояние *s* обусловливает образование жемчужных зерен. По-видимому, ген *S* контролирует только наличие коричневого пигмента в эпикарпии, а ген *Z* определяет толщину мезокарпия.

Окраска семян, вызываемая механическими повреждениями или неблагоприятными погодными условиями. По сообщениям Суонсона (1928), а также Эйангара и Кришнасвами (1941), причиной наблюдавшегося иногда образования пятен на некоторых белых семенах служат подстилающие фрагменты семенной оболочки. Такого рода пятнистость появляется в том случае, когда у растений, рецессивных как по b_1, так и по b_2, частица семенной оболочки сохраняется до созревания. Над такой частицей при наличии доминантного гена S у белозерных сортов на семенной оболочке образуется коричневое пятно.

Однако во многих случаях у Черноплечатого кафрского и у других сортов пятна на семенах появляются в результате механического повреждения. Причиной таких повреждений иногда бывают сосущие насекомые или болезни. При повреждении растений сорго любая омертвевшая ткань пигментируется. Пятна принимают черновато-коричневую, красновато-коричневую или рыжевато-коричневую окраску в зависимости от генетического состава растения в отношении генов q и p, определяющих его окраску. У растений с черными колосковыми чешуями пятна черновато-коричневого цвета, у растений с красными чешуями они красновато-коричневые, а у растений с чешуями окраски сиéна или красного дерева пятна принимают рыжевато-коричневый цвет. Некоторые линии Кафрского розового имеют белые семена с красноватыми пятнами благодаря красной окраске сока растения. Красноватые пятна на семенах имеются в довольно большом количестве, что придает семенам розоватый оттенок.

Семена сорго часто приобретают ту или иную окраску, если во время созревания стоит дождливая или сырая погода. Пигмент проникает в наружные слои семени или из чешуй, или из нижележащей коричневой семенной оболочки. Семена с толстым меловидным мезокарпием особенно подвержены такого рода окрашиванию.

У белозерных сортов, как, например, Хигери и Бонита, которые имеют коричневую семенную оболочку, семена часто буреют под влиянием мороза, вызывающего их гибель до созревания, По-видимому, в этом случае клеточные стенки у незрелых семян разрываются при

замерзании и коричневый пигмент в клетках семенной оболочки проникает в мезокарпий и эпикарпий.

Окраска колосковых чешуй, охватывающих зерно, остается зеленой, так как хлорофилл находится в растении до момента созревания, после чего колосковые чешуи приобретают окраску, определяемую генетическим составом растения. Окраска чешуй бывает различных оттенков: соломенного, красного, черного, сиены или цвета красного дерева.

Красная и черная окраска чешуй определяется аллелями. У некоторых сортов красный цвет доминирует над черным, у других же он рецессивен. Наиболее простое объяснение такого положения — наличие серии аллелей в локусе окраски чешуй. Стефенс (1947) предложил, чтобы аллель рецессивного красного цвета обозначалась через q^r. Согласно этой схеме, доминантный красный цвет обозначается через Q, а черный — q. Этим обозначением Qq пользуются Эйангар и др. (1933а).

Существуют две окраски растений — пурпуровая и коричневая, и для соответствующей пары факторов Эйангар и др. (1933а) предложили обозначение *Pp*. Растения с доминантным фактором *P* бывают или красновато- или черновато-пурпуровые в зависимости от генетического состава по отношению к гену *Q*. Растения с рецессивным геном *p* бывают коричневыми или рыжевато-коричневыми, причем эта коричневая окраска видоизменяет красную или черную окраску, определяемую парой факторов *Qq*. У видоизмененных черных растений чешуи приобретают цвет красного дерева, а у видоизмененных красных растений чешуи бывают цвета сиены. Гены *Q* и *P* расположены на разных хромосомах. У веничного сорго существуют окраски чешуй, отличающиеся от красной, черной, цвета красного дерева и сиена окраски. Стефенс в своей неопубликованной работе указывает, что ген, обусловливающий окраску чешуй у сортов веничного сорго Калифорнийское золотое и Черное испанское, при наследовании не зависит от гена *Q*, а его сцепление с геном среднего нерва *Dd* показывает, что он является аллелью *p*. Эта аллель не обусловливает рыжевато-коричневой окраски, как это делает рецессивный ген *p*, но несколько видоизменяет окраску стебля, подобно тому, как она видоизменяет окраску чешуй.

У ряда сортов сорго чешуи бывают соломенного цвета. Имеются сообщения о существовании рецессивного разбавляющего фактора и доминантного ингибитора окраски чешуй. Имеются также неопубликованные данные, полученные в Чилликоте, относительно того, что один фактор, определяющий соломенную окраску чешуй, может быть расположен на хромосоме *qbgs*. По-видимому, растения, рецессивные по b_1 или b_2 и не обладающие коричневой семенной оболочкой, склонны к образованию чешуй, приобретающих соломенную окраску при неблагоприятных условиях вегетации. В Чилликоте наблюдается такое разнообразие в выражении признака соломенной окраски чешуй, что невозможно было установить, является ли ингибитор, определяющий соломенную окраску чешуй, аллелью *Q* или *B* или же совершенно другим геном на той же хромосоме. Рецессивный разбавляющий фактор *cd*, о котором сообщают Эйангар и Поннайа (1941), не зависит от гена *Q*. Доминантный ингибитор окраски *Ci* Эйангара и Поннайа не был испытан в популяциях, расщепляющихся по паре факторов *Qq*. По всей вероятности, аллель *Ci*, поскольку она доминирует, не является одной из пар факторов, расщепляющихся в популяциях, происходящих от Черноплеичатого кафрского и фетериты. По-видимому, существует по меньшей мере два, а по всей вероятности, три гена, обусловливающих соломенную окраску чешуй.

Ген окраски растения *Y*, определяющий окраску отмершей растительной ткани и перикарпия семени, оказывает влияние на окраску чешуй. Общий эффект пар факторов *Yy*, *Qq*, *Pp*, модификатора у веничного сорго, и ингибиторов окраски, обусловливающих выцветание чешуй до соломенного цвета, выражается рядом окрасок чешуй от соломенной до черновато-пурпурной, красновато-пурпурной, золотой, цвета красного дерева и сиéны.

Сочность и сахаристость стебля. Стебли сорго могут быть сочными или несочными, сахаристыми или несахаристыми. Пара факторов *Dd* определяет сочность стебля, и, согласно Хилсону (1916), несочность является простым доминантом по отношению к сочности. По данным Эйангара (1935), из сортов с несочными стеблями можно извлечь от 17 до 20% сока, а из стеблей сочных сортов от 33 до 48%. У растений с несочными стеблями

средние жилки листьев белые, а у сочностебельных — темные.

Наследование сахаристости и несахаристости изучали Эйангар и др. (1936а), которые нашли, что несахаристость является простым доминантом по отношению к сахаристости, и обозначили соответствующую пару факторов через *Xx*. Эти же авторы сообщают о независимости наследования генов *X* и *D*.

Суонсон и Паркер (1931) изучали взаимосвязь сочности и сахаристости с восприимчивостью к твердой головне сорго и нашли, что восприимчивость к заболеванию теснее связана с сахаристостью, чем с сочностью. Однако, согласно сообщению Мельчера (1940), сорт Спер фетерита, отличающийся сахаристостью и в то же время несочностью, устойчив ко всем расам твердой и пыльной головни, возбудителями которой являются грибы *Sphacelotheca sorgi* (Lk.) Cl и *S. cruenta* (Kuhn) Potter. По-видимому, восприимчивость или устойчивость к этим грибам определяется другими факторами, чем сочность и сахаристость.

Высота растений различных сортов сорго колеблется от 60 см до 4,5 м. Высокорослые сорта предпочтительны в качестве кормовых, так как урожай корма почти пропорционален высоте растений. За исключением США и Австралии, карликовость не считается теперь преимуществом даже у зерновых сортов сорго, так как стебли можно использовать для кормовых или строительных целей. Тем не менее карликовые формы кафрского, дурра, хигери, гаоляна и веничного сорго попали в Америку из Африки, Азии и Европы. Со времени интродуцирования сорго в США наблюдалось несколько случаев мутации в направлении карликовости, а в настоящее время 95% зернового сорго, возделываемого в США, принадлежит к низкорослым сортам, уборку которых проводят комбайном. Эти низкорослые сорта, за исключением Двойного карликового майло 38, были получены в результате сочетания карликовости из двух или нескольких источников.

Лаубшер (1945) изучал популяции сорго, расщеплявшиеся по признаку высоты растений, и на основании данных, полученных в F_2, пришел к заключению, что наследование этого признака сложно. Поскольку его популяции расщеплялись по длине периода вегета-

ции и так как он не исследовал популяций F_3, правильность его выводов сомнительна. О двух генах карликовости у майло сообщает Карпер (1932), а у веничного сорго — Зиглингер (1932). Недавно Куинби и Карпер (1945) установили существование четырех рецессивных генов и одного модифицирующего комплекса, ослабляющих удлинение междоузлий у сорго. Эти гены проявляются только в укорачивании междоузлий, так как число и размер листьев, а также сроки цветения одинаковы у линий одного и того же сорта, различающихся по высоте растений. Гены, влияющие на продолжительность роста, влияют также на высоту растений через число междоузлий, но эти гены правильнее было бы рассматривать как гены «созревания».

В результате независимого соединения четырех рецессивных генов получается 16 генотипов. Существование десяти из них было установлено среди обычных сортов. Генетический состав некоторых сортов указан в таблице 3. Ни один сорт не оказался доминирующим или рецессивным по всем четырем генам. Высокорослые формы майло, Спер фетерита, Шэллю, Сумак и дурра рецессивны по dw_4, а Стандартное веничное сорго рецессивно по dw_3. Рецессив dw_4 является общим для всех форм майло, Техасского чернопленчатого кафрского, Спер фетериты, форм хигери, Сумака и всех гибридных селекционных форм майло, кафрского и хигери. Доминантность по Dw_4 является особенностью форм веничного сорго. По-видимому, большинство кормовых форм сорго рецессивны по одному гену. Формы сорго двойного назначения, используемые для получения как зерна, так и корма или возделывавшиеся в прежнее время для уборки зерна вручную, как, например, Чернопленчатое кафрское, хигери и карликовое майло, рецессивны по двум генам. Сорта, используемые в настоящее время для уборки комбайном, как, например, Комбайновое кафрское 60, Редбайны, Плейнсмен, Уэстленд, Мартин и Мидленд, рецессивны по трем генам — dw_1, dw_3 и dw_4.

Рецессивное состояние одного гена ведет к уменьшению высоты растений на 30 см и более. Расстояние от основания до верхнего листа в условиях Чилликота у форм, рецессивных по трем генам, часто составляет примерно 50 см, у форм, рецессивных по двум генам, оно достигает 100 см, а у рецессивных по одному гену —

Таблица 3

Классификация сортов сорго по высоте растений

Генотип	Сорт
Dw_1, Dw_2, Dw_3, Dw_4	Не обнаружено
Dw_1, Dw_2, Dw_3, dw_4	Дурра PI 54484, Сунер высокорослый белый *SA* 1170, Спер фетерита, Шэллю Агрос. 2650, Сумак
Dw_1, Dw_2, dw_3, Dw_4	Стандартное веничное сорго
Dw_1, dw_2, Dw_3, Dw_4	Не обнаружено
dw_1, Dw_2, Dw_3, Dw_4	» »
Dw_1, Dw_2, dw_3, dw_4	Техасское черноплечатое кафрское, Кало, Раннее Кало, Чилтекс
Dw_1, dw_2, Dw_3, dw_4	Бонита, Хигери, Раннее хигери
dw_1, Dw_2, Dw_3, dw_4	Карликовое желтое и белое майло, Сунер майло
Dw_1, dw_2, dw_3, Dw_4	Веничное сорго Акме
dw_1, Dw_2, dw_3, Dw_4	Японское карликовое веничное сорго
dw_1, dw_2, Dw_3, Dw_4	Не обнаружено
Dw_1, dw_2, dw_3, dw_4	» »
dw_1, Dw_2, dw_3, dw_4	Плейнсмен, Мартин, Уитленд, Дей, Уэстленд, Мидленд, Комбайновое кафрское 60, Редбайны
dw_1, dw_2, Dw_3, dw_4	Двойное карликовое желтое майло, Двойное карликовое желтое и белое Сунер майло
dw_1, dw_2, dw_3, Dw_4	Не обнаружено
dw_1, dw_2, dw_3, dw_4	Ни одного промышленного сорта

150 см и более. Модифицирующий комплекс высоты действует примерно так же, как один рецессивный ген. Модифицирующий комплекс, который обусловливает уменьшение высоты растений, имеется у следующих сортов: Спер фетерита, все сорта майло, Техасское черноплечатое кафрское, Бонита, формы хигери и Плейнсмен. Сорта Мартин и Плейнсмен, по-видимому, различаются по модифицирующему комплексу, поскольку в 1949 г. в Чилликоте растения сорта Мартин были на 9 см выше растений сорта Плейнсмен.

У некоторых линий по меньшей мере один из генов, определяющих высоту, неустойчив. Карпером (1932) был изучен неустойчивый ген у кафрского сорго, пере-

ходящий в доминирующее состояние один раз на 1200 гамет. Такое неустойчивое состояние служит непрестанным источником беспокойства для семеноводов, потому что получающиеся в результате высокие растения приходится удалять из семенных посевов, после чего в хозяйственных посевах может все-таки появиться вследствие реверсии от 25 до 50 высоких растений на 1 га. Все низкорослые сорта кафрского сорго, как, например, Мартин, Плейнсмен, Редбайны, Комбайновое кафрское 60, Уэстленд и Мидленд, несут этот неустойчивый ген в рецессивном состоянии. Сорт Раннее хигери также имеет неустойчивый ген. Техасское черноплечатое кафрское рецессивно по dw_3 и dw_4. Неустойчивый ген и должен быть одним из этих двух генов. Возможно, что оба они неустойчивы. Высокорослые растения не встречаются на полях, засеянных сортами Бонита или хигери, идентичными сорту Раннее хигери по генам высоты растений. Высокорослые растения не встречаются также на полях, засеянных различными формами майло.

Продолжительность периода вегетации. У растения с верхушечным соцветием, такого, как сорго, продолжительность роста и окончательные размеры растения зависят от того, когда начинается образование цветка. Задержка в образовании цветочной почки приводит к утолщению стебля, образованию большего числа узлов, междоузлий и листьев, а также к задержке цветения и созревания.

Сорго — растение короткого дня, поскольку его созревание ускоряется в условиях более короткого дня. Сорта сорго различаются по их реакции на длину дня. Все формы майло чувствительны к короткому фотопериоду и не могут быть отличимы одна от другой в условиях 10-часового дня. Формы майло с различными сроками созревания, по-видимому, отличаются друг от друга в отношении критического фотопериода или по длине дня, при которой у них начинается образование метелки.

Многие сорта, кроме майло, чувствительны к фотопериоду, другие же к нему нечувствительны или обнаруживают различную степень чувствительности. Куинби и Карпер (1947) в Чилликоте, штат Техас, в течение двух летних сезонов испытывали сорта сорго при 10-часовом и нормальном фотопериодах и каждый год полу-

чали одни и те же результаты. В таблице 4 приведены данные, полученные по 12 сортам в 1941 г.

Таблица 4

Влияние 10-часового фотопериода на срок образования цветков, число листьев и сроки цветения у сортов сорго, высеянных 13 июля 1941 г. в Чилликоте, штат Техас

№ серии	Сорт	Число дней от посева до				Число листьев у созревшего растения	
		дифференциации метелки		первого цветения			
		короткий день*	нормальный день	короткий день	нормальный день	короткий день	нормальный день
SA 5043	Сунер майло	23	32	43	49	11	13
TS 25243-276	Майло техасское	23	39	47	68	11	18
SPI 34911	Хигери	23	48	47	77	13	18
FC 16207	Кало	23	39	47	64	11	17
SA 208	Калифорнийская белая дурра	23	34	51	55	13	14
FC 6601	Спер фетерита	23	36	56	65	16	19
SPI 29166	Фрид	23	32	46	51	10	12
FC 8991	Манко	25	47	50	77	12	17
FC 8993	Бишоп	28	39	61	71	14	17
SPI 35038	Сумак	29	39	60	65	14	16
FC 6607	Чернопленчатое кафрское	29	39	59	69	14	16
SPI 30204	Карликовое веничное сорго	39	39	68	68	15	15

* Короткий день — солнечный свет в течение 10 часов. В июле в Чилликоте, штат Техас, солнце стоит над горизонтом приблизительно в течение 14 часов.

Из приведенных данных видно, что в список чувствительных к фотопериоду сортов входят оба сорта майло, хигери, Кало, Калифорнийская белая дурра, Спер фетерита и Фрид. Сорт Манко несколько менее чувствителен, чем вышеуказанная группа, но более чувствителен, чем сорта Бишоп, Сумак и Чернопленчатое кафрское. Единственно карликовое веничное сорго осталось нечувствительным к влиянию 10-часового дня. Чувствительность к фотопериоду наследуется как доминантный признак. На основании работы, проведенной с другими видами, можно заключить, что требования к температуре не были удовлетворены, если сорт сорго оказался

нечувствителен к фотопериоду. Подобным же образом можно сделать вывод, что различная степень чувствительности указывает на то, что требования к температуре были удовлетворены лишь частично.

Разница в сроках созревания между Техасским майло и Сунер майло, Ранним хигери и Хигери, Ранним Кало и Кало объясняется различиями в критических фотопериодах скороспелых и позднеспелых форм. Различия в критических фотопериодах в пределах какой-либо группы обусловливаются несколькими генами, причем сравнительно просто можно определить, сколько именно генов принимает в этом участие. Это было сделано для форм майло, хигери и Кало. Однако при скрещиваниях чувствительных и нечувствительных к фотопериоду сортов положение становится более сложным. Наследование длины периода вегетации в пределах нечувствительной группы, как, например, сортов веничного сорго, до сих пор еще не было изучено.

Раннее хигери и Хигери различаются по одной аллели. Позднеспелость частично доминирует над скороспелостью. Раннее Кало и Кало различаются по одной аллели, но в этом случае частично доминирует скороспелость.

Куинби и Карпер (1945) нашли, что у майло три гена влияют на срок созревания. Независимое соединение этих трех генов дает в результате восемь гомозиготных генотипов, но лишь четыре фенотипа. Генетический состав этих восьми генотипов и сроки их цветения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Генотипы и фенотипы майло и сроки их цветения

Генотип	Фенотип	Число дней от посева до цветения*
Ma_1 Ma_2 Ma_3	Очень поздний	92—106
Ma_1 Ma_2 ma_3	» »	92—106
Ma_1 ma_2 Ma_3	Поздний	76—88
ma_1 Ma_2 Ma_3	Ранний	46—60
Ma_1 ma_2 ma_3	Промежуточный	64—74
ma_1 Ma_2 ma_3	Ранний	46—60
ma_1 ma_2 Ma_3	»	46—60
ma_1 ma_2 ma_3	»	46—60

* В Чилликоте, штат Техас.

Ранние, промежуточные и поздние фенотипы являются сортами, возделываемыми или возделывавшимися фермерами. К раннему фенотипу принадлежат все формы Сунер майло, к промежуточному — Техасское майло и Двойное карликовое майло 38, а к позднему — сорт, возделываемый некогда под названием Дезерт майло. Гигантское майло, исчезнувшее около 50 лет назад, было, по-видимому, высокорослой, очень поздней формой. Существует сцепление между геном *Y*, определяющим белую окраску перикарпия, и геном Ma_3, определяющим срок созревания. Имеется также сцепление между геном созревания Ma_1 и геном высоты dw_2. Двойное карликовое Сунер майло было выделено из гибрида от скрещивания высокорослого белого Сунер майло с Двойным карликовым желтым майло. Для получения Сунер майло с высотой растений такой же, как у двойного карликового, необходимо было нарушить сцепление между ma_1 и Dw_2.

Образование каллюса и осыпание семян. Осыпание семян у сорго зависит от нескольких факторов. Количество осыпающихся семян из закрывающих их чешуй находится в зависимости от длины чешуй и от того, загнуты они внутрь или не загнуты. Колоски осыпаются вследствие обламывания цветоножек или отделения у каллюса. Все способы осыпания, за исключением последнего, являются количественными признаками. Наследование этих признаков еще недостаточно изучено. Отделение же у каллюса зависит только от того, образовался каллюс или не образовался. Наследование признака образования каллюса уже выяснено.

Образование каллюса и отделение колосков характерно для некоторых злаков, родственных обыкновенному сорго, в том числе и для гумая. Суданская трава не образует отделительного слоя, и колоски у нее опадают только в результате поломки цветоножек. Дикие сородичи сорго, имеющие по 10 пар хромосом, легко скрещиваются с обыкновенным сорго и суданской травой.

Эйангар и др. (1936c) исследовали потомство естественного гибрида, семена которого осыпались у каллюса, и установили, что осыпание семян, связанное с образованием каллюса, является при наследовании простым рецессивным признаком. Соответствующий ген был обозначен через Sh_1. Карпер и Куинби (1947a), ра-

ботая с гибридами тунисской травы с суданской травой и несколькими сортами сорго, установили, что образование каллюса и осыпаемость семян по отношению к неосыпаемости является скорее признаком доминирующим, чем рецессивным. У растений F_1 неизменно наблюдалось образование отделительных слоев и происходило осыпание семян. Оказалось, что Техасское чернопленчатое кафрское, Хони и суданская трава отличаются от тунисской травы одной аллелью, сорт же Леоти — двумя аллелями, присутствие которых в доминантном состоянии необходимо для образования каллюса. Этим двум генам были присвоены обозначения Sh_2 и Sh_3, но вполне возможно, что либо Sh_2, либо Sh_3 окажется идентичным гену Sh_1, несмотря на обратное положение в отношении доминирования.

Признаки эндосперма. Несколько признаков эндосперма, имеющих важное значение для сорго, соответствуют таким же признакам у кукурузы (*Zea mays* L.).

Желтая окраска. Несколько сортов с желтым эндоспермом были ввезены в США из Нигерии в 1952 г. д-ром О. Дж. Уэбстером, сотрудником Министерства земледелия США и сельскохозяйственной опытной станции штата Небраска. Ранее эти сорта не были интродуцированы в США. Сноуден (1936) при классификации отнес их к разновидности *Sorghum caudatum* var. Hacwelli и отметил, что мука, изготовленная из var. Keristingianum, была определенно желтоватого цвета, не указывая, что источником этого пигмента является эндосперм. Желтый пигмент содержит витамин А и, несомненно, подобен желтому пигменту в эндосперме кукурузы. Сообщений о наследовании признака желтой окраски эндосперма до сих пор не имеется. В настоящее время на нескольких опытных станциях ведется работа по внесению этого признака в соответствующие сорта.

Восковидность. Существует два рода крахмала, встречающихся у различных сортов многих зерновых растений, включая рис, кукурузу, просо, коикс, ячмень и сорго. Восковидный крахмал, окрашивающийся йодом в красный цвет, представляет собой амилопектин, разветвленный полимер глюкозы, и состоит только из этого одного типа молекул. Обычный крахмал, который окрашивается йодом в синий цвет, является смесью амилопектина с неразветвленным или линейным поли-

мером амилозой. Свойства восковидного крахмала делают его особенно ценным для промышленности, так как он образует прозрачный клейстер, не склонный с течением времени к образованию геля. Во время второй мировой войны из восковидного сорго приготовляли десертное блюдо, напоминавшее блюдо, приготовленное из тапиоки. Бархэм и др. (1946) провели обширные исследования химических свойств зерна сорго и свойств соргового крахмала.

Существование восковидного эндосперма у сорго впервые отметил Мейер (1886). Карпер (1933) нашел, что в расщепляющихся популяциях восковидность является простым рецессивом по отношению к крахмалистости. Приспособленные к тем или иным условиям сорта сорго, содержащие крахмал восковидного типа, уже выведены и могут быть быстро размножены в случае появления спроса на крахмал этого типа.

Сахаристость. У сорго существует признак сахаристости эндосперма, соответствующий такому же признаку у кукурузы. Этот признак встречается у ряда индийских сортов, а в 1934 г. в Чилликоте, штат Техас, был обнаружен сахаристый мутант у гибрида Чернопленчатое кафрское×Сумак. Карпер и др. (1934) и Эйангар и др. (1936b) изучали наследование гена сахаристости у сорго и нашли, что сахаристость является простым рецессивом. В 1938 г. Дж. К. Стефенс скрещивал три сахаристые формы; во всех случаях растения F_1 отличались сахаристостью; это указывает, что один и тот же ген сахаристости был общим для всех трех форм. В скрещивании были использованы мутант гибрида Кафрское черноплечатое×Сумак, индийские сорта Вани и Качадачи P.I.14746.

Сахаристые сорта в Индии отличаются «рябоватыми» зернами. У сахаристых сортов из района Беллари, штат Мадрас, зерна бывают белыми, желтыми или красными. Молодые зерна в ранней молочной фазе начинают покрываться ямочками. Через 15 дней процесс образования рябоватости заканчивается, и на этой стадии зерна считаются наиболее пригодными для еды. Анализ сахаристых зерен, проведенный в Индии, показал, что в рябоватых зернах количество редуцирующих сахаров в три раза больше, чем в гладких, а количество нередуцирующих сахаров одинаково в тех и других,

В Соединенных Штатах этот признак не получил промышленного использования. В Индии зеленые метелки сахарного сорго слегка поджаривают на углях, после чего из них вытряхивают зерна и используют в пищу.

Мучнистость. У ряда форм гаоляна из Маньчжурии в эндосперме содержится крахмал мучнистого типа. До сих пор не удалось отделить на расщепляющихся метелках мучнистые семена от немучнистых, но, очевидно, что этот признак соответствует такому же признаку у кукурузы.

Лопающееся сорго возделывают в Индии, где оно употребляется в пищу так же, как лопающаяся кукуруза в Америке. Согласно Эйангару и Эйару (1936), лопающиеся сорта сорго характеризуются мелкими зернами с твердым, очень плотным эндоспермом. Семенные оболочки у лопающихся сортов сравнительно толстые. У индийских сортов соотношение растяжения иногда доходит до 15 или 17 к 1. Тип эндосперма, обусловливающий сильное растяжение, был внесен Р. Е. Карпером в формы, приспособленные к условиям США. У существующих сортов соотношение растяжения уступает соотношению, существующему у наилучших сортов лопающейся кукурузы, но путем применения специальных методов удавалось получить увеличение объема в 32 раза. Лопающееся сорго дает более мелкие вздутые зерна, чем лопающаяся кукуруза, но его зерна нежнее, и оболочка составляет у них меньшую долю зерна. Более мелкие вздутые зерна теснее заполняют пространство и дают больший вес на единицу объема, чем зерна кукурузы, и в то же время столь же питательны и приятны на вкус. В районах, где возможно возделывание сорго, лопающееся сорго ценно в качестве заменителя лопающейся кукурузы. Его ценность для промышленного использования еще не выяснена, но, несомненно, оно должно быть пригодно для переработки на муку, крупу и изготовления кондитерских изделий, хлопьев для завтраков, а также материала для упаковки хрупких предметов при транспортировке самолетом.

Устойчивость к корневой гнили. Вагнер (1936), Мельчерс и Лоу (1940) опубликовали обширные списки сортов, устойчивых или восприимчивых к корневой гнили, возбудителем которой является гриб *Periconia circinata* (Mong) Sacc. Боуман и др. (1937) установили, что вос-

приимчивость к этой болезни при наследовании частично доминирует.

Устойчивость к угольной гнили. Угольная гниль, вызываемая грибом *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby, является наиболее опасной из всех форм стеблевой гнили сорго. Эта болезнь вызывает сильное полегание растений вследствие загнивания сердцевины нижних междоузлий и надламывания стеблей близ поверхности почвы. Поражение грибом *Fusarium moniliforme* Sheldon дает симптомы, иногда совершенно схожие с симптомами поражения грибом *M. phaseoli;* поэтому существует стремление приписывать наблюдающиеся поражения угольной гнили, независимо от того, какой гриб является возбудителем заболевания. Леукель и др. (1951) описали симптомы и опубликовали фотоснимки поражений, вызываемых этими болезнями. Туллис (1951) опубликовал отчет о работе, проведенной с грибом *F. moniliforme.*

Сорго отличается устойчивостью к обеим этим болезням, но выражение восприимчивости бывает различным как на одном и том же поле, так и в различные годы. Туллис (1951) обнаружил устойчивость к *F. moniliforme* у Техасского чернопленчатого кафрского, Фетериты FC811 и Сверхраннего Сумак. По-видимому, ни один из сортов не обладает иммунитетом к поражению этим грибом.

Выражение устойчивости или восприимчивости столь изменчиво, что оказалось невозможным определить способ наследования устойчивости к этим грибам — возбудителям загнивания стеблей.

Устойчивость к североамериканскому клопу-черепашке. В некоторых районах возделывания сорго и в определенные годы североамериканский клоп-черепашка [*Blissus leucopterus* (Say)] является серьезным вредителем сорго. В Лаутоне, штат Оклахома, этот вредитель перезимовывает в больших количествах на местных злаковых травах и перелетает с небольших полей зерновых культур на сорго. Во многих районах черепашка очень опасна при возделывании ячменя, потому что эта культура особенно благоприятна для ее размножения. Сельскохозяйственной опытной станцией штата Оклахома совместно с Министерством земледелия США в Лаутоне была проведена эффективная селекционная

работа по выведению сортов сорго, устойчивых к североамериканскому клопу-черепашке. В результате этой работы в настоящее время имеется ряд устойчивых линий, которые в случае необходимости можно будет использовать в качестве источника устойчивости.

Эта селекционная работа и проводившиеся одновременно исследования по вопросу устойчивости к черепашке дали некоторые сведения относительно наследования такой устойчивости. Снеллинг и др. (1937) сообщают о работах, проводившихся в Манхеттене, штат Канзас, а также в Лаутоне, штат Оклахома, и показавших, что устойчивость доминирует и обычно наблюдается трансгрессивное расщепление по устойчивости, что свидетельствует о существовании нескольких генов, определяющих устойчивость. Изучение устойчивости к черепашке проводилось не на строго генетической основе, но тем не менее при этом были получены совершенно определенные доказательства наследования этого признака. Классификация сортов сорго по их восприимчивости к поражению черепашкой была проведена рядом работников в нескольких штатах и полученные сведения были суммированы в книге Пейнтера (1951).

Демс и др. (1936), работавшие в Оклахоме, установили, что: устойчивые сорта обладают высокой устойчивостью к равномерному заражению черепашкой; это насекомое предпочитает восприимчивые сорта в качестве хозяев; самки насекомого оказываются более долговечными, если они находятся на восприимчивых, а не на устойчивых сортах; на растения восприимчивых сортов они откладывают яички в большем количестве и на восприимчивых сортах личинки развиваются быстрее, чем на устойчивых. Эта работа имеет большое значение и показывает, что у растений существует фактическая устойчивость к насекомым, обусловливаемая влиянием, оказываемым на биологию насекомого.

ГЕТЕРОЗИС У СОРГО

Обыкновенное сорго

Гибриды первого поколения сорго обычно отличаются мощностью, нередко позднеспелостью и высокорослостью. Позднеспелость и высокорослость обусловли-

ваются совместным действием генов, влияющих на срок образования цветков и на высоту растений. Такое дополняющее друг друга действие генов, влияющих на длину вегетационного периода и высоту растений, иногда смешивают с типом гетерозиса, обусловливающего повышение мощности роста. Этот тип гетерозиса встречается у сорго, как и у других видов растений, и проявляется в образовании несколько более крупных растений, более кустистых и дающих бо́льшие урожаи зерна и кормовой массы, чем чистые сорта с соответствующей длиной периода вегетации. Коннер и Карпер (1927), Карпер и Куинби (1937), Бартел (1949) и Стефенс и Куинби (1952) описывают величину гетерозиса у сорго.

Наблюдалось увеличение размера растений на 300—400% в результате сочетания дополнительного действия генов высоты и сроков созревания растений и мощности роста.

Гетерозис и урожайность зерна. Гибрид F_1, полученный от скрещивания Техасского черноплечатого кафрского с отбором из сорта Дей, обладал гетерозисом без позднеспелости или высокорослости, подобно гибридной кукурузе, и в течение шести лет его выращивали на станции Чилликот при апрельском и в течение восьми лет при июньском посеве. В таблице 6 приведены результаты испытания, о которых сообщают Стефенс и Куинби (1952). Урожай гибрида был на 27% выше среднего урожая по всем сортам при апрельском посеве и на 44% выше при июньском посеве. Гибрид оказался более продуктивным, чем этого можно было ожидать на основании его внешнего вида, вследствие большого числа зерен в метелке, что, несомненно, является выражением гетерозиса. Этот гибрид не представляет собой идеального зернового сорго, но приведенные данные показывают, чего можно ожидать от гибридного сорго в отношении урожайности.

Гетерозис и урожай соломы. Гетерозис представляет интерес не только с точки зрения урожайности зерна, но и с точки зрения урожая соломы. Карпер и Куинби (1937) приводят данные по урожаям как зерна, так и соломы родительских сортов и гибридов F_1, возделывавшихся в Чилликоте, штат Техас. Из нескольких испытывавшихся гибридов у трех родительские сорта не

Таблица 6

Средние урожаи, число дней от посева до цветения и высота растений гибрида F_1, полученного от скрещивания Техасского чернопленчатого кафрского с отобранной линией сорта Дей, и промышленных сортов, приспособленных к местным условиям. Филиал № 12 опытной станции штата Техас, Чилликот

Сорт	Посев 15 апреля (средние данные за 6 лет)				Посев 15 июня (средние данные за 8 лет)			
	урожай зерна		число дней до полного цветения	высота, см	урожай зерна		число дней до полного цветения	высота, см
	ц/га	F_1 в % от сорта			ц/га	F_1 в % от сорта		
Гибрид								
Кафрское×Дей (F_1)	27,0	—	75	122,5	28,3	—	59	105,0
Сорта								
Мартин	21,5	126	75	92,5	17,5	162	56	80,0
Плейнсмен	21,3	127	78	85,0	19,4	146	56	75,0
Кэпрок	23,6	115	81	90,0	19,7	143	60	77,5
Уэстленд	18,5	145	77	90,0	—	—	—	—
Кало	21,2	127	77	120,0	23,7	120	66	105,0
Бонита	25,7	110	76	115,0	23,4	121	62	97,5
Техасское чернопленчатое кафрское	19,4	140	79	130,0	20,4	139	66	120,0
Спер фетерита	20,6	131	79	135,0	18,6	152	62	132,5
Чилтекс	21,4	126	76	120,0	22,6	125	60	112,5
Коди	17,6	154	80	117,5	—	—	—	—
Аякс	22,8	119	86	105,0	18,8	150	77	105,0
Раннее хигери	19,5	138	66	112,5	19,5	145	78	105,0
Хигери	19,9	136	73	130,0	13,6	207	93	132,5
Квартерон	24,0	113	76	132,5	—	—	—	—
Майло (устойчив к черепашке)	20,3	133	74	117,5	21,1	134	73	112,5
Техасское майло	22,8	118	75	127,5	19,7	142	70	110,0
Майзола	23,1	117	89	127,5	22,2	127	72	120,0
Манко	22,4	121	98	150,0	14,3	197	91	132,5
Дарсо 28	20,4	133	82	127,5	19,6	144	59	107,5
В среднем для сортов	21,3	127			19,6	144		

обладали дополнительными генами позднеспелости и высокорослости. Часть данных Карпера и Куинби (1937) приведена в таблице 7.

Таблица 7

Высота растений, число стеблей, продолжительность периода вегетации, урожаи зерна и соломы некоторых сортов и гибридов в Чилликоте, штат Техас, в 1932 г.

Сорт или гибрид	Высота растения, см	Число стеблей на растение	Продолжительность периода вегетации, дни	Урожай на растение, г		Прибавка урожая по сравнению с наиболее урожайными из родителей, %	
				соломы	зерна	соломы	зерна
Родители							
Черноплечатое кафрское	126	1,0	105	290	91	—	—
Спер фетерита . .	157	1,3	100	368	118	—	—
Сумак	187	2,1	100	549	118	—	—
Красное кафрское	128	1,0	105	268	59	—	—
Гибриды							
Черноплечатое кафрское × Сумак	188	1,8	100	612*	186*	11	58
Спер фетерита × Сумак	199	2,0	95	635*	245*	16	108
Черноплечатое кафрское × Красное кафрское . .	135	1,7	105	508*	195*	75	115

* Достоверно превышает урожай наиболее урожайного из родительских сортов.

Гибриды давали урожаи соломы на 11—75% выше, чем наиболее урожайный из родительских сортов, а продолжительность периода вегетации у них та же или меньше, чем у любого из родителей. В одном случае кустистость превышала кустистость каждого из родителей, а в двух других кустистость приближалась к кустистости наиболее кустистого из родителей. По-видимому, увеличение количества соломы, вызванное гетерозисом, без дополнительного действия генов созревания и высоты так же значительно, как повышение урожайности зерна.

Причины гетерозиса у сорго. Для объяснения явления гетерозиса было предложено несколько теорий, но до сих пор по этому вопросу нет полного единогласия. По-видимому, здесь частично имеет значение ряд раз-

личных взаимодействий. Были выдвинуты три теории: взаимодействия доминантных генов, эпистаза и взаимодействия аллелей. При работе с сорго были получены некоторые сведения относительно проявления гибридной мощности (гетерозиса), ее причины и числа генов, которые могут принимать в этом участие.

Куинби и Карпер (1946), работавшие с группой сортов майло, установили, что гетерозиготное состояние гена созревания Ma_1ma_1 обусловливает у одних генотипов позднеспелость, у других — скороспелость, а также вызывает увеличение размера метелок и усиление кустистости. На основании этого исследования был сделан вывод, что гетерозис у сорго проявляется в более быстром росте меристемы и более сильном кущении. Период роста меристемы начинается с развития зародыша и прекращается лишь после дифференциации метелки.

Существуют сорта сорго, отличающиеся друг от друга лишь одной аллелью, влияющей на созревание. Таковы пары сортов Техасское и Сунер майло, Хигери и Раннее хигери, Кало и Раннее Кало. Техасское майло и Сунер майло различаются по первому гену зрелости. Сорт Техасское майло отличается доминантным геном Ma_1, а Сунер майло — рецессивным ma_1. Сорт Хигери имеет доминантный ген Ma_1, а Раннее хигери несет аллель, обозначаемую через Ma_1, которая обусловливает большую его скороспелость по сравнению с Хигери. Как Кало, так и Раннее Кало рецессивны по ma_1, но Раннее Кало имеет доминантный ген, обусловливающий скороспелость. Эти пары сортов были скрещены с третьим сортом; растения F_1 выращивали и проводили наблюдения над их высотой, продолжительностью роста, кустистостью и урожаями зерна и соломы. Данные Куинби и Карпера (1948) приведены в таблице 8.

Все гибриды дали более высокие урожаи зерна и соломы, чем родительские сорта. Гибриды, различавшиеся только по одной аллеле, в большинстве случаев дали различные урожаи зерна и соломы. В нескольких случаях, когда контрастирующими родительскими формами были Раннее хигери и Хигери или Раннее Кало и Кало, растения F_1 различались лишь незначительно по продолжительности роста, но сильно по урожаю зерна. Очевидно, аллели, по которым различаются пары май-

Таблица 8

Влияние различных аллелей на рост и продуктивность гибридов сорго в Чилликоте, штат Техас, 1941 г.

Родительский сорт или гибрид	Высота, см	Число листьев	Число стеблей	Число дней до цветения	Урожай на растение, г		Урожай зерна, ц/га
					зерна	соломы	
Родители							
Техасское черноплечатое кафрское	94,7	13,1	1,2	63	86,3	109,0	13,8
Сунер майло	92,2	9,3	2,5	58	95,3	122,4	15,2
Техасское майло	118,9	16,1	2,4	80	95,3	240,6	15,6
Раннее хигери	129,5	18,6	1,8	78	95,3	213,2	15,9
Хигери	144,3	21,6	1,9	87	90,8	277,0	14,8
Раннее Кало	57,7	8,6	1,4	54	72,6	63,5	11,7
Кало	95,5	14,7	1,1	73	68,1	122,4	11,1
Гибриды							
Кафрское × Техасское майло	252,0	19,9	2,2	96	172,4	417,7	28,2
Кафрское × Сунер майло	144,0	12,9	1,9	59	150,0	213,2	24,1
Раннее хигери × Техасское майло	221,0	21,1	2,1	95	145,3*	413,1	24,0
Раннее хигери × Сунер майло	226,6	21,5	2,0	100	113,5	399,4	18,8
Хигери × Техасское майло	230,8	20,9	1,8	94	227,0*	345,0	37,3
Хигери × Сунер майло	233,7	23,1	2,3	101	150,0	489,0*	24,6
Хигери × Техасское майло	230,8	20,9	1,8	94	227,0*	345,0	37,3
Раннее хигери × Техасское майло	221,0	21,1	2,1	95	145,3	413,1*	24,0
Кафрское × Раннее хигери	250,7	20,0	1,9	98	122,4*	386,0	20,2
Кафрское × Хигери	282,0	21,2	1,4	104	95,3	376,8	15,4
Кафрское × Кало	99,6	12,0	1,4	57	127,0*	127,0*	21,2
Кафрское × Раннее Кало	86,1	11,2	1,2	56	95,3	81,7	15,6

* Разница достоверна при $P = 0{,}01$.

ло, хигери и Кало, отличаются одна от другой по комбинационной способности. Гибриды F_1, отличавшиеся друг от друга лишь по одной аллели и у которых продолжительность периода роста была одинакова, дали урожаи зерна, различавшиеся на 25% и более. Поскольку гибрид Кафрское×Кало дал 21,2 ц/га зерна, а гибрид Кафрское×Раннее Кало — 15,6 ц/га, разница в комбинационной способности между рецессивным ге-

ном ma_4 и доминантным Ma_4 при скрещивании с кафрским сорго составляет 5,7 ц/га, т. е. 37%. Следует отметить, что в данном случае рецессивная аллель обладала более высокой комбинационной способностью, чем доминантная. Аллель Ma_1^e Раннего хигери лучше комбинировалась с кафрским, чем аллель Ma_1 хигери, но при скрещивании с майло положение было обратным. Из описанных здесь результатов вытекает, что одна аллель у сорго может оказать большое влияние на комбинационную способность той или иной линии.

УСПЕХИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГИБРИДНОГО СОРГО

Ранние работы с растениями, обладающими мужской стерильностью

В течение более чем 20 лет на сельскохозяйственной опытной станции штата Техас в сотрудничестве с Министерством земледелия США проводилась работа по изысканию методов массового производства семян гибридного сорго. В 1929 г. Дж. К. Стефенс обнаружил признак отсутствия пыльников у суданской травы; об этой ненормальности сообщали Карпер и Стефенс (1936). Работа с этими растениями проводилась в течение нескольких лет, но в 1935 г. Стефенс обнаружил признак генетической мужской стерильности у Техасского черноплечатого кафрского сорго, причем с самого начала стало очевидным, что эта мужская стерильность превосходит ту, которая была обнаружена у суданской травы. Примерно в то же время о наблюдении мужской стерильности сообщили из Индии Эйангар и Поннайа (1936). Стефенс (1937) обозначил признак, обнаруженный в Индии, через ms_1, а признак, обнаруженный у кафрского сорго,— через ms_2. По-видимому, растения кафрского сорго с ms_2 обладали также частично и женской стерильностью; в исходном материале свободноопыляемые метелки образовывали зерно только в 10—15% цветков. После нескольких лет работы были получены линии с ms_2, дававшие при свободном опылении хорошее завязывание семян. Стефенс (1937) предложил использовать эту линию с мужской стерильностью для производства семян гибридного сорго. К 1946 г. работа с ms_2 настолько продвинулась, что оказалось возмож-

ным приступить к производству гибридного сорго. Однако в 1943 г. Г. Х. Кайкендалл обнаружил растения с мужской стерильностью у сорта Дей на ферме своего отца близ Куквилла, штат Теннесси. В 1947 г. Кайкендалл переслал несколько линий F_1 сорта Дей, обладавших мужской стерильностью, на опытную станцию в Чилликоте для проведения наблюдений.

Растения сорта Дей с мужской стерильностью

Оказалось, что мужская стерильность у растений сорта Дей обусловлена генетически, и при скрещивании с одними сортами в F_1 были растения с полной или частичной мужской стерильностью, а при скрещивании с другими сортами в F_1 получались фертильные растения. После нескольких лет работы с растениями сорта Дей, обладавшими мужской стерильностью, стало очевидным, что этот сорт можно использовать для производства гибридного сорго, хотя полной мужской стерильности достигнуть не удалось. Стефенсом и др. (1952) был опубликован предполагаемый метод получения гибридных семян путем трехлинейного скрещивания. Кайкендалл проводил селекционную работу с растениями, обладающими этой мужской стерильностью близ Литлфилда, штат Техас. Исходный материал с мужской стерильностью сорта Дей был распределен сельскохозяйственной станцией штата Техас между другими селекционерами сорго в 1951 г.

Растения с цитоплазматической мужской стерильностью

В течение того времени, когда проводилась работа по снижению частичной фертильности в материале сорта Дей, обладавшем мужской стерильностью, Стефенс пытался определить наследование признака мужской стерильности. Он проводил реципрокные скрещивания между сортами Сунер майло и Техасским черноплеичатым кафрским. В 1949 г. были выращены растения F_1, а на следующий год частичная мужская стерильность была обнаружена в популяциях F_2 тех гибридов, у которых майло было материнской формой. Холланд (1952) в своей диссертации приводит первоначальные

данные, полученные при этом исследовании. Вскоре стало очевидным, что мужская стерильность в данном случае обусловливается взаимодействием между цитоплазмой майло и ядерными факторами кафрского (Стефенс, Холланд, 1954). Полученные результаты показали, что степень стерильности возрастала по мере того, как в цитоплазме майло увеличивалось относительное количество хромосом кафрского сорго. Число генов, определяющих мужскую стерильность, до сих пор еще точно не установлено, потому что выражение генетической стерильности было спутано появлением случаев мужской стерильности, вызванной неблагоприятными погодными условиями в 1952 и 1953 гг. в Чиллликоте.

Использование цитоплазматического типа мужской стерильности для производства гибридных семян имеет преимущества перед проведением трехлинейных скрещиваний. В настоящее время есть материал о цитоплазматической мужской стерильности, прошедший четырехкратное обратное скрещивание с кафрским сорго. Некоторые из полученных линий обладают полной или почти полной мужской стерильностью, а несколько линий пригодны, по-видимому, для использования в качестве материнских при проведении промышленных скрещиваний. Были найдены линии, восстанавливающие фертильность пыльцы, так что особых затруднений при отыскании подходящих отцовских форм не предвидится.

Генетическая мужская стерильность типа Дей имеется в цитоплазме майло, и это дает возможность получить линию с цитоплазматической мужской стерильностью без применения кастрации путем использования в качестве материнской формы линии сорта Дей с генетической мужской стерильностью и проведения нескольких обратных скрещиваний с кафрским сорго. Этим путем с течением времени могут быть полностью устранены как генетическая мужская стерильность, так и восприимчивость сорта Дей к корневой гнили, угольной гнили, слабости стержня метелки, а также к североамериканскому клопу-черепашке. Дж. Б. Зиглингер, сотрудник сельскохозяйственной опытной станции штата Оклахома и Министерства земледелия США, вывел форму с мужской стерильностью, происходящую от материала, у которого не было родства с формами, обла-

дающими мужской стерильностью сорта Дей; по-видимому, эта стерильность наследуется как цитоплазматическая.

Стефенс и Холланд, работавшие в Чилликоте, штат Техас, установили (неопубликованные данные), что перекрестное опыление у сорго эффективно на расстоянии по меньшей мере 12 м. Уже есть удовлетворительные материнские формы с мужской стерильностью, а подходящие отцовские формы, восстанавливающие пыльцу, будут, несомненно, найдены среди сотен уже существующих форм. Особенно обширная коллекция линий, полученных при селекционной работе с сорго, сохраняется Р. Е. Карпером на опытной станции в Лаббоке. Значительное количество производных линий имеется и в Чилликоте в результате работы, проведенной Стефенсом. По-видимому, серьезных препятствий в процессе производства гибридных семян не предвидится, но вполне возможно, что помехи возникнут в самых неожиданных пунктах. С точки зрения производства гибридных семян наибольшие затруднения связаны с необходимостью обеспечить одновременное цветение материнских и отцовских растений.

Поддержание родительских форм и производство гибридных семян

Чтобы фермеры могли возделывать гибридное сорго, должно быть организовано производство его семян. Для полного уяснения процесса производства гибридных семян полезно проследить за ним по всем его этапам от поддержания исходных родительских форм до производства на полях фермеров. На рисунке 2, составленном Дж. К. Стефенсом, схематически изображены необходимые ступени для сохранения материала и производства гибридных семян.

Линия *А* с мужской стерильностью получается на гибридизационном участке, где отцовской формой служит нормальная линия *А*. Семена гибридного сорго получают на втором гибридизационном участке, где материнские рядки состоят из растений линии *А* с мужской стерильностью, а отцовской формой служит нормальная линия *В*, восстанавливающая мужскую фертильность. Семена, полученные на втором гибридиза-

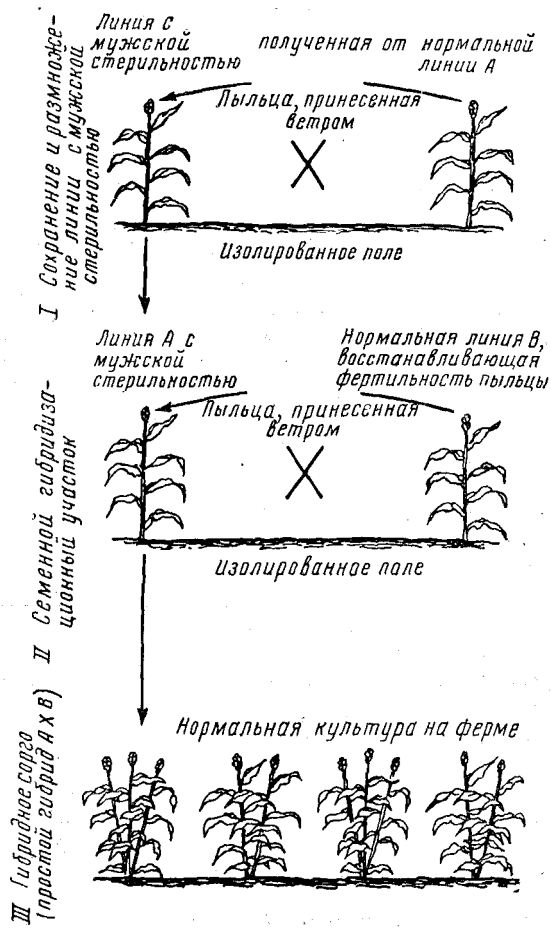


Рис. 2. Схема, показывающая метод сохранения семян материнской формы с цитоплазматической мужской стерильностью и производства семян гибридного сорго.

ционном участке, высеваются фермерами для промышленного производства сорго.

Из этого краткого описания видно, что материнская линия *А* как при скрещивании для сохранения исходного материала, так и при скрещивании для получения семян должна обладать мужской стерильностью. Линия *А* с мужской стерильностью является дубликатом нормальной линии *А* с той только разницей, что у первой цитоплазма типа майло, а у второй цитоплазма типа кафрского сорго. Набор хромосом у них одинаков, поскольку линия *А* с мужской стерильностью сохраняется путем обратного скрещивания с нормальной линией *А*. Растения линии *А* с мужской стерильностью выглядят так же, как растения нормальной линии *А*, но при помещении метелок в изоляторы первые не образуют, а вторые образуют семена. Нормальная линия *А* фертильна, и запас ее семян пополняют, собирая семена с растений отцовских рядков на гибридизационных участках. Нормальная линия *В* также фертильна, запасы ее семян пополняют, собирая семена с отцовских рядков на семенных гибридизационных участках.

Рассчитано, что участок размером 0,1 га необходим для размножения семян линии *А* с мужской стерильностью в количестве, достаточном для посева на 40 га материнских рядков на семенных гибридизационных участках. Предполагая, что максимальная площадь семенных гибридизационных участков будет 4 тыс. га, следует отвести 10 га под гибридизационный участок, предназначенный для пополнения запаса семян исходной материнской формы. Возможно, что многие промышленные семеноводческие фирмы предпочтут приобретать готовые семена линии *А* с мужской стерильностью, вместо того чтобы самим пополнять запасы таких семян. В этом случае опытные станции или ассоциации селекционеров могут взять на себя производство семян линии *А* с мужской стерильностью.

Производство семян гибридного сорго с использованием цитоплазматической мужской стерильности представляет собой простой процесс. После разрешения тех проблем, которые, несомненно, должны возникнуть при производстве семян гибридного сорго, стоимость производства не будет многим выше нынешней стоимости производства апробированных семян. В настоящее вре-

мя еще нельзя сказать, какой метод производства семян гибридного сорго окажется наилучшим. Число рядков материнских растений с мужской стерильностью, которые следует высевать между рядками отцовских растений, будет зависеть не только от степени рассеяния пыльцы, но и от типа оборудования и от наиболее удобных способов посева и комбайновой уборки. По всей вероятности, вначале будут высевать два рядка отцовских растений на четыре рядка материнских, но в дальнейшем какие-либо иные комбинации могут оказаться более выгодными. Если для некоторых скрещиваний возникнут какие-либо затруднения в отношении одновременности цветения материнских и отцовских растений на семенных гибридизационных участках, то может оказаться необходимым высевать родительские формы в различные сроки или разработать методы увеличения продолжительности периода пыления. По мере организации и расширения производства гибридных семян, несомненно, будут разработаны наиболее эффективные методы их производства.

Семена гибридного сорго, полученные путем использования форм с цитоплазматической мужской стерильностью, будут получены в результате простого скрещивания. Вероятно, первый гибрид, переданный в производство, будет иметь в качестве материнской формы Комбайновое кафрское, а в качестве отцовской — какой-либо краснозерный комбайновый тип, подобный сорту Редбайн 60. Такие гибридные семена будут белого цвета, но растения, выращенные из этих семян, будут краснозерными.

Гибридное сорго для кормовых целей

Вполне возможно использование гибридного сорго для повышения урожайности не только зерна, но и соломы и увеличения запасов семян сорго. В настоящее время семена кормового сорго, сахарного сорго и суданской травы получают, выращивая растения в рядках и убирая их сноповязалкой; снопы складывают в копны и обмолачивают из копен. Процесс этот трудоемкий и большие затраты труда служат препятствием для производства семян. Культура гибридного сорго дает возможность вести производство семян сахарного сорго и

суданской травы при затратах, лишь немного превышающих затраты на производство зернового сорго. Есть возможность вывести материнские формы с мужской стерильностью, отличающиеся сахаристостью и сочностью и, подобно зерновым культурам, пригодные для комбайновой уборки. В качестве отцовской формы можно было бы использовать высокорослый сорт с тем, чтобы полученный в результате скрещивания гибрид отличался не только мощностью, но и высокорослостью. Если бы отсутствие образования семян являлось преимуществом для культуры сорго на корм или силос, то в качестве отцовской формы можно было бы использовать форму, дающую стерильное потомство. На семенных участках семена образовались бы на низкорослых растениях, и их уборку можно было бы производить комбайном. Родительские формы для производства нескольких гибридных сортов зернового сорго уже есть, но для получения гибридов кормового и силосного сорго необходимо провести еще очень большую селекционную работу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Artschwager E., *U. S. Dept. Agr. Tech. Bull.* 957, 1948.
2. Artschwager E., McGuire R. C., *J. Agr. Research,* **78**, 659—673, 1949.
3. Ayyangar G. N. R., *Madras Agr. J.,* **23**, 350—352, 1935.
4. Ayyangar G. N. R., Ayyar M. A. S., *Madras Agr. J.,* **24**, 323—328, 1936.
5. Ayyangar G. N. R., Ayyar M. A. S., *Proc. Indian Acad. Sci.,* **8**, Sec. B, 100—107, 1938.
6. Ayyangar G. N. R., Krishnaswami N., *Proc. Indian Acad. Sci.,* **14**, Sec. B, 114—136, 1941.
7. Ayyangar G. N. R., Nambiar A. K., *Madras Agr. J.,* **26**, 465—468, 1938.
8. Ayyangar G. N. R., Ponnaiya B. W. X., *Current Sci.* (India) **5**, 390, 1936.
9. Ayyangar G. N. R., Ponnaiya B. W. X., *Current Sci.* (India), **10**, 410—411, 1941.
10. Ayyangar G. N. R., Vijiaraghavan C., Pillai V. G., Ayyar M. A. S., *Indian J. Agr. Sci.,* **3**, 589—594, 1933a.
11. Ayyangar G. N. R., Vijiaraghavan C., Ayyar M. A. S., Rao V. P., *Indian J. Agr. Sci.,* **3**, 594—604, 1933b.

12. Ayyangar G. N. R., Vijiaraghavan C., Ayyar M. A. S., Rao V. P., *Indian J. Agr. Sci.*, **4**, 96—99, 1933c.
13. Ayyangar G. N. R., Ayyar M. A. S., Rao V. P., *Indian J. Agr. Sci.*, **4**, 90—95, 1934a.
14. Ayyangar G. N. R., Vijiaraghavan C., Ayyar M. A. S., Rao V. P., Subramanyam P., *Indian J. Agr. Sci.*, **4**, 81—89, 1934b.
15. Ayyangar G. N. R., Ayyar M. A. S., Rao V. P., Nambiar A. K., *Madras Agr. J.*, **24**, 247—248, 1936a.
16. Ayyangar G. N. R., Ayyar S., Rao V. P., Nambiar A. K., *Indian J. Agr. Sci.*, **6**, (Part IV), 938—945, 1936b.
17. Ayyangar G. N. R., Rao V. P., Ponnaiya B. W. X., *Current Sci.* (India), **6**, 299—300, 1936c.
18. Ayyangar G. N. R., Ayyar M. A. S., Nambiar A. K., *Madras Agr. J.*, **25**, 107—118, 1937.
19. Barham H. M., Wagoner J. A., Campbell C. L., Harclerode E. H., *Kansas Agr. Expt. Sta. Tech. Bull.* **61**, 1946.
20. Bartel A. T., *Agron. J.*, **41**, 147—152, 1949.
21. Bowman D. H., Martin J. H., Melchers L. E., Parker J. H., *J. Agr. Research*, **55**, 105—115, 1937.
22. Conner A. B., Karper R. E., *Texas Agr. Expt. Sta. Bull.* 359, 1927.
23. Dahms R. G., Guthrie W. D., Sieglinger J. B., *What's New in Crops and Soils*, **4**, 24, 1951.
24. Dahms R. G., Snelling R. O., Fenton F. A., *J. Econ. Entomol.*, **29**, 1147—1153, 1936.
25. Davis F. F., Sieglinger J. B., *Oklahoma Agr. Expt. Sta. Bull.* B-384, 1952.
26. Duara B. N., Stebbins G. L., Jr., *Genetics*, **37**, 369—374, 1952.
27. Franzke C. J., *South Dakota Agr. Expt. Sta. Circ.* 57, 1945.
28. Franzke C. J., Ross J. G., *J. Heredity*, **43**, 106—115, 1952.
29. Garber E. D., *Univ. Calif* (Berkeley) *Publ. Botany*, **23**, 283—362, 1950.
30. Garber R. J., Atwood S. S., *J. Am. Soc. Agron.*, **37**, 365—369, 1945.
31. Graham R. J. D., *Mem. Dept. Agr. India*, Bot. Ser., **8**, 201—216, 1916.
32. Hadley H. H., *Agron. J.*, **45**, 139—143, 1953.
33. Hilson G. R., *Agri. J. India*, **11**, 150—155, 1916.
34. Holland R. F., Thesis, Texas Agricultural and Mechanical College, Texas, 1952.
35. Huskins C. L., *J. Heredity*, **39**, 311—325, 1948.
36. Karper R. E., *Texas Agri. Expt. Sta.*, 43rd Ann. Rept., 50, 1930.
37. Karper R. E., *Am. Naturalist*, **66**, 511—529, 1932.
38. Karper R. E., *J. Heredity*, **24**, 257—262, 1933.
39. Karper R. E., *Agron J.*, **41**, 539, 1949.
40. Karper R. E., Conner A. B., *J. Am. Soc. Agron.*, **11**, 257—259, 1919.

41. Karper R. E., Quinby J. R., *J. Heredity,* **28**, 83—91, 1937.
42. Karper R. E., Quinby J. R., *J. Am. Soc. Agron.,* **38**, 441—453, 1946.
43. Karper R. E., Quinby J. R., *J. Heredity,* **38**, 211—214, 1947a.
44. Karper R. E., Quinby J. R., *J. Am. Soc. Agron.,* **39**, 937—938, 1947b.
45. Karper R. E., Quinby J. R., Jones D. L., *Texas Agr. Expt. Sta.,* 47th Ann. Rept., 65, 1934.
46. Karper R. E., Quinby J. R., Jones D. L., Dickson R. E., *Texas Agr. Expt. Sta. Bull.* 459, 1932.
47. Karper R. E., Stephens J. C., *Heredity,* **27**, 183—194, 1936.
48. Laubscher F. X., *Union S. Africa, Dept. Agr. and Forestry, Sci. Bull.* 242, 1945.
49. Leukel R. W., *J. Agr. Research,* **77**, 201—222, 1948.
50. Leukel R. W., Martin J. H., Lefebvre C. L., *U. S. Dept. Agr. Farmer's Bull.* 1959 (rev.), 1951.
51. Martin J. H., U. S. Dept. Agr. Yearbook, 523—560, 1936.
52. Martin J. H., U. S. Dept. Agr. Yearbook, 343—347, 1941.
53. Martin J. H., *J. Heredity,* **35**, 98—106, 1945.
54. Martin J. H., *What's New in Crops and Soils,* **3**, 20—23, 1951.
55. Martin J. H., *Econ. Bot.,* **7**, 163—181, 1953.
56. Martin J. H., Jenkins M. T., U. S. Dept. Agr. Yearbook, 159—162, 1951.
57. Martin J. H., McMasters M. M., U. S. Dept. Agr. Yearbook, 349—352, 1951.
58. Martin J. H., Sieglinger J. B., *U. S. Dept. Agr. Tech. Bull.* 131, 1929.
59. Melchers L. E., *Am. J. Botany,* **27**, 789—791, 1940.
60. Melchers L. E., Lowe A. E., *Plant Disease Rept. Suppl.,* **126**, 165—175, 1940.
61. Meyer A., *Ber. deut. botan. Ges.,* **4**, 337—363, 1886.
62. Painter R. H., Insect resistance in crop plant, 328—348, The Macmillan Company, New York, 1951.
63. Quinby J. R., Gaines J. C., *J. Econ. Entomol.,* **35**, 265, 1942.
64. Quinby J. R., Karper R. E., *J. Am. Soc. Agron.,* **37**, 916—936, 1945.
65. Quinby J. R., Karper R. E., *Am. J. Botany,* **33**, 716—721, 1946.
66. Quinby J. R., Karper R. E., *J. Agr. Research,* **75**, 295—300, 1947.
67. Quinby J. R., Karper R. E., *J. Am. Soc. Agron.,* **40**, 255—259, 1948.
68. Quinby J. R., Karper R. E., *Agron. J.,* **41**, 118—122, 1949.
69. Quinby J. R., Karper R. E., *Agron. J.,* **46**, 211—216, 1954.
70. Quinby J. R., Stephens J. C., Karper R. E., Jones D. L., *Texas Agr. Expt. Bull.* 496, 1934.

71. Shedd C. K., Walkden H. H., *U. S. Dept. Agr. Circ.* 760, 1947.
72. Sieglinger J. B., *J. Agr. Research,* **27**, 53—64, 1924.
73. Sieglinger J. B., *J. Agr. Research,* **44**, 13—20, 1932.
74. Snelling R. O., Painter R. H., Parker J. H., Osborn W. M., *U. S. Dept. Agr. Tech. Bull.* 585, 1937.
75. Snowden J. D., The cultivated races of Sorghum, 247, Adlard and Sons, Ltd., London, 1936.
76. Sorenson J. W., Smith H. P., Hollingsworth J. P., Hontfort P. T., *Texas Agr. Expt. Sta. Bull.* 710, 1949.
77. Stephens J. C., *J. Am. Soc. Agron.,* **26**, 690—696, 1937.
78. Stephens J. C., *J. Am. Soc. Agron.,* **36**, 469—470, 1944.
79. Stephens J. C., *J. Am. Soc. Agron.,* **38**, 340—342, 1946.
80. Stephens J. C., *J. Am. Soc. Agron.,* **39**, 784—790, 1947.
81. Stephens J. C., *Agron. J.,* **43**, 382—386, 1951.
82. Stephens J. C., Holland R. F., *Agron. J.,* **46**, 20—23, 1954.
83. Stephens J. C., Kuykendall G. H., George D. W., *Agron. J.,* **44**, 369—373, 1952.
84. Stephens J. C., Quinby J. R., *J. Am. Soc. Agron.,* **25**, 233—234, 1933.
85. Stephens J. C., Quinby J. R., *J. Agr. Research,* **49**, 123—136, 1934.
86. Stephens J. C., Quinby J. R., *J. Agr. Research,* **57**, 747—757, 1938.
87. Stephens J. C., Quinby J. R., *J. Agr. Research,* **59**, 725—730, 1939.
88. Stephens J. C., Quinby J. R., *J. Agr. Research,* **70**, 209—218, 1945.
89. Stephens J. C., Quinby J. R., *Agron. J.,* **44**, 231—233, 1952.
90. Swanson A. F., *J. Agr. Research,* **37**, 577—588, 1928.
91. Swanson A. F., U. S. Dept. Agr. Yearbook, 353—356, 1951.
92. Swanson A. F., Laude H. H., *Kansas Agr. Expt. Sta. Bull.* 304, 1942.
93. Swanson A. F., Parker J. H., *J. Heredity,* **22**, 51—56, 1931.
94. Tullis E. C., *Phytopathology,* **41**, 529—535, 1951.
95. Vinall H. N., *J. Heredity,* **27**, 297—299, 1926.
96. Vinall H. N., Cron A. B., *J. Heredity,* **12**, 435—443, 1921.
97. Vinall H. N., Getty R. E., Cron A. B., *U. S. Dept. Agr. Dept. Bull.* 1260, 1924.
98. Vinall H. N., Stephens J. C., Martin J. H., *U. S. Dept. Agr. Tech. Bull.* 506, 1936.
99. Wagner F. A., *J. Am. Soc. Agron.,* 28, 643—654, 1936.
100. Wenholz H., *N. S. Wales Dept. Agr. Sci. Bull.* No. 45, 58, 1934.

Перевод О. Лисовской

СЕЛЕКЦИЯ СОРГО

ПЕЛЬМЕН ДЖ. М.

Poehlman J. M., Breeding field crops, 279—303, New York, 1959

Родиной различных видов сорго являются некоторые районы Африки и Азии, где эти виды возделывают уже свыше 2000 лет. В середине прошлого столетия сорго было впервые завезено в США, где его начали возделывать на побережье Атлантического океана. Отсюда оно распространилось на запад, в более засушливые районы, и к 1900 г. успело занять прочное положение в южной части Великих Равнин и в Калифорнии. Зерновое сорго возделывают в широком масштабе в районах, слишком жарких и сухих для выращивания кукурузы. В районах с влажным климатом возделывают суданскую траву, гумай и сахарное сорго на корм скоту и для изготовления сиропа.

Со времени интродукции сорго в США оно подверглось сильным изменениям в результате естественных мутаций и работы селекционеров. Первоначально интродуцированные виды в основном были высокорослыми, позднеспелыми и не приспособленными к местным условиям. Благодаря выведению скороспелых сортов область возделывания сорго расширилась к северу, оно продвинулось в штаты Небраска, Вайоминг и Южная Дакота, а также в районы, расположенные на большей высоте над уровнем моря. Дорогостоящая уборка сорго вручную была заменена комбайновой уборкой благодаря выведению сортов карликового прямостоячего типа. Выведение кормовых сортов с низким содержанием синильной кислоты уменьшило опасность отравления жвачных животных. Это улучшение сортов является результатом селекционной работы по немногим интенсивным и тесно между собой координированным программам в основных штатах, выращивающих сорго, в сотрудничестве с Министерством земледелия США.

КЛАССИФИКАЦИЯ СОРГО

Виды сорго, возделываемые в США, разделяют в зависимости от способов использования на зерновое, сахарное, травянистое, веничное сорго и сорго специального назначения (рис. 1).

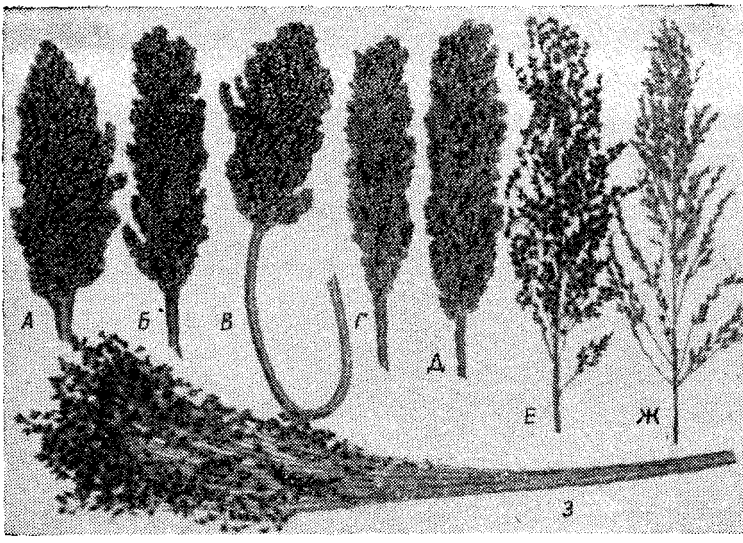


Рис. 1. Метелки сорго, характерные для различных групп.
А — фетерита; *Б* — хигери; *В* — майло; *Г* — кафрское сорго; *Д* — гибрид кафрское × майло; *Е* — сахарное сорго; *Ж* — суданская трава; *З* — веничное сорго.

Зерновое сорго возделывают главным образом на зерно, хотя некоторые сорта можно убирать на корм или силос. Семена зернового сорго сравнительно крупные, приятны на вкус и при обмолоте легко отделяются от чешуй. Стебли в зависимости от сорта различны по сочности (от сухих до умеренно сочных) и сахаристости (от полного отсутствия сахара до некоторой сахаристости). Раньше зерновое сорго разделяли на довольно определенные группы, из которых наибольшее значение имели майло, кафрское сорго, хигери и фетерита. В результате скрещивания сортов, принадлежащих к разным группам, образовалось много новых сортов.

Майло. Для сортов этой группы характерна компактная метелка на изогнутой цветоножке и крупные белые или желтые семена. Стебли тонкие, сухие, полые и сильно кустятся. Майло, первоначально завезенное в Южную Каролину около 1880 г., по-видимому, было гигантской формой, высотой 1,8—2,4 м [4, 31, 33, 71]. К 1904 г. высокорослое майло было полностью вытес-

нено более низкорослым сортом — Стандартным желтым майло, высотой 1,5—1,8 м. Карликовое желтое майло, высотой 90 см—1,2 м, обнаруженное в Техасе в 1905 г., вскоре вытеснило Стандартное желтое. Карликовое желтое майло произошло от Стандартного желтого путем мутации по одному рецессивному гену. Позже вторая рецессивная мутация по признаку высоты дала начало сорту Двойное карликовое желтое майло, высота которого равна 45—75 см. Стандартное белое майло произошло от Стандартного желтого, вероятно, в качестве рецессивной мутации. Были выведены карликовые формы Белого майло, образовавшиеся в результате или мутации, или гибридизации. В течение многих лет сорта майло представляли собой одну из основных групп зернового сорго, но в дальнейшем их в значительной мере вытеснили селекционные сорта, полученные в результате скрещивания кафрского сорго с майло.

Кафрское сорго. Сорта кафрского сорго отличаются прочными толстыми стеблями, обычно сочными и умеренно сахаристыми. Метелки кафрского сорго цилиндрической формы, прямостоячие. Семена средних размеров, белые, розовые или красные с черными или соломенного цвета чешуями. Сорта Белое кафрское и Красное кафрское были интродуцированы в США из Южной Африки в 1876 г., а Розовое кафрское — несколько позже [4, 33, 71]. Чернопленчатое кафрское и Санрайз кафрское были выведены соответственно в Канзасе и Техасе [68, 71]. Сорт Комбайновое кафрское 60 гибридного происхождения. Сорта кафрского сорго, подобно сортам майло, были в значительной мере вытеснены новыми сортами, происшедшими от скрещивания кафрского сорго с майло.

Хигери было интродуцировано из Африки в 1908 г. [30] и приобрело большое значение в качестве зернового сорго в штатах Техас, Аризона и Нью-Мексико. Хигери отличается большей облиственностью, более сладким соком и более меловидными по внешности семенами, чем кафрское сорго. В настоящее время выведены новые, скороспелые, карликовые и высокорослые, сорта.

Фетерита была завезена из района Судана (Африка) в 1907 г. [33]. Метелки у нее довольно компакт-

ные и прямостоячие. Семена крупные, белые, меловидные; при созревании склонны к осыпанию; легко портятся под влиянием неблагоприятных погодных условий. Фетерита в широком масштабе не возделывается. Она является родительской формой многих сортов гибридного происхождения.

Зерновое сорго гибридного происхождения. Многие из улучшенных сортов зернового сорго представляют собой гибриды. Они произошли от скрещивания сортов, принадлежащих к разным группам, особенно сортов кафрского сорго с майло. Поэтому многие из новых сортов трудно отнести к определенной группе, как, например, к кафрскому сорго или майло, поскольку они обладают признаками растения и семени, присущими родительским сортам обеих групп. По мере развития селекции сорго, в особенности с выведением гибридных сортов, различия между группами сортов могут оказаться почти полностью утраченными.

Сахарное сорго. Сорта сахарного сорго отличаются обилием сладкого сока и пригодны для использования в качестве силоса, зеленого корма и сена, а также для изготовления сиропа. Метелки варьируют от компактных до рыхлых. Семена мелкие, белые или окрашенные, часто горькие и неприятные на вкус, при молотьбе не всегда полностью отделяются от чешуй. Наиболее ранние сорта, возделывающиеся в США: Гузнек, Медовое, Оранжевое, Саурлесс и Сумак, завезенные из Наталя (Южная Африка) в 1857 г., и Китайский янтарь, интродуцированный в 1853 г. [44, 57, 71]. Позже были выведены сорта, происшедшие от скрещивания сахарного и кафрского сорго, отличающиеся сладким соком и семенами, подобными семенам кафрского сорго.

Травянистые формы сорго. Суданская трава и гумай являются травянистыми видами сорго. Суданская трава — однолетний злак с тонкими стеблями, рыхлыми метелками и большой способностью к кущению. Суданская трава выращивается на пастбище, а также высевается на сено и силос. Она была интродуцирована из Судана (Африка) в 1909 г. [50]. Суданская трава широко используется в качестве пастбищного растения в кукурузном поясе, в южных и восточных районах США. Гумай — многолетний травянистый вид сорго, похожий на суданскую траву по внешнему виду. Он размножается

корневищами и является злостным сорняком на юге США. Гумай был интродуцирован в Южную Каролину из Турции в 1830 г. [43].

Веничное сорго используется для изготовления веников. Родиной его, по-видимому, является Африка, но его возделывали в Европе в течение нескольких столетий. Считается, что в США начало этой культуре было положено Веньямином Франклином, нашедшим зерно в импортированном венике [42].

Сорго специального назначения. Были выведены сорта сорго для специальных целей. Сорта с восковидным эндоспермом используются в производстве клейких веществ, для проклеивания бумаги и тканей, для нанесения клея на конверты и марки, а также употребляются в качестве заменителей таких пищевых продуктов, как, например, таниока [25]. Ряд сортов имеет твердые семена, лопающиеся, наподобие зерен лопающейся кукурузы. Один сорт, а именно Лопающееся сорго (Попсоргум), был выведен специально для получения лопающихся зерен [34].

СОРТА СОРГО

Список некоторых из улучшенных сортов сорго, которые в какой-либо период времени имели большое промышленное значение в тех или иных районах США, приведен в таблице 1. Некоторые из этих сортов уже перестали возделывать в широком масштабе. По-видимому, почти все они будут с течением времени вытеснены гибридными сортами сорго.

БОТАНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СОРГО

Было предложено несколько систем классификации и наименования видов сорго. Поскольку типы сорго очень различны, нет ничего удивительного в существовании разногласий по этому вопросу. Зерновое, сахарное и веничное сорго, а также суданская трава, являющиеся однолетними растениями с числом хромосом $2n=20$, селекционеры США обычно объединяют в один вид *Sorghum vulgare* [32, 56]. Гумай, многолетнее растение с числом хромосом $2n=40$, представляет собой вид *S. halepense*. Число хромосом $2n = 10$ было определено

Таблица 1

Некоторые улучшенные сорта сорго промышленного значения [26, 49, 71]

Название сорта	Происхождение	Выпущен в производство	
		штат	год
Зерновое сорго типа майло			
Сунер	Раннее белое майло × Карликовое желтое майло	Оклахома	1930
Техасское майло	Селекционная форма, устойчивая к корневой гнили, выделенная из сорта Карликовое желтое майло	Техас	1937
Сунер майло № 8	Техасское майло × Сунер	»	1939
Двойное карликовое белое Сунер	Раннее белое майло × Двойное карликовое желтое	»	1945
Двойное карликовое желтое Сунер	Раннее белое майло × Двойное карликовое желтое	»	1945
Зерновое сорго типа кафрского			
Комбайновое кафрское 60	Селекционная форма Двойного карликового кафрского × × Техасское черноплеичатое	Техас	1950
Зерновое сорго типа хигери			
Раннее хигери	Скороспелый мутант хигери	Техас	1938
Бонита	Хигери × Чилтекс	»	1941
Хи-хигери	Хигери × высокорослый мутант Раннего хигери	»	1951
Комбайн Бонита	Борита × Хигери	»	1954
Комбайновое хигери	Обратное скрещивание с хигери	»	1955
Зерновое сорго гибридного происхождения			
Чилтекс	Фетерита × Черноплеичатое кафрское	Техас	1923
Премо	Фетерита × Черноплеичатое кафрское	»	1923
Коес	Отбор из сорта Модок (Розовое кафрское × Фрид)	Колорадо	1926
Бивер	Карликовое желтое майло × × Черноплеичатое кафрское	Оклахома	1928
Уитленд	Кафрское × майло	»	1931

Продолжение

Название сорта	Происхождение	Выпущен в производство	
		штат	год
Кало	Розовое кафрское × Карликовое желтое майло	Канзас	1933
Раннее Кало	Скороспелая линия, выделенная из сорта Кало	Канзас	1934
Мартин	Линия, обладающая присущей майло устойчивостью к корневой гнили, выделенная из сорта Уитленд	Техас	1940
Кэпрок	Кафрское × майло	»	1941
Плейнсмен	Кафрское × майло	»	1941
Уэстленд	Линия, обладающая присущей майло устойчивостью к корневой гнили, выделенная из сорта Уитленд	Канзас	1942
Комбайновое 7078	Кафрское × майло	Техас	1944
Мидленд	Розовое кафрское × Карликовое желтое майло	Канзас	1945
Карликовое кафрское 44-14	Шерон кафрское × Ранняя карликовая фетерита	Оклахома	1946
Редлен	Кафрское × майло	»	1948
Норгум	(Карликовая фетерита × Карликовое Фрид) × Желтое кафрское	Южная Дакота	1949
Редбайн 60	Мартин × линию, родственную сорту Кэпрок	Техас	1950
Редбайн 66	Мартин × линию, родственную сорту Кэпрок	»	1950
Дарсет	Сорго типа Дарсо × Дарсо	Оклахома	1952
Релайенс	Модок × Сунер майло	Южная Дакота	1953
	Сахарное сорго		
Канзасское оранжевое	Отбор из Оранжевого	Канзас	1883*
Леоти	Неизвестно	»	1920*
Ранний Сумак	Отбор из сорта Сумак	»	1922
Атлас	Саурлесс × Черноплеичатое кафрское	»	1928
Норкан	Атлас × Ранний Сумак	»	1938
Ренчер	Скрещивание линий Дакотского янтаря с низким содержанием синильной кислоты	Южная Дакота	1945

Продолжение

Название сорта	Происхождение	Выпущен в производство	
		штат	год
Акстелл	Отбор из сорта Атлас	Канзас	1946
Эллис	Леоти × Атлас	»	1948
Сарт	Интродуцирован из Судана	Миссисипи	1951
Треси	Белое африканское × Сумак	»	1953
	Суданская трава		
Уилер	Массовый отбор из сорта Коммон	Канзас	1911*
Свит	Суданская трава × Леоти	Техас	1932
Тифт	Леоти × суданская трава	Джорджия	1941
Пипер	Скрещивание линий суданской травы с низким содержанием синильной кислоты	Висконсин	1950
Гринлиф	(Леоти × суданская трава) × × (Леоти × суданская трава)	Канзас	1953
Лахома	Отбор	Оклахома	1954
	Веничное сорго		
Стандартное вечнозеленое	Интродукция из Европы	Первое веничное сорго в Америке	
Черное испанское	Интродукция из Европы		1842*
Карликовое Уиск	Карликовая мутация		1867*
Карликовое вечнозеленое	Карликовая мутация		1873*
Скарборо	Отбор	Оклахома	1914
Фуллтип	Скарборо × Карликовое европейское	»	1941
Реннелс	Скарборо × (Леоти × Черное испанское)	Иллинойс	1951
	Сорго восковидного типа		
Коди	Клаб кафрское × Леоти	Канзас	1943
Майлока	Обратное скрещивание с Двойным карликовым белым Сунер майло	Техас	1950
Тексиока 54	Восковидное кафрское × Красная комбайновая линия	»	1952
	Лопающееся сорго		
Попсоргум	(Фетерита-Техасское черноплеичатое) × Шэллю × Пети Миль	Техас	1950

* Приблизительная дата.

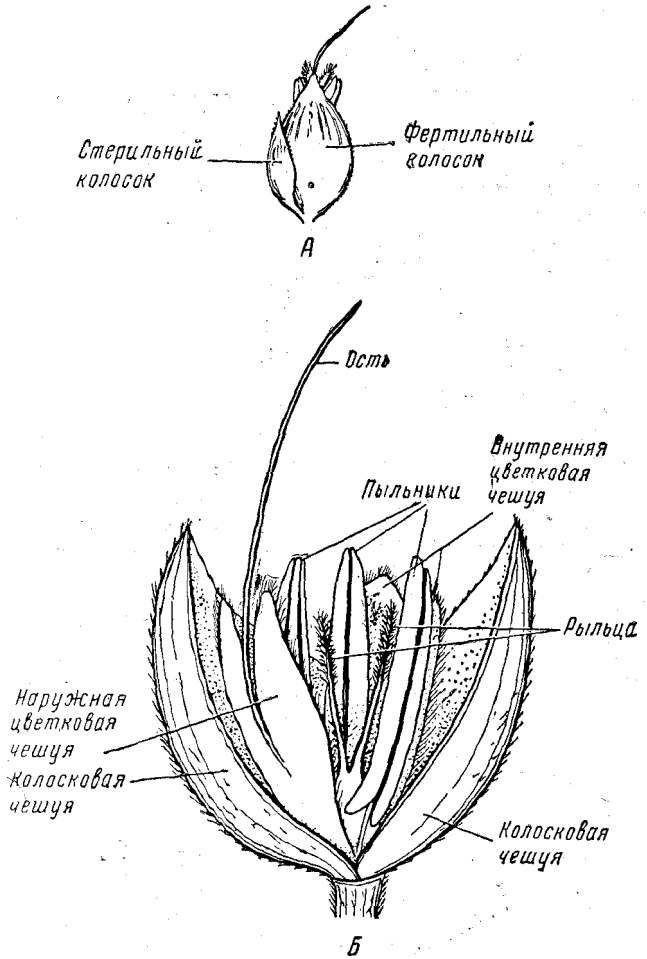


Рис. 2. Колоски сорго.
А — пара колосков; *Б* — плодущий колосок.

у однолетнего травянистого африканского вида *Sorghum versicolor* [27], что позволяет предположить, что как *S. vulgare,* так и *S. halepense* являются полиплоидами. Вероятность полиплоидного происхождения этих видов была подтверждена результатами цитологических исследований [15, 21].

По плотности метелки сорго варьируют от компактных до рыхлых. Колоски обычно расположены попарно: один сидячий, а другой на короткой цветоножке (рис. 2), за исключением верхушечного колоска, расположенного на конце ветви и сопровождаемого двумя колосками на цветоножках [65]. Сидячий колосок — обоеполый, плодущий. Колосок на цветоножке обычно бывает бесплодный. Цветение сорго происходит ночью или рано утром; оно начинается с самой верхней ветви метелки и постепенно распространяется книзу. Для завершения цветения всей метелки требуется от шести до девяти дней [65]. По мере раскрытия чешуй пыльники и рыльца выступают наружу (рис. 3). Пыльники раскрываются при выходе или вскоре после выхода и выпускают небольшое облачко пыльцы. Одна метелка сорго может образовать от 24 до 100 млн. пыльцевых зерен. Пыльца сорго быстро теряет жизнеспособность, и опыление пыльцой, собранной за несколько часов до использования, редко приводит к завязыванию семян. Рыльца становятся восприимчивы к пыльце за 1—2 дня до цветения и сохраняют восприимчивость в течение 8—16 дней после цветения [65].

Рыльца, выступившие наружу раньше раскрытия пыльников, могут подвергнуться перекрестному опылению. Естественное перекрестное опыление у сорго составляет в среднем 6% [28, 59]. Естественное перекрестное опыление у суданской травы происходит интенсивнее, чем у других форм *S. vulgare.* В штате Висконсин перекрестное опыление у суданской травы наблюдалось у 4,5—10% растений [23], а в Пенсильвании оно составляло 18—76% [19]. Для контролирования опыления метелки сорго необходимо заключать в изоляторы на период цветения (рис. 4). Метелки сорго, заключенные в изоляторы, часто бывают повреждены гусеницей хлопковой совки, которая вылупливается внутри изолятора и поедает зерна. Для предупреждения повреждений этого типа следует обработать заключенные в изоляторы

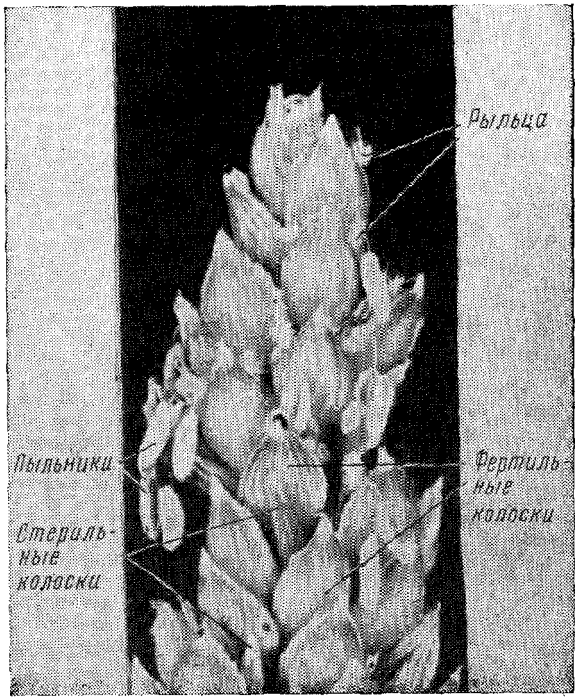


Рис. 3. Ветвь метелки сорго. Видны открытые рыльца и вышедшие наружу пыльники. Если рыльце появилось наружу до опыления, возможно перекрестное опыление. Как правило, перекрестное опыление составляет у сорго около 6%.

метелки инсектицидом или использовать пропитанные им изоляторы [14].

Искусственное перекрестное опыление осуществляют, кастрируя цветки материнских растений и опыляя их вручную пыльцой, собранной с цветков отцовских растений [47, 56, 70]. Кастрацию проводят пинцетом с острыми кончиками, анатомической иглой, острым кончиком карандаша или каким-либо другим небольшим инструментом для удаления пыльников (рис. 5) [20]. Обычно кастрируют только одну небольшую ветвь метелки. Вокруг кастрированной ветви подстригают часть метелки, чтобы удобно было надеть изолятор на эту

ветвь. Однако слишком сильно подстригать не следует, так как это может оказать неблагоприятное действие на завязывание семян вследствие высыхания метелки. Пыльцу собирают в мешочки и опыляют ею выступающие рыльца. Можно также метелки, образующие пыльцу, потереть о кастрированную ветвь. Был разработан метод массовой кастрации, при котором пыльцу убивали действием высокой температуры [64]. Он заключается в том, что метелку сорго погружают на 10 минут в воду, нагретую до 48°. Эта температура убивает пыльцу, но не повреждает пестик. Майло более чувствительно к высокой температуре, чем некоторые другие формы сорго, так что для его обработки во избежание опасности повреждения следует пользоваться водой, нагретой до несколько более низкой температуры (47—47,5°) [56]. Кастрированные метелки или метел-



Рис. 4. Селекционный питомник сорго. Изображен метод изоляции метелок для искусственного опыления.

ки опыленные помещают в бумажные изоляторы для защиты от случайного заноса пыльцы.

Сорго — растение короткого дня; цветение его наступает раньше в условиях короткого дня и длинной

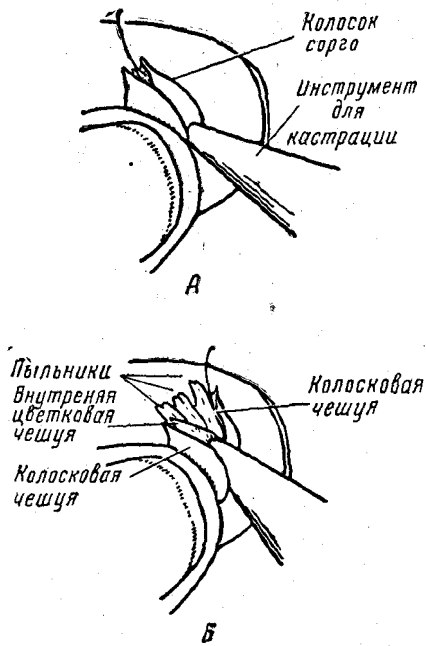


Рис. 5. Кастрация цветков сорго.

А — колосковые чешуи раздвигают при помощи не очень острого карандаша, пинцета или специального инструмента для кастрации, придерживая колосок большим и указательным пальцами; *Б* — пыльники выталкивают вращательным движением, нажимая на внутреннюю цветковую чешую.

ночи. Однако сорта сорго различаются по чувствительности к длине дня. Майло, хигери и фетерита очень чувствительны к изменениям длины дня, в то время как веничное сорго относительно нечувствительно. Период времени, требующийся для дифференциации метелки сорта Техасское майло при 10-часовом фотопериоде, равнялся 23 дням, тогда как в Чилликоте

(Техас) при нормальной длине дня, равной примерно 14 часам, тому же сорту потребовалось для этого 39 дней [52]. С другой стороны, Карликовому веничному сорго для дифференциации метелки требовалось 39 дней как при 10-часовом, так и при 14-часовом фотопериодах. Сорта различаются также по критическим фотопериодам, оказывающим влияние на число дней до цветения. Сунер майло не отличалось от Техасского майло при выращивании в условиях 10-часового фотопериода, но зацвело на 19 дней раньше Техасского майло при нормальной 14-часовой длине дня [52]. Реакция различных сортов на фотопериод определяется генетически и имеет большое значение в географической приспособленности сортов сорго.

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОРГО

Было проведено большое количество работ по изучению наследственности у сорго [39, 56]. Особый интерес представляют для селекционеров работы, относящиеся к наследованию окраски семян, окраски растения, окраски чешуй, сроков созревания, характера роста растения, сочности стеблей, сахаристости сока, характера эндосперма и устойчивости к болезням. Было установлено семь групп сцепления [56]. В четырех из этих групп было определено по три или более генов, а в остальных трех группах по два гена.

Гены, определяющие высоту растения. Карликовые сорта майло, по-видимому, произошли в качестве рецессивных мутантов от более старых и высокорослых сортов. В проведенных за последнее время исследованиях было выявлено четыре рецессивных гена, определяющих низкорослость [55]. Эти четыре гена были обозначены через dw_1, dw_2, dw_3 и dw_4. В таблице 2 для большого числа сортов указан генотип в отношении этих четырех генов карликовости. Действие рецессивных генов карликовости проявляется в укорачивании длины междоузлий (рис. 6). Они не оказывают влияния на сроки цветения и размеры листьев. Высокорослость— признак частично доминантный.

Один ген, по предположению dw_3, не стабилен, и растение становится высокорослым; одно высокорослое мутантное растение встречается примерно на 1200

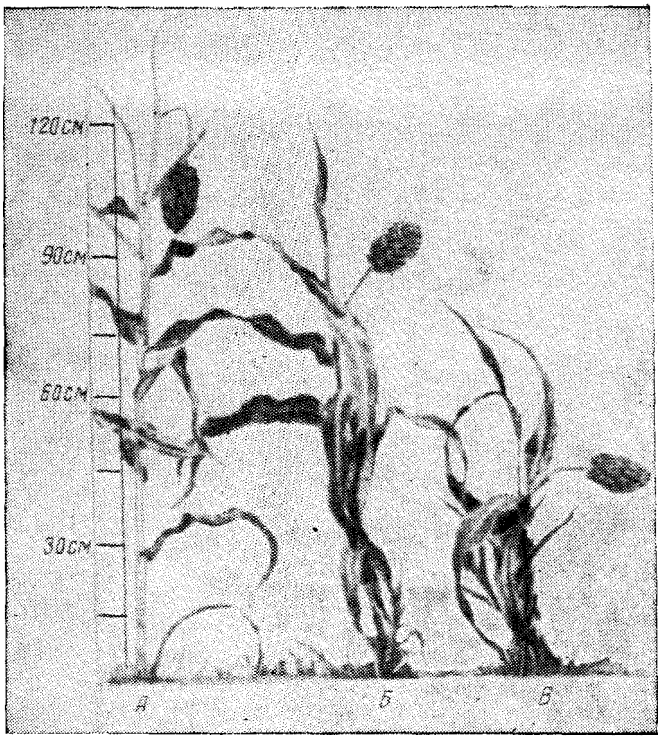


Рис. 6. Сорта майло, рецессивные по одному, двум и трем генам, определяющим высоту. Сорта и их соответственные генотипы:

А — высокорослый белый Сунер: $Dw_1Dw_1Dw_2Dw_2dw_4dw_4$; *Б* — карликовый белый Сунер: $dw_1dw_1Dw_2Dw_2dw_4dw_4$ *В* — Двойной карликовый белый Сунер: $dw_1dw_1dw_2dw_2dw_4dw_4$. У каждого из этих сортов доминирует ген Dw_3.

растений [24]. По-видимому, все карликовые формы кафрского сорго, а также низкорослые сорта, происходящие от кафрского сорго, включая такие распространенные сорта, как Плейнсмен, Мартин, Уэстленд, Редбайн 60 и Редбайн 66, содержат ген dw_3 и отличаются постоянством. В посевах этих сортов на каждый акр (0,4 га) приходится примерно по 10—15 высокорослых растений, бросающихся в глаза. Это беспокоит семеноводов, стремящихся обеспечить чистоту семенного материала.

Таблица 2

Генетическая классификация сортов сорго по высоте растений [55]

Генетическая группа	Сорта
Нет рецессивных генов	
Dw_1, Dw_2, Dw_3, Dw_4	Не обнаружено
Рецессивны по одному гену	
Dw_1, Dw_2, Dw_3, dw_4	Дурра, Высокорослое белое Сунер майло, Высокорослое желтое Сунер майло, Спер фетерита, Шэллю, Сумак
Dw_1, Dw_2, dw_3, Dw_4	Стандартное веничное сорго
Dw_1, dw_2, Dw_3, Dw_4	Не обнаружено
dw_1, Dw_2, Dw_3, Dw_4	» »
Рецессивны по двум генам	
Dw_1, Dw_2, dw_3, dw_4	Техасское черноленчатое кафрское, Кало, Раннее Кало, Чилтекс
Dw_1, dw_2, Dw_3, dw_4	Бонита, Хигери, Раннее хигери
dw_1, Dw_2, Dw_3, dw_4	Карликовое желтое майло, Карликовое белое майло, Карликовое желтое Сунер майло, Карликовое белое Сунер майло
Dw_1, dw_2, dw_3, Dw_4	Веничное сорго Акме, Карликовое веничное сорго, Скарборо
dw_1, Dw_2, dw_3, Dw_4	Японское карликовое веничное сорго
dw_1, dw_2, Dw_3, Dw_4	Не обнаружено
Рецессивны по трем генам	
Dw_1, dw_2, dw_3, dw_4	Не обнаружено
dw_1, Dw_2, dw_3, dw_4	Комбайновое кафрское 60, Дей, Мартин, Плейнсмен, Редбайн 60, Редбайн 66, Уэстленд, Уитленд
dw_1, dw_2, Dw_3, dw_4	Двойное карликовое желтое майло, Двойное карликовое желтое Сунер майло, Двойное карликовое белое Сунер майло
dw_1, dw_2, dw_3, Dw_4	Не обнаружено
Рецессивны по четырем генам	
dw_1, dw_2, dw_3 dw_4	Среди промышленных сортов не имеется

В посевах Карликового и Двойного карликового майло, не содержащего гена dw_3, высокорослых растений не встречается.

Средняя высота растений различных сортов сорго, содержащих различные количества рецессивных генов, в засушливых условиях, в Чилликоте (Техас), приведена ниже [55]:

Сорта, рецессивные	по одному гену . .	150—200	см
»	» » двум генам . . .	100	»
»	» » трем »	50	»
»	» » четырем » . . .	40	»

Различия в высоте растений у отдельных сортов с одним и тем же числом рецессивных генов указывают на наличие модифицирующего комплекса генов.

Гены, определяющие сроки созревания. Сорта сорго сильно варьируют в отношении продолжительности периода, требуемого для развития и созревания растения. Это имеет большое значение с точки зрения приспособленности сортов сорго к условиям той или иной определенной области. Длина периода вегетации и окончательные размеры растения определяются продолжительностью периода времени, протекшего до заложения цветочной почки [51, 56]. Сорта сорго, у которых образование метелки запаздывает, отличаются толстым стеблем и большим числом междоузлий и листьев, поздним цветением и созреванием. Сорта, у которых образование метелки происходит быстро, имеют меньшее число междоузлий и листьев, раньше зацветают и созревают.

У майло были найдены три гена, определяющие сроки созревания. Их обозначают через Ma, Ma_2 и Ma_3 [51]. Позднеспелость доминирует над скороспелостью, но действие генов Ma_2 и Ma_3 не проявляется иначе, как в присутствии доминантного гена Ma, а действие гена Ma_3 не проявляется в присутствии гена Ma_2. В результате при восьми возможных гомозиготных генотипах можно установить только четыре фенотипа: очень поздний, поздний, промежуточный и ранний. Ген Ma сцеплен с геном Dw_2, определяющим длину междоузлий.

Помимо того, что позднеспелым фенотипам требуется большее число дней для достижения фазы цветения, они отличаются бо́льшим числом листьев, более

толстыми стеблями, более длинными листьями, большей высокорослостью, более крупными размерами растений, чем скороспелые фенотипы при выращивании в условиях нормального 14-часового дня в Чилликоте (Техас). Увеличение размеров объясняется большей продолжительностью периода вегетации. В условиях 10-часового дня рассматриваемые четыре типа неотличимы один от другого.

Помимо гена, определяющего созревание майло, известно, что Хигери и Раннее хигери различаются по одной аллели созревания, причем познеспелость частично доминирует над скороспелостью. Раннее Кало отличается от Кало одной аллелью созревания при частично доминирующей скороспелости. Поскольку у форм Кало доминирует скороспелость, предполагают, что формы Кало отличны от майло и хигери по четвертому гену созревания, который обозначают через Ma_4 [53].

Гибридная мощность у сорго. Неоднократно указывалось на чрезвычайную мощность гибридов сорго [5, 13, 29]. На полях сорго часто встречаются исключительно высокорослые или сильно развитые гибридные растения, и, по-видимому, некоторые сорта произошли от таких растений (рис. 7).

В таблице 3 приведены показатели, характеризующие степень гибридной мощности гибридов некоторых сортов сорго.

Гетерозис у сорго может быть несколько усилен благодаря действию дополнительных генов высоты и созревания. В первых двух скрещиваниях, приведенных в таблице 3, родительские сорта имеют сходные гены высоты и созревания. Превосходство гибридов над родителями по высоте, кущению и урожайности в этих двух скрещиваниях является, по-видимому, нормальным выражением гетерозиса, или гибридной мощности, как, например, у гибридов F_1 кукурузы или других видов, который не подвержен влиянию дополнительного действия генов высоты и созревания. Родительские сорта последних трех скрещиваний, приведенных в таблице 3, имеют дополнительные гены высоты и созревания, действие которых проявляется в увеличении высоты растений и усилении позднеспелости гибридных растений по сравнению с родительскими. У гибридных



Рис. 7. Нетипичное растение на поле карликового комбайнового сорго. В посевах промышленных сортов сорго обычно встречаются высокорослые мощные гибридные растения или высокорослые мутанты.

растений, полученных от этих трех скрещиваний, проявляется комбинированное действие гибридной мощности и дополнительного действия генов высоты и созревания. Повышение урожайности соломы и зерна вследствие гетерозиса свидетельствует о том, что у гибридного сорго можно получить существенную прибавку урожая и в то же время сохранить низкорослость и скороспелость комбайновых сортов.

Таблица 3

Сравнительная мощность растений гибридов F_1 и родительских сортов сорго [29]

Сорт	Высота, см	Продолжительность периода вегетации, дни	Число стеблей на растение	Урожай на растение, г		Прибавка урожая по сравнению с наиболее урожайным из родителей, %	
				солома	зерно	солома	зерно
Скрещивание сортов без дополнительных генов высоты и созревания							
Родители							
Черноплечатое кафрское	126	105	1,0	290	91		
Красное кафрское	128	105	1,0	268	59		
Спер фетерита	157	100	1,3	368	118		
Сумак	187	100	2,1	549	118		
Гибриды							
Черноплечатое кафрское × Красное кафрское	135	105	1,7	500	195	75	115
Спер фетерита × Сумак	199	95	2,0	635	245	16	108
Скрещивание сортов с дополнительными генами высоты и созревания							
Родители							
Карликовое желтое майло	143	105	2,8	600	200		
Хигери	150	125	2,9	730	163		
Черноплечатое кафрское	126	105	1,0	290	91		
Гибриды							
Карликовое желтое майло × Хигери	247	136	3,7	145	358	99	80
Карликовое желтое майло × Черноплечатое кафрское	277	136	2,8	138	313	131	57
Черноплечатое кафрское × Хигери	314	153	3,3	193	400	163	144

Гетерозис, сопровождаемый высокорослостью и позднеспелостью, бесполезен, если желателен скороспелый комбайновый тип сорго.

Межвидовые скрещивания проводились между *Sorghum vulgare* ($n=10$) и *S. halepense* ($n=20$) [6, 21], а также между другими видами сорго [15]. При скрещивании сахарного сорго Ходо с гумаем были получены растения F_1 с 40 соматическими хромосомами и на 85% самофертильные. Растения F_2 обладали признаками родителей, выраженными в различной степени, и расщеплялись по высоте, способности к кущению, окраске чешуй, размерам и распространению корневищ, сочности стеблей и типу роста. При расщеплении образовалось три основных типа: один, похожий на сорго, второй — на гумай и третий — промежуточный. Были получены селекционные формы, соединяющие в себе кормовую ценность сорго и многолетний тип развития гумая.

Полиплоидия у сорго. Виды сорго *Sorghum versicolor, S. vulgare* и *S. halepense* имеют соответственно число хромосом $n=5$, $n=10$ и $n=20$. Эти числовые соотношения, так же как и цитологические данные [15, 21], свидетельствуют о полиплоидной взаимосвязи между видами сорго. *Автополиплоиды хигери* ($n=10$) *были* получены путем воздействия колхицином [9]. Были обнаружены как тетраплоидные ($4n=40$), так и октаплоидные ($8n=80$) растения. Полиплоидные растения были ниже ростом, толще и зацвели позже соответствующих диплоидных. У тетраплоидов 19%, а у октоплоидов 80% пыльцевых зерен были стерильны.

Если их нельзя будет улучшить путем гибридизации и отбора, сомнительно, чтобы искусственно индуцированные автоплоиды могли бы иметь хозяйственное значение.

Варианты, индуцированные колхицином. В результате обработки проростков колхицином у сорго был обнаружен новый источник константных изменений [18, 58]. В одном из опытов 15 проростков безымянного сорта были разделены на две группы. Одна группа, состоявшая из восьми растений, служила контролем. Семь растений второй группы были обработаны ланолиновой эмульсией с 0,5% колхицина, которую наносили на колеоптиле. Ланолиновая эмульсия применялась для предупреждения высыхания раствора колхицина. Восемь

необработанных растений развивались нормально и образовали однородную группу. Обработанные растения вели себя совершенно иначе. Некоторые из них образовали большее число побегов, некоторые отличались от остальных диаметром стебля или числом и размерами листьев, некоторые давали более высокий урожай корма или более высокий урожай семян (рис. 8). В таблице 4 приведены сравнительные данные для обработанных и необработанных растений.

Таблица 4

Сравнение необработанных растений линии сорго, не отклоняющеися от типа, с сестринскими растениями той же линии, обработанными колхицином в фазе всходов [58]

Определяемые признаки	Пределы колебаний у 8 необработанных растений	Пределы колебаний у 7 обработанных растений
Высота, см	84,7—90,5	83,2—136,2
Число побегов	2,5—2,9	2,6—12,2
Диаметр стебля, мм	12,1—12,8	8,0—13,1
Число листьев	7,6—8,3	6,0—9,1
Длина листьев, см	53,0—56,5	43,0—56,0
Ширина листьев, см	5,0—6,3	2,2—6,0
Вес 100 семян, г	1,67—1,92	1,0—1,9
Урожай зеленой массы, т/га	6,0—7,8	6,4—8,7
Урожай семян, ц/га	34,2—41,8	27,3—55,6

Природа действия колхицина при образовании константных вариантов не вполне изучена. Было высказано предположение, что здесь имеет место точечная мутация, за которой следует редукция хромосом в соматических клетках с последующим восстановлением диплоидного состояния. Если это предположение подтвердится, обработка проростков колхицином с целью вызвать их изменения может стать новым методом в селекционной работе.

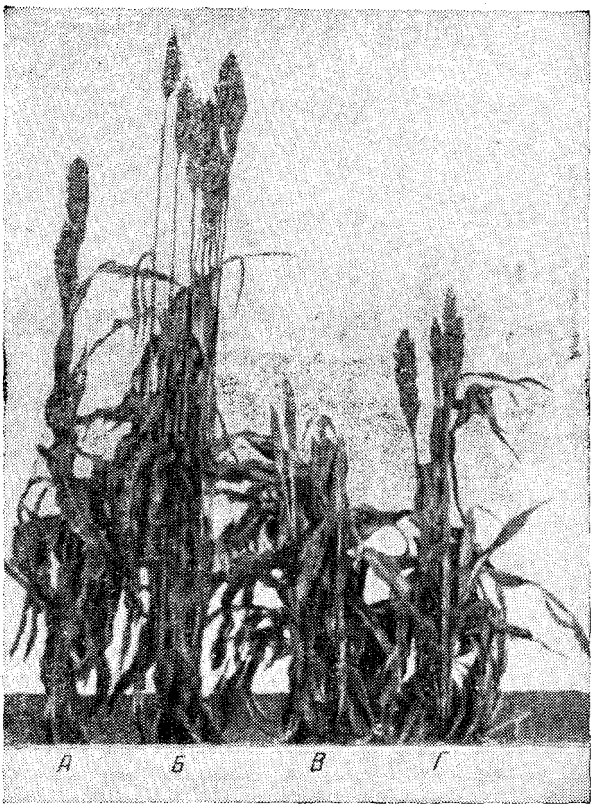


Рис. 8. Варианты, полученные путем обработки колхицином семян линии сорго, выделенной из гибридного материала (Карликовая фетерита × Карликовое Фрид) × Грохома.

А — необработанная типичная линия; *Б* — вариант, полученный в результате обработки семян линии *А*. Этот вариант более высокорослый и созревает на 5—6 дней раньше необработанной линии; *В* — вариант, полученный путем обработки семян линии *Б*. Этот вариант низкорослый, созревает на три недели позже родительской линии *Б*; *Г* — вариант, полученный путем обработки семян линии *В*. Этот вариант более высокорослый, чем родительская линия *В*, созревает в сроки, промежуточные между созреванием линии *А* и *Б*. Все растения имеют нормальное диплоидное число хромосом.

МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ СОРГО

Старейшие методы селекции сорго подобны тем, которые применяются к самоопыляющимся культурам, а именно интродукция, отбор и гибридизация. Хотя перекрестное опыление и наблюдается у сорго, но оно обычно происходит в малом количестве, составляя в среднем около 6%, за исключением суданской травы, у которой естественное перекрестное опыление несколько больше. Однако самоопыление может быть обеспечено в селекционных питомниках путем заключения метелок в изоляторы. Гибридное сорго, обнаруживающее гетерозис, или гибридную мощность, в результате скрещивания несхожих форм возделывают в настоящее время в промышленном масштабе. Несомненно, улучшение сорго в дальнейшем будет в большинстве случаев осуществляться именно путем применения этого метода селекции.

Интродукция. Почти все улучшенные сорта сорго, возделываемые в США в промышленном масштабе, происходят примерно от 20 интродуцированных форм сахарного сорго и 8—10 интродуцированных форм зернового сорго [39]. По-видимому, первым сортом сахарного сорго, интродуцированным в США, был Китайский янтарь, появившийся здесь в 1853 г. В 1857 г. Леонард Рэй, англичанин, владелец сахарных плантаций, привез в США 16 сортов сахарного сорго, в том числе Оранжевое, Медовое, Саурлесс, Сумак и Гузнек. Сначала их возделывали в штатах Южная Каролина и Джорджия. Министерством земледелия США были интродуцированы: в 1881 г. сорт Коллиф из Наталя (Южная Африка); в 1885 г. сорт Плантер из Африки; в 1891 г. сорт Мак-Лин из Австралии. Другими интродуцированными формами зернового сорго были: Белое кафрское, Красное кафрское, Розовое кафрское, майло, дурра, Шэллю, фетерита и хигери. Сорта сорго, интродуцированные из тропических областей, как правило, слишком позднеспелы, чтобы их можно было возделывать в США. Почти все интродуцированные сорта слишком высокорослы для уборки современными машинами. Пригодные для возделывания сорта были интродуцированы из Южной Африки, но они обычно уступали наилучшим из уже возделываемых промыш-

ленных сортов. Возможно, что будут интродуцированы сорта, у которых имеются гены, определяющие наличие желательных признаков, и которые можно было бы использовать при выведении новых сортов сорго. Так, например, в Африке в 1952 г. был найден сорт с желтым эндоспермом и примерно с таким же содержанием каротина, как и у желтозерной кукурузы [56]. С тех пор были интродуцированы и другие сорта с желтым эндоспермом. Введение признака желтого эндосперма в промышленные сорта повысит кормовую ценность зерна сорго. В Африке также были найдены сорта с крупными семенами и сорт, у которого цветки не раскрываются в период опыления. Признак крупности семян ценен в том отношении, что они дают более мощные всходы. Признак нераскрывающихся цветков может оказаться полезным при выведении сортов, устойчивых к галлице сорговой.

Отбор. Многие сорта сорго были выведены путем отбора из старых сортов растений, отклоняющихся от типа. Нетипичные растения образовались в результате мутации или естественной гибридизации. Появление время от времени мутаций по одному гену, в большинстве случаев рецессивному, в результате которых происходят значительные изменения во внешнем виде мутантов, представляет собой одно из поразительных явлений, наблюдающихся у сорго. Из этих естественно возникающих мутантных типов оказалось возможным вывести новые сорта, более низкорослые и более скороспелые, с белыми семенами, восковидным эндоспермом, устойчивостью к болезням и другими признаками.

На полях сорго часто встречаются естественные гибриды, отличающиеся повышенной энергией роста, из которых фермеры и селекционеры отбирают такие мощно развивающиеся растения для использования в качестве источников новых сортов. К числу сортов, произощедших, по-видимому, от таких растений, относятся Грохома, Санрайз кафрское, Даун кафрское, Дарсо и Уэстленд [26, 71]. Сорт Уэстленд был отобран главным образом из-за его устойчивости к корневой гнили. Ниже перечислены другие сорта, выделенные за их устойчивость к корневой гнили: Техасское майло, отобранное из сорта Карликовое желтое майло, Двойное

карликовое 38 майло из сорта Двойное карликовое желтое майло и Мартин из сорта Уитленд. Сорт Мартин был отобран фермером У. П. Мартином близ Лаббока (штат Техас) и в дальнейшем стал основным комбайновым сортом, возделываемым в области Великих Равнин.

Массовый отбор редко применяли для получения новых сортов сорго, хотя одно время его пропагандировали в качестве средства сохранения или повышения чистосортности [11].

Гибридизация. Примерно после 1925 г. гибридизация стала основным методом выведения новых сортов сорго. Сорта, выведенные путем гибридизации, и их происхождение приведены в таблице 1. Первыми сортами, полученными от скрещиваний, проведенных в 1914 г., были Чилтекс и Премо [56].

После гибридизации обычно применяют метод рядковой селекции с оценкой по потомству. В F_2 отбирают наилучшие по внешнему виду растения и высевают семена короткими рядами для получения F_3. Начиная с F_4 или F_5, отобранные растения изолируют с помощью мешочков для предупреждения естественного перекрестного опыления. Испытания на урожайность начинают с F_4 или F_5, а к размножению линий приступают примерно в F_6—F_8. При выведении некоторых сортов сорго применяли обратное скрещивание (см. табл. 1). К обратному скрещиванию прибегали для внесения в промышленные сорта сорго дополнительных генов, определяющих желтую окраску эндосперма. Обратное скрещивание служит также для превращения нормальных линий в линии с мужской стерильностью при выведении гибридных сортов сорго.

Гибридное сорго. Успехи, достигнутые в производстве гибридной кукурузы, стимулировали интерес к этому методу селекции по отношению к сорго. Неоднократно было доказано, что некоторые сорта сорго при скрещивании дают чрезвычайно мощные гибриды [5, 13, 29]. В этом отношении сорта сорго подобны самоопыленным линиям кукурузы; но, в противоположность кукурузе, самоопыление с целью получения чистых линий сорго не сопровождается заметным уменьшением размеров и снижением мощности растений [12]. С другой стороны, гибриды, полученные от

скрещивания отобранных растений, могут давать урожаи, превышающие урожаи стандартных промышленных сортов на 25—40% [66]. В течение многих лет камнем преткновения для использования гибридов сорго были неудачи при разработке экономического метода проведения скрещиваний.

Промышленное производство гибридов сорго возможно при использовании мужской стерильности. Имеются сообщения о существовании нескольких генов, определяющих генетическую мужскую стерильность [56]. В 1937 г. была разработана схема использования генетической мужской стерильности для промышленного производства гибридных семян [61]. Согласно этой схеме, половина женских цветущих метелок фертильны, и их следует удалить перед опылением; эта операция настолько удорожает производство семян, что весь процесс становится неприемлемым. В следующем методе, который был предложен, использовался материал с генетической мужской стерильностью, полученный от сорта Дей [63]. Промышленные гибриды сорго, для получения которых пользовались признаком мужской стерильности, присущей сорту Дей, только что стали поступать в производство, когда у сорго была обнаружена цитоплазматическая мужская стерильность [62]. Цитоплазматическую мужскую стерильность легче использовать, и она более экономична для производства гибридного сорго, чем генетическая стерильность сорта.

Мужская стерильность сорта Дей. В штате Теннесси в 1943 г. на поле сорго сорта Дей было обнаружено растение, обладающее мужской стерильностью. Этот признак мужской стерильности, обычно называемый мужской стерильностью Дей, является генетическим признаком. Растения, обладающие генами мужской стерильности Дей, при скрещивании с одними сортами дают растения F_1 с мужской стерильностью, но при скрещивании с другими сортами дают растения F_1 с мужской фертильностью. Была разработана схема трехлинейного скрещивания для производства гибридных семян с мужской стерильностью Дей [63]. Согласно этой схеме, три сорта семян и два изолированных гибридизационных участка используют следующим образом.

1. Линию *A*, расщепляющуюся на растения с мужской фертильностью и растения с мужской стериль-

ностью в отношении 1 : 1, сохраняют на изолированных участках путем сбора семян только с растений, обладающих мужской стерильностью. Линия *А* используется для посева материнских рядов на гибридизационном участке № 1, где нормальные растения удаляют до начала цветения.

2. Линия *В* обладает мужской фертильностью, но не восстанавливает фертильность пыльцы. Ее можно сохранять или путем пространственной изоляции, или путем изоляции метелок мешочками. Линию *В* используют для посева отцовских рядов на гибридизационном участке № 1.

3. С материнских рядов гибридизационного участка № 1 убирают простой гибрид $A \times B$, отличающийся мужской стерильностью, и высевают его семена в качестве материнских рядов на гибридизационном участке № 2.

4. Линию *С*, восстанавливающую фертильность пыльцы, высевают в качестве отцовских рядов на гибридизационном участке № 2.

5. Семена, полученные в результате трехлинейного скрещивания на гибридизационном участке № 1, собирают и используют для промышленного производства сорго.

Цитоплазматическая мужская стерильность. В 1950 г. частичная мужская стерильность была обнаружена в потомстве гибридов, у которых материнской формой было майло (рис. 9) [62]. При помощи обратного скрещивания с кафрским сорго стерильность была повышена, а в результате второго обратного скрещивания она стала выше 99%. Мужская стерильность явилась результатом введения хромосом кафрского сорго в цитоплазму майло.

При использовании майло в качестве отцовской формы у растений с мужской стерильностью восстанавливалась фертильность.

Многочисленные сорта кафрского сорго или сорта, происходящие от него, такие, как Техасское черноплеченчатое кафрское, Комбайновое кафрское 60, Мартин, Уитленд, Уэстленд, Редлен и Атлас, могут быть превращены в формы с цитоплазматической мужской стерильностью. Сорта Редбайн 60, Плейнсмен, Кэпрок, Комбайновое 7078, Сумак, Медовое, Треси, суданская трава

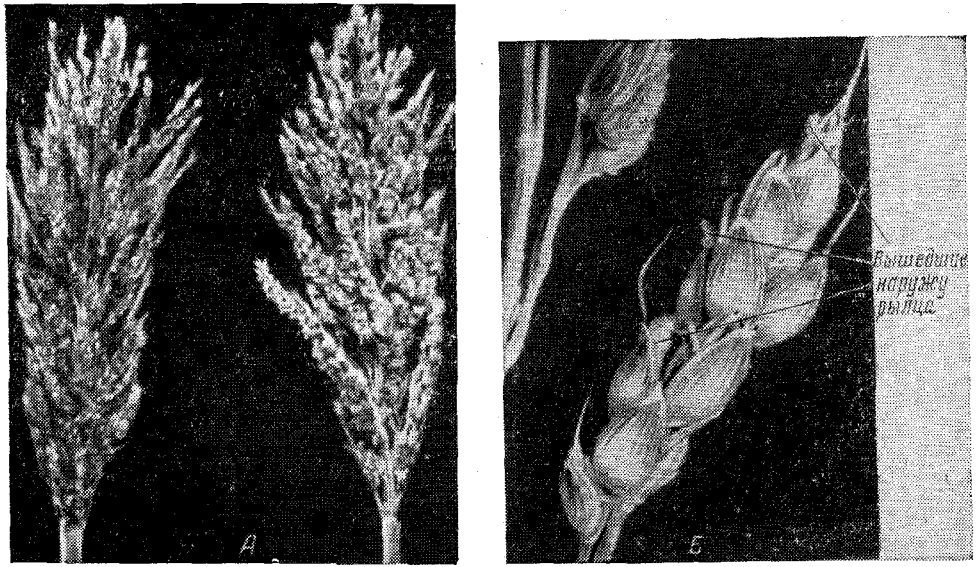


Рис. 9. Цитоплазматическая мужская стерильность у сорго.

А — метелки сорго с мужской стерильностью (*слева*) и мужской фертильностью (*справа*). Обратите внимание на вышедшие наружу пыльники на фертильной метелке. Обе метелки находятся в одной и той же фазе цветения; *Б* — ветвь метелки сорго с мужской стерильностью. Обратите внимание на вышедшие наружу рыльца, которые могут быть опылены пыльцой, принесенной ветром. Сравните с ветвью метелки с мужской фертильностью (см. рис. 3), на которой видны вышедшие наружу пыльники.

Свит и другие могут быть использованы в качестве источников генов, восстанавливающих фертильность. Так, например, для получения некоторых промышленных гибридных сортов зернового сорго пользуются Комбайновым кафрским 60 в качестве сорта с муж-

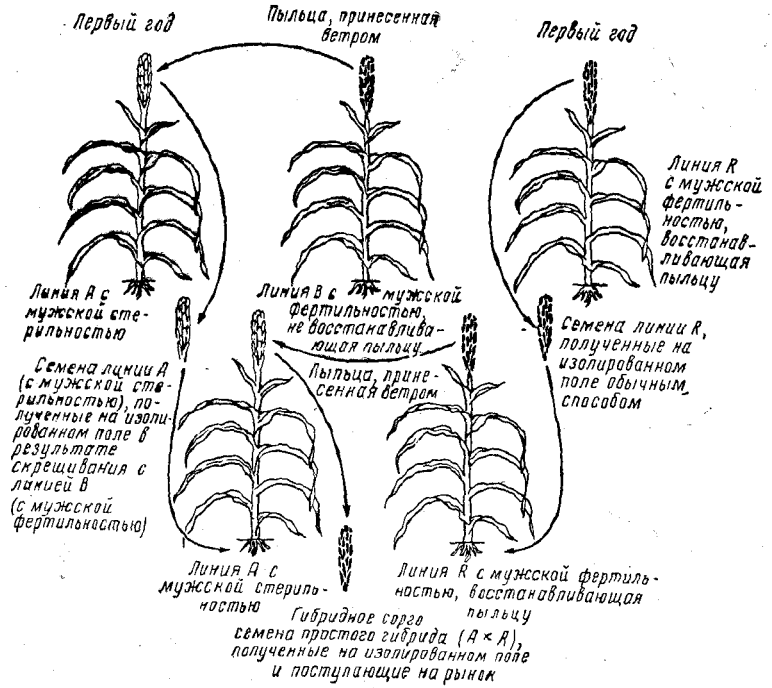


Рис. 10. Схема производства семян гибридного сорго при использовании цитоплазматической мужской стерильности.

ской стерильностью (материнского), а сортами Редбайн 60, Комбайновым 7078 или Плейнсмен в качестве опылителей. Последние сорта восстанавливают фертильность пыльцы у растений простого гибрида (F_1).

Схема производства семян гибридного сорго с использованием цитоплазматической мужской стерильности была разработана в следующем виде (рис. 10).

1. Сохранение и размножение линии с цитоплазматической мужской стерильностью. Стерильную линию *А* выращивают на изолированном поле и опыляют линией *В*. Линия *В* идентична линии *А* с той только разницей, что она обладает мужской фертильностью.

2. Гибридизационный участок для производства семян простого гибрида. Линию *А* с мужской стерильностью высевают на втором изолированном поле и опыляют линией *R*. Линия *R* обладает мужской фертильностью и генами, восстанавливающими фертильность пыльцы.

3. Использование семян простого гибрида. Семена простого гибрида ($A \times R$) продают фермерам для промышленного производства сорго.

Цитоплазматическая мужская стерильность является более удовлетворительным средством для производства гибридного сорго, чем генетически контролируемый признак мужской стерильности сорта Дей.

Родительский материал легче сохраняется, и для производства гибридов требуется только два изолированных участка.

При промышленном производстве семян гибридного сорго на два рядка отцовских растений высевают шесть рядков материнских с мужской стерильностью или на четыре рядка отцовских — двенадцать материнских (рис. 11).

Для обеспечения запаса пыльцы в течение более продолжительного периода времени можно рекомендовать чередующиеся рядки отцовских растений высевать в различные сроки.

ЗАДАЧИ СЕЛЕКЦИИ СОРГО

Различные виды сорго возделывают на зерно, корм, силос, в качестве пастбищной культуры, для производства сиропа, для изготовления веников и других продуктов второстепенного значения. В результате перед селекционером сорго стоит множество разнообразных задач. Основными задачами селекции сорго являются: повышение урожайности, пригодность к механизированной уборке, ускорение созревания, повышение устойчивости к полеганию, осыпанию, болезням и к вредителям, повышение качества.



Рис. 11. Гибридизационный участок для производства семян гибридного сорго. Посередине два рядка отцовских растений с мужской фертильностью, по обеим сторонам рядки материнских растений с мужской стерильностью.



Рис. 12. Поле сорта Плейнсмен комбайнового зернового сорго, возделываемого в условиях искусственного орошения в штате Техас. С этого поля собирают по 50,4 ц зерна с 1 га.

Повышение урожайности. При проведении селекции на урожайность следует принимать во внимание цель возделывания сорго. Продуктивный сорт зернового сорго может дать неудовлетворительный урожай кормовой массы или сорт, вполне пригодный для изготовления сиропа, может оказаться непригодным для получения зерна. Урожай какого-либо сорта сорго зависит от врожденных признаков растения, таких, как сроки созревания, высота и чувствительность к длине дня, а также от условий окружающей среды, например от осадков, температуры и длины дня. При селекции сорго урожайность не всегда принималась во внимание в той же мере, как при селекции других культур [41]. При селекции сортов скороспелого комбайнового типа не предполагалось, что их потенциальная урожайность может превзойти урожайность ранее возделывавшихся более высокорослых сортов. Однако преимущества комбайновой уборки по сравнению с уборкой вручную настолько велики, что селекция карликовых типов была желательна даже в том случае, если бы не удалось вывести сортов, сравнимых по урожайности с более высокорослыми сортами. К счастью, низкорослые комбайновые сорта оказались даже более урожайными, чем вытесненные ими более высокорослые сорта (рис. 12). Можно предпола-

гать, что с появлением гибридного сорго в селекционной работе бо́льший упор будет сделан на повышение урожайности как зерновых, так и кормовых сортов, чем это было до сих пор.

Помимо потенциальной урожайности какого-либо сорта, продуктивность может зависеть от присущей сортовой устойчивости к различным условиям окружающей среды (засуха, болезни и вредители).

Пригодность к механизированной уборке. Механизированная уборка зернового сорго стала возможной бла-

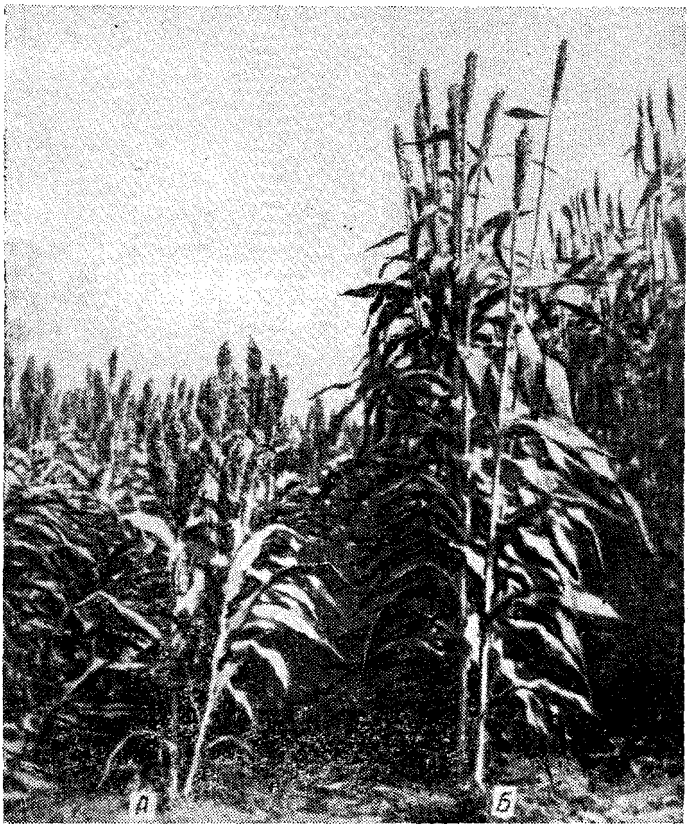


Рис. 13. Сравнение карликового комбайнового типа зернового сорго (*А*) с высокорослым сортом сахарного сорго (*Б*).

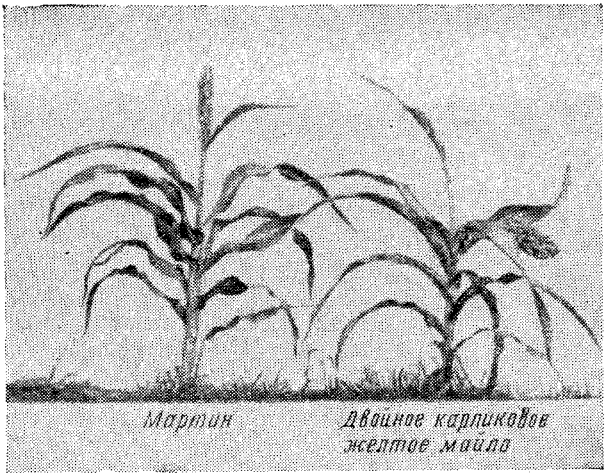


Рис. 14. Сравнение прямостоячей метелки и прочного стебля, свойственных сортам, произошедшим от скрещивания майло × кафрское сорго (сорт Мартин), с изогнутой метелкой и менее крепким стеблем сортов майло.

годаря выведению низкорослых (карликовых) сортов с прямостоячими метелками и прочными стеблями (рис. 13). Выведение сортов комбайнового типа способствовало быстрому расширению площади под зерновым сорго. Применявшаяся ранее уборка вручную была слишком трудоемкой и дорогостоящей, что препятствовало сколько-нибудь заметному расширению площади под зерновым сорго. Выведение сортов с прочными стеблями облегчило также машинную уборку сорго на силос.

Майло и некоторые сорта дурра обладают дугообразно изогнутыми метелками. Такие метелки не всегда бывают расположены на одной и той же высоте и сильно затрудняют уборку машинами. Селекционерам не удалось вывести сортов майло с прямостоячими метелками. Задача в конечном итоге была разрешена путем скрещиваний майло с кафрским сорго. В результате таких скрещиваний было выведено много новых карликовых сортов с прямостоячими метелками (рис. 14). Многие из этих новых комбайновых типов обладают также более

прочными стеблями и меньше полегают, чем родительские сорта.

Недостатком некоторых из более старых сортов сорго была неспособность метелок полностью выйти из верхнего листового влагалища. Часть метелки, заключенная во влагалище, созревала неодновременно с остальной метелкой и часто повреждалась хлопковой совкой или плесневела и загнивала. При выведении сортов комбайнового типа отбирали линии, у которых метелки полностью освобождались из влагалища и держались прямо на длинной цветоножке. Такие метелки высыхают равномерно по мере созревания растения и дают возможность проводить комбайновую уборку в ранние сроки.

Скороспелость. В 1930 г. производство зернового сорго в США было сосредоточено главным образом в районах с июльской температурой, равной или превышающей 24°, со средней продолжительностью безморозного периода, равной по меньшей мере 160 дням, и со средним годовым количеством осадков в пределах 425—1000 мм [40]. В районе Великих Равнин это соответствует приблизительно западной и северной окраинам штата Канзас, так что к западу или северу от этого штата зерновое сорго не возделывали в широких масштабах. Поскольку уборку сахарного сорго на корм можно проводить и при недозрелом зерне, его возделывали и в более северных районах, чем зерновое сорго. В результате выведения более скороспелых сортов стало возможным продвинуть зерновое сорго в районы, расположенные на большей высоте над уровнем моря, с более коротким летним периодом и с меньшим количеством осадков. В настоящее время сорго возделывают в районах со средней июльской температурой, равной 21°, со средней продолжительностью безморозного периода, равной 130 дням, и со средним годовым количеством осадков 375—425 мм. Производство сорго в районах с небольшим количеством осадков стало возможным потому, что скороспелые сорта сорго часто избегают повреждения засухой, тогда как позднеспелые сорта в тех же условиях успевали бы использовать всю доступную им влагу еще до созревания.

К числу скороспелых сортов, имеющих большое значение в продвижении зернового сорго в западные и

северные районы, относятся Сунер, Колби, Коес, Раннее Кало, Норгум и Релайенс. Благодаря использованию одного или нескольких из этих или других скороспелых сортов культура зернового сорго распространилась в северо-восточной части штата Колорадо, в штатах Небраска, Южная Дакота и некоторых частях Вайоминга и область возделывания зернового сорго увеличилась свыше чем на 518 000 кв. км [56]. Это увеличение площади произошло за счет тех районов, где прежние позднеспелые сорта не могли бы с полной безопасностью созревать до наступления заморозков.

Помимо скороспелости, сорта, подобные сорту Релайенс, обладают и другими признаками, делающими их пригодными для возделывания в условиях короткого вегетационного периода в Южной Дакоте, где они и были выведены [16]. К этим признакам относятся: способность семян к прорастанию при низких температурах, что позволяет проводить посев в ранние сроки; рыхлый тип метелки, способствующий лучшему высыханию зрелых семян, чем тип плотной метелки, и полное освобождение метелки из влагалища верхнего листа, что способствует хорошему ее высыханию.

Устойчивость к полеганию и осыпанию. Многие из прежних сортов были сильно подвержены полеганию, а некоторые сорта, например типов дурра и фетерита, были особенно склонны к осыпанию. Благодаря более коротким и прочным стеблям, комбайновые сорта менее склонны к полеганию, чем более высокорослые сорта, возделываемые в прежнее время. Сорта майло особенно восприимчивы к поражению угольной гнилью, а возделываемые прежде сорта майло были восприимчивы к корневой гнили; обе эти болезни могут явиться причиной сильного полегания растений на зараженных полях. Отбор сортов, устойчивых к корневой гнили, почти полностью устранил опасность полегания, вызванного этой болезнью. Были также выведены сорта сахарного сорго с более прочными стеблями. Сорт Атлас, полученный в результате скрещивания сортов Саурлесс и Черноплеичатое кафрское, отличается прочностью стеблей, что дает возможность проводить уборку его машинами. Особых успехов в выведении сортов типов дурра и фетерита, устойчивых к осыпанию, сделано не было. К счастью, сорта майло и кафрского сорго не склонны к осыпанию

в такой степени, как у сортов дурра и фетерита. Этот признак сильно препятствует использованию последних.

Устойчивость к болезням. Культура сорго подвержена многочисленным болезням. Были выведены сорта, устойчивые к нескольким из наиболее опасных болезней. К числу болезней, привлекших наибольшее внимание селекционеров, относятся: корневая гниль, различные формы головни, различные стеблевые гнили и болезни листьев.

Корневая гниль вызывается грибом *Periconia circinata* [37]. Впервые она была отмечена в Техасе в 1925 г. и в Канзасе в 1926 г., но вскоре распространилась и в другие штаты. Она поражает восприимчивые сорта майло и сорта, происходящие от майло. У растения, зараженного этой болезнью, обнаруживаются ожоги на пятой или шестой неделе после появления всходов. Этот симптом трудно отличить от повреждения клопом-черепашкой или засухой [46]. Листья скручиваются и приобретают по краям желтоватый оттенок. Растения задерживаются в росте, образуют зерно плохого качества или погибают полностью. После того, как гриб распространится в почве, интенсивность заражения повышается по мере возделывания на данном участке восприимчивых сортов в течение двух или трех лет подряд. Корневая гниль — одна из самых серьезных болезней сорго, и во многих районах возделывание майло в широком масштабе было бы невозможно без выведения устойчивых сортов.

Выявление сортов майло, устойчивых к корневой гнили, оказалось сравнительно легким делом. Кафрское сорго, фетерита и большинство форм сахарного сорго — высокоустойчивы к этой болезни. Сорта майло и большинство производных майло, возделывавшихся до 1937 г. [54], Дарсо и одна из линий сорта Сумак восприимчивы к этой болезни. В 1930 г. в Канзасе на зараженном поле Карликового желтого майло было обнаружено два здоровых растения, тогда как все остальные растения майло погибли. Потомство этих двух растений оказалось устойчивым при выращивании на зараженной почве. Из этих растений, а также из устойчивых растений, обнаруженных у других стандартных сортов майло, были выведены устойчивые линии почти



Рис. 15. Степень устойчивости родительских сортов и линий F_3 к корневой гнили. Белый Дарсо (устойчивый) скрестили с Дарсо С. I. 615 (восприимчивый). Линии F_3, полученные от этого скрещивания, высадили в ящик отдельными рядками, так же как и родительские сорта. Рядки 2, 4, 6 и 9 расщепляются; рядки 3 и 7 восприимчивы; рядки 8 и 10 устойчивы к корневой гнили.

всех восприимчивых сортов, возделывавшихся в то время. В настоящее время устойчивость к корневой гнили является необходимым требованием, предъявляемым к каждому сорту майло или сорту, происходящему от майло. К числу выведенных устойчивых сортов относятся: Устойчивый Уитленд, Плейнсмен, Уэстленд, Мартин, Мидленд, Кэпрок, Двойное карликовое 38, Двойной карликовый белый устойчивый Сунер, Двойной карликовый желтый устойчивый Сунер, Редбайн 60, Редбайн 66, Белый Дарсо и Дарсет.

Метод селекции на устойчивость к корневой гнили несложен. Растения, отобранные из майло, или потомства гибридов майло выращивают на зараженных полях или в теплице в ящиках, наполненных зараженной почвой (рис. 15). Устойчивые растения легко отличить от восприимчивых по их нормальному внешнему виду. Устойчивость к корневой гнили определяется одним геном и является признаком, частично доминирующим [7]. Высказывалось предположение, что некоторые из устойчивых растений, встречающиеся изредка в посевах восприимчивых сортов, могли появиться в результате мутации. Другие устойчивые растения, обнаруженные на зараженных участках, не обладали признаком тех сортов, из которых они были отобраны или давали расщепляющееся потомство, что служит доказательством их возникновения в результате случайного скрещивания данного восприимчивого сорта с каким-либо устойчивым. Ряд устойчивых сортов, отличавшихся от восприимчивого родительского сорта лишь геном, контролирующим устойчивость или восприимчивость к корневой гнили, были испытаны на урожайность на зараженной почве в течение нескольких лет в Чилликоте, штат Техас [54]. Восприимчивые сорта давали лишь 44—76% урожаев устойчивых сортов в условиях одинаковой зараженности почвы этой болезнью.

Головня. В США сорго поражают три вида головни [38]: твердая, пыльная и головня метелки.

Твердая головня, возбудителем которой является гриб *Sphacelotheca sorghi,* принадлежит к числу наиболее распространенных и опасных болезней сорго в США (рис. 16). Споры гриба переносятся на семенах и заражают молодые растения. Позднее головня уничтожает зерно у зараженных растений. Известно пять

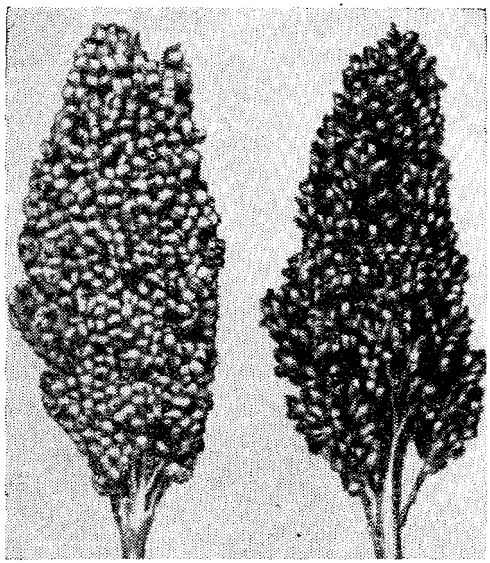


Рис. 16. Метелки сорго:
слева — нормальная, *справа* — пораженная головней.

физиологических рас, различающихся по способности заражать те или иные сорта сорго [38, 45].

Раса 1. Майло, фетерита и хигери устойчивы.

Раса 2. Фетерита устойчива. Майло и хигери восприимчивы.

Раса 3. Майло устойчиво. Фетерита восприимчива.

Раса 4. Фетерита и майло устойчивы. Белое майло восприимчиво.

Раса 5. Некоторые сорта и гибриды фетериты устойчивы.

Сорт Спер фетерита устойчив ко всем расам. Кафрское сахарное и веничное сорго, формы дурра, суданская трава, Дарсо и Карликовое Фрид восприимчивы ко всем расам.

Пыльная головня, вызываемая грибом *Sphacelotheca cruenta,* менее распространена, чем твердая головня. Споры переносятся на семенах или остаются в почве. Пыльная головня снижает не только урожай зерна, но

иногда и урожай кормовой массы вследствие уменьшения размеров зараженных растений и преждевременного образования у них метелок. Известны три физиологические расы пыльной головни [38, 45].

Раса 1. Майло, хигери и фетерита устойчивы. Кафрское, сахарное и веничное сорго восприимчивы.

Раса 2. Майло и хигери устойчивы. Кафрское, сахарное и веничное сорго, а также фетерита восприимчивы.

Раса 3. Гумай восприимчив.

Сорт Спер фетерита устойчив ко всем расам.

Головня метелки сорго, вызываемая грибом *Sphacelotheca reiliana,* уничтожает всю метелку. Гриб-возбудитель передается через почву. Фетерита, Белое майло и веничное сорго обладают высокой степенью устойчивости. Сахарное сорго и сорта дурра очень восприимчивы; кафрское сорго и суданская трава умеренно восприимчивы [38]. Эта болезнь в настоящее время распространена сильнее, чем раньше, и в некоторых районах начинает представлять серьезную опасность.

Искусственное заражение растений сорго твердой или пыльной головней можно осуществить, опыливая семена сухими спорами этих грибов.

Угольная гниль, возбудителем которой является гриб *Macrophomina phaseoli,* представляет собой обычную болезнь сорго как в области Великих Равнин, особенно в засушливые годы, так и в других районах США. Эта болезнь вызывает разрушение сердцевины пораженных стеблей, вследствие чего серьезно поврежденные растения сильно полегают. Большинство сортов майло и производных майло бывают сильно поражены этой болезнью [38]. Фетерита, хигери и суданская трава умеренно восприимчивы к ней. Кафрское и сахарное сорго более устойчивы. Некоторые сорта сахарного сорго в штате Оклахома обнаружили высокую степень устойчивости. Три сорта (Атлас, Африканское просо и Сумак 1712) возделывают там в широком масштабе вследствие их устойчивости к возбудителю угольной гнили [72].

Гниль стебля, симптомы которой сходны с симптомами угольной гнили, вызывается грибом *Fusarium moniliforme* [69]. Техасское чернопленчатое кафрское сорго, фетерита, Ранний Сумак и большинство сортов, устойчивых к угольной гнили, устойчивы также и к фузариозной стеблевой гнили.

Антракноз и красная гниль представляют собой две фазы одной и той же болезни, вызываемой грибом *Colletotrichum graminicolum* [36]. Антракноз, или фаза пятнистости листьев, можно определить по желтовато-бурым, красноватым или пурпурным пятнам на листьях, причем окраска пятен зависит от того, какой имеется в данном случае ген окраски растения. По мере развития растения пятна увеличиваются и часто охватывают и уничтожают большие участки листа. У различных сортов наблюдались различные степени устойчивости и восприимчивости к фазе пятнистости листьев. Сорта сахарного сорго Атлас, Плантер и Сарт и сорта зернового сорго Хигери, Розовое кафрское и Черное кафрское устойчивы [26, 36]. Сорта веничного сорго очень восприимчивы. Большинство сортов суданской травы в высшей степени восприимчивы, хотя сорт Тифт обладает умеренной устойчивостью [8]. Искусственное заражение осуществляется путем инъекции суспензии спор гриба-возбудителя в основание листа.

Красная гниль, или фаза стеблевой гнили, начинается с внедрения гриба в корневую шейку растения, затем гриб распространяется вверх по внутренним тканям стебля и препятствует перемещению воды и питательных веществ. Пораженные ткани краснеют, на стебле появляются красновато-бурые и пурпурные пятна. Изменение окраски может распространяться на сироп, изготовленный из пораженного сорго. Зараженные растения сильно полегают, а стебли надламываются у поверхности почвы. Сорта сахарного сорго Красное Леоти, Мак-Лин, Сарт, Плантер и Атлас и зернового Клаб кафрское, Хигери, Розовое кафрское и Чернопленчатое кафрское устойчивы к фазе красной гнили [23, 26]. Веничное сорго к ней восприимчиво. Тесной связи между устойчивостью к листовой (антракноз) и стеблевой (красная гниль) фазам, по-видимому, не существует. Искусственное заражение красной гнилью проводят путем введения суспензии спор гриба-возбудителя в ткани стебля примерно на половине его высоты в период между фазами колошения и цветения.

Устойчивость к фазе антракноза наследуется как простой доминирующий фактор (рис. 17) [35]. Отдельный ген контролирует устойчивость к фазе стеблевой красной гнили при доминирующей устойчивости [10]. Между эти-

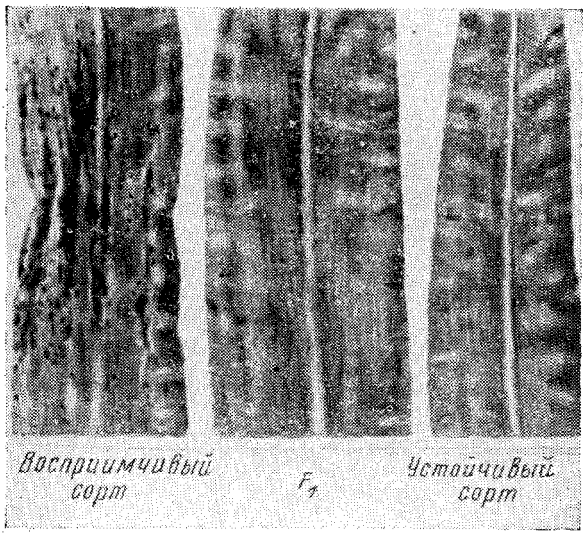


Рис. 17. Реакция на антракноз (фаза листовой пятнистости) после искусственного заражения растений восприимчивого родительского сорта (MN 778), устойчивого сорта (MN 960) и F_1. Устойчивость у сорго к заражению листьев *антракнозом* определяется одним доминантным геном. Заражение осуществляют впрыскиванием культуры гриба в основание листа с помощью иглы для подкожной инъекции.

ми двумя генами существует тесное сцепление, и наследуются они независимо от гена, определяющего красную окраску растения после его повреждения (механического или вследствие болезни).

Гельминтоспориоз листьев, вызываемый грибом *Helminthosporium turcicum,* который также является возбудителем гельминтоспориоза кукурузы, — наиболее распространенная болезнь сорго и суданской травы во влажных южных и юго-восточных районах США. Гриб-возбудитель распространяется семенами или через почву. Он может вызвать загнивание семян, угасание всходов или гибель больших участков листьев на более старых растениях. К числу устойчивых сортов относятся Раннее хигери, Спер фетерита, Шэллю, боль-

шинство сортов кафрского сорго, сорта сахарного сорго Атлас, Мак-Лин, Гузнек, Норкан и Дентон, а также сорта суданской травы Тифт и Гринлиф [8, 38, 50]. Сорт Тифт был выделен из гибридного материала [(суданская трава × Леоти) × суданская трава]. Лишь одно из 30 тыс. растений F_2 этого гибрида обладало устойчивостью сахарного сорго Леоти и признаками растений суданской травы (рис. 18).

Устойчивость к вредителям. Значительные усилия были затрачены на выведение сортов сорго, устойчивых к клопу-черепашке, поскольку это насекомое является опасным вредителем сорго в восточных районах Оклахомы, Канзаса и Небраски. Вообще говоря, сорта сахарного сорго довольно устойчивы, сорта кафрского сорго умеренно устойчивы, сорта фетериты восприимчивы, а сорта майло очень восприимчивы к поражению этим вредителем [60], но существуют и некоторые исключения из этого общего правила. Сорт сахарного сорго Атлас является одним из наиболее устойчивых сортов. К числу других сортов, обнаруживших высокую устойчивость, относятся сорта сахарного сорго Санрайз и Канзасское оранжевое и сорта кафрского сорго Даун, Черноплечатое, Розовое, Клаб, Дарсо, Редлен, Карликовое кафрское 44-14 и Комбайновое 60 [48]. Во избежание сильных повреждений прибегают к возделыванию чрезвычайно ранних сортов и ранним срокам посева. Изучение наследования затруднялось из-за гетерозиса гибридов сорго, благодаря которому они так быстро и мощно развивались, что клоп-черепашка не мог особенно сильно их повредить. Изучение наследования показывает, что здесь могут принимать участие несколько генов, причем устойчивость доминирует хотя бы частично. Изученные морфологические и физиологические факторы, по-видимому, не связаны с устойчивостью, так же как и химический состав различных частей растения.

Тли, хлопковая совка, осенняя совка, виды саранчовых, муравьи, проволочники, юго-западный кукурузный мотылек, сорговая галлица также являются серьезными вредителями сорго в различных районах страны. В юго-восточных штатах производство сорго без устойчивости к сорговой галлице будет ограничено. Новые интродуцированные формы, у которых цветки не раскрываются во время опыления, могут оказаться полезными при

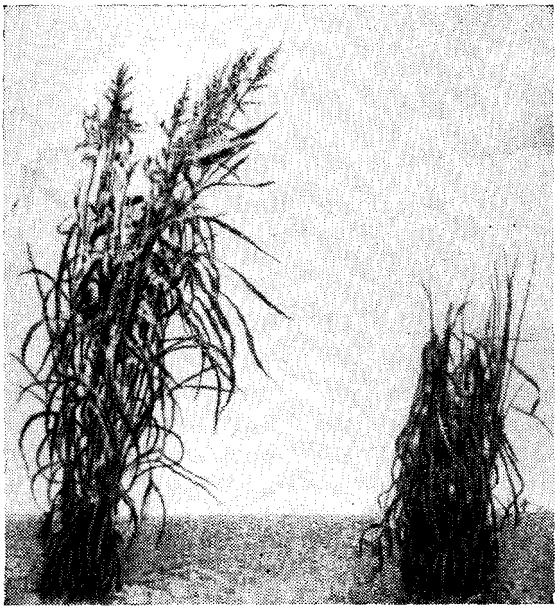


Рис. 18. *Болезнеустойчивое растение* F_2 *гибрида* [(суданская трава × сахарное сорго Леоти) × суданская трава] *(слева)* по сравнению с суданской травой *(справа)*, пораженной болезнями листьев.

выведении сортов, устойчивых к галлице, поскольку взрослые мушки будут лишены возможности откладывать яйца в цветки сорго во время цветения. При исследовании, проводившемся в Канзасе, сорта суданской травы обнаружили значительные различия в отношении устойчивости к кукурузной листовой тле [22]. Различия в устойчивости наблюдались также между отдельными растениями некоторых сортов суданской травы, что указывает на возможность повышения устойчивости путем отбора в пределах одного сорта. Наиболее восприимчивыми оказались сорта сорго комбайновые и типа майло.

Качество. Разнообразие использования урожая сорго усложняет селекцию на повышение качества. Ниже будут рассмотрены некоторые из наиболее важных проблем улучшения качества зерна и кормовой массы.

Качество зерна. У многих сортов сахарного сорго семена отличаются бурой или темной окраской и горьким вкусом. Горький привкус объясняется содержанием небольших количеств танина и других вяжущих веществ в бурых или темноокрашенных семенных оболочках [3]. Белые или светлоокрашенные семенные оболочки, как у майло и кафрского сорго, практически не содержат танина. Попытки сочетания хороших вкусовых качеств семян различных типов сахарного сорго привели к выведению сортов Атлас, Норкан и Эллис, которые распространились в восточных районах штатов Канзас, Оклахома и Небраска, в Миссури и других штатах. Некоторые сорта зернового сорго отличаются желтовато-коричневой окраской и горьким вкусом семян. К числу таких сортов относятся Дарсо, Дарсет и Грохома. Дарсо и Дарсет пользовались популярностью во влажных районах штата Оклахома из-за их устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и повреждению птицами. В тех районах, где распространены сорта Дарсо и Дарсет, зерновые сорта с белыми и желтыми семенами меняют окраску под влиянием очень неблагоприятных погодных условий. Устойчивость сорта Дарсо к повреждению птицами, по-видимому, объясняется терпким вкусом семян, обусловленным наличием коричневой семенной оболочки. Тем не менее семена белой и желтой окраски более популярны в большинстве районов, где возделывают зерновое сорго. Различная окраска семян, влияющая на вкусовые качества семян сорго, определяется несколькими генами [56].

При промышленном производстве крахмала из сорго было обнаружено, что наличие некоторых красных, пурпуровых или черных водорастворимых пигментов в тканях растения, в чешуях или в нижнем слое семенной оболочки может обусловить красную окраску, которую крахмал поглощает в процессе замочки [67]. Необходимое обесцвечивание крахмала путем его отбеливания или какими-либо другими средствами повышает стоимость переработки. Некоторые сорта, например Шэллю или Леоти красное, имеют светлую желтовато-коричневую окраску растения, нерастворимую в воде и наследуемую как рецессивный признак. Леоти красное является одной из родительских форм сорта Коди, не содержащего водорастворимого пигмента и не имеющего нижнего

слоя семенной оболочки, из которого можно получить чистый белый крахмал. Сорт Коди имеет также восковидный эндосперм, используемый в промышленности как заменитель крахмала тапиоки при приготовлении десертных блюд. Ген восковидности наследуется как простой рецессив. Крахмал из восковидного эндосперма окрашивается йодом в красный цвет, а не в синий, характерный для обычного крахмала.

Кормовая ценность зерна сорго может быть повышена путем выведения сортов с желтым эндоспермом, содержащим каротин и ксантофилл. Первые сорта с желтым эндоспермом были интродуцированы в США в 1952 г. [56]. Повышение питательной ценности многих сортов и гибридов быстро достигается путем введения в них признака желтого эндосперма методом обратных скрещиваний. Результаты предварительных опытов показывают, что содержание никотиновой кислоты у сорго также может быть повышено путем отбора [67].

Кормовое качество. Улучшение кормового качества следует рассматривать в связи с типом возделываемого сорго и способом его использования. Сахарное сорго, некоторые сочные и хорошо облиственные сорта зернового сорго, суданская трава и гумай используются на корм. Их можно использовать на зеленый корм, сено, силос или в качестве пастбищных культур. Кормовое качество может быть повышено путем селекционной работы, направленной на разрешение различных, рассмотренных выше, задач. Сюда относятся: селекция на позднеспелость и высокорослость с целью повышения урожая зеленой массы, выведение сортов двойного назначения для повышения вкусовых качеств зерна у сортов, используемых на силос или на корм; селекция на устойчивость к болезням, вызывающим дефолиацию растений или снижение питательной ценности листьев и стеблей; селекция на устранение нежелательных растительных пигментов.

Сочность и сахаристоть — качества, желательные для кормового сорго. У сухостебельных сортов содержание сока составляет 17—20%, тогда как у сочностебельных оно колеблется в пределах 33—48% [1]. Кафрское сорго и хигери используют на корм вследствие их сочности по сравнению с сухостебельными сортами майло и фетерита, а также из-за того, что, несмотря на свою облиственность,

они менее склонны к полеганию, чем многие сорта сахарного сорго. Сочность стебля определяется одним геном, причем сухостебельность доминирует над сочностебельностью [56]. Сахаристость стебля наследуется как признак, определяемый одним геном, причем, согласно сообщениям, опубликованным в Индии [2], доминирует отсутствие сахаристости; однако для американских сор-

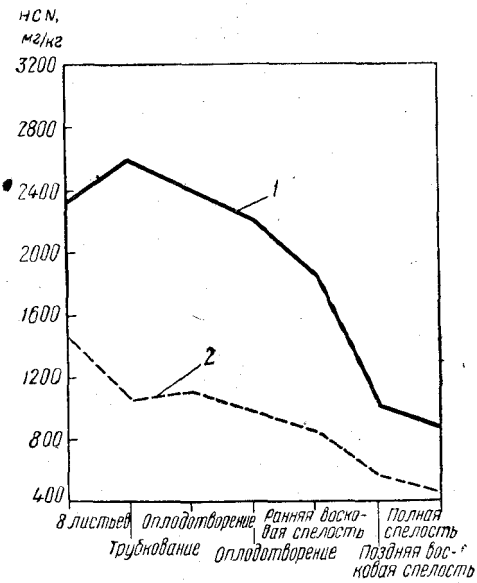


Рис. 19. Сравнение содержания синильной кислоты в зеленой массе линий сорго с высоким *(1)* и низким *(2)* содержанием ее в различные фазы развития и созревания растений.

тов это наблюдение, по-видимому, не подтверждается. У несочных растений средняя жилка листа белая, а у сочных — мутная, так как воздушные пространства между клетками заполнены соком.

Улучшение сахарного сорго было осуществлено путем выведения сортов с пониженным содержанием синильной кислоты. В зеленых листьях растения сорго со-

держится цианогенный глюкозид дуррин, который при гидролизе в присутствии фермента выделяет синильную кислоту. При некоторых условиях роста и окружающей среды содержание синильной кислоты в растениях сорго может стать настолько высоким, что даже может явиться причиной смертельного отравления пасущихся животных. Было доказано, что некоторые линии сорго при одинаковых условиях могут выделять различные количества синильной кислоты (рис. 19). [17, 23]. Самоопыленные линии с низким содержанием синильной кислоты сохранили эту особенность при испытании, проводившемся в течение нескольких лет. Опасность отравления при выпасе скота на посевах сахарного сорго или суданской травы может быть уменьшена путем использования линий с низким содержанием синильной кислоты.

Сорт сахарного сорго Ранчер с низким содержанием синильной кислоты был выпущен в производство в Южной Дакоте в 1945 г., а сорт суданской травы Пипер — в Висконсине в 1950 г. Оба эти сорта были выведены путем скрещивания линий с низким содержанием синильной кислоты. Селекционная работа по выведению сортов с низким содержанием синильной кислоты облегчается благодаря разработке простого способа измерения ее содержания в растительных тканях [23]. Изучение наследования этого признака показывает, что уровень содержания синильной кислоты у растения определяется более чем одним геном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ayyangar G. N. R., Juiciness and sweetness in sorghum stalks, *Madras Agric. Jour.*, **23**, 350—352, 1935.
2. Ayyangar G. N. R., Ayyar M. A. S., Rao V. P., Nambiar A. K., Mendelian segregations for juiciness and sweetness in sorghum stalks, *Madras Agric. Jour.*, **24**, 247—248, 1936.
3. Ball C. R., The breeding of grain sorghums, *American Breeders Magazine*, 1, 283—293, 1910.
4. Ball C. R., The history and distribution of sorghum, *U. S. D. A. Bureau Plant Industry Bull.* 175, 1910.
5. Bartel A. T., Hybrid vigor in sorghums, *Agron. Jour.*, 41, 147—152, 1949.
6. Bennett H. W., A sorgo × Johnsongrass species hybrid, segregates, and certain backcrosses, *Agron. Abstr.*, 1955.

7. Bowman D. H., Martin J. H., Melchers L. E., Parker J. H., Inheritance of resistance to Pythium root rot in sorghum, *Jour. Agric. Res.*, **55**, 105—115, 1937.
8. Burton G. W., Tift Sudan, *Georgia Coastal Plains Exp. Sta. Circ.* 11, 1949.
9. Chin T. C., The cytology of polyploid sorghum, *Amer. Jour. Bot.*, **33**, 611—614, 1946.
10. Coleman O. H., Stokes I. E., The inheritance of resistance to stalk red rot in sorghum, *Agron. Jour.*, **46**, 61—63, 1954.
11. Conner A. B., Karper R. E., Grain sorghum improvement, *Texas Agric. Exp. Sta. Bull.* 236, 1918.
12. Conner A. B., Karper R. E., Inbreeding grain sorghum, *Jour. Heredity*, **15**, 299—302, 1924.
13. Conner A. B., Karper R. E., Hybrid vigor in sorghum, *Texas Agric. Exp. Sta. Bull.* 359, 1927.
14. Dahms R. G., Guthrie W. D., Sieglinger J. B., Insecticide-treated bags protect sorghum heads, *What's New in Crops and Soils*, p. 24, Dec., 1951.
15. Endrizzi J. E., Morgan D. T., Jr., Chromosomal interchanges and evidence for duplication in haploid *Sorghum vulgare, Jour. Heredity*, **46**, 201—208, 1955.
16. Franzke C. J., Reliance, an early grain sorghum, *S. D. Agric. Exp. Sta. Bull.* 426, 1953.
17. Franzke C. J., Puhr L. F., Hume A. N., A study of sorghum with reference to the content of HCN, *S. D. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 1, 1939.
18. Franzke C. J., Ross J. G., Colchicine induced variants in sorghum, *Jour. Heredity*, **43**, 107—115, 1952.
19. Garber R. J., Atwood S. S., Natural crossing in sudangrass, *Jour. Amer. Soc. Agr.*, **37**, 365—369, 1945.
20. Harris H. B., A new instrument for emasculating sorghum, *Agron. Jour.*, **47**, 236—237, 1955.
21. Hadley H. H., Cytological relationships between *Sorghum vulgare and S. halepense, Agron. Jour.*, **45**, 139—143, 1953.
22. Howitt A. J., Painter R. H., Field and greenhouse studies regarding the sources and nature of resistance of sorghums, *Sorghum vulgare* Pers., to the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *Kansas Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 82, 1956.
23. Hogg P. G., Ahlgren H. L., Environmental, breeding, and inheritance studies of hydrocyanic acid in *Sorghum vulgare* var. *sudanense, Jour. Agric. Res.*, **67**, 195—210, 1943.
24. Karper R. E., A dominant mutation of frequent recurrence in sorghum, *Amer. Natur.*, **66**, 511—529, 1932.
25. Karper R. E., Possibilities for industrial uses of grain sorghum, Chemurgic Reprint Series 40 (from The Chemurgic Digest, February, 1946).
26. Karper R. E., Registration of sorghum varieties, *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **33**, 257—258, 1941; **34**, 280, 1942; **36**, 453, 1944; *Agron. Jour.*, **41**, 536—540, 1949; **45**, 322—323, 1953; **46**, 526—527, 1954; **47**, 540, 1955.
27. Karper R. E., Chisholm A. T., Chromosome numbers in sorghum, *Amer. Jour. Bot.*, **23**, 369—374, 1936.

28. Karper R. E., Conner A. B. Natural cross-pollination in milo, *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **11**, 257—259, 1919.
29. Karper R. E., Quinby J. R., Hybrid vigor in sorghum, *Jour. Heredity*, **28**, 83—91, 1937.
30. Karper R. E., Quinby J. R., The hegari family, *Texas Agric. Exp. Sta. Prog. Report* 984, 1946.
31. Karper R. E., Quinby J. R., The history and evolution of milo in the United States, *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **38**, 441—453, 1946.
32. Karper R. E., Quinby J. R., Sorghum-its production, utilization and breeding, *Econom. Bot.*, **1**, 355—371, 1947.
33. Karper R. E., Quinby J. R., Jones O. L., Dickson R. E., Grain sorghum varieties in Texas, *Texas Agric. Exp. Sta. Bull.* 459, 1932.
34. Karper R. E., Quinby J. R., Kramer N. W., New varieties of sorghum, *Texas Agric. Exp. Sta. Prog. Report* 1367, 1951.
35. LeBeau F. J., Coleman O. H., The inheritance of resistance in sorghum to leaf anthracnose, *Agron Jour.*, **42**, 33—34, 1950.
36. LeBeau F. J., Stokes I. E., Coleman O. H., Anthracnose and red rot of sorghum, *U. S. D. A. Tech. Bull.* 1035, 1951.
37. Leukel R. W., Johnson A. G., *Periconia circinata*, the cause of milo disease, *Science*, **107**, 93—94, 1948.
38. Leukel R. W., Martin J. H., Lefebvre C. L., Sorghum diseases and their control, *U. S. D. A. Farm. Bull.* 1959, 1944.
39. Martin J. H., Sorghum improvement, Yearbook of Agriculture, 523—560, *U. S. D. A.*, Washington, D. C., 1936.
40. Martin J. H., Climate and sorghum, Yearbook, Climate and Man, 343—347, *U. S. D. A.*, Washington, D. C., 1941.
41. Martin J. H., Breeding sorghums for social objectives, *Jour. Heredity*, **36**, 99—106, 1945.
42. Martin J. H. Broomcorn — the frontiersman's cash crop, *Econom. Bot.*, **7**, 163—181, 1953.
43. Martin J. H., Leonard W. H., Principles of field crop production, The Macmillan Company, New York, 1949.
44. Martin J. H., Stephens J. C., The culture and use of sorghums for forage, *U. S. D. A. Farm. Bull.* 1944 (Revised), 1955.
45. Melchers L. E., The reaction of a group of sorghums to the covered and loose kernel smuts, *Amer. Jour. Bot.*, **27**, 789—791, 1940.
46. Melchers L. E., Lowe A. E., The development of sorghums resistant to milo disease, *Kansas Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 55, 1943.
47. Nafziger T. E., How sorghum crosses are made, *Jour. Heredity*, **9**, 321—322, 1918.
48. Painter R. H., Insect resistance in crop plants, The Macmillan Company, New York, 1951.
49. Parker J. H., Registration of improved sorghum varieties, *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **30**, 306—308, 1938.
50. Pickett R. C., Sudangrass in Kansas, *Kansas Agric. Exp. Sta. Circ.* 311, 1954.

51. Quinby J. R., Karper R. E. The inheritance of three genes that influence time of floral initiation and maturity date in milo, *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **37**, 916—936, 1945.
52. Quinby J. R., Karper R. E., The effect of short photoperiod on sorghum varieties and first generation hybrids, *Jour. Agric. Res.*, **75**, 295—300, 1947.
53. Quinby J. R., Karper R. E. The effect of different alleles on the growth of sorghum hybrids, *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **40**, 255—259, 1948.
54. Quinby J. R., Karper R. E. The effect of milo disease on grain and forage yields of sorghum, *Agron. Jour.*, **41**, 118—122, 1949.
55. Quinby J. R., Karper R. E., Inheritance of height in sorghum, *Agron. Jour.*, **46**, 211—216, 1954.
56. Quinby J. R., Martin J. H., Sorghum improvement, *Advances in Agronomy*, **6**, 305—359, 1954.
57. Quinby J. R., Stephens J. C., Karper R. E., Jones D. L., Forage sorghums in Texas, *Texas Agric. Exp. Sta. Bull.* 496, 1934.
58. Ross J. G., Franzke C. J., Schuh L. A., Studies on colchicine-induced variants in sorghum, *Agron. Jour.*, **46**, 10—15, 1954.
59. Sieglinger J. B., Cross-pollination of milo in adjoining rows, *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **13**, 280—282, 1921.
60. Snelling R. O., Painter R. H., Parker J. H., Osborn W. M., Resistance of sorghums to the chinch bug, *U. S. D. A. Tech. Bull.* 585, 1937.
61. Stephens J. C., Male sterility in sorghum: its possible utilization in production of hybrid seed, *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **29**, 690—696, 1937.
62. Stephens J. C., Holland R. F., Cytoplasmic male-sterility for hybrid sorghum seed production, *Agron. Jour.*, **46**, 20—23, 1954.
63. Stephens J. C., Kuykendall G. H., George D. W., Experimental production of hybrid sorghum seed with a three-way gross, *Agron. Jour.*, **44**, 369—373, 1952.
64. Stephens J. C., Quinby J. R., Bulk emasculation of sorghum flowers, *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **25**, 233—234, 1933.
65. Stephens J. C., Quinby J. R., Anthesis, pollination and fertilization in sorghum, *Jour. Agric. Res.*, **49**, 123—136, 1934.
66. Stephens J. C., Quinby J. R., Yield of a hand produced hubrid sorghum, *Agron. Jour.*, 44, 231—233, 1952.
67. Swanson A. F., Recent developments in grain sorghum production by plant breeding methods, *Agron. Jour.*, 41, 179—181, 1949.
68. Swanson A. F., Laude H. H., Sorghum for Kansas, *Kansas Agric. Exp. Sta. Bull.*, 304, 1942.
69. Tullis E. C., *Fusarium moniliforme*, the cause of a stalk rot of sorghum in Texas, *Phytopathology*, **41**, 529—535, 1951.
70. Vinall H. N., A method of crossing sorghums, *Jour. Heredity*, **17**, 296—299, 1926.

71. Vinall H. N., Stephens J. C., Martin J. H., Identification, history, and distribution of common sorghum varieties, *U. S. D. A. Tech. Bull.* 506, 1936.
72. Wadsworth D. F., Sieglinger J. B., Charcoal rot of sorghum, *Oklahoma Agric. Exp. Sta. Bull.* B-355, 1950.

Перевод О. Лисовской

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЯН ГИБРИДНОГО СОРГО

СТЕФЕНС ДЖ. С., ХОЛЛАНД Р. Ф.

Stephens J. C., Holland R. F., Agron. J., **46**, 1, 20—23, 1954

В 1953 г. были опубликованы [1] результаты изучения трехлинейного скрещивания как метода производства семян гибридного сорго. Для определения возможной роли цитоплазматических факторов при появлении мужской стерильности в F_1 в комбинации *msms* Дей × кафрское сорго были проведены всевозможные скрещивания между гетерозиготными *(Msms)* сортами Дей, Двойное карликовое желтое Сунер майло и Техасским чернопленчатым кафрским сорго. Полученные доказательства говорили скорее о генетической стерильности гибридов F_1, чем о цитоплазматической. Растения F_1 от скрещивания майло с кафрским сорго и их реципрокных скрещиваний, выращенные в 1949 г., были полностью фертильными. Однако в следующем году наблюдалась частичная мужская стерильность в небольших популяциях F_2 гибридов майло × кафрское сорго, при отсутствии ее в реципрокном скрещивании кафрского сорго с майло. Недоразвитые пыльники в метелках растений с частичной мужской стерильностью были несколько более удлиненными по сравнению с пыльниками растений сорта Дей, обладающего типичной мужской стерильностью.

В том же году у некоторых растений, полученных от скрещивания *ms* Дей × кафрское сорго (растения F_1 обладали мужской стерильностью), скрещенных с различными сортами кафрского сорго, приспособленными для комбайновой уборки, в отдельных рядках наблюдалось расщепление в соотношений примерно один с фер-

тильной пыльцой к одному со стерильной пыльцой, что и следовало ожидать. Однако большинство растений в других рядках оказалось стерильными полностью или частично. Часть растений в рядках, имевших избыток мужской стерильности, отличалась длинными, как бы сжатыми пыльниками, сходными с наблюдавшимися у растений F_2 от скрещивания майло с кафрским сорго. Так как сорт Дей выведен из сорго майло и, по-видимому, имеет цитоплазму типа майло, то можно было считать, что неожиданно появившаяся стерильность могла быть отнесена за счет того, что в части популяций выявилась некоторая доля цитоплазматической мужской стерильности.

Хотя в настоящее время еще и не производится семенной материал линий с мужской цитоплазматической стерильностью для распространения среди семеноводов, но результаты, полученные к 1952 г., позволили составить предварительный отчет о работе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Растения родительских сортов Двойное карликовое желтое Сунер майло, Техасское черноплечатое кафрское, Дей, растения F_1 всех комбинаций этих сортов и небольшое количество растений, отобранных среди F_2, были пересажены осенью 1950 г. в небольшую теплицу. Этот материал был дополнен растениями других линий и сортов, выращенными из семян. Были проведены как прямые, так и обратные скрещивания. У растений сорта Дей, использованных в этих скрещиваниях, была выделена генетическая мужская стерильность. Не было установлено ни одного известного фактора стерильности ни у одного из других сортов или линий. В нескольких обратных скрещиваниях Двойное карликовое белое Сунер майло заменило Двойное карликовое желтое в тех случаях, когда не было цветущих экземпляров желтой линии. Семена, полученные в теплице, высевали в поле.

Количество семян в метелках растений F_1 оказалось достаточным для выращивания F_2 в полевых условиях в 1951 и 1952 гг. Метелки главных стеблей всех растений, выращиваемых в поле, заключали в изоляторы из крафтбумаги, пропитанной алдрином [2]. После созревания

Процент завязавшихся семян под изоляторами

Год выращивания	Сорт или гибрид	Число растений с вычисленным					
		96—100	91—95	81—90	71—80	61—70	51—60
1951	Двойное карликовое желтое Сунер майло (М)	7	6	7	4	—	—
1952	То же	40	12	1	1	1	—
	Всего . . .	47	18	8	5	1	—
1951	Техасское черноплен-чатое кафрское (К)	16	6	3	1	1	—
1952	То же	36	8	1	1	1	—
	Всего . . .	52	14	4	2	2	—
1952	Дей (Д)	87	1	—	—	—	—
1951	(М × К) F_2	262	17	37	14	16	3
1952	(М × К) F_2	147	26	21	7	3	2
	Всего . . .	409	43	58	21	19	5
1951	(К × М) F_2	250	10	8	6	2	1
1952	(К × М) F_2	213	18	7	5	2	—
	Всего . . .	463	28	15	11	4	1
1951	(Д × К) F_2	28	1	—	—	—	—
1952	(Д × К) F_2	152	11	18	10	3	5
	Всего . . .	180	12	18	10	3	5
1951	(К × Д) F_2	179	—	1	—	—	—
1952	(К × Д) F_2	290	19	18	3	1	1
	Всего . . .	469	19	19	3	1	1
1951	(М × Д) F_2	126	2	1	1	—	—
1952	(М × Д) F_2	51	1	—	—	—	—
	Всего . . .	177	3	1	1	—	—
1951	(Д × М) F_2	93	5	—	—	—	—
1952	(Д × М) F_2	53	2	2	—	—	—
	Всего . . .	146	7	2	—	—	—

Таблица 1

у родительских сортов и растений F_2

процентом завязавшихся семян								Средний процент завязавшихся семян	Общее число растений
41—50	31—40	21—30	11—20	6—10	1—5	0,1—0,9	0		
—	—	2	1	—	—	—	—	81,9	27
—	—	—	—	—	—	—	—	95,7	55
—	—	2	1	—	—	—	—	91,1	82
1	—	—	—	—	—	—	—	91,8	28
—	—	—	—	—	—	—	—	95,7	47
1	—	—	—	—	—	—	—	94,2	75
—	—	—	—	—	—	—	—	97,9	88
7	11	3	5	4	23	5	—	82,7	407
5	1	5	8	5	8	2	5	81,8	245
12	12	8	13	9	31	7	5	82,4	652
2	1	—	1	—	1	—	1	95,0	283
2	—	1	—	3	1	1	—	94,1	253
4	1	1	1	3	2	1	1	94,6	536
1	—	—	1	—	—	—	—	93,5	31
7	—	2	1	2	3	3	2	87,2	219
8	—	2	2	2	3	3	2	88,0	250
—	1	—	—	—	1	—	1	96,5	183
—	1	—	—	—	—	1	—	96,1	334
—	2	—	—	—	1	1	1	96,3	517
—	2	—	—	—	—	—	—	96,7	132
—	—	—	—	—	—	—	—	97,9	52
—	2	—	—	—	—	—	—	97,0	184
—	—	—	—	—	—	—	—	97,7	98
—	—	—	—	—	—	—	—	97,4	57
—	—	—	—	—	—	—	—	97,6	155

семян изолятор снимали с метелки и отмечали на наружной его стороне число завязавшихся семян, выраженное в процентах к общему числу цветков. Затем изолятор снова надевали на метелку. По каждому рядку учитывали число завязавшихся семян и собранные результаты сводили позже в соответствующие таблицы.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В некоторых случаях неполное завязывание семян вызывалось поражением растений болезнями или вредителями, кастрацией цветков под действием горячей воды, ненормальным цветением вследствие жары и засухи, соприкосновением с обработанной алдрином поверхностью изолятора, а возможно, и другими не установленными причинами. Подобная стерильность, вызванная внешними условиями, не была целиком случайной, поскольку за два последующих года относительный процент завязывания семян был довольно постоянным для каждого сорта и скрещивания (табл. 1).

Однако была установлена ясная разница между популяциями второго поколения (F_2) реципрокных скрещиваний в зависимости от того, включали ли они цитоплазму сортов майло или цитоплазму кафрского сорго. Если судить по процентному количеству, то в классах, имевших меньше 50% завязавшихся семян, было зарегистрировано в пять раз меньшее число растений с цитоплазмой майло, чем с цитоплазмой кафрского сорго.

В таблице 2 показано распределение завязывания семян в потомствах растений F_1 от реципрокных скрещиваний, подвергнутых обратному скрещиванию с обоими родителями, т. е. сортами групп майло и кафрское. Численность популяций от обратного скрещивания была неизбежно мала, так как материнские растения приходилось кастрировать вручную. За одним исключением, все растения завязали в среднем выше 94% семян, и среди них не было ни одного, имевшего метелки, выполненные меньше чем наполовину. Гибрид от обратного скрещивания (майло × кафрское сорго) × кафрское сорго завязал в среднем около 67% семян, и приблизительно треть метелок, заключенных в изоляторы, была заполнена семенами меньше чем наполовину. Семена из отобранных самоопыленных метелок, представлявших

различные классы по проценту завязывания семян в пропорции, приближавшейся к установленной для обратных скрещиваний, высевались с целью получения следующего поколения. В результате перегруппировки хромосом в S_1 (самоопыленное первое поколение) возросла изменчивость и стерильность; 58% метелок, находившихся под изоляторами, из потомства от скрещивания (майло × кафрское сорго) F_1 × кафрское сорго оказались выполненными меньше, чем наполовину. Метелки отобранных растений F_2 майло × кафрское сорго с частичной мужской стерильностью, перенесенные в теплицу осенью 1950 г., были опылены пыльцой одного или другого родителя. В самоопыленном потомстве обратных скрещиваний только 1,6% изолированных метелок имели полную мужскую стерильность в тех случаях, когда повторным родителем было сорго майло; полная мужская стерильность наблюдалась у 51% растений, когда повторным родителем было кафрское сорго.

Три растения, обладавшие полной мужской стерильностью, B_1 [(Сунер майло × кафрское сорго) F_1 × кафрское сорго] были пересажены в теплицу осенью 1951 г., но выжило только одно растение. В течение следующей зимы, весны и лета это единственное жизнеспособное растение давало множество боковых побегов и метелок. В различные сроки этого периода пять боковых метелок заключались в изоляторы и искусственно не опылялись. Ни в одной из этих метелок не завязалось ни одного семени. На метелках, опыленных вручную, не было обнаружено вполне сформированных или раскрывшихся пыльников. Это растение было подвергнуто многочисленным скрещиваниям, и полученные семена высеяны в поле в 1952 г. В таблице 3 приведены данные о завязывании семян в потомстве некоторых из них. Процент завязывания семян в изолированных метелках растений потомства Техасского чернопленчатого кафрского сорго и трех сортов кафрского сорго комбайнового типа, ведущих от него свое происхождение и включающих его цитоплазму, равнялся всего лишь 0,3.

Фактически в популяциях, имевших отцовской формой Техасское чернопленчатое кафрское и Комбайновое кафрское SA 5765-22-1-2, шесть метелок, в которых оказались семена, были опылены в нижней их половине, так как на верхнюю часть были надеты изоляторы с

Распределение суммарного процента завязывания семян

Комбинации	Число растений с вычисленным						
	96—100	91—95	81—90	71—80	61—70	51—60	41—50
(М × К) F_1* × М	28	1	—	—	—	—	—
(М × К) F_1* × М, S_1	148	48	23	17	4	1	1
М × (М × К) F_1	21	1	—	—	—	—	—
М × (М × К) F_1, S_1	133	28	34	11	6	4	1
(М × К) F_1 × К	13	3	1	1	1	—	—
(М × К) F_1 × К, S_1	66	40	40	33	13	7	12
К × (М × К) F_1	30	—	—	—	—	—	—
К × (М × К) F_1, S_1	168	17	11	5	—	—	—
(К × М) F_1 × М	17	3	2	1	—	—	—
(К × М) F_1 × М, S_1	107	24	20	21	6	2	2
М × (К × М) F_1	10	2	1	—	1	—	—
М × (К × М) F_1, S_1	123	37	25	25	6	3	6
(К × М) F_1 × К	57	—	—	—	—	—	—
(К × М) F_1 × К, S_1	175	14	5	1	1	—	—
К × (К × М) F_1	37	—	1	—	—	—	—
К × (К × М) F_1, S_1	141	11	2	1	—	—	1
(М × К) F_2** × М	96	11	15	3	4	—	1
(М × К) F_2** × М, S_1	118	39	57	33	8	8	6
(М × К) F_2** × К	2	1	4	2	3	1	5
(М × К) F_2** × К, S_1	1	2	14	6	1	1	4
(М × К) F_2** × (М × К) F_1; F_1	31	6	7	1	8	4	1
(М × К) F_2** × (К × М) F_1; F_1	45	2	4	1	5	—	1

* Женские растения кастрированы вручную; М — Двойное кар
** Три отобранных растения, имевшие одно семя, два семени стебле.

целью проверки возможности самоопыления. Поскольку все другие метелки у растений из тех же рядков семян не имели, то можно предположить, что эти несколько

Таблица 2

в потомствах первого обратного скрещивания

процентом завязывания семян							Средний процент завязывания семян	Общее число растений	Число популяций
31—40	21—30	11—20	6—10	1—5	0,1—0,9	0			
—	—	—	—	—	—	—	97,8	29	1
2	4	4	2	7	—	1	87,2	262	10
—	—	—	—	—	—	—	97,8	22	1
1	4	8	2	2	1	—	86,5	235	10
1	1	1	1	3	1	1	66,9	28	1
5	19	36	19	87	40	58	41,1	475	18
—	—	—	—	—	—	—	98,0	30	2
—	1	—	1	—	—	—	95,5	203	8
—	—	—	—	—	—	—	95,3	23	1
1	5	16	3	13	2	6	74,9	228	10
—	—	—	—	—	—	—	94,1	14	1
7	6	10	4	5	1	3	80,3	261	11
—	—	—	—	—	—	—	98,0	57	2
—	—	—	—	—	—	—	97,0	196	8
—	—	—	—	—	—	—	97,7	38	2
—	1	2	—	—	—	6	92,1	165	7
2	1	1	—	2	—	—	90,9	136	5
14	22	25	23	67	19	7	57,5	446	23
4	1	7	6	26	23	10	17,6	95	3
4	5	14	9	48	91	208	7,3	408	35
4	1	2	3	14	2	4	60,5	88	3
4	1	3	1	15	7	2	62,2	91	3

ликовое Сунер майло; К — Техасское чернопленчатое кафрское сорго. и 10% завязавшихся семян (соответственно) на главном изолированном

семян образовались в результате случайного попадания пыльцы при опылении и что популяции обладали полной мужской стерильностью. Растения в потомстве

Таблица 3

Распределение процента завязывания семян в потомствах скрещиваний с растением, обладающим полной мужской стерильностью, отобранным из гибрида первого обратного скрещивания [(Техасское черноплечатое кафрское сорго × Двойное карликовое Сунер майло)× × Техасское черноплечатое кафрское сорго]

Комбинации и отцовские растения	Число растений с вычисленным процентом завязывания семян									Средний процент завязывания семян	Общее число растений
	96—100	91—95	51—90	11—50	6—10	3—5	1—2	0,1—0,9	0		
Комбинации, дающие стерильность											
(М × $К_2$)* × Техасское черноплечатое кафрское FC 8962	—	—	—	—	—	—	3	2	39	0,1	44
(М × $К_2$) × Комбайновое кафрское SA 5765-22-1-2	—	—	—	—	—	—	1	—	6	0,2	7
(М × $К_2$) × Комбайновое кафрское SA 6062-1-8. .	—	—	—	—	—	—	—	5	19	0,1	24
(М × $К_2$) × Комбайновое кафрское SA 6062-14 . .	—	—	—	—	1	1	—	12	13	0,7	27
Всего . . .	—	—	—	—	1	1	4	19	77	0,3	102
Потомство отцовских растений											
Техасское черноплечатое кафрское FC 8962 . . .	25	—	—	—	—	—	—	—	—	98,0	25
Комбайновое кафрское SA 5765-22-1-2** . . .	11	—	—	—	—	—	—	—	—	98,0	11
Комбайновое кафрское SA 6062-1-8	20	—	—	—	—	—	—	—	—	98,0	20
Комбайновое кафрское SA 6062-14	8	1	1	—	—	—	—	—	—	94,8	10
Всего . . .	64	1	1	—	—	—	—	—	—	97,5	66
Комбинации с промежуточной фертильностью											
(М × $К_2$) × Тексиока SA 5875-6-1-7	9	3	7	3	2	—	2	—	—	67,9	26
(М × $К_2$) × Комбайновое кафрское SA 5875-6-1-9	8	5	6	10	1	—	1	—	1	62,1	32
(М × $К_2$) × (К × М)F_1	4	—	6	6	2	1	1	6	4	34,1	30
Всего . . .	21	8	19	19	5	1	4	6	5	54,2	88

Продолжение

Комбинации и отцовские растения	Число растений с вычисленным процентом завязывания семян									Средний процент завязывания семян	Общее число растений
	96—100	91—95	51—90	11—50	6—10	3—5	1—2	0,1—0,9	0		
Потомство отцовских растений											
Тексиока SA 5875-6-1-7	29	—	—	—	—	—	—	—	—	98,0	29
Комбайновое кафрское SA 5875-6-1-9	20	—	—	—	—	—	—	—	—	98,0	20
(К × М) F_2	22	3	1	1	—	—	—	—	—	93,9	27
Всего . . .	71	3	1	1	—	—	—	—	—	96,6	76
Комбинации, восстанавливающие фертильность пыльцы											
(М × $К_2$) × Двойное карликовое белое Сунер майло SA 371	18	—	1	—	—	—	—	—	—	96,6	19
(М × $К_2$) × (М × Д)F_1	19	1	3	—	—	—	—	—	—	94,2	23
(М × $К_2$) × (Д × М) F_1	22	—	1	—	—	—	—	—	—	96,8	23
Всего . . .	59	1	5	—	—	—	—	—	—	95,8	65
Потомство отцовских растений											
Двойное карликовое белое Сунер майло SA 371 . .	2	—	1	—	—	—	—	—	—	88,8	3
(М × Д) F_2	16	—	7	3	—	—	—	—	—	82,8	26
(Д × М) F_2	19	—	2	—	1	—	—	—	—	91,4	22
Всего . . .	37	—	10	3	1	—	—	—	—	86,9	51

* М — Двойное карликовое Сунер майло; К — Техасское черноплеичатое кафрское сорго; Д — Дей.

** Сестринская линия сорта Комбайновое кафрское 60.

сорта Техасское черноплеичатое были типичными для кафрского сорго и ничем не отличались от отцовской формы, произраставшей в соседнем рядке, за исключением признака стерильности пыльцы и расщепления по

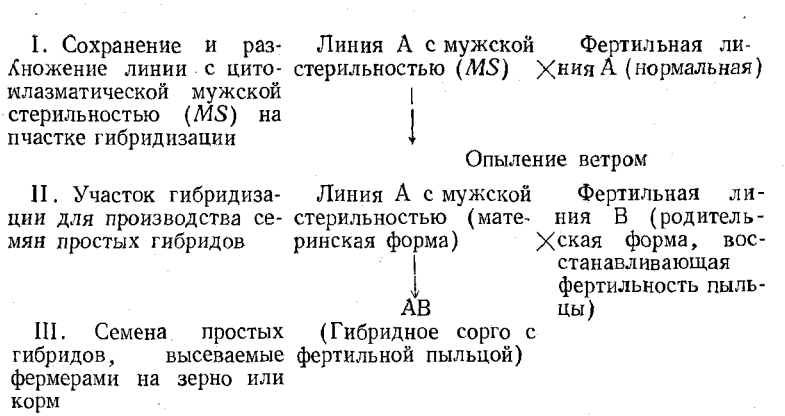
окраске семян в отношении 1 : 1. Цветение протекало нормально, рыльца были восприимчивыми в течение нескольких дней; при скрещиваниях, проведенных путем распыления пыльцы над метелками, получено 100%-ное завязывание семян. Потомство других родителей, ведущих свое происхождение от гибридов кафрское сорго × майло и (кафрское сорго × Сунер майло) F_1, отличалось частичной стерильностью. Сорт Сунер майло и F_1 майло × Дей восстанавливают фертильность пыльцы при гибридизации.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные данные позволяют предположить, что мужская стерильность в определенных комбинациях является результатом взаимодействия цитоплазмы сорго майло с факторами ядра кафрского сорго [3] аналогично тому, как это было установлено за последние годы для некоторых других видов растений. Результаты показали, что степень стерильности возрастала прямо пропорционально увеличению количества хромосом кафрского сорго в цитоплазме сорго майло. Полная мужская стерильность, особенно в зависимости от всех условий внешней среды, еще не установлена окончательно, но представляется возможным, что она может быть получена путем замены всех хромосом сорго майло хромосомами кафрского сорго. Число генов, определяющих мужскую стерильность, нельзя было определить с достаточной степенью точности, так как проявлению генетической стерильности мешало наличие стерильности, вызванной неблагоприятными условиями внешней среды, имевшими место в течение двух последних лет. Однако очевидно, что здесь действуют свыше двух пар факторов. Один геном сорго майло восстанавливает нормальное образование пыльцы. Наиболее легким путем получения линий с мужской стерильностью является скрещивание сортов кафрского сорго, как, например, Техасское черноплечатое или Комбайновое 60, с сортом Дей, обладающим мужской стерильностью. Затем родительская форма кафрского сорго подвергается обратному скрещиванию со стерильными растениями F_1 и, в случае необходимости, с гибридом следующих поколений от обратного скрещивания. При этом отпадает

необходимость кастрации вручную и удается быстро выделить ген сорта Дей, определяющий мужскую стерильность, если он не сохраняется отбором на особый тип пыльников.

Использование цитоплазматической мужской стерильности имеет ряд определенных преимуществ по сравнению с методом трехлинейного скрещивания при производстве гибридных семян сорго. Отдельные этапы сохранения исходного материала и получения гибридных семян показаны на схеме.



По сравнению с методом трехлинейного скрещивания требуется два изолированных участка вместо трех, так как отпадает необходимость в участке для сохранения гетерозиготности исходного материала, обладающего генетической мужской стерильностью. Также отпадает необходимость обычной прорывки половины растений в рядках материнской формы первого участка гибридизации. Упрощается введение в селекционный материал соответствующих генов высоты, созревания, окраски семян и формы метелки, поскольку работа ведется только с двумя, а не с тремя генетическими линиями; линия с мужской стерильностью является генетическим дубликатом линии, вызывающей стерильность, и отличается от нее только по цитоплазме. Линии, обладающие мужской стерильностью, можно легко

вывести, так как тип растения быстро приближается к типу родительской формы, использованной при повторном скрещивании.

На станциях, ведущих работу по селекции сорго, в питомниках выращиваются многие формы сорго, пригодные для комбайновой уборки и являющиеся производными майло, кафрского сорго или их гибридов. Можно надеяться, что при испытаниях этого материала и промышленных сортов удастся обнаружить по меньшей мере несколько линий, вызывающих стерильность и восстанавливающих фертильность пыльцы, а возможно, и большое число линий, промежуточных между ними, в зависимости от числа генов, определяющих эти особенности.

Значительная степень стерильности популяций F_2 комбинации кафрское сорго × Сунер майло и различных обратных скрещиваний с формами, обладающими цитоплазмой кафрского сорго, позволяет предположить возможность нахождения полной мужской стерильности при условии, если все хромосомы сорго майло были бы переданы цитоплазме кафрского сорго. Осенью 1951 г. два растения F_2 комбинации кафрское сорго × Сунер майло, отмеченные как не имевшие семян или завязавшие только 1% семян на изолированных главных метелках, были пересажены в теплицу. Одно из них погибло, а у второго отмечены нормально развитые пыльники и 100%-ное завязывание семян в течение коротких дней зимы и весны, но в летние месяцы его пыльники полностью не развились и не раскрылись. Этот факт позволяет предположить наличие генетической мужской стерильности, проявляющейся только в определенных условиях окружающей среды. Для подтверждения этого предположения необходима дальнейшая работа в этом направлении. Возможно, что мужская стерильность другого типа в таком материале может быть проявлением действия иных генов.

Реципрокные скрещивания между другими группами, как, например, дурра, фетерита, гаолян или шэллю, могут выявить иную цитоплазматическую мужскую стерильность, которая сделала бы возможными такие комбинации для производства гибридных семян, которые нельзя легко получить при мужской стерильности комбинации майло с кафрским сорго.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В реципрокных скрещиваниях между сорго майло или Дей и кафрским сорго растения F_1 были фертильными, но в популяциях F_2 этих гибридов, имевших материнской формой сорго майло или сорт Дей, появлялись растения с частичной мужской стерильностью. Количество таких растений значительно возрастало при одном обратном скрещивании кафрского сорго с растениями и F_2 гибридов от скрещивания майло с кафрским сорго. При втором обратном скрещивании получено было свыше 99% растений с мужской стерильностью. Сорго майло или F_1 гибридов майло с сортом Дей восстанавливали фертильность, когда использовались в качестве отцовских форм на тех же растениях с мужской стерильностью.

Результаты позволяют предположить, что мужская стерильность была вызвана взаимодействием цитоплазмы майло и факторов ядра кафрского сорго. Использование этого типа мужской стерильности должно обеспечить более удовлетворительные результаты при производстве гибридных семян сорго по сравнению с методом трехлинейного скрещивания, зависящего исключительно от генов ядра. При этом облегчается выведение и сохранение исходного материала и для гибридизации требуется всего два изолированных участка вместо трех.

ЛИТЕРАТУРА

1. Stephens J. C., Kuykendall G. H., George D. W., Experimental production of hybrid sorghum seed with a three-way cross, *Agron. J.*, **44**, 369—373, 1952.

2. Dahms R. S., Guthrie W. D., Sieglinger J. B., Insecticide-treated bags protect sorghum heads, *What's new crops and soils*, **4**, 24, 1951.

3. Holland R. E., A genetic study of partial male sterility in sorghum. Thesis submitted the Graduated School, A. and M. College of Texas, in partial fulfillement of the requirements for the M. S. degree, May, 1952.

Перевод М. Шикеданц

ВОСПРИИМЧИВОСТЬ РЫЛЕЦ СОРГО ПРИ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ

РОСС У. М.

Ross W. M., Agron. J., 49, 4, 219—220, 1957

Цветение, опыление и оплодотворение сорго изучено во всех деталях [1], но сведений о продолжительности восприимчивости рылец у типов сорго, отличающихся цитоплазматической мужской стерильностью, еще не имеется. Длительный период восприимчивости рылец весьма полезен в тех случаях, когда намеченные к скрещиванию растения отцовской линии зацветают позже, чем материнская форма со стерильной пыльцой.

Для полного цветения метелок с цитоплазматической мужской стерильностью, так же как и метелок обычного типа сорго, требуется примерно неделя. Опыт показал, что цветки с цитоплазматической мужской стерильностью сохраняют восприимчивость рылец в течение нескольких дней после раскрытия. Наблюдения, проведенные в 1955 г. в Хейсе (штат Канзас), показали, что хорошее завязывание семян отмечалось в метелках, опыленных через неделю после раскрытия большинства цветков, но спустя 3—5 дней после этого срока завязывание семян резко снижалось до нуля.

Изложенные в данной статье исследования были предприняты в 1956 г. для получения более полной информации. Сорго выращивалось на станции Форт-Хейс, штат Канзас, при благоприятных, хотя и не оптимальных условиях. Ограниченная норма полива обеспечила нормальное развитие растений при отсутствии дефицита влаги. Метелки примерно одинаковых размеров двух хорошо развитых растений с мужской стерильностью, полученной от сорта Комбайновое кафрское 60 (BC_7) и Уайт Мартин (BC_3), заключали в пропитанные алдрином изоляторы примерно за 2—3 дня до раскрытия первых цветков. Метелки находились в изоляторах разное число дней. Предварительный опыт показал, что нельзя ожидать высокого процента завязывания семян при

[1] Stephens J. C., Quinby J. R., *Jour. Agr. Res.*, 49, 123—136, 1934.

запаздывании с опылением на срок свыше недели после помещения таких, не вполне развитых метелок под изоляторы. Поэтому первое опыление было проведено через 7 дней после заключения метелок в изоляторы. Другие метелки подвергались опылению в 11 различных сроков с двухдневным интервалом между ними, вплоть до 29 дней после изолирования.

В каждой из этих сроков пять метелок каждого сорта, обладающего мужской стерильностью, опылялись смесью пыльцы нескольких сортов. После опыления метелки вновь заключили в изоляторы. Возможность случайного опыления пыльцой, занесенной насекомыми, была значительно снижена за счет пропитки изоляторов алдрином. При уборке число завязавшихся семян определяли с точностью до 5%, а затем проверяли путем взвешивания семян, намолоченных с каждой метелки. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Завязывание семян у двух сортов зернового сорго, обладающих цитоплазматической мужской стерильностью, при опылении через двухдневные интервалы

Число дней после заключения в изоляторы	Оценка завязывания семян, %			Вес семян с одной метелки, г		
	Комбайновое кафрское 60	Уайт Мартин	среднее	Комбайновое кафрское 60	Уайт Мартин	среднее
7	81	81	81	21,0	19,0	20,0
9	86	84	85	28,0	18,5	23,0
11	83	73	78	16,5	20,5	18,5
13	72	81	76	16,5	27,0	22,0
15	29	18	24	7,0	6,0	6,5
17	13	7	10	2,0	4,0	3,0
19	*	*	*	*	*	*
21	*	0	0	*	0	0
23—29	0	0	0	0	0	0

* Несколько зерен, весящих меньше 1 г.

Наибольшее число цветков сохраняло восприимчивость рылец в течение 9 дней после помещения метелок под изоляторы, причем верхние цветки теряли ее даже через 7 дней после изолирования метелок. В общем этот

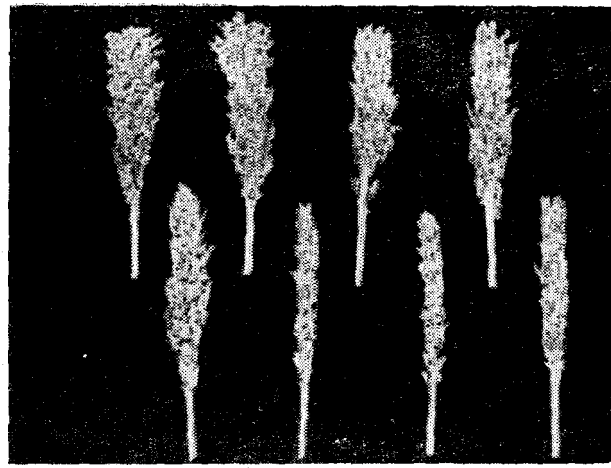


Рис. 1. Метелки сорта Комбайновое кафрское 60 с цитоплазматической мужской стерильностью, помещенные в один и тот же день под изоляторы и опыленные в последовательном порядке через двухдневные промежутки. *Слева направо* и *сверху вниз*: опыление проводили, начиная с 7-го и кончая 21-м днем после помещения под изолятор.

опыт подтвердил прежние наблюдения, согласно которым способность к оплодотворению у цветков сорго сохраняется в течение 10 дней после их открытия. На рисунке 1 видно, что метелка почти закончила цветение к моменту первого опыления через 7 дней после помещения ее под изолятор, так как семена завязались вблизи ее основания, в то время как цветки в верхней части метелки уже потеряли восприимчивость к опылению. На девятый день после заключения метелки под изолятор цветение закончилось полностью. У метелок, опыленных через 15 дней или позже после помещения под изолятор, семена завязывались только в нижней их части. Образование семян также было ослаблено потому, что метелки со стерильной пыльцой имеют склонность к засыханию при отсутствии опыления в благоприятные сроки их восприимчивости.

Сорта сорго могут отличаться по характеру цветения и различиям в завязывании семян, обусловленными

влиянием окружающей среды. По каждому сорту были найдены достоверные корреляции при сравнении глазомерной оценки завязывания семян и фактического числа завязавшихся семян, определенного при взвешивании их, так же как и при сравнении средних.

Растения сорго со стерильной пыльцой, подвергавшиеся действию жаркой погоды и суховеев, могут дать очень слабое завязывание семян, независимо от того, находились ли они под изолятором или были доступны для ветроопыления. При производстве семян гибридного сорго очень важно иметь одновременно цветущие материнские растения и опылители, хотя некоторые цветки в метелках и могут сохранять восприимчивость в течение 15—17 дней. Между сроками цветения отдельных метелок в полевых условиях также имеются довольно значительные колебания.

Перевод М. Шикеданц

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О ВОСПРИИМЧИВОСТИ РЫЛЕЦ СОРГО ПРИ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ

РОСС У. М., УЕБСТЕР О. Дж.

Ross W. M., Webster O. J., Agron. J., **51**, 10, 632, 1959

Дополнительно к ранее проведенному исследованию восприимчивости рылец метелок сорго, обладающих цитоплазматической мужской стерильностью и находившихся под изоляторами [1], было предпринято изучение восприимчивости рылец при свободном опылении метелок. Работа проводилась в Хейсе (штат Канзас) и Линкольне (штат Небраска) в 1958 г. При планировании первого исследования предусматривалось найти пути облегчения работы по опылению сорго, проводимой селекционерами вручную. Но оно не давало ответа на вопрос о продолжительности срока восприимчивости рылец в обычных полевых условиях производства семян,

[1] Ross W. M., *Agron. J.*, **49**, 219—220, 1957.

когда цветки подвергаются действию различных внешних условий.

Опыт проводился на изолированных посевах сортов Комбайновое кафрское 60, Мартин и Уэстленд, обладающих мужской стерильностью. Опыление проводили с момента полного цветения растений в течение 8—10 дней. Все метелки, за исключением намеченных к опылению в данный день, помещали под изоляторы, которые снимали по окончании опыления намеченных метелок. Таким путем создавали условия, наиболее близкие к условиям при естественном опылении в поле.

Опыление проводили с 27 августа по 5 сентября в Хейсе и с 6 по 17 сентября в Линкольне. В каждый из намеченных сроков опыляли в Хейсе 4 метелки, в Линкольне — 3 метелки, используя при этом избыток пыльцы, собранной с любых растений сорго, пылivших в этот день на полях или в питомниках, находившихся в отдалении от опытного участка. В Хейсе период цветения продолжался в среднем 6,5 дня у сорта Мартин и 6,6 дня у сорта Комбайновое кафрское 60.

Таблица 1

Завязывание семян при свободном опылении сортов сорго с цитоплазматической мужской стерильностью, опылявшихся в разные сроки

Число дней после полного цветения	Оценка завязывания семян, %				Вес семян с одной метелки, г	
	Комбайновое кафрское 60		Мартин (Хейс)	Уэстленд (Линкольн)	Комайновое кафрское 60 (Хейс)	Мартин (Хейс)
	Хейс	Линкольн				
0	89	78	44	72	57	18
1	83	75	78	70	47	40
2	69	93	65	59	37	30
3	85	87	70	48	55	37
4	76	89	38	9	38	24
5	65	83	48	7	40	19
6	34	79	22	*	20	10
7	15	32	5	*	10	7
8	*	5	*	*	5	4
9	*	*	*	—	4	3
10	*	—	*	—	2	2

* Завязывание семян ниже 5%.

Результаты, приведенные в таблице 1, оказались достаточно достоверными для опыта подобного рода, за исключением данных по сорту Мартин в Линкольне, которые и не были включены в таблицу. Завязывание семян у этого сорта в Хейсе в первый срок опыления оказалось ненормально низким. На обоих местоположениях проводилась глазомерная оценка завязывания семян в каждой метелке; кроме того, в Хейсе взвешивали семена после обмолота. В Линкольне метелки не обмолачивали, так как преждевременные заморозки замедлили развитие семян.

Завязывание семян снижалось при последующих сроках опыления, хотя и не так резко, как можно было ожидать. Это объясняется влиянием умеренной температуры в период опыления. Восприимчивость рылец у сорта Комбайновое кафрское 60 сохранялась несколько дольше в условиях Линкольна по сравнению с участком в Хейсе. При более поздних сроках опыления завязывание семян концентрировалось в нижней части метелок. Небольшое количество семян завязалось через 10 дней после полного цветения. Опыление чужой пыльцой могло быть в тех случаях, когда на метелки попадала пыльца, принесенная ветром с отдаленных посевов сорго, или при распылении ее на подлежащих опылению соседних метелках, если изоляторы были слишком рано сняты с неопыленных метелок.

Из результатов, полученных в штате Канзас, видно, что сорт Мартин, обладающий мужской стерильностью, утрачивает восприимчивость рылец скорее, чем сорт Комбайновое кафрское 60. Та же особенность наблюдалась в Линкольне и была очень резко выражена у сорта Уэстленд. Возможно, что причиной значительного различия между сортом Комбайновое кафрское 60 и другими были менее благоприятные погодные условия вегетационного периода.

Практическое значение различий в продолжительности периода восприимчивости рылец совершенно очевидно. Если сорта полукомпактного типа, как, например, Комбайновое кафрское 60 и Редлен, имеют преимущество перед сортами полурыхлого типа (Мартин и Уэстленд), тогда завязывание семян, будучи экономическим фактором, должно определять, какие именно сорта со стерильной пыльцой следует предпочесть для промыщ-

ленного производства гибридов. Справедливость этого утверждения очевидна, хотя при экспериментальном изучении выделены более продуктивные и более перспективные гибриды, полученные путем опыления вручную. Это заключение подтверждается также сравнительно более слабым завязыванием семян у сортов с мужской стерильностью (Мартин и Уэстленд) на участках гибридизации в полевых условиях по сравнению с сортом Комбайновое кафрское 60; возможно, оно справедливо и для сорта Уэстленд. Число спелых семян на одну метелку даже при 100%-ном завязывании у этих сортов также обычно меньше, чем у более компактных форм.

Перевод М. Шикеданц

ГИБРИДНОЕ СОРГО

РОТУ С., КОНЬО Ж.

Rautou S., Cognot J., Progrès agricole et viticole, 77, 8, 230—234; 9, 252—258, 1960

Изучение сорго на станции селекции растений в Монпелье начато в 1948 г. по инициативе проф. Алябуветта и его сотрудника Котта. Результаты этой работы опубликованы в нескольких статьях [1, 2, 3]. Особое внимание при изучении уделялось американским сортам, выведенным методами отбора или гибридизации. Речь шла о чистолинейных сортах, полученных методами, аналогичными применяемым при селекции пшеницы.

Совсем недавно в США выпущены в продажу гибриды сорго, продуктивность зерна которых превышает на 20—30% ранее известные сорта. Эти гибриды представляют собой первое поколение (F_1), причем способ получения, урожайность, особенности культуры весьма сходны с таковыми для гибридной кукурузы. Так же как и при культуре гибридной кукурузы, каждый год необходимо обновлять семена, если фермер желает получить прибыль от повышения урожайности.

В данной статье приводятся результаты испытаний гибридного сорго, проведенных в 1959 г. в Монпелье.

О ПРИРОДЕ ГИБРИДНОГО СОРГО

У растений сорго репродуктивные органы сгруппированы на концах стеблей в соцветии метелка, похожей на метелку овса или риса, но отличающейся несколько большей компактностью. Веточки метелки оканчиваются обоеполым цветком, образующим завязь, рыльца и тычинки. Подобное устройство цветка благоприятствует самоопылению.

Для выведения и сохранения сортов сорго, возделываемых в настоящее время во Франции, как, например, Сорго 40, Комбайновое 60, обязательно проведение улучшающего и сохраняющего отбора, применяемого для пшеницы и других зерновых культур-самоопылителей. Но в то же время, если большинство семян и завязывается в результате самоопыления, то случаи перекрестного опыления настолько часты, что для поддержания чистоты сорта необходима кастрация метелок перед цветением. Без этой предосторожности в потомстве наблюдается большое количество растений, отличающихся от исходного сорта большей мощностью развития. Эти выщепенцы и есть естественные гибриды, полученные в результате опыления цветков исходного сорта пыльцой другого сорта. Проявление мощности развития растений обусловлено гетерозисом. На этом свойстве, присущем гибридизации, основана культура гибридной кукурузы. Как известно, кукуруза растение раздельнополое, что облегчает производство гибридных семян и делает возможным практическое использование гетерозиса. У сорго, имеющего обоеполые цветки, промышленное производство гибридных семян было долгое время невозможно.

Кастрация материнских растений кукурузы путем удаления метелок не требует большого труда, в то время как кастрация цветков сорго, при которой удаляют в соответствующие сроки тычинки каждого цветка метелки материнского растения, насчитывающихся сотнями, практически невозможна. Поэтому при культуре сорго гетерозис не могли использовать.

К счастью, в последнее время были обнаружены и отобраны линии с мужской стерильностью, т. е. не дающие жизнеспособной пыльцы, что позволило начать промышленное производство гибридных семян сорго. Пре-

имущество гибридного сорго по сравнению с обычным заключается в повышении урожаев зерна, достигающем 20—30%.

Линии, обладающие мужской стерильностью. В 1958 г. станция селекции растений в Монпелье получила от станции Чилликот (штат Техас) четыре линии с мужской стерильностью (А), перечисленные ниже, а также нормальные линии (В), необходимые для сохранения линий А:

А	3197	Комбайновое кафрское 60
В	3197	» » 60
А	398	Мартин
В	398	»
А	605	Комбайновое кафрское
В	605	» »
А	399	Уитленд 288
В	399	» 288

Линия, обладающая мужской стерильностью, идентична нормальной линии и отличается от нее только образованием нежизнеспособной пыльцы. У нормальной метелки, достигшей фазы цветения, можно видеть лопающиеся пыльники, вышедшие из цветковых чешуй, тогда как рыльца закрыты чешуями. У метелки растений с мужской стерильностью, достигшей фазы цветения, рыльца появляются наружу, чтобы на них могла попасть пыльца. При осмотре тычинок такого цветка можно видеть, что тычиночные нити не удлинились, пыльники недоразвиты и неокрашены. Иногда после опыления пыльники могут выйти наружу. Такие пыльники обычно недоразвиты, бурые по окраске и полностью высохшие.

На некоторые метелки сортов с мужской стерильностью перед цветением были надеты изоляторы. Ко времени уборки урожая ни в одной из них не оказалось семян, что свидетельствовало об отсутствии у них жизнеспособной пыльцы.

Согласно А. В. Мондеру и Р. Пикету, все происходит точно так же, как и у линий и гибридов, обладающих мужской стерильностью, используемых для производства гибридных семян кукурузы без помощи кастрации. В пыльниках развиваются пыльцевые зерна, но они не заполняются крахмалом, и оплодотворяющая функция их нарушена.

Мужская стерильность может быть цитоплазматической и генетической. Так, стерильность пыльцы материала, исследованного в Монпелье, должна была бы иметь, согласно данным двух цитированных выше авторов, особую цитоплазму, связанную с рецессивным генным фактором *ms*.

Сохранение линии, обладающей мужской стерильностью. Для сохранения линии А с мужской стерильностью необходимо наличие идентичной линии В, отличающейся от первой только фертильностью пыльцы. Согласно вышесказанному, эта линия-опылитель должна обладать нормальной цитоплазмой и рецессивным геном *ms*.

При промышленном размножении линий сорго с мужской стерильностью применяются те же приемы, что и при производстве гибридных семян кукурузы: пространственная изоляция от других сортов сорго, правильное размещение рядков отцовских растений среди рядков материнских растений, что обеспечивает надлежащее распределение пыльцы, необходимой для хорошего опыления, и т. д. Отличие от производства гибридных семян кукурузы заключается в том, что кастрация не является необходимой. Нужно быть уверенным, что стерильность пыльцы присуща всем растениям и что она не изменяется под влиянием условий внешней среды. В 1958 г. было выращено четыре гибрида сорго, отцовской формой которых был сорт Редбайн 60. При обследовании метелок с мужской стерильностью в момент выхода рылец не было отмечено никаких признаков появления пыльников. С материнской линии А семена были собраны.

Производство гибридного сорго. Выбор отцовской формы, скрещиваемой с линией, обладающей мужской стерильностью, проводится на основании опыта. Выбранная отцовская форма должна обладать следующими признаками: давать гибриды с высокой продуктивностью зерна, иметь способность восстанавливать фертильность пыльцы гибридных растений, чтобы обеспечить сбор зерна с хозяйственных посевов.

Сравнительное испытание на урожайность позволяет выделить наиболее перспективные комбинации.

Привнесение в гибридную комбинацию способности восстанавливать фертильность пыльцы связано с нали-

чием доминантного гена *MS* у линии, используемой в качестве опылителя. Гибриды, полученные на станции Монпелье на основе сорта Редбайн 60, обладают 100%-ной фертильностью. Выделены другие линии, отличающиеся хорошей способностью восстанавливать фертильность пыльцы: Комбайновое 7078, Плейнсмен, Кэпрок. Схема промышленного производства гибридного сорго, например SH 2, может быть представлена следующим образом.

Схема производства гибридного сорго

	Материнская форма × отцовская форма
1-й год Сохранение линии со стерильной пыльцой	■ *ms* Комбайновое 60(A) × × ● *ms* Комбайновое 60(B)
2-й год Получение гибрида	■ *ms* Комбайновое 60(A) ×
3-й год Промышленные посевы гибридного сорго	× ● *MS* Редбайн 60(C) ■ *ms MS*(AC) = SH 2

Цитоплазма: ■ — с мужской стерильностью, ● — нормальная.

ВЛИЯНИЕ ГЕТЕРОЗИСА НА СКОРОСПЕЛОСТЬ И МОЩНОСТЬ РАЗВИТИЯ ГИБРИДНЫХ РАСТЕНИЙ

В 1959 г. в Монпелье изучали влияние гетерозиса на скороспелость и мощность гибридных растений, т. е. на факторы, определяющие урожайность зерна. Испытывались гибриды SH 1, SH 2, SH 3 и SH 4, полученные на данной станции:

SH 1 = *ms* Комбайновое 605 × Редбайн 60
SH 2 = *ms* Комбайновое 60 × Редбайн 60
SH 3 = *ms* Уитленд × Редбайн 60
SH 4 = *ms* Мартин × Редбайн 60

Сравнение четырех гибридов, четырех линий, обладающих мужской стерильностью, и родительского сорта Редбайн 60, использованного в качестве опылителя, проводилось в четырех повторностях. Посев был проведен 2 мая. На 1 кв. м оставляли шесть растений. Уборка проведена 26 октября. Точность опыта была снижена повреждением посевов раннеспелых сортов воробьями.

В таблице 1 приведены результаты опыта.

Таблица 1

Скороспелость и мощность развития растения гибридного сорго, Монпелье, 1959 г.

Сорт	Скороспелость		Растение*		Зерно / Вес всего растения × 100	Число метелок на 100 растений	Число зерен на одну метелку	Вес 1000 зерен при влажности 15% г	Урожай зерна при влажности 15%	
	посев—выколашивание, дни	влажность зерна, %	вес, г	высота, см					ц/га	%**
Комбайновое 605 (*ms*) . . .	89,5	19,3	345,5	120	27,8	146	1885	35,2	57,1	86
Комбайновое 605 × Редбайн 60	77,8	17,0	367,2	110—145	30,6	198	1978	29,3	69,7	105
Редбайн 60	78,8	15,1	358,3	110—135	29,8	218	1881	26,8	66,2	100
Комбайновое 60(*ms*)	89,8	16,6	310,1	120	29,1	160	1533	37,5	54,4	82
Комбайновое 60 × Редбайн 60	78,0	16,8	378,8	105—140	32,6	217	1993	28,8	75,2	114
Редбайн 60	78,8	15,1	358,3	110—135	29,8	218	1881	26,8	66,2	100
Уитленд (*ms*)	80,3	19,3	295,5	95	29,7	183	1249	38,8	53,5	81
Уитленд × Редбайн 60 . . .	78,0	16,7	368,3	95—125	35,9	229	2157	27,5	82,0	124
Редбайн 60	78,8	15,1	358,3	110—135	29,8	218	1881	26,8	66,2	100
Мартин (*ms*)	80,3	16,6	304,7	100—125	25,9	199	1197	34,5	48,4	73
Мартин × Редбайн 60 . . .	75,8	15,4	306,2	100—125	32,8	213	1766	27,5	62,6	95
Редбайн 60	78,8	15,1	358,3	110—135	29,8	218	1881	26,8	66,2	100
Точность опыта (0,05) . . .	2,5	—	—	—	3,3	47	280	2,5	13,7	21

* Вес всего растения, за исключением корней.

** В процентах к наиболее урожайному родительскому сорту (Редбайн 60).

Во время цветения можно было заметить, что гибриды выколашивались раньше наиболее скороспелых родительских форм. С достаточной степенью достоверности это было установлено только в одном случае, но эта разница была хорошо заметна и на всех прочих делянках.

Мощность развития гибридов, характеризующаяся общим весом растения, числом метелок (или побегов) на одно растение и высотой стеблей, мало отличается от родительских форм. Но если сравнить величину урожая зерна с весом всего растения, то по сравнению с наиболее урожайным родительским сортом она окажется более высокой у гибрида; так, это соотношение у гибрида (*ms* Уитленд × Редбайн 60) равно 35,9, а у родительских форм — 29,7—29,8. Таким образом, можно считать, что в гибридных растениях более успешно идет перемещение запасных питательных веществ к зерну.

Влияние гетерозиса на продуктивность растений отмечено в трех случаях из четырех; прибавка урожая достигала 24% по сравнению с наиболее урожайными родительскими сортами. Согласно наблюдениям, прибавка урожая зерна колеблется в зависимости от того, какая именно линия, обладающая мужской стерильностью, была скрещена с сортом Редбайн 60. В данном опыте специфическая комбинационная способность была максимальной при скрещивании этого сорта с линией Уитленд, обладающей мужской стерильностью. Из факторов, определяющих урожайность зерна, среднее число зерен в одной метелке оказалось наиболее подвергнутым влиянию гетерозиса.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ ГИБРИДОВ СОРГО

В опыте, проведенном в Монпелье во владении Лавалетт, в условиях орошения для сравнения были взяты сорт Комбайновое 60 и 15 американских гибридов; за исключением гибридов SH 1, SH 2, SH 3 и SH 4, все остальные были получены от семеноводческих фирм.

Сорго высевали на участке с достаточно плодородной почвой, где в предыдущем году гибридная кукуруза дала урожай 85 ц спелого зерна с 1 га. Под сорго

вносили удобрения: азота 90, фосфора 120, калия 120 кг на 1 га (из расчета действующего начала).

Делянки располагались по схеме простой решетки в четырех повторностях. Посев был проведен 15 мая; густота стояния — 12 растений на 1 кв. м, площадь питания — 75 × 11 см. Всходы появились 28 мая. Колошение началось 15 июля и продолжалось до первых чисел августа; уборка — 26 октября.

Растения в общем получили 660 мм воды, из них 380 мм в виде осадков (бóльшая часть выпала после выколашивания) и 280 мм было дано при орошении в виде дождевания, по мере надобности. Воробьями были повреждены только делянки раннеспелого гибрида Н 135. Результаты опыта приведены в таблице 2.

Выколашивание гибридов, включенных в испытание, шло быстрее по сравнению с сортом Комбайновое 60. Все они давали нормальное количество пыльцы, что свидетельствует об удовлетворительном восстановлении мужской фертильности. Высота растений к концу вегетационного периода была примерно одинаковой у всех гибридов. У некоторых из них, а именно у Н 590, SH 2, так же как и у сорта Комбайновое 60, метелки располагаются в одной плоскости (на одной высоте), что облегчает механизированную уборку. У других сортов метелки располагаются как бы поэтажно на большой высоте; подобный признак отмечен у гибридов Н 3000 и Н 650.

Все гибриды более продуктивны, чем сорт Комбайновое 60; исключение составляет гибрид Н 135. Наибольшая прибавка урожая равна 18,7% по сравнению с урожаем контроля.

При сравнении урожайности гибридов SH 1, SH 2, SH 3 и SH 4, участвовавших в двух испытаниях и выращивавшихся на одной и той же делянке, можно заметить различие в уровне урожая. Так, урожай значительно выше при густоте стояния 12 растений на 1 кв. м, чем при 6 растениях. Эти примеры свидетельствуют о большом влиянии густоты стояния растений на урожай зерна как у сорго, так и у кукурузы.

На участке Лавалетт по соседству с опытными посевами сорго был расположен другой опыт — по изучению позднеспелых гибридов кукурузы. Эти гибриды получали одинаковое с сорго основное удобрение, то же

Таблица 2

Результаты сравнительного испытания гибридов сорго (Монпелье, 1959 г.)

Сорт	Урожай зерна при влажности 15%		Скороспелость		Высота, см	$\frac{\text{Вес зерна}}{\text{Вес метелки}} \times 100$	Вес 1000 зерен при влажности 15%, г	Окраска семян
	ц/га	%	посев—выкалашивание, дни	влажность зерна, %				
Комбайновое 60	80,6	100	82	17,6	135	70,8	27	Белая
H 3000	87,1	108,1	61	16,8	110—145	79,7	27	Каштановая
H 135	72,8	90,3	65	14,7	135—155	69,4	29	»
H 140	88,1	109,3	71	14,5	140	79,1	28	»
H 210	88,0	109,2	72	16,2	145	74,4	29	»
H 590	95,7	118,7	72	16,8	145	75,1	27	»
H 230	83,4	103,5	73	16,9	135	75,4	24	Коричневая
SH 2	91,6	113,6	74	16,9	145	75,9	27	Каштановая
SH 4	87,0	107,9	74	16,6	140	76,1	25	»
Фронтьер 400 B	88,7	110,0	75	17,5	135—150	71,9	25	»
H 610	92,9	115,3	75	16,8	135—150	72,9	26	»
H 660	93,6	116,1	76	16,9	125—150	73,0	25	»
SH 1	94,8	117,6	76	17,5	145	75,1	25	»
SH 3	89,5	111,0	76	17,5	135	69,6	25	»
H 650	88,2	109,4	79	17,0	120—140	71,2	24	»
Фронтьер 410 B	86,7	107,6	80	16,5	125—140	72,3	24	»
Точность опыта (0,05)	8,1	10,0						

количество воды, некоторое преимущество в уходе (междурядная обработка) и подкормку азотом из расчета 30 кг, что составило в сумме 120 кг/га. Урожаи гибридов кукурузы колебались в пределах от 92 до 113 ц/га, тогда как сорго дало урожай от 73 до 95 ц/га при влажности зерна 15%.

После второй мировой войны во Франции резко возросло благодаря появлению гибридов производство кукурузы. Несмотря на троекратное повышение урожайности (по сравнению с довоенным периодом), сбыт продукции, который рос очень быстро, требовал дальнейшего увеличения урожаев. Однако в настоящее время сбыт продукции испытывает некоторые затруднения.

Культура сорго связана с меньшими затратами по сравнению с культурой кукурузы. Издержки производства кукурузы равны приблизительно стоимости 30 ц зерна при неорошаемой культуре и от 45 до 50 ц в условиях орошения. Возделывание сорго может быть полностью механизировано. Для посева и уборки можно использовать машины, предназначенные для культуры пшеницы; для междурядной обработки — кукурузные культиваторы. Сорго в течение первых двух месяцев после появления всходов развивается медленно, но потом не требует никакой междурядной обработки. По сравнению с кукурузой сорго требует меньшее количество воды.

В условиях орошения гибридное сорго может дать такой же высокий урожай, как кукуруза. В южных районах, подверженных засухе, сорго способно, после того как его всходы окрепли, дать более высокий урожай, чем кукуруза. Согласно проф. Алябуветту, в 1952 г. в районе Логаре Одуа урожай сорго превысил урожай кукурузы на 5—8 ц/га. При посеве гибридных семян сорго эта прибавка может быть еще больше.

Зерно сорго по сравнению с зерном кукурузы беднее жирами, но богаче белком. По своему химическому составу оно, очевидно, может быть с бо́льшим успехом использовано для кормления мясного скота. Считают, что питательная ценность сорго не отличается от питательной ценности ячменя.

Несмотря на современное увлечение кукурузой, нам кажется необходимым продолжать изучение возможностей возделывания гибридного сорго.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alabouvette L., Cotte A., Essais de sorgho à grains, Acad. Agric. de France. Extr. du P. V. séance du 25 janvier, 1950.
2. Cotte A., Sorghos à grain, sorghos sucrés et sudan-grass; de l-eur intérêt pour l'agriculture meridionale, *Ann. Amélior. des Plants,* I. N. R. A., 34—76, 1951.
3. Cotte A., Experimentation sur les sorghos 1948—1951, *Bull. Tech. Inform. Ing. des Services Agric.,* 71, 1952.

Перевод М. Шикеданц

ГИБРИДНОЕ СОРГО — ЕЩЕ ОДНА КРУПНАЯ ПОБЕДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

БАРОНТИНИ Ф.

Barontini F., Italia agricola, **96**, 4, 297—305, 1959

Главное преимущество гибридного сорго — повышенная продуктивность, даже в условиях значительной засухи.

После большого успеха, достигнутого выращиванием гибридной кукурузы, в настоящее время уже широко введенной в Италии, очень большой интерес вызвало возделывание гибридного сорго. В испытаниях гибридного сорго 1958 г. был решающим, и теперь культура его распространена почти повсюду, при значительно меньшем интересе к ней в Центре и на Юге Италии [1].

До настоящего времени в производственных посевах высевают почти исключительно только один тип (S_1) гибридного сорго на зерно (выведен Компанией по производству семян гибридной кукурузы Функа), который за время испытания показал надежно гарантированную урожайность.

Метод выведения гибридного сорго по существу не отличается от метода получения гибридной кукурузы. Цветки сорго обоеполые, нераскрывающиеся, самоопыляющиеся, но часто может происходить и перекрестное опыление, так как колосковые и цветковые чешуи довольно значительно раскрыты в момент растрескивания пыльников. Это вызывает необходимость предварительного получения форм и чистых линий, имеющих цветки со стерильной пыльцой. Эти формы и линии в полевых условиях высевают в рядки, чередую-



Рис. 1. Гибрид сорго S_1. Растение в фазе созревания зерна. Этот гибрид отличается хорошо развитыми стеблями и широкими листовыми пластинками.

щиеся с рядками сорго, обладающего мужской фертильностью. У растений первого поколения (F_1), урожай которых дает промышленные семена, фертильность пыльцы восстановлена.

Гибриды сорго отличаются широкой приспособляемостью к различным условиям местообитания даже в таких районах, где недостаток влаги не позволяет получать удовлетворительные урожаи кукурузы.

Гибриды зернового сорго обладают исключительной засухоустойчивостью, более высокой, чем у других

пропашных культур. В периоды сильного недостатка воды растения реагируют свертыванием листьев и замыканием устьиц; вегетативный рост в это время замедляется, но по окончании кризиса растения растут очень сильно и быстро. В 1958 г., особенно сухом, эти выводы были подтверждены и получены новые данные. И хотя за время испытаний неудачи не были исключены, можно все же полагать, что в большинстве случаев они вызывались неправильным применением агротехники. Как будет указано далее, были и противоречивые данные, иногда обескураживающие, как это было в опытах с гибридной кукурузой. Часто в таких случаях причиной неудачи был неправильный выбор типа гибрида для испытания в данных условиях окружающей среды или же не были соблюдены необходимые технические предосторожности при уходе.

Гибридное сорго выращивают почти так же, как и кукурузу, но необходима еще бо́льшая осторожность при проведении посева. Те случаи неудач, которые были зарегистрированы в 1958 г., почти всегда были связаны со слишком ранним сроком посева и излишне глубокой заделкой семян. Помимо этого, в некоторых случаях неудачи вызывались также небрежной предпосевной подготовкой почвы (крупные комки и наличие пустот в верхнем пахотном слое).

Агротехника возделывания гибридного сорго в общем не отличается от агротехники гибридной кукурузы, за исключением более позднего срока сева (на 10—15 дней позже посева кукурузы). Оптимальная густота стояния — 10—12 растений на 1 кв. м после прореживания. Посев проводят, как правило, в рядки вручную, при междурядьях 65—70 см и расстоянии между растениями в рядках 14—15 см. Прорастание семян — один из наиболее ответственных периодов в вегетации сорго, поэтому заделывать семена следует осторожно, на глубину не более 2 см. Норма высева гибридного сорго — 8—10 кг семян на 1 га.

После появления всходов проводят рыхления и прореживание растений, когда высота их достигает 15—20 см. При культуре в засушливых условиях поверхность почвы следует выравнивать, а борозды засыпать в процессе рыхлений, которые повторяют с краткими интервалами в течение всего вегетационного периода.

Правила применения минеральных удобрений такие же, как для гибридной кукурузы; не следует забывать о необходимости внесения калия. На основании наблюдений над гибридом сорго S_1 рекомендуется во время вегетации избегать каких-либо приемов, вызывающих уменьшение площади листовой поверхности растений; кроме того, не следует удалять боковые побеги, так как гибрид S_1 кустится не сильно. Растения с бо́льшим числом метелок, хотя бы и менее крупные, давали более высокие урожаи, чем растения с одним плодоносящим побегом.

Вегетационный период гибридного сорго зернового типа колеблется от 110 до 130 дней, в зависимости от условий места произрастания. Ко времени созревания семян вегетативные части растений находятся еще в полузеленом состоянии, и уборка их может дать дополнительно 200—300 ц/га корма среднего качества для рогатого скота, который хорошо его поедает как в неразмельченном виде, так и в виде резки, подготовленной для силосования.

В условиях достаточной влажности даже растения гибридного зернового сорго могут хорошо отрастать после первого скашивания, что дополнительно дает более 80—100 ц корма с 1 га. Наблюдалось отрастание сорго после скашивания и в неорошаемых условиях (в оливковых насаждениях на сухих холмах).

В некоторых местностях в районе Пистои, где часто высевают промежуточные культуры для сбора второго урожая, проводились опыты с посевами гибрида сорго S_1 в конце июня, после уборки пшеницы, и были получены удовлетворительные результаты. В порядке изучения продолжаются опыты с очень поздними посевами этого гибрида (до 15 июля) с целью получения второго урожая. Для усиления роста растений при таких сроках сева был дан один полив, который оказался очень эффективным. Однако фаза созревания вследствие наступления первых осенних холодов (в первой декаде ноября) затянулась, и не все метелки достигли полной спелости. В этом случае целые растения отлично использовались в качестве *превосходного корма*.

Необходимо несколько подробнее остановиться на возможности использования зеленой массы растений гибридного сорго на корм животным. Известно, что в



Рис. 2. Хорошо развитая корневая система гибридного сорго обеспечивает снабжение растений водой, способствуя мощному росту их.

растениях сорго в процессе их развития обычно образуются токсические вещества, вызывающие у животных более или менее серьезные признаки отравления и явления поноса. Причиной этих явлений вначале считали избыточное накопление азотнокислого калия в зеленых частях растений, а позднее — присутствие синильной кислоты в листьях и стеблях, выделяемой в свободном состоянии при участии цианогенного глюкозида, которому У. Р. Данстан дал название дуррин,

соответственно арабскому названию одной разновидности обыкновенного сорго *Sorghum vulgare* Pers. (durra). Другие 250 видов сорго, согласно исследованиям Трейба, Гиньяра, Равенны и др., имеют указанный цианогенный глюкозид, содержание которого в растении возрастает в первом периоде развития (прорастание), а затем по мере созревания растений снижается до полного исчезновения. Пьедаллу подтвердил, что явления отравления вызывались также и некоторыми кормовыми типами сорго, и экспериментально доказал, что в тканях молодых растений, едва достигших высоты 5 см, синильная кислота содержится в количестве 0,518 г на 100 г сырого вещества зеленой массы. В таблице 1 приведены данные о прогрессивном снижении содержания дуррина по мере роста растений, согласно исследованиям Пьедаллу.

Таблица 1

Высота растений, см	Содержание синильной кислоты на 100 г сырой зеленой массы, г
5	0,518
10	0,240
25	0,116
50	0,060
95	0,029
125	0,011
150 и выше	—

В результате исследований было также доказано, что на устойчивость глюкозида в растении непосредственно влияют содержание органического вещества в почве и внесение значительных доз азота в нитратной форме. Значительное содержание глюкозида наблюдается в органах, наиболее богатых протеином, выполняющих ассимиляционные функции (стеблевые междоузлия, листовые пластинки и листовые влагалища); самое высокое содержание глюкозида — в молодых проростках и верхних листьях.

Однако повторными опытами по кормлению животных и прямыми анализами установлено, что в климатических и почвенных условиях Италии растения видов сорго не образуют цианогенных глюкозидов в количе-

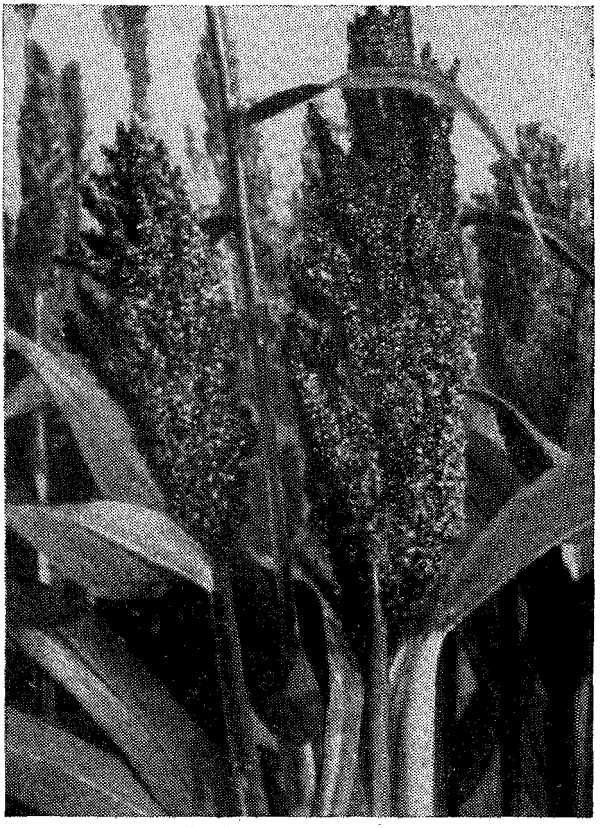


Рис. 3. Метелка гибридного сорго.

ствах, опасных для скармливания сорго животным. И, наоборот, некоторые недавно выведенные формы гибридного кормового сорго, по-видимому, практически свободны от глюкозида.

В 1958 г. урожаи зерна колебались в довольно широких пределах, от 90—100 ц/га для лучших зон до 30—35 ц/га для наиболее засушливых районов и участков на более крутых склонах. В некоторых из этих опытов в Пистое использовались семена гибридов Компании по производству семян кукурузы Функа и фирмы Асгров Италия и промышленные семена гибрида S_1. В одном

испытании, проведенном близ хозяйства «Гропполи» (Пистоя), на участке площадью 1100 кв. м, расположенном на холме, почва которого склонна к уплотнению и сухая, сравнивались три сорта — Амак 10, Бифбилдер и Силокинг. При одинаковых условиях посева и приемах выращивания были получены урожаи зерна: Бифбилдер — 50 ц/га, Силокинг — 53 ц/га и Амак 10—28 ц/га. Сорт Амак 10 отличается низкорослостью растений и выдающейся скороспелостью, которая, возможно, оказывает отрицательное влияние на размер урожая. Сорт Бифбилдер характеризуется мощным вегетативным развитием (высота растений 2 м и больше), продолжительным периодом вегетации и созреванием семян в конце сентября. Этот сорт считается наиболее подходящим для возделывания на корм. Сорт Силокинг относится к средним среди гибридов сорго, проходивших эти испытания. Этот сорт образует многочисленные боковые побеги и дает хороший урожай.

В других хозяйствах в Пистое гибрид S_1 дал следующие урожаи зерна с 1 га: близ Куерчи на влажной равнине — 88 ц, близ Песчии на невысоком сухом холме — 76 ц, близ Чебрайи (Ламporeккио) на более крутом сухом холме — 43 ц.

Кроме того, в других зонах Италии гибрид S_1 при различных условиях выращивания также дал высокие урожаи зерна, колеблющиеся от 101 до 70 ц/га.

Были проведены также испытания гибрида S_6, который показал себя как очень скороспелый и дал хорошие результаты, особенно в Умбрии, Марке и Тоскане. Высота растений гибрида S_6 была 120—130 см, т. е. приблизительно на 30 см выше растений гибрида S_1. Однако вследствие более раннего созревания продуктивность гибрида S_6 была ниже. Учитывая эти свойства гибрида S_6, его можно рекомендовать для позднеспелых сроков сева и для высева в более высокорасположенных местностях. В Баттипалье, провинция Салерно, было проведено испытание ряда гибридов сорго кормового направления. Опыт был заложен в 1958 г. на площади 1500 кв. м; посев проведен 22 мая; после посева был дан один полив; 23 сентября был проведен первый укос; урожай зеленой массы равнялся 692,6 ц/га. Второй укос был проведен 27 ноября, и получено 223,3 ц зеленой массы с 1 га. Следовательно, общая продукция зеленой массы в

сумме по двум укосам составляет 915,9 ц/га. Собранная зеленая масса была засилосована.

Обмолот зернового сорго легко осуществляется на обыкновенной зерновой молотилке при установке бильного барабана на небольшом расстоянии от деки.

Среди причин неудач значительное место занимают повреждения посевов сорго воробьями, особенно на небольших изолированных участках. Частые нападения воробьев объясняются тем, что время созревания гибридного сорго не совпадает с созреванием зерна других видов зерновых злаков, которые могли бы привлекать воробьев.

Зерно сорго обычно используется в размолотом виде как превосходный концентрированный корм для рогатого скота и свиней. Рогатому скоту с успехом можно давать также необмолоченные метелки.

Сравнение данных анализа муки из зерна гибридного сорго и муки из зерна кукурузы показало, что мука из зерна сорго обладает более высокой переваримостью, имеет более высокое содержание переваримых белков и более низкое содержание сырой клетчатки. Согласно данным проф. Броццетти, директора Института животноводства при Университете в Перудже, в сравнительных опытах со свиньями по определению переваримости муки из зерна сорго были получены следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2

Содержание питательных веществ в муке из зерна сорго

Химический состав	Общее содержание, %	Коэффициент переваримости, %	Содержание переваримых веществ, %
Вода	14,25	—	—
Сухое вещество	85,75	90,59	77,68
Органическое вещество	84,65	90,43	76,21
Сырой протеин	9,19	78,49	—
Протеин	8,67	100,00	8,67
Жиры	2,75	69,21	1,90
Безазотистые экстрактивные вещества	71,09	94,09	66,89
Сырая клетчатка	1,62	33,59	0,54
Зола	1,10	100,00	1,10

Питательная ценность муки: 80,16 крахм. ед., 114,65 корм. ед.

Питательная ценность муки из зерна сорго может быть сопоставлена с питательной ценностью кукурузной муки, которая, согласно Ханссону, равна 105,70 корм. ед.

В настоящее время проводятся сравнительные опыты по изучению переваримости у жвачных животных муки из зерна сорго и муки из целых метелок сорго с целью установить, насколько экономически выгодно для земледельцев использовать в качестве корма размол одного только зерна по сравнению с размолом целых метелок.

Принимая во внимание широкую возможность приспособления растений гибридного сорго к различным почвенно-климатическим условиям Италии, включая наиболее засушливые зоны, можно утверждать, что культура гибридного сорго войдет в практику сельского хозяйства Италии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Piédallu A., Le Sorgo, Paris, 1923.
2. Ravenna C., Zamorani M., *Staz. Sper. Agr. Ital.*, **42**, 7, 1909.
3. Ravenna C., *Rend. Acc. Naz. Lincei*, **18**, ser. 5a, 8, 1909.
4. Martin J., Couch J., Briesel R., *Jour. Am. Soc. Agr.*, **30**, 9, 1938.
5. Crescini F., Piante erbacee di grande coltura, REDA, 3 ed., Roma, 1951.
6. Benvenuti A., Sulla coltivazione della Saggina da scope in Italia, *L'Agricoltura Italiana*, A. **56**, dicembre, 1956.
7. Barontini F., I sorgi ibridi da granella, *L'Agricoltura Italiana*, A. **57**, dicembre, 1957.

Перевод М. Потресовой

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГИБРИДОВ КАРЛИКОВОГО СОРГО

СЭУЛЕСКУ Н., КЫРНУ И.

Saulescu N., Cîrnu I., Probleme Agricole, **11**, 5, 55—58, 1959

Сорго широко применяется для кормления животных. Оно обладает самой высокой устойчивостью к засухе и засоленности почвы, тем самым имея большое значение для многих зон Румынии, подверженных этим бедствиям. Только введение культуры сорго может при-

вести к подъему производительности сельского хозяйства в этих зонах.

Сорго очень нетребовательно к почве. Оно может давать удовлетворительные урожаи в засушливое лето даже на песчаных почвах. В последние годы в культуре зернового сорго, вследствие коренного изменения агротехники возделывания и выведения карликовых и гибридных сортов, достигнуты значительные успехи.

Раньше сорго возделывалось подобно кукурузе. Новая агротехника его возделывания, получившая в последнее время распространение, во многом сходна с пшеницей. Для обработки почвы, посева и уборки используются те же машины, что и для пшеницы.

Все это стало возможным благодаря выведению низкорослых (карликовых) сортов, которые можно убирать комбайнами. Получение гибридов, которые намного превосходят обычные сорта сорго, позволило в последнее время достигнуть значительного прогресса. Основой для получения этих гибридов явилось использование мужской цитоплазматической стерильности.

Благодаря выведению карликовых гибридов сорго и увеличению числа растений на гектаре (путем уменьшения междурядий и расстояния между растениями в рядке) стало возможным получать значительные урожаи зерна, достигающие 10 т/га.

Принимая во внимание перспективное значение карликового сорго, а также то, что сорго возделывается во многих госхозах, приводим некоторые экспериментальные данные, хотя они и получены за короткое время. Результаты, полученные нами, являются все же убедительными, так как они подтвердили экспериментальные данные других стран о преимуществе карликового сорго и новой агротехнике его выращивания.

В опыт были включены восемь гибридов, причем семь из них были представлены F_1, а один — F_2.

1. Пионер 705 — высота 78 см, период вегетации 120 дней.
2. Пионер 706 — высота 81 см, период вегетации 118 дней.
3. Пионер 780 — высота 79 см, период вегетации 120 дней.
4. Пионер 780 F_2 — высота 101 см, период вегетации 120 дней.

5. N. К. 135 (от фирмы Нортруп Кинг) — высота 89 см, период вегетации 115 дней.

6. N. К. 140 — высота 89 см, период вегетации 120 дней.

7. N. К. 3009 — высота 94 см, период вегетации 112 дней.

8. N. К. 3013 — высота 80 см, период вегетации 121 день.

В опыте изучались следующие площади питания: 50 × 20 см, что соответствовало густоте стояния 100 000 растений на 1 га, 50 × 25 см (80 000 растений на 1 га) и 50 × 30 см (67 000 растений на 1 га).

Кроме того, двойной гибрид испытывали при площади питания 50 × 15 см (133 000 растений на 1 га).

Опыты проводились Научно-исследовательским институтом в Фундуля на среднедеградированном черноземе в 1958 г., который характеризовался длительными периодами засухи и высокой температурой, особенно в мае и июле.

Посев был проведен 12 мая по зяблевой вспашке. Перед посевом участок культивировали. Посев проведен кукурузной сеялкой, по 4—5 семян в гнездо. Дважды проводилась прорывка. На каждой делянке было оставлено запланированное число растений.

В период вегетации растения были сильно повреждены тлей, с которой вели борьбу путем опрыскивания препаратом екатокс.

Уборка была проведена 15 октября; обмолот провели экспериментальной молотилкой К 119; влажность определялась электрическим влагомером «Стейнлите»; урожай был пересчитан на 14%-ную влажность зерна. Обработка данных проводилась методом вариционного анализа.

Результаты опытов, приведенные в таблицах 1 и 2, дают возможность сделать следующие выводы.

1. Наиболее урожайными были гибриды: N. К. 3013, Пионер 708 и N. К. 3009. В среднем высокопродуктивные гибриды дали на 13,67 ц/га, или на 33%, зерна больше, чем самый неурожайный гибрид.

2. Самый высокий урожай был получен с наиболее густых посевов. Так, при площади питания растений 50 × 20 см урожай был на 816 кг зерна (20,88%) выше, чем при площади питания 50 × 25 см. Этот вывод под-

Таблица 1

Влияние площади питания на урожайность гибридов сорго

№ п/п	Гибрид	Площадь питания, см	Урожай зерна		Достоверность опыта	Урожай стеблей, ц/га
			ц/га	%		
1	Пионер 780	50 × 15	61,9	148,18	Отличная	198,3
2	N. K. 3013	50 × 20	56,4	135,02	»	152,2
3	Пионер 780	50 × 20	53,9	129,04	»	141,5
4	N. K. 3009	50 × 20	51,5	123,29	»	128,0
5	N. K. 140	50 × 20	49,6	118,74	»	119,4
6	N. K. 3013	50 × 25	47,2	113,00	Хорошая	160,8
7	Пионер 705	50 × 20	45,9	109,88	Удовлетворительная	131,9
8	N. K. 3009	50 × 25	43,7	104,62	—	117,7
9	N. K. 140	50 × 30	43,0	102,94	—	132,7
10	Пионер 706	50 × 20	41,9	100,31	—	143,5
	Среднее		41,7	100,00	—	—
11	N. K. 135	50 × 20	41,5	99,35	—	130,7
12	Пионер 705	50 × 25	41,4	99,11	—	133,6
13	Пионер 780	50 × 25	41,4	99,11	—	122,6
14	N. K. 3013	50 × 30	40,1	98,39	—	147,9
15	N. K. 140	50 × 25	39,5	94,56	—	129,5
16	N. K. 3009	50 × 30	39,1	93,60	—	107,4
17	Пионер 780	50 × 30	38,9	93,13	—	119,9
18	Пионер 705	50 × 30	38,4	91,93	—	101,7
19	Пионер 780	50 × 20	37,1	88,82	Хорошая	150,0
20	N. K. 135	50 × 25	35,6	85,22	Отличная	130,4
21	Пионер 706	50 × 25	34,9	83,55	»	119,6
22	N. K. 135	50 × 30	32,3	77,32	»	127,7
23	Пионер 706	50 × 30	30,9	73,97	»	102,1
24	Пионер 780	50 × 25	28,9	67,68	»	129,9
25	Пионер 780	50 × 30	28,1	67,22	»	131,9

тверждается и тем, что в практике сельского хозяйства рекомендуют сеять гибриды сорго с расстоянием в рядках 25 см, так как доказано, что густые посевы в засушливых районах дают наибольшие урожаи.

В пользу этого же вывода говорит вариант посева F_1 гибрида Пионер 780. При площади питания 50 × × 15 см он дал 61,9 ц/га, т. е. на 14,8% выше, чем при площади питания 50 × 20 см.

3. Различные гибриды по-разному реагируют на изменение площади питания. Так, например, уменьшение

Таблица 2

Урожай гибридов в зависимости от площади питания растений

№ п/п	Гибрид	Площадь питания, см			Средний урожай		Достоверность опыта
		50×30	50×25	50×20	ц/га	%	
1	N. K. 3013	40,1	47,2	56,4	47,90	118,24	Отличная
2	Пионер 780	38,9	41,4	53,9	45,05	111,20	»
3	N. K. 3009	39,1	43,7	51,5	44,83	110,91	»
4	N. K. 140	43,0	39,5	49,6	44,05	108,73	»
5	Пионер 705	38,4	41,4	45,9	41,89	103,40	—
	Среднее	—	—	—	40,51	100,00	Контроль
6	N. K. 135	32,3	35,6	41,5	36,46	90,00	Отличная
7	Пионер 706	30,9	34,9	41,9	35,93	88,69	»
8	Пионер 780	28,1	28,9	37,1	31,39	77,48	»

Средний урожай всех гибридов при различной густоте

Абсолютный, ц/га . . .	36,44	39,08	47,24
Относительный, % . . .	93,24	100,00	120,88
Достоверность опыта . .	Отличная	Контроль	Отличная

расстояния с 25 до 20 см повысило урожай F_1 гибрида Пионер 780 на 12,5 ц/га, в то время как прибавка урожая гибрида Пионер 705 составляла только 4,5 ц/га.

4. Гибриды F_1 дали урожай на 41% выше, чем гибриды F_2. Отсюда следует, что в сельскохозяйственной практике не рекомендуется использование вторых и последующих поколений гибридов сорго, так же как не рекомендуется этого делать и в культуре кукурузы.

Следует отметить, что гибриды сорго, кроме высоких урожаев зерна, дают также большое количество (от 100 до 198 ц/га) стеблей, которые являются прекрасным кормом для всех видов домашних животных благодаря своей сочности и большому количеству листьев.

Перевод А. Исадченко

ГИБРИДНОЕ ЗЕРНОВОЕ СОРГО — ЗАСУХОУСТОЙЧИВАЯ КУЛЬТУРА

КОНСОЛАНИ Э.

Consolani E., Progresso agricolo, 5, 4, 467—469, 1959

Поиски растений, устойчивых к засухе, всегда вызывали интерес и привлекали большое внимание земледельцев засушливых зон Италии, где по целому ряду причин, к сожалению, невозможно применять орошение. Одним из таких растений, безусловно, является гибрид зернового сорго S_1, который характеризуется высокой продуктивностью.

Растения этого гибрида отличаются сильным, мощным развитием при незначительной высоте (около 1 м), что обеспечивает хорошую сопротивляемость их действию ветра. Корневая система компактная и менее распространенная, чем у обыкновенного сорго, и потому меньше истощает почву. Гибрид зернового сорго S_1 прошел испытания в различных областях Италии и, следовательно, в разных климатических условиях, местоположениях (равнина, холмы и горы) и т. д.

В 1959 г. посев был проведен в первой и второй декадах мая, при расстояниях между рядками 70 см и в рядках 20 см. В большинстве случаев густота стояния составляла 8—7 растений на 1 кв. м и даже меньше. Агротехника возделывания та же, что и для кукурузы, но удобрений вносится меньше. Кроме того, часто неправильно удаляли боковые побеги из надземных и подземных стеблевых узлов, что снижало число метелок. Однако при всех допущенных агротехнических ошибках, вызванных недостаточной изученностью культуры сорго, были получены положительные результаты. Уборку урожая проводили в конце августа и начале сентября в провинции Марки и примыкающей к ней зоне провинции Эмилия и в конце сентября в Ломбардии. Полученные средние урожаи оказались в общем выше всех ожиданий.

В провинции Эмилия, так же как и в Ломбардии, урожаи сорго всегда были выше 60 ц/га (не исключая посевов в засушливом 1958 г. и в засушливых районах), помимо сбора обильного количества свежего зеленого корма. Такие урожаи, уже сами по себе значительные,

особенно если учесть неблагоприятные погодные условия, обращают на себя еще большее внимание, если сопоставить их с урожаями, полученными по другим культурам, в частности по кукурузе, по сравнению с которой гибрид сорго S_1 дал урожай на 50—80% больше.

Кроме того, необходимо иметь в виду, что питательная ценность зерна сорго как корма для животных выше питательной ценности зерна кукурузы. В таблице 1 приведены данные анализа зерна сорго, проведенного в химической лаборатории провинции Мачерата, и данные анализа кукурузы, согласно проф. Борджоли.

Таблица 1

Химический состав	Сорго, %	Кукуруза, %
Сухое вещество	89,00	86,20
Сырой протеин	10,60	10,00
» жир	3,35	4,70
Сырая клетчатка	1,65	2,70
Экстрактивные безазотистые вещества	72,05	67,10
Зола (минеральные вещества)	1,35	1,70
Протеин переваримый	9,30	7,20

Отношение содержания азотистых и безазотистых веществ для сорго равно 1 : 8,75 и для кукурузы 1 : 11,16. Поэтому зерно сорго весьма рекомендуется для кормления животных и птиц, особенно кур.

Продуктивность гибридного сорго очень высокая: средняя урожайность его может достигать 100 ц с 1 га, если выполняются все необходимые агротехнические мероприятия, более или менее обычные для других сельскохозяйственных культур и которые вкратце могут быть изложены в следующем виде:

1) соответствующая подготовка почвы: чем больше она прогрета и проницаема для воздуха, тем лучше для сорго — тропического растения, нуждающегося в аэрации и тепле;

2) правильное применение как органических, так и минеральных удобрений;

3) своевременный посев; в теплых районах ранние



Рис. 1. Метелка бокового побега гибридного сорго, достигшая спелости одновременно с метелкой главного побега.

сроки сева (в апреле), а в холодных районах — более поздние сроки (в мае), но в последнем случае посев следует проводить не позднее первой декады мая, чтобы семена попали во влажную почву, а также чтобы это не привело к запозданию с уборкой;

4) посев рядовой — при междурядьях 60—70 см и расстоянии в рядках 15 см, с мелкой заделкой семян; норма высева — 10 кг семян на 1 га;

5) густота стояния должна быть не менее 9—10 растений на 1 кв. м (такое количество растений оставляют при прореживании);

6) окучивание растений и междурядная обработка, т. е. те же приемы ухода, которые применяются для кукурузы;

7) сохранение боковых побегов, появляющихся при основании растений, так как растения с бо́льшим числом метелок дают более высокую продукцию;

8) уборка проводится, когда метелки достигают достаточной спелости и зерно сухое (стебли и листья еще долгое время остаются зелеными), обыкновенным ком-



Рис. 2. Мощное развитие растений гибрида сорго S_1 в полевых условиях; высота растений достигает в среднем 90—100 см.

байном, что значительно экономит время и рабочую силу.

Использование комбайна для уборки гибридного сорго возможно также и при низком росте растений. Стебли, которые при этом разминаются, силосуются зелеными. Необходимо заблаговременно отрегулировать число оборотов бильного барабана молотилки; при обмолоте сорго число оборотов должно быть меньше, чем при обмолоте пшеницы, так как зерно сорго более мучнистое и поэтому менее крепкое. В Марки вместо машинного обмолота зерна проводили размол целых метелок на универсальной жерновой мельнице (тип «Ниагара»), перемалывавшей зерно и стебли без затруднений, давая при этом экономию во времени и денежных затратах.

Из сказанного следует, что гибрид сорго S_1 (по своим свойствам, продуктивности и использованию) может иметь все большее и большее распространение в Италии, что разрешит трудную проблему введения новой хорошей пропашной культуры в засушливых районах. Кроме того, возделывание гибрида сорго S_1 дает возможность получать два урожая в год при тех сроках сева, которые рекомендованы, если предшественниками будут, например, скороспелый горох или кормовые травы, высеваемые осенью.

Перевод М. Потресовой

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБРИДНОГО ЗЕРНОВОГО СОРГО

ДИНО ДИНИ

Dino Dini, Informatore agrario, 50, 22, 657—658, 1960

Культура гибридного сорго — мощное средство для достижения необходимого сдвига в развитии животноводства Италии, особенно в тех районах, где кукуруза не может полностью проявить свою высокую продуктивность.

Кукуруза благодаря гибридизации одержала большую победу как высокопродуктивная культура, но попытки продвинуть ее на обширные пространства холми-

стых зон и почти во все районы засушливых земель потерпели неудачу. Введение в культуру гибридного сорго — проблема, заслуживающая большого внимания, учитывая как большие земельные пространства, на которых невозможно возделывание кукурузы, так и высокую эффективность, которую дало бы введение новой пропашной культуры для преобразования земледелия и развития животноводства.

ВЫДАЮЩАЯСЯ УРОЖАЙНОСТЬ

Первые экспериментальные работы по сравнительному испытанию гибридов зернового сорго с обычными типами сорго были проведены в хозяйстве «Баньяйя», близ Ареццо. Несмотря на все недостатки примененной «импровизированной» агротехники возделывания гибридного сорго, были получены поразительно высокие урожаи, значительно превосходящие максимумы, достигнутые для лучших сортов гибридной кукурузы или для местных типов, распространенных в данной зоне.

Урожаи некоторых из этих гибридов сорго превысили 90 ц/га, а один из них в одной повторности дал 98,25 ц/га.

Эти предварительные данные по урожайности усилили интерес к продолжению опытов. Испытания проводили ежегодно и в весьма различных почвенно-климатических условиях. В Фрассинето (Монтаньяно-Ареццо) было проведено сравнительное испытание 13 сортов гибридного сорго. Опыт заложен в четырех повторностях с произвольным расположением делянок в группах. Урожай гибрида S_1 в этом опыте был равен в среднем 88,45 ц/га при показателях по отдельным повторностям соответственно: 91,66; 89,16; 86,87 и 86,45 ц/га. В этом же испытании другой сорт Камельсорго 210-13-16 дал урожай 85,58 ц/га; очень высокими урожаями отличались также и другие четыре сорта: Камельсорго 210-41-44 — 79,94 ц/га; Камельсорго 65 — 76,51; Камельсорго 93 — 76,19 и Камельсорго 55 — 73,28 ц/га.

В итальянских изданиях часто публиковались аналогичные сообщения, относящиеся к различным зонам и географическим широтам, что говорит о высокой оценке этого растения как о культуре, позволяющей более рентабельно использовать сухие и бесплодные почвы Италии.

Так, например, проф. Даль Пра в журнале *Agricolture senese* сообщил об урожае 77,3 ц/га, полученном в хозяйстве Черрето в Мерзе на неглубокой, каменистой, сухой почве, где предшественником гибридного сорго была рожь на зеленый корм.

ЧТО ТАКОЕ ГИБРИДНОЕ СОРГО?

На этот вопрос легко ответить, если вспомнить, что техника производства семян гибридного сорго основана на тех же принципах, что и процесс создания гибридной кукурузы. Как в том, так и в другом случае используется широко известное явление гетерозиса, связанное с мощным развитием растений первого поколения (F_1).

Методика получения семян сорго для посева первого поколения несколько отличается от методики, принятой для кукурузы, так как сорго является растением, имеющим обоеполые цветки, но с широко выраженной способностью к перекрестному опылению, так как цветочные чешуи в момент растрескивания пыльников открыты. Поэтому необходимо вначале получить чистые линии с мужской стерильностью (материнская форма), которые затем высевают в поле чередующимися рядками с растениями, имеющими нормальную мужскую фертильность, и используют только как опылители (отцовская форма).

Таким образом, гибридные семена для посева первого поколения происходят от линий с мужской стерильностью, однако в первом поколении восстанавливается как мужская, так и женская фертильность. Необходимо подчеркнуть, что семена, собранные в посеве гибридов первого поколения, далее не должны использоваться для семенного размножения, так как явление гетерозиса проявляется только у гибридов первого поколения и уже во втором поколении (F_2) отсутствует.

УСТОЙЧИВОСТЬ К ЗАСУХЕ

Очень высокая устойчивость гибридного сорго к засухе связана с типичными явлениями самозащиты растения, обладающего способностью в сухие периоды ослаблять вегетативные функции (закрытие устьиц, свертывание листьев), для того чтобы возобновить рост

с полной силой и интенсивностью, как только прекратится недостаток влаги. С другой стороны, речь идет о растении, обладающем функционально мощной корневой системой в сочетании с низким ростом (90—100 см), что содействует накоплению в нем запасной воды. Потребление воды растениями сорго относительно ниже по сравнению с кукурузой, имеющей значительно более сильное развитие надземных частей.

АГРОТЕХНИКА

Агротехника возделывания сорго имеет много общего с агротехникой, обычно применяемой для кукурузы. Однако результаты четырехлетних опытов показали, что получение высоких урожаев сорго требует выполнения ряда правил, из числа которых ниже указаны наиболее важные.

Прежде всего следует отметить, что хотя гибридное сорго и обладает высокой засухоустойчивостью, но культура его, конечно, более доходна в условиях достаточной влажности. Поэтому рекомендуется проведение ранней и глубокой вспашки поля, а также тщательное боронование и внесение навозного удобрения, которое является не только хорошим источником питательных веществ, но и средством потенциального улучшения и сохранения хорошей структуры почвы.

Необходимо вносить также минеральные удобрения, согласно уровню плодородия почвы, не забывая, что сорго дает высокий урожай, но вместе с тем требует хороших условий питания и что, кроме фосфора и азота, необходимо также внесение калия. В зонах, где проводились испытания, наиболее подходящими дозами удобрений были: 70 кг азота, 120 кг P_2O_5 и примерно 60 кг калия на 1 га. Следовательно, соотношение вносимых доз этих элементов равно 1 : 2 : 1, т. е. аналогично требованиям кукурузы и других пропашных культур семейства злаковых.

Посев гибридного сорго следует проводить на 10—15 дней позже посева кукурузы, так как для прорастания семян сорго необходимы температуры не ниже 14—15°, а для нормального развития молодых растений требуются более высокие температуры. Посев может быть ручной или машинный при междурядьях 70 см; норма

высева — 10—12 кг семян на 1 га. При ручном способе посева предварительно открывают борозды на глубину 13—15 см и высевают семена на дно борозд непрерывными рядами. Глубина заделки семян должна быть очень мелкой (2 см), в противном случае задерживается их прорастание.

Когда растения достигнут высоты 5—10 см, следует провести первое рыхление и в дальнейшем по возможности несколько раз повторять рыхление, в зависимости от состояния культуры. При проведении рыхлений необходимо стремиться к заравниванию борозд с целью уменьшения испарения воды.

При машинном способе посев проводят обычной зерновой сеялкой, заранее отрегулированной, особенно тщательно для посева на сырых почвах.

Когда растения достигнут высоты 15 см, проводят прореживание растений, оставляя их в рядках на расстоянии 15 см друг от друга из расчета 9—10 растений на 1 кв. м.

Гибриды сорго склонны к кущению и часто в среднем образуют по три стебля. Не рекомендуется удалять боковые побеги, что иногда делают с целью концентрации воды и питательных веществ в главном побеге. Проведенные исследования показали, что более высокие урожаи получают в посевах, где боковые побеги остаются нетронутыми.

Уборку начинают тогда, когда зерно станет твердым, срезая метелки немного ниже их основания. Уборка метелок в фазе ранней спелости вызывается необходимостью предупреждения потерь от повреждений птицами, часто нападающими на сорго. Метелки, убираемые в фазе ранней спелости, хорошо до обмолота просушить на солнце. Обмолот можно проводить на обыкновенной зерновой молотилке с заранее отрегулированной установкой барабана и при уменьшенном числе его оборотов во избежание раздробления зерна.

Стебли и листья, остающиеся после уборки в зеленом состоянии, могут быть использованы для скармливания рогатому скоту непосредственно или, лучше, после силосования.

Директор Института животноводства при университете в Перудже проф. Броццетти провел исследования по использованию гибридного сорго на корм. В этих иссле-

дованиях изучалась: питательная ценность зерна гибридного сорго, питательная ценность целых (необмолоченных) метелок и питательная ценность стеблей и листьев, остающихся после уборки метелок.

Работы по обмолоту метелок, указывает Броццетти, естественно, повышают себестоимость продукции. Если бы была возможность вместо обмолота производить размол целых метелок с помощью небольшой зерновой мельницы, процесс подготовки корма был бы сильно упрощен.

В таблицах 1, 2 и 3 приведены данные по изучению кормовой ценности гибрида сорго Функ 1 для свиней и жвачных животных.

Таблица 1

Содержание питательных веществ и питательная ценность зерна гибрида сорго Функ 1 и кукурузы

Химический состав	Гибрид сорго Функ 1			Кукуруза	
	общее содержание, %	переваримые вещества, %		общее содержание, %	переваримые вещества, %
		свиньи	жвачные животные		
Вода	13,56	—	—	13,00	—
Сухое вещество . .	86,44	78,43	74,48	87,00	—
Органическое вещество	85,06	77,79	73,81	85,70	—
Сырой протеин . .	10,74	7,91	7,28	9,90	7,10
Вещества, экстрагируемые эфиром	2,94	1,99	2,42	4,40	3,90
Безазотистые экстрактивные вещества	69,64	67,06	65,36	60,20	65,70
Сырая клетчатка	1,74	0,84	—	2,20	1,30
Зола	1,37	0,71	0,68	1,30	—
Питательная ценность, корм. ед.	—	114,16	109,72	—	111,00

Многочисленные данные аналитических определений опытов по переваримости, повторенных неоднократно на жвачных животных и свиньях, показывают, что по содержанию питательных веществ и переваримости зерно сорго эквивалентно зерну кукурузы. Это дает основание сделать вывод, что с этой точки зрения обе культуры могут быть взаимно заменяемы на равных началах при составлении кормовых рационов для животных.

Таблица 2

Содержание питательных веществ и питательная ценность необмолоченных метелок гибрида сорго Функ 1

Химический состав	Общее содержание, %	Переваримые вещества, %	
		свиньи	жвачные животные
Вода	13,03	—	—
Сухое вещество	86,97	63,76	69,17
Органическое вещество	84,07	63,02	67,92
Сырой протеин	7,77	3,52	4,47
Вещества, экстрагируемые эфиром	2,19	1,10	1,78
Безазотистые экстрактивные вещества	66,87	57,40	57,85
Сырая клетчатка	7,24	0,97	3,82
Зола	2,89	0,76	1,24
Питательная ценность, корм. ед.	—	87,46	95,42

Таблица 3

Содержание питательных веществ и питательная ценность стеблевой массы гибрида сорго Функ 1

Химический состав	Общее содержание, %	Переваримые вещества, %
Вода	70,04	—
Сухое вещество	29,96	17,88
Органическое вещество	27,19	17,09
Сырой протеин	1,94	0,92
Вещества, экстрагируемые эфиром	0,50	0,22
Безазотистые экстрактивные вещества	17,56	11,59
Сырая клетчатка	7,20	4,37
Зола	2,77	0,79
Питательная ценность, корм. ед.	—	20,42

Необходимо также отметить, что зерно сорго лучше использовалось свиньями, чем жвачными животными, тогда как при скармливании муки из целых метелок по-

лучены противоположные результаты. Повышенное содержание сырой клетчатки в муке из целых метелок и лучшая переваримость ее жвачными животными позволяют рекомендовать этот вид корма для рогатого скота, тогда как для свиней рекомендуется использовать муку из одного только зерна, имея в виду заметно пониженную питательную ценность муки из целых метелок. Стеблевые остатки рентабельно использовать только для жвачных животных в виде резки и в соответствующих смесях с более хорошими кормами. Стеблевые остатки лучше силосовать.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая все вышесказанное, можно сделать вывод, что сорго найдет быстрое распространение в районах, где невозможна культура кукурузы. В последнем пятилетии в Италии под кукурузой было занято 1 231 168 га пахотных земель, при среднем урожае зерна кукурузы 28,69 ц/га. Более подробный анализ показывает, что в Северной Италии было занято около 710 тыс. га, при среднем урожае 40—42 ц/га, в то время как в центрально-южной части на долю кукурузы приходилось около 520 тыс. га, при среднем урожае около 14—15 ц/га.

Допуская большие возможности продвижения гибридного сорго также и на север Италии, можно предполагать, что оно займет около 500 тыс. га, от Тосканы до границы Калабрии и на островах, где урожаи кукурузы не превышают 20 ц/га и часто не достигают даже 10 ц/га.

Если предположить, что в этой части Италии под сорго будет занято около 300 тыс. га, используемых в настоящее время под кукурузой, и если при этом, как показали испытания, можно будет повысить выход продукции на 60—80%, то мы дополнительно получим 3500 тыс. ц зерна, что эквивалентно 380 млн. корм. ед. Это количество зерна позволит получить 600 тыс. ц мяса в живом весе.

На основании всего сказанного можно сделать заключение, что гибридное зерновое сорго является легко осуществимым и мощным средством для достижения необходимого сдвига в развитии животноводства Италии.

Перевод М. Потресовой

СОДЕРЖАНИЕ ЦИАНОГЕННОГО ГЛЮКОЗИДА ДУРРИНА В НЕКОТОРЫХ ГИБРИДАХ СОРГО

МАССАНТИНИ Ф., БАРОНТИНИ Ф.

Massantini F., Barontini F., L'Agricoltura Italiana, 60, 3, 75—89, 1960

ВВЕДЕНИЕ

Кормовое сорго, ценное сельскохозяйственное растение, с очень хорошими кормовыми качествами, до сих пор не получило заметного распространения в Италии. Это, очевидно, обусловлено тем, что кормление скота растениями, убранными в ранние фазы развития и содержащими цианогенный глюкозид, может вызвать у животных довольно сильные токсические явления вследствие действия синильной кислоты, образующейся из глюкозида при участии ферментов [1].

В последние годы благодаря выведению гибридного сорго как зернового, так и кормового направления заметно возрос интерес фермеров к этой культуре, получившей весьма высокую оценку [3]. В связи с этим большое значение имеет определение содержания цианогенного глюкозида в гибридах сорго по сравнению с обыкновенным сорго, а также в зависимости от фазы

---

[1] Для характеристики степени токсичности, вызываемой присутствием синильной кислоты в кормовом сорго, ниже приведена шкала токсичности, составленная по данным некоторых исследователей [1, 2], с учетом физиологических и анатомических свойств различных видов животных, которым сорго можно скармливать в свежем виде, а также различной индивидуальной выносливости животных:

Содержание HCN в мг на 100 г сухого вещества сорго	*Степень токсичности*
0— 25	Очень слабая
25— 50	Слабая
50— 75	Средняя
75—100	Высокая
Выше 100	Очень высокая

развития растения, степени влияния некоторых почвенно-климатических и агротехнических условий.

Содержащийся в растениях сорго цианогенный глюкозид, названный Уиндгемом и Дунстаном дуррином, совершенно отсутствует в зерне, но прогрессивно накопляется в зеленых частях растения в ранние фазы его развития, а затем, по мере дальнейшего развития растения, постепенно убывает. Это снижение происходит различно в зависимости от вида, сорта и индивидуальных особенностей растения; иногда дуррин может почти полностью исчезнуть в фазе, близкой к созреванию семян. Известно также, что некоторые условия окружающей среды (интенсивность света, температура, содержание гумуса и азота в почве, в частности количество нитратов) могут повышать накопление глюкозида в растениях.

Влияние влажности почвы на образование глюкозида изучено мало. Одни авторы [4,5] считают, что выпадение осадков и орошение содействуют снижению содержания глюкозида; другие [6] придерживаются иной точки зрения, утверждая, что содержание глюкозида повышается после выпадения осадков, так как под влиянием последних усиливается образование новых побегов и растение обогащается молодыми тканями с более высоким содержанием токсического начала. Наконец, некоторые авторы [7] не видят никакой взаимосвязи между содержанием глюкозида в растениях и влажностью почвы.

Таким образом, мнения исследователей по этому вопросу весьма разноречивы; по-видимому, здесь играет роль то, что повышение влажности почвы может прямо или косвенно действовать на другие факторы, непосредственно влияющие на образование цианогенного глюкозида. Так, выпадение осадков, повышающее влажность почвы, вызывает в то же время, согласно наблюдениям Даградн [8], понижение температуры окружающей среды, и снижение содержания дуррина в растениях скорее может быть отнесено за счет последнего фактора, а не за счет непосредственного влияния изменения влажности почвы.

Кроме того, было отмечено, что если наблюдается обратная зависимость между степенью влажности почвы и содержанием цианогенного глюкозида в растениях,

то это является следствием снижения концентрации нитратов в почвенном растворе, которое наступает после выпадения осадков и орошения; как было неоднократно доказано, нитраты повышают содержание глюкозида в растениях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В таблице 1 дана характеристика сортов, изучавшихся в опыте.

Из шести сортов гибридного сорго четыре сорта — зернового назначения и два — кормового. Мы считали целесообразным включить в данное исследование, кроме кормовых, также и зерновые типы, так как нередко по различным причинам зерновое сорго может использоваться на зеленый корм.

Таблица 1

Название сорта	Назначение	Высота растений	Вегетационный период	Поколение
S/1	Зерновое	Низкая	Короткий	F_1
S/6	»	Умеренная	Очень короткий	»
Амак R/10	»	Низкая	» »	»
Амак R/12	»	Средняя	Короткий	»
Силокинг	Кормовое	Низкая	Средний	»
Бифбилдер	»	Высокая	Продолжительный	»
Сорго обыкновенное краснозерное	»	»	То же	

Кроме того, надо иметь в виду, что при культуре сорго на зерно животным могут скармливаться молодые растения, удаляемые с поля при прореживании рядков до заданной густоты стояния, а также зеленая масса листьев и молодых побегов, удаляемых перед уборкой метелок.

Из типов обыкновенного сорго в опыт было включено краснозерное сорго, так как именно этот тип обычно возделывается на корм в центральной части Италии.

Опыт был заложен на участке, расположенном в долине с направлением склона с севера на юг, на рыхлой

почве среднего плодородия [1]. Опыт состоял из 21 делянки, каждая площадью 29 кв. м (10,4 × 2,8 м).

Перед посевом на весь участок было внесено 400 ц навоза, 5 ц полного минерального удобрения состава 10—10—10 и 7 ц аммонизированного суперфосфата на 1 га.

Посев на всех делянках был проведен 20 мая 1959 г. в борозды с междурядьями 70 см. При окончательной прорывке растения оставлялись в рядках на расстоянии 15 см, что соответствует густоте стояния 10 растений на 1 кв. м.

Каждый из испытывавшихся сортов сорго был высеян на трех делянках, соответственно трем вариантам опыта. Делянки опыта были заложены по методу случайного расположения.

Ввиду ограниченного количества семян по некоторым сортам в опыте не было повторностей.

Варианты опыта: I — без подкормки азотным удобрением и без орошения; II — подкормка аммиачной селитрой из расчета 2 ц/га (6 и 16 июня); III — подкормка аммиачной селитрой, как в варианте II, и орошение из расчета 500 куб. м воды на 1 га (первый полив 8 июня — 200 куб. м, второй полив 18 июня — 300 куб. м).

Таким образом, в варианте I изучалось влияние различных факторов на содержание дуррина в растениях, в варианте II — влияние подкормки азотным удобрением, а в варианте III изучалась взаимосвязь между степенью влажности почвы и содержанием в растениях дуррина.

Для более полного представления об условиях, в которых протекал опыт, на рисунке 1 изображены сравни-

---

[1] Характеристика физико-механических и химических свойств почвы:

Влажность	1,4%					
Глина	6,2%					
Ил	18,4%					
Песок	74,0%					
pH	6,7					
Включения известняка	Нет					
Азот общий	0,90	мг	на	100	г	почвы
Органическое вещество	1,40%					
P_2O_5 общая	1,38	мг	на	100	г	почвы
P_2O_5 усвояемая	0,105	»	»	100	»	»
K_2O общий	1,48	»	»	100	»	»
K_2O усвояемый	1,61	»	»	100	»	»

тельные данные о температуре воздуха и выпадении осадков за период с 21 мая по 31 июля 1959 г.

Для исследования динамики содержания дуррина в растениях в течение всего вегетационного периода с каждой делянки приблизительно через 10-дневные интервалы брали пробы растений и отмечали среднюю высоту растений и фазу их развития в момент взятия

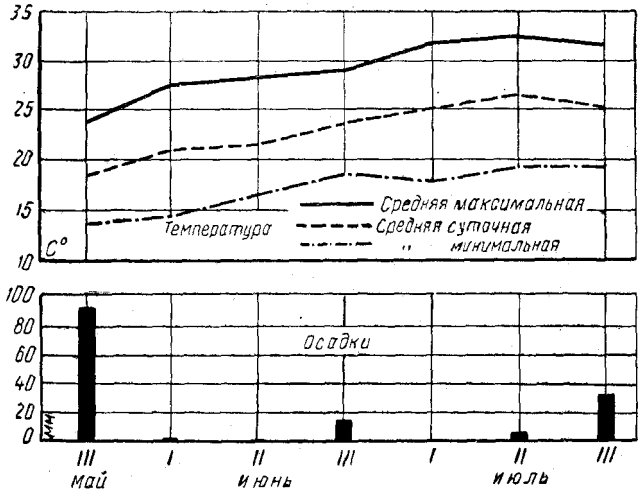


Рис. 1. Температура и количество выпавших осадков за период 21 мая — 31 июля 1959 г. (По данным метеорологической станции Высшей сельскохозяйственной школы в Пистое.)

пробы. Полученные средние показатели использовали для сопоставления с данными химических анализов.

Содержание синильной кислоты определялось объемным методом [8, 9, 10]. Этот метод, использованный многими исследователями, хотя и не отличается строгой точностью, но зато им можно быстро сделать определение, что очень важно при проведении большого числа анализов. Точность результатов, получаемых этим методом, можно считать удовлетворительной, если данные анализов служат для целей сравнения и анализы проводятся всегда в одинаковых условиях.

Методика и техника проведения анализа следующие. С каждой делянки приблизительно через 10 дней берут определенное число растений, из которых выделяют среднюю пробу весом 100 г; при этом соотношение между весом листьев и стеблей в этой пробе должно соответствовать соотношению листьев и стеблей в исходном материале, взятом с делянки. Пробу измельчают, растирают в ступке и помещают в колбу, в которую добавляют 500 куб. см воды. Колбу в течение 24 часов оставляют при комнатной температуре, а затем после окончания гидролиза глюкозида подвергают отгону. Отгон в количестве 150 куб. см собирают над 0,02 н раствором азотнокислого серебра, подкисленного азотной кислотой. Фильтрованием отделяют осадок, который промывают небольшим количеством воды. В фильтрате избыток азотнокислого серебра оттитровывают 0,02 н раствором роданистого калия, используя в качестве индикатора железные квасцы.

Для пересчета полученных данных на сухое вещество одновременно с проведением анализа на синильную кислоту берут другую пробу растений таким же способом и проводят определение влажности, подсушивая пробу до постоянного веса при температуре 105°.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА

Результаты, полученные в нашем исследовании, приведены в таблицах 2, 3, 4 и схематически изображены на рисунках 2, 3 и 4.

На основании анализа этих данных можно сделать ряд выводов.

1. В варианте I (без подкормки и орошения) у сортов сорго наблюдались заметные различия в содержании дуррина (и, следовательно, синильной кислоты) в течение вегетационного периода.

В целом у всех гибридов сорго, за исключением Бифбилдер, содержание дуррина было заметно ниже, чем у краснозерного сорго. Только у гибрида Бифбилдер, имеющего самый продолжительный вегетационный период, содержание синильной кислоты было очень близко к содержанию ее у краснозерного сорго.

У всех гибридов сорго (за исключением Бифбилдер), а особенно у сортов Силокинг и Амак R/10, содержание

Таблица 2

Содержание синильной кислоты у гибридного и обыкновенного сорго в разных фазах развития растений (вариант I)

Название сорта	Даты взятия проб														
	16 июня			25 июня			7 июля			20 июля			30 июля		
	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг
S/1	15—20	К*	77,4	20—40	К	57,3	50—70	Т	6,7	70—90	М(н)	0			
S/6	15—20	»	101,6	30—50	»	84,3	70—90	»	9,8	100—120	»	0			
Амак R/10	15—20	»	62,8	20—40	»	10,1	50—70	»	7,7	70—90	»	0			
Амак R/12	15—20	»	85,2	20—40	»	37,3	50—70	К	8,4	70—90	»	0			
Силокинг	15—20	»	71,5	30—50	»	23,9	80—110	»	2,5	130—160	К	0			
Бифбилдер	15—20	»	112,9	30—50	»	94,5	90—130	»	28,6	180—220	»	6,2	260—300	Т	0
Краснозерное сорго . .	15—20	»	109,0	30—50	»	106,8	80—120	»	24,8	160—200	»	18,2	230—260	»	10,8

* К — кущение; Т — выход в трубку; М(н) — начало выметывания.

дуррина уже через месяц после начала вегетации значительно снизилось, а к началу выметывания растений он полностью исчез.

У гибрида Амак R/10 раньше (примерно через 30 дней после посева), чем у других изучавшихся сортов, содержание синильной кислоты падает ниже «порога токсичности», и зеленая масса его с этого момента может быть использована на корм животным без опасности для их здоровья («порогу токсичности» соответствует содержание синильной кислоты 25—30 мг на 100 г сухого вещества).

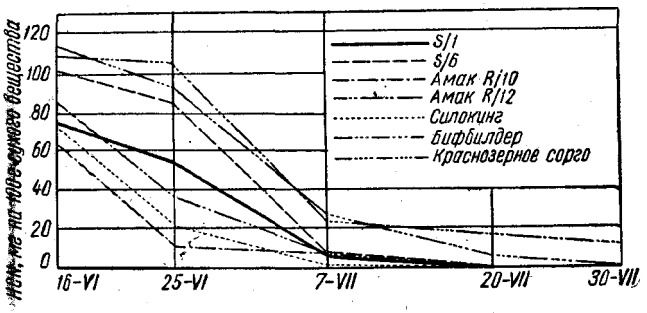


Рис. 2. Без азотной подкормки и орошения (вариант I).

По отношению к периоду возможного скармливания зеленой массы гибриды располагаются в следующем порядке: Силокинг, Амак R/12, S/1, S/6, Бифбилдер и, наконец, сорго обыкновенное краснозерное.

Характерно, что по всем сортам в вариантах II и III содержание дуррина снижалось до «порога токсичности», когда растения достигали более поздней фазы развития, чем в условиях варианта I.

2. Результаты варианта II подтвердили, что более высокое содержание азота в почве, особенно в форме нитратов, вызывает повышение содержания дуррина в растениях сорго, что наблюдалось у всех без исключения сортов сорго, исследованных в опыте.

Однако содержание синильной кислоты под влиянием внесения азотного удобрения повышалось различно в зависимости от сорта. Так, у гибрида Силокинг на

Таблица 3

Содержание синильной кислоты у гибридного и обыкновенного сорго в разных фазах развития растений
(вариант II)

Название сорта	Даты взятия проб														
	16 июня			25 июня			7 июля			20 июля			30 июля		
	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг
S/1	15—20	К*	131,1	20—40	К	99,6	50—70	Т	23,2	70—90	М(н)	3,0	90—110	М	0
S/6	15—20	»	166,1	30—50	»	149,0	70—90	»	15,9	100—120	»	0			
Амак R/10	15—20	»	127,8	20—40	»	51,0	50—70	»	8,8	70—90	»	0			
Амак R/12 .	15—20	»	155,5	20—40	»	66,1	50—70	К	19,8	70—90	»	6,1	90—110	М	0
Силокинг . .	15—20	»	184,3	30—50	»	58,9	80—110	»	22,0	130—160	К	3,8	200—220	Т	0
Бифбилдер	15—20	»	130,0	30—50	»	152,3	90—130	»	59,8	180—220	»	8,8	260—300	»	6,9
Краснозерное сорго . .	15—20	»	114,8	30—50	»	101,8	80—120	»	38,1	160—200	»	27,3	230—260	»	15,7

* К — кущение; Т — выход в трубку; М(н) — начало выметывания; М — конец выметывания.

делянках без внесения азотного удобрения содержание синильной кислоты составляло по четырем пробам: 71,5; 23,9; 2,5; 0, в то время как в растениях с делянок, получивших подкормку азотным удобрением, соответствующие показатели по четырем пробам были 184,3; 58,9; 22,0 и 3,8.

Следовательно, внесение азотной подкормки значительно задерживает возможность использования сорго

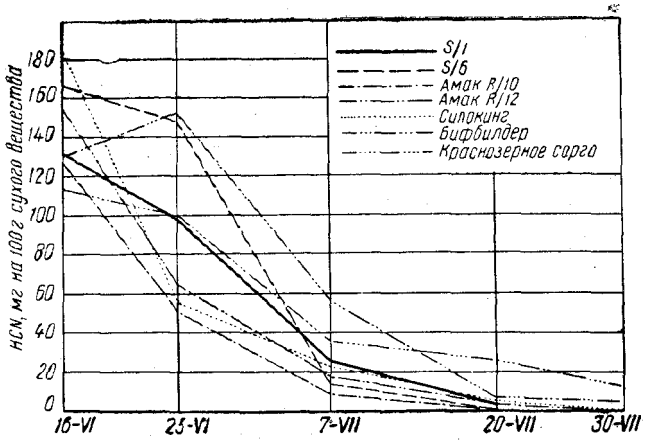


Рис. 3. Подкормка азотным удобрением без орошения (вариант II).

на корм, так как снижение синильной кислоты до предела нетоксичности растений наступает гораздо позднее.

Так, у гибрида Амак R/10 состояние нетоксичности растений на делянке, удобренной азотом, отмечено на 10 дней позже, чем у растений того же гибрида на делянке без подкормки азотом.

3. В растениях, взятых с делянок варианта III, где, кроме подкормки азотным удобрением, было проведено орошение, наблюдалось повышение содержания цианогенного глюкозида. Динамика содержания глюкозида в растениях в течение вегетационного периода также была различной в зависимости от сорта сорго,

Таблица 4

Содержание синильной кислоты у гибридного и обыкновенного сорго в разных фазах развития растений (вариант III)

Название сорта	Даты взятия проб														
	16 июня			25 июня			7 июля			20 июля			30 июля		
	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг	высота растений, см	фаза развития	HCN на 100 г сухого вещества, мг
S/1	15—20	К*	135,4	20—40	К	100,9	50—70	Т	19,5	70—90	М(н)	5,4	90—110	М	0
S/6	15—20	»	117,0	30—50	»	114,8	70—90	»	4,6	100—120	»	0			
Амак R/10	15—20	»	122,5	20—40	»	82,7	50—70	»	5,2	70—90	»	0			
Амак R/12	15—20	»	132,2	20—40	»	112,8	50—70	К	12,9	70—90	»	0			
Силокинг . .	15—20	»	135,7	30—50	»	63,7	80—110	»	33,6	130—160	К	2,8	200—220	Т	3,2
Бифбилдер	15—20	»	188,6	30—50	»	137,3	90—130	»	39,7	180—220	»	3,5	260—300	»	2,5
Краснозерное сорго . .	15—20	»	101,4	30—50	»	84,3	80—120	»	51,0	160—200	»	22,2	230—260	»	6,8

* К — кущение; Т — выход в трубку; М(н) — начало выметывания; М — конец выметывания.

Дать более развернутые заключения по этому варианту опыта не представляется возможным. С одной стороны, потому, что нет достаточно ясных и точных данных об изменениях содержания синильной кислоты в растениях; с другой стороны, потому что не было возможности установить с достаточной точностью, в какой степени здесь проявлялось непосредственное влияние полива по сравнению с косвенным действием их

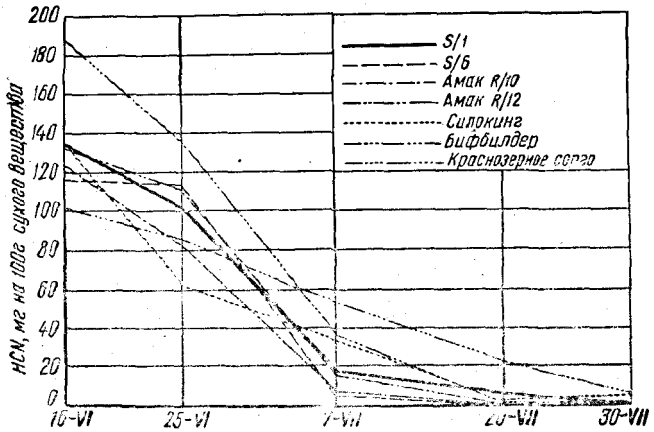


Рис. 4. Подкормка азотным удобрением в сочетании с орошением (вариант III).

через изменение других факторов (концентрация нитратов почвы, температура почвы и т. д.).

По данным этого опыта можно сделать ориентировочное и предварительное заключение.

Содержание дуррина в растениях в разных фазах развития зависит от особенностей сорта сорго.

Гибриды сорго, исследованные в данном опыте, отличались более низким содержанием цианогенного глюкозида по сравнению с обыкновенным сорго.

Очень большое влияние на содержание этого глюкозида в сорго оказывают почвенно-климатические и агротехнические условия. Так, внесение азотного удобрения в подкормке вызвало значительное повышение содержания глюкозида; это повышение было выражено в весьма различной степени в зависимости от сорта. Оро-

шение и, следовательно, повышение влажности почвы также влияют на содержание дуррина. Однако изменения в содержании глюкозида в этом случае могут быть связаны с косвенным действием других факторов, на которые непосредственно влияет орошение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Boidt, Aamodt, Bohsted, Truog, Sudan grass management for control of cyanide poisoning, *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **30**, 569, 1938.
2. Barbera G., Fazio C., Sulle variazioni dell'acido cianidrico contenuto nei sorghi da zucchero e da foraggio impiegati nella alimentazione del bestiame, Ric. Scient. XI, 446, Roma,-1940.
3. Barontini F., Il sorgo ibrido altra grande conquista, *L'Italia Agricola*, **96**, 297, 1959.
4. Favero A., Variazioni del tenore in acido cianidrico del sorgo in rapporto all'epoca della semina e allo sviluppo delle piante, *Rivista di Zootecnia*, 9, 256, 1953.
5. Nelson C. E., Hydrocyanic acid content of certain sorghums under irrigation as affected by nitrogen fertilizer and soil moisture, *Agron. Jour.*, **45**, 615, 1953.
6. Girola C. D., La toxicidad de los sorgos forrajeros y sorgos azucarados, *Hosienia*, **183**, 1933.
7. Fernandez R. F., Investigaciones sobre le toxicidad del Sudan grass en los sembrados de 1932-33, *Rev. Fas. Agron. Montevideo*, 8, 161, 1933.
8. Dagradi S., Sul grado di tossicita di alcune razze di sorgo di nuova introduzione, *Ann. della Sperium. Agr.* XIII, 1685, 1954.
9. Ravenna C., Peli A., L'acido cianidrico e l'assimilazione dell'azoto nelle piante verdi, *Gazzetta Chimica Italiana*, **37**, 586, 1907.
10. American Association of Cereal Chemists, Cereal Laboratory Methods 70. 1 b, 310, 1957.

Перевод М. Потресовой

ТЕТРАПЛОИДНОЕ ЗЕРНОВОЕ СОРГО

КРИШНАСВАМИ Н.

Krishnaswamy N., Madras Agric. Jour., 44, 3, 89—92, 1957

В различных странах земного шара возделывается около тысячи форм зернового сорго. Все они, без исключения, являются диплоидами ($2n=20$). Изредка встречаются гаплоиды и триплоиды [1,6]. В экспериментальных условиях Чин [2] путем обработки колхицином

получил автотетраплоиды и октаплоиды, но они были частично стерильны. До сих пор неизвестны естественные тетраплоиды зернового сорго.

В цитогенетической лаборатории Сельскохозяйственного колледжа и исследовательского института в Коимбаторе (Индия) были сделаны многочисленные попытки вызвать полиплоидию в зерновом сорго путем обработки колхицином. Несмотря на весьма обнадеживающие реакции на обработку колхицином, наблюдавшиеся первое время, было установлено отсутствие константных изменений, и все последующие побеги оказывались только диплоидами.

Поэтому были предприняты попытки вызвать полиплоидию путем гибридизации; для этой цели использовался межвидовой гибрид *S. halepense* ($2n = 40$) и *S. durra* ($2n = 20$) [4]. Этот гибрид был триплоидом ($2n = 30$) с резко выраженным проявлением признаков вида *S. halepense*: рыхлые метелки, эллиптические колоски и эллиптически-овальные коричневые зерна. Тонкие стебли и листья, хотя и удлиненные, были больше сходны со стеблем и листьями этого вида. Третье поколение (F_3) растений с $2n = 40$ не расщеплялось по числу хромосом и в основном оставалось сходным с *S. halepense*.

Были предприняты попытки провести обратное скрещивание этого гибрида с культурным зерновым сорго. При этом в качестве материнской формы было широко использовано стерильное растение, стерильность которого была вызвана десинапсисом [5]. В результате было получено шесть растений с толстыми стеблями, широкими волнистыми листьями, напоминающими сорго типа дурра. Растения многолетние и обладают гибридной мощностью. Подсчет числа хромосом дал $2n = 40$ для диплоидного набора. На основании этого можно отнести эти растения к аллотетраплоидам с несколькими признаками, характерными как для зернового сорго (крупность и форма зерна), так и для вида *S. halepense* (многолетность, сильное кущение, присутствие темно-пурпурового пигмента и рыхлость метелки). Из этих шести гибридов, полученных в результате обратного скрещивания, были выращены второе и третье поколения (F_2 и F_3). Второе поколение не расщеплялось по тетраплоидному набору хромосом ($2n = 40$), но оказа-

лось нестойким по ряду менделирующих признаков. Встречались различные степени перекомбинации признаков *S. halepense* и зернового сорго. Однако растений, полностью похожих на родительские формы (дурра и *halepense),* не наблюдалось. Третье поколение 56 отобранных растений снова оказалось константным по тетраплоидному набору хромосом, но в то же время был обнаружен ряд перекомбинаций, приближавшихся к типу культурного зернового сорго. Такие растения не осыпались, имели желтое крупное зерно, толстые стебли с широкими листьями, но им была присуща многолетность и способность к кущению. Для растений этих поколений также было отмечено проявление гетерозиса.

Некоторые из отобранных гибридов F_2, с $2n = 40$, полученных от обратного скрещивания, снова скрещивали с другим растением зернового сорго, также стерильным вследствие десинапсиса, причем его использовали в качестве материнской формы [5]. В результате этих скрещиваний был получен ряд многолетних корневищных форм, имеющих 40 хромосом, с крупным выпуклым в центре зерном и вегетативными признаками, характерными для обычного культурного зернового сорго. У них также была обнаружена высокая степень гибридной мощности; некоторые растения имели чрезвычайно толстый стебель высотой до 6 м.

Таким образом, в результате избирательных обратных скрещиваний с культурным зерновым сорго удалось получить тетраплоидную форму зернового сорго. Помимо этой формы, был отобран также ряд полезных кормовых типов сорго. Все растения отличались высокой фертильностью. Хадли и Мейхен [3] рекомендовали введение тетраплоидных линий с цитоплазматической мужской стерильностью, на основе которых можно было бы получать гибридные травянистые формы сорго с 40 хромосомами и сравнивать их с диплоидными гибридами, причем многолетние типы должны получаться более легко из тетраплоидов. В результате этого исследования было достигнуто получение тетраплоидного многолетнего зернового, а также и кормового сорго, причем использовались определенные стерильные растения с особыми свойствами цитоплазмы.

В данной статье приведено общее описание получения тетраплоидов с целью привлечь внимание селекцио-

неров, работающих с сорго, к возможностям этих замечательных растений, из которых можно получать перекрестноскрещиваемые формы хозяйственных типов, приспособленных к более разнообразным экологическим условиям и обладающих уровнем фертильности, не уступающим таковому у диплоидного сорго. Эти типы могут помочь в решении некоторых проблем, включенных в программу селекционной работы с просовидными растениями, так как гибридная мощность сохраняется в течение всех лет выращивания растений и имеется возможность их размножения вегетативным путем. Вышеуказанные формы выращиваются на полях станции по селекции просовых, Сельскохозяйственного колледжа и исследовательского института в Коимбаторе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brown M. S., Haploid plants in Sorghum, *J. Hered.*, 34, 163—166, 1943.
2. Chin T. C., The cytology of polyploid sorghum, *Am. J. Bot.*, **33**, 610—614, 1946.
3. Hadley H. H., Mahan J. L., The cytogenetic behavior of the progeny from a back cross (*Sorghum vulgare*×*S. halepense*)×*S. vulgare*, *Agron. J.*, **48**, 102—106, 1956.
4. Krishnaswamy N., Durairaj V., Thangam M. S., A note on a hybrid between grain sorghum and Johnson grass, *Curr. Sc.*, **22**, 311, 1953.
5. Krishnaswamy N., Meenakshi K., Abnormal meiosis in grain sorghums-desynapsis, 1957.
6. Price M. E., Ross W. M., The occurrence of trisomica and other aneuploids in a cross of triploid and diploid *Sorghum vulgare*, *Agron. J.*, **47**, **12**, 1955.

Перевод М. Шикеданц

ПРОСТОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ КАСТРАЦИИ МЕТЕЛОК САХАРНОГО СОРГО

Agricultural research, 7, 5, 6, 1958

Новое приспособление, применяемое для кастрации основной массы цветков в метелке сорго горячей водой, значительно ускорило работу по выведению новых сортов в штате Калифорния.

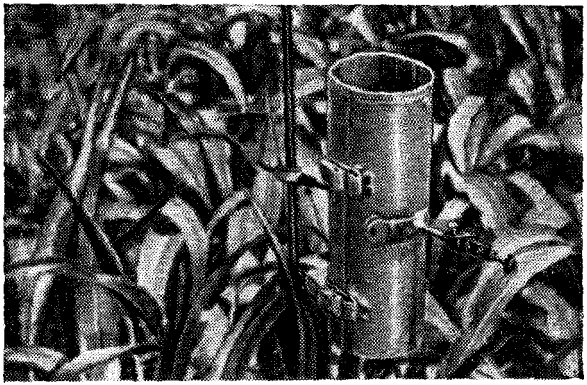
Это простое нововведение удовлетворило потребность в быстром и легком способе стерилизации пыльцы в полевых условиях и теплице и тем самым облегчило кропотливую работу по проведению многочисленных скрещиваний. Хотя этот прибор был сконструирован специально для сахарного сорго, он может быть использован при работе с любыми растениями, пыльца которых погибает при температуре, не оказывающей вредного действия на завязь. Применяя этот прибор, можно убить пыльцу сахарного сорго в течение 10 минут путем погружения метелок в воду, температура которой равна 42—44°.

В основном этот прибор состоит из двух соединенных одна с другой половинок цилиндрического сосуда. При работе в теплице сосуд можно установить на любой высоте при помощи штатива с кольцом. В поле штатив заменяется металлическим стержнем, заглубляемым в почву рядом с растением, намеченным для кастрации. Половинки сосуда соединены одна с другой сзади посредством петель, а спереди — металлическими накладками. Данная конструкция предложена агрономом Чарльзом Прайс (Салинас, Калифорния).

Старый, эффективный, но трудоемкий способ кастрации, обычно применявшийся при селекции сорго, также был основан на действии горячей воды на пыльцевые зерна. Горячая вода убивала пыльцу без вреда для жизнеспособности пестиков при условии, что температура воды сохранялась на уровне 42—44°. До этого растения сахарного сорго, выращенные в теплице, приносили в лабораторию и, наклоняя их, погружали и держали метелки в горячей воде соответствующей температуры. В полевых условиях растения приходилось сгибать таким образом, чтобы можно было погрузить метелки в термос с горячей водой.

Новый способ быстрее, проще и эффективнее. Метелку сорго помещают между двумя половинками цилиндра, имеющего ширину 7,5 см и высоту 30 см. Основание каждой половинки цилиндра в продольном направлении прорезано отверстиями подобранного размера с тем, чтобы, когда цилиндр закрыт, образовалось круглое отверстие диаметром 19 мм.

Обе половинки цилиндра закрывают вокруг метелки, стебель растения пропускают в отверстие, прорезанное



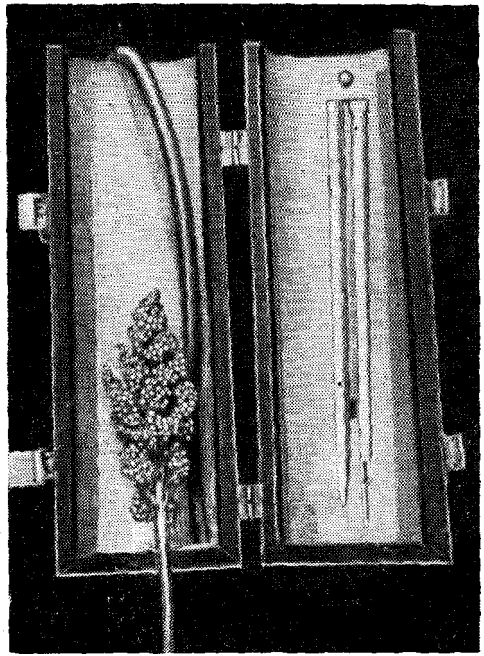


Рис. 1. *Справа:* соединенные половинки цилиндрического сосуда могут быть закрыты вокруг метелки растения сорго так, что стебель проходит через отверстие в основании сосуда. *Слева:* полная герметичность соединения обеспечивается при закрытых половинках. Диаметр цилиндра 7,5 см, а высота 30 см; он может быть установлен на любой высоте при работе в поле или теплице.

в основании цилиндра. По краю обеих половинок цилиндра положена губчатая резина, образующая герметическую изоляцию закрытых половинок. Обычно стебель вокруг обматывают ватой для того, чтобы подогнать диаметр стебля растения к размеру отверстия в цилиндре.

В цилиндре имеется термометр, показания которого можно видеть сверху цилиндра. В цилиндр наливают горячую воду. Температуру воды необходимо проверять как можно чаще и при ее понижении добавлять горячую воду.

Перевод М. Шикеданц

НОВЫЙ ГИБРИД СУДАНСКОЙ ТРАВЫ И СОРГО

Southwestern crop and stock, 13, 3, 48, 1959

Весной 1959 г. в продаже впервые появились семена нового однолетнего растения — гибрида суданской травы и сорго.

Согласно утверждению У. Рамсея, «Судо» (торговая марка гибрида) соединяет в себе гибридную мощность с признаками роста суданской травы. Его превосходство было продемонстрировано в испытаниях 1958 г., при которых урожай его зеленой массы был на 50—60% выше урожая улучшенных сортов суданской травы.

Гибрид суданской травы и зернового сорго («Судо») отличается промежуточной скороспелостью (между улучшенными сортами суданской травы Пайпер и Гринлиф). Ему присуща большая географическая приспособляемость, он пригоден для рентабельной культуры в разнообразных климатических условиях, начиная с крайнего юга и далеко на север, вплоть до южных районов штатов Миннесота и Висконсин.

У. Рамсей объясняет сходство семян нового гибрида с семенами сорго тем, что материнской формой было зерновое сорго с цитоплазматической мужской стерильностью. По общему габитусу растение сходно с суданской травой. Однолетний гибрид «Судо» имеет сочные, сладкие стебли превосходного вкуса, чрезвычайно рано развивающиеся широкие листья, высокие стебли и мощ-

ную корневую систему. Растения быстро отрастают после первого стравливания и за две-три недели перерастают улучшенные сорта суданской травы.

Перевод М. Шикеданц

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О РЕЗУЛЬТАТАХ ИСПЫТАНИЯ ГИБРИДОВ И СОРТОВ СОРГО В США (ОБЗОР)

До 1956 г. в 24 штатах США возделывали более 30 сортов сорго. Многие из них гибридного происхождения, особенно зерновые сорта, которые были получены в результате скрещивания кафрского сорго с майло. Широко были распространены зерновые сорта типа майло — Техасское, Сунер 8, Двойное карликовое белое, Желтое Сунер. Эти сорта были выведены Техасской и Сунер-Оклахомской опытными станциями. Были распространены также сорта типа хигери: Раннее хигери, Хи-Хигери, Бонита, Комбайновое бонита, Комбайновое хигери.

Наиболее широко возделывали такие сорта гибридного происхождения, как Комбайновое кафрское 60, Коес, Мартин, Кэпрок, Уитленд, Плейсмен, Уэстленд, Мидленд, Карликовое кафрское 44-14, Комбайновое 7078, Норгум, Редбайн 60, Редбайн 66, Релайенс, Дарсет.

Из сортов сахарного сорго широко распространены: Атлас, Канзасское оранжевое, Леоти, Сумак, Норкан, Эллис, выведенные Канзасской опытной станцией. Возделываются также два сорта опытной станции штата Миссисипи — Треси и Сарт.

Незначительные площади заняты сортами веничного сорго: Скарборо, Карликовое веничное и др.

Сравнительно мало возделывают сорта с восковым эндоспермом — Коди, Майлока, Тексиока 54. Эти сорта используют для производства клейких веществ (для конвертов, почтовых марок, пропитки тканей), а также как заменитель продукта питания — тапиоки. Лопающееся сорго представлено сортом Попсоргум.

Выведение раннеспелых сортов сорго, успевающих созревать в сухих районах до начала сильной засухи, позволило продвинуть сорго в более сухие и северные районы страны. Некоторые сорта (например, Релайенс)

способны прорастать при более низких температурах в сравнении с другими сортами, что позволяет высевать такие сорта в более ранние сроки.

Раскидистая форма метелок ранних сортов способствует быстрому высыханию зерна на корню и, следовательно, проведению уборки при меньшей влажности зерна (сорта Норгум, Сунер, Колби, Коес, Раннее Кало, Релайенс и др.). Благодаря этим сортам стало возможным выращивать сорго в северо-восточной части штата Колорадо, штатах Южная Дакота, Небраска и в ряде районов штата Вайоминг.

Большое значение имело выведение сортов, устойчивых к наиболее опасным болезням, снижающим урожай и качество продукции.

Однако распространенные сорта давали сравнительно невысокие урожаи зерна и зеленой массы. Некоторые из них были непригодны к комбайновой уборке, неустойчивы к полеганию и болезням.

Успешное завершение работ по технике гибридизации сорго позволило научным учреждениям и семеноводческим фирмам в очень короткие сроки вывести десятки гибридов зернового и кормового сорго. Гибриды сорго более приспособлены к комбайновой уборке, более устойчивы к полеганию и к поражениям болезнями.

В 1956—1960 гг. в США испытывалось около 60—70 гибридов, а в 1961 г.— более 130.

В первые годы (1954—1957) испытывали гибриды, выведенные главным образом научными учреждениями штатов Техас, Канзас, Небраска и частично семеноводческими фирмами Декалб, Гарст и Томас, Пфистер, Нортрап Кинг и др. В 1958—1960 гг. они представили более 90 гибридов для испытания, а в 1961 г. — свыше 120. В настоящее время гибридные семена сорго производят более 15 фирм. Многие из этих фирм для производства гибридных семян широко используют формулы научных учреждений, закупая у них для размножения исходные линии и сорта. Выпускаемые гибриды они называют по имени своей фирмы. Поэтому фактическое количество гибридов, находящихся в испытании и производстве, значительно меньше.

Урожайность гибридов, полученных фирмами, составляет 97—106% урожайности гибридов, выведенных научными учреждениями.

Ряд фирм (Декалб, Пфистер, Нортрап Кинг, Фронтиер, Асгроу и др.) имеют собственные гибриды, выведенные учеными, работающими на этих фирмах. Но и эти фирмы используют часть исходных линий и сортов, выведенных научными учреждениями штатов Техас, Канзас, Небраска и др.

Как правило, семеноводческие фирмы держат в строгом секрете формулы и исходный материал своих гибридов. Для выведения гибридов, лучших, чем у фирм-конкурентов, каждая фирма проводит испытание своих гибридов в сравнении с гибридами конкурентов и гибридами, выведенными научными учреждениями. Но официальными и объективными результатами испытания считаются данные сортоиспытаний научных учреждений.

Научные учреждения и семеноводческие фирмы при выведении гибридов на зерно главное внимание обращают на высокую урожайность, низкорослость, открытый тип метелки, сидящей на длинной «ножке», что очень важно для комбайновой уборки. Очень большое значение придают хорошей выравненности гибрида, т. е. расположению метелок на одинаковой, или почти на одинаковой, высоте от поверхности почвы. Большое внимание обращают на устойчивость к полеганию и болезням, хорошую вымолачиваемость зерна, желтую окраску зерна, что свидетельствует о повышенном содержании витаминов, и т. д.

Проведение широких испытаний гибридов до 1956—1958 гг. позволило сравнительно быстро организовать производство гибридных семян и внедрить их на больших площадях во всех штатах, высевающих сорго на зерно, силос и сено. Практически с 1956 по 1960 г. гибридными семенами засевали около 70% площади, занятой сорго в США, а в штатах кукурузного пояса — почти 100%.

В настоящее время наибольшие площади сорго на зерно заняты следующими гибридами, выведенными научными учреждениями: RS (Regional Sorghum) 510, 590, 610, 650, Техас 601, 611, 620, 660 и частично KS 602, 603, 701 (Канзасская опытная станция).

Гибриды, обозначенные RS, распространены более чем в двух-трех штатах США. Из гибридов на силос, сено и зеленый корм распространены RS 301F, 302F, 303F;

буква F (forage) означает кормовое и силосное направление. Этой же буквой обозначают большинство аналогичных гибридов фирм.

Все гибриды RS и Техас получены от скрещивания сорта Комбайновое кафрское 60 (материнская форма) с цитоплазматической мужской стерильностью (*ms*) с рядом распространенных сортов-опылителей. Потомство этих гибридов при посеве в производственных условиях является фертильным, т. е. опыление происходит нормально их пыльцой. Среди этих гибридов имеются очень ранние, которые в условиях штата Иллинойс созревают за 85—95 дней, ранние — 95—105 дней, среднеспелые — 106—112 дней, позднеспелые — 113—120 дней и более.

В таблице 1 приведены формулы этих гибридов с указанием их синонимов и скороспелости.

Таблица 1

Гибриды сорго, выведенные научными учреждениями США

№ п/п	Название гибридов и их синонимы	Скороспелость	Материнский сорт (линия)	Отцовский сорт (линия)
1	RS 501 (Небраска 5)	Очень ранний	Комбайновое кафрское 60 (*ms*)	Норгум
2	RS 590 (Техас 590, Небраска 1)	Ранний	То же	Редбайн 60
3	RS 610 (Техас 610, Канзас 3, Небраска 13)	»	» »	Комбайновое 7078
4	RS 650 (Техас 650, Канзас 2, Небраска 2)	Среднеранний	» »	Плейнсмен
5	Техас 601	Ранний	» »	Техас 04
6	Техас 611	Среднеранний	» »	Техас 74
7	Техас 620	»	» »	Техас 07
8	Техас 660	Среднепоздний	» »	Кэпрок
9	RS 301F (Небраска 14)	Среднеранний	» »	Рокс
10	RS 302F (Небраска 15)	»	» »	Леоти
11	RS 303F (Небраска 14)	»	» »	Акстелл

С 1959 г. Канзасская опытная станция производит семена трех новых гибридов, которые проходят испытание в этом и других штатах:

KS 602 — *ms* Уэстленд × KS 1
KS 603 — *ms* Мартин × KS 1
KS 701 — *ms* Редлен × KS 1

Для этих гибридов отцовская форма одинакова для всех трех гибридов.

Техасская опытная станция вывела несколько новых гибридов, формулы которых также известны:

Техас 630 — *ms* Техас 36 × Техас 09
Sh1 — *ms* Комбайновое 605 × Редбайн 60
Sh2 — *ms* Комбайновое 60 × Редбайн 60
Sh3 — *ms* Уитленд × Редбайн 60
Sh4 — *ms* Мартин × Редбайн 60

В последних четырех гибридах отцовской формой является сорт Редбайн 60. Опытная станция штата Небраска испытывает новые гибриды — Небраска 71, 24, 26, 28, 29, 39, формулы которых пока неизвестны.

Большинство перечисленных гибридов проходят испытание во многих штатах США в сравнении с ранее распространенными сортами и гибридами фирм.

Испытание гибридов и сортов сорго проводят по зонам с учетом различий в почвенно-климатических условиях. В поливных районах испытания проводят на поливных и неполивных участках.

Испытания проводят научно-исследовательские учреждения штатов на своих опытных станциях, филиалах, а также на землях отдельных фермерских хозяйств по договорам с ними.

В данном обзоре приведены результаты сортоиспытания по ряду засушливых штатов в различных зонах США (Канзас, Небраска, Нью-Мексико), где за год выпадает 300—425 мм осадков; на неорошаемых и орошаемых землях; в двух штатах кукурузного пояса (Иллинойс и Миссури), где выпадает более 900—950 мм осадков, и по штату Южная Каролина, где в год выпадает более 1600 мм осадков.

По этим штатам приводятся средние данные по всем зонам, а также по гибридам и сортам. Кроме того, приведены средние данные по всем наиболее распространенным гибридам и сортам с учетом их скороспелости. Из новых гибридов фирм для примера и сравнения взя-

ты наиболее урожайные из всех испытываемых гибридов в приведенных штатах и наиболее рекламируемые фирмами.

Результаты испытания даны в сравнимых показателях. Размер учетной делянки и число повторностей по штатам колеблется. Как правило, при сортоиспытании ширина междурядий равна 100 см, на 30 см высевают 8 семян; учетная делянка при уборке на зерно составляет 2 рядка длиной 3,6—6 м, а на корм — 7,5 м. Повторность в сортоиспытании обычно 4—6-кратная.

При учете результатов испытания сравнивают данные по урожайности, полегаемости, натуре зерна, проценту выхода зерна. За стандартный натурный вес зерна принимают вес зерна сорта Мартин — наиболее тяжелого зерна в сравнении с натурой зерна всех других сортов.

Учитывают также высоту растений, тип метелки, длину «ножки», на которой расположена метелка, влажность зерна, процент больных растений, высоту расположения метелки на растении.

В штате Иллинойс сортоиспытание сорго проводят в сравнении с тремя наиболее урожайными и распространенными гибридами кукурузы в каждой зоне. Всего на семи сортоучастках испытывали пять гибридов кукурузы: Иллинойс 1332 и 1851, И.S. 13, AES 702 и 705.

По данным испытания за 1955—1958 гг., средняя урожайность гибридов кукурузы (47,9 ц) на семи сортоучастках была на 0,6% ниже урожайности гибридов сорго (48,2 ц), а в 1958 г. гибриды кукурузы превысили урожайность сорго на 6%, или на 2,4 ц/га.

В 1958 г. при уборке зерновых гибридов и сортов сорго на силос средняя урожайность гибридов сорго на 7% превышала урожайность гибридов кукурузы.

В основных штатах, возделывающих сорго на зерно и корм (силос, сено, зеленый корм), в 1956—1960 гг. испытывали 32 сорта и 44 гибрида на зерно, 23 сорта и 19 гибридов на корм.

По скороспелости и назначению эти гибриды делятся на следующие группы (табл. 2).

Фактически по основным штатам испытывается около 60 сортов и более 100 гибридов.

В таблице 3 приведены средние урожаи по всем испытанным сортам и гибридам за 2—3 года.

Таблица 2

Группы	На зерно		На корм	
	сорта	гибриды	сорта	гибриды
Очень ранние (85—95 дней)	*Коес, Колби*, Двойное карликовое желтое Сунер, Мидленд, Релайенс, Норгум	NK 130, 300 и 3000, RS 501 и 590, Декалб с 44а, Декалб D 50а	Черный янтарь, Красный янтарь, Фримонт, Сумак ранний, Хигери, Леоти, Норкан, Уэкония	Декалб FS 1а, Линдсей 92F
Итого . . .	6	7	8	2
Ранние (96—105 дней)	Комбайновое 7078, Раннее хигери, Раннее Кало, Гурно, Мартин, Редбайн 60	Амак R 10, Фронтиер 410E, Гарст и Томас М. Е. GGR 99, RS 608, RS 610, Техас 601, Линдсей 722	Акстелл, Эллис, Рокс оранжевое	FS 300, FS 300R, NK 145 и 300, RS 301F, 302F и 303F
Итого . . .	6	8	3	7
Среднеспелые (106—112 дней)	Комбайновое кафрское 60, Кэпрок, Дарсет, Раннее хигери, Плейнсмен, Уитленд	GGR 103, 104 A и 106, Гарст и Томас, Декалб 55 и 56а, NK 210 и 220, Фронтиер 410с, RS 620, Техас 611, 620 и 630	Атлас, Броули	Декалб FS 22, Линдсей 101F и 115F
Итого . . .	6	13	2	3

Продолжение

Группы	На зерно		На корм	
	сорта	гибриды	сорта	гибриды
Поздние (113—120 и более дней)	Комбайновое хигери, Двойное карликовое 38, Двойное карликовое 44—14, Империал кафрское, Розовое кафрское, Красное кафрское, Редбайн 66, Редленд, Стандартное чернопленчатое, Уэстленд, Восточное чернопленчатое	Амак R 12, Декалб F 62a, F 63a, F 70, GGR 108, 111 и 211, NK 310, Линдсей 744 и 788, RS 630 и 650, Техас 660, Фронтиер 744 и 788, Пфистер 435	Бифбилдер, Канзас Коллиер, Канзасское оранжевое, Канзас Саурлесс, Силокинг, Треси, Уайт Коллиер, Саурлесс белое	Фронтиер S 210, GG, FS 400R, NK 320, Техас 3052 и 3059
Итого . . .	11	16	8	5
Всего по четырем группам	29	44	21	17

Примечание. Гибриды GGR 103, 104a, 106, 108, 111 и др. производит фирма «Genetic Giant». Гибриды фирмы «Northrup King» обозначены буквами NK.

Таблица 3

Место испытания	Урожай, ц/га		Прибавка урожая гибридов, %
	сортов	всех гибридов	
Иллинойс	35,8	48,2	135
Миссури	40,4	48,1	119
Небраска	56,2	66,5	118
Канзас	39,9	50,1	126
Южная Каролина . . .	36,3	43,2	119
Нью-Мексико	29,3	34,8	119

Из данных таблицы 3 видно, что средние урожаи всех испытанных гибридов превышают урожай всех испытанных сортов на 18—35%.

В таблице 4 представлены данные сортоиспытания по урожаю зерна гибридов и сортов, разбитых на группы по скороспелости. В пределах каждого штата наблюдаются колебания в урожайности отдельных гибридов и сортов, но средние показатели по всем участкам испытания характеризуют общую продуктивность каждого сорта и гибрида, находившегося в испытании.

Анализируя урожайность гибридов и сортов сорго по группам скороспелости, можно заметить, что в среднем (по приводимым штатам) урожайность очень ранних гибридов превышает урожайность сортов этой группы на 44%, позднеспелых — на 27%, раннеспелых — на 20% и среднеспелых — на 18%. Следовательно, наибольшая прибавка урожая получена по очень ранним гибридам.

Средняя урожайность очень ранних гибридов и сортов на 22—28% ниже урожайности остальных гибридов и сортов. Однако в штатах Иллинойс и Небраска урожайность самых ранних гибридов и сортов мало отличается от урожайности поздних сортов, которые в этих штатах не всегда успевают созреть до уборки.

Как правило, все гибриды отличаются большой выравненностью по высоте расположения метелок на растениях, большей устойчивостью к полеганию, поражению болезнями, что очень важно для качества зерна и его урожая.

Таблица 4

Средние урожаи гибридов и сортов по группам скороспелости, ц/га

Гибриды и сорта	Участки	Штаты					
		Иллинойс	Миссури	Канзас	Небраска	Нью-Мексико	Южная Каролина
Очень ранние гибриды и сорта							
Гибриды	Неорошаемые	45,6	47,1	44,3	44,8	34,1	—
Сорта	»	30,6	35,2	30,1	—	23,0	42,4
Прибавка урожая гибридов, %	»	149	134	147	—	148	—
Гибриды							
RS 501	Неорошаемые	43,8	—	—	44,4	—	—
RS 590	»	44,9	45,6	37,1	65,7	31,4	—
RS 590	Поливные	—	—	63,5	—	—	—
Декалб Д50а	Неорошаемые	48,0	51,1	—	26,0	36,0	—
Декалб С 44а	»	—	—	45,3	68,5	—	—
Декалб С 44а	Поливные	—	—	60,1	—	—	—
NK 230	Неорошаемые	—	44,7	50,4	19,0	34,7	42,4
NK 230	Поливные	—	—	58,8	—	—	—
Сорта							
Норгум	Неорошаемые	—	—	21,8	—	24,0	—
Релайенс	»	25,6	—	—	—	—	—
Мидленд	»	35,6	35,2	38,4	—	—	—
»	Поливные	—	—	52,5	—	—	—
Ранние гибриды и сорта							
Гибриды	Неорошаемые	59,6	48,8	51,3	47,7	—	43,8
Сорта	»	41,2	40,3	41,7	45,8	30,1	36,6
Прибавка урожая гибридов, %	»	145	121	123	104	—	120
Гибриды							
RS 608	Неорошаемые	—	47,6	—	52,5	—	44,1
RS 608	Поливные	—	—	61,1	—	—	—
RS 610	Неорошаемые	50,5	53,2	51,6	47,0	—	41,9
RS 610	Поливные	—	—	71,7	—	—	—

Продолжение

Гибриды и сорта	Участки	Штаты					
		Иллинойс	Миссури	Канзас	Небраска	Нью-Мексико	Южная Каролина
Техас 601	Неорошаемые	68,6	—	—	—	—	41,9
Амак R10	»	—	49,5	48,8	44,5	—	47,4
Амак R10	Поливные	—	—	—	—	—	—
Гарст и Томас М. Е.	Неорошаемые	—	44,8	53,6	46,9	—	—
То же	Поливные	—	—	67,0	—	—	—
Сорта							
Комбайновое 7078	Неорошаемые	41,0	—	—	—	27,0	—
Мартин	»	40,9	42,0	41,7	45,8	28,1	36,6
»	Поливные	—	—	55,8	—	—	—
Редбайн 60	Неорошаемые	41,6	38,6	—	—	29,9	—
Среднеспелые гибриды и сорта							
Гибриды	Неорошаемые	46,9	46,4	50,0	45,3	36,7	—
Сорта	»	37,8	41,3	46,0	—	32,4	—
Прибавка урожая гибридов, %	»	124	112	109	—	113	—
Гибриды							
Техас 611	Неорошаемые	42,7	—	—	—	35,0	—
Техас 620	»	47,9	—	—	50,7	36,6	—
Техас 620	Поливные	—	—	—	—	—	—
Декалб 56а	Неорошаемые	50,2	44,5	47,1	—	33,6	40,5
Декалб 56а	Поливные	—	—	63,9	—	—	—
Нортрап Кинг 210	Неорошаемые	—	—	—	—	—	—
Нортрап Кинг 210	Поливные	—	—	4—9	—	—	—
Гарсти Томас М	Неорошаемые	—	46,3	68,7	41,6	—	—
То же	Поливные	—	—	3,	—	—	—
Фронтиер 410С	Неорошаемые	—	46,4	47,1	43,6	—	—
Фронтиер 410С	Поливные	—	—	66,6	—	—	—
GGR106	Неорошаемые	—	—	—	—	—	—
GGR106	Поливные	—	—	75,1	—	—	—

Продолжение

Гибриды и сорта	Участки	Штаты					
		Иллинойс	Миссури	Канзас	Небраска	Нью-Мексико	Южная Каролина
		Сорта					
Плейнсмен	Поливные	37,8	41,3	46,0	—	33,2	—
»	Неорошаемые	—	—	53,4	—	—	—
Комбайновое кафрское 60	»	37,8	—	—	—	31,7	—
		Позднеспелые гибриды и сорта					
Гибриды	Неорошаемые	48,8	50,5	50,3	45,2	—	39,9
Сорта	»	32,8	42,7	36,8	—	—	36,6
Прибавка урожая гибридов, %	»	149	118	137	—	—	109
		Гибриды					
RS 630	Неорошаемые	—	—	54,7	—	—	—
RS 630	Поливные	—	—	69,0	—	—	—
RS 650	»	46,8	47,6	58,8	49,8	—	—
RS 650	Неорошаемые	—	—	67,6	—	—	—
Техас 660	»	50,8	—	—	—	—	44,0
Техас 660	Поливные	—	—	—	—	—	—
Амак R12	Неорошаемые	—	56,2	—	43,2	—	—
Амак R12	Поливные	—	—	—	—	—	—
Декалб F62a	Неорошаемые	—	—	41,4	43,8	—	—
Декалб F62a	Поливные	—	—	—	—	—	—
Декалб F63	Неорошаемые	—	—	—	—	—	35,8
Декалб F63	Поливные	—	—	—	—	—	—
Пфистер 435С	Неорошаемые	—	—	54,9	43,8	—	—
	Поливные	—	—	—	—	—	—
Нортрап Кинг 310	Неорошаемые	—	—	51,7	—	—	—
	Поливные	—	—	59,3	—	—	—
		Сорта					
Уэстленд	Неорошаемые	32,8	37,8	36,8	—	—	—
»	Поливные	—	—	51,2	—	—	—
Редбайн 66	Неорошаемые	—	—	—	—	—	36,6
Редлен	»	—	47,6	—	—	—	—
Двойное карликовое 44-14	»	—	—	—	—	—	—

Опытные станции штатов Иллинойс, Небраска, Нью-Мексико проводили испытание сортов и гибридов сорго на силос.

Таблица 5

Результаты испытания гибридов и сортов сорго на силос

Штат	Назначение сорго	Средний урожай, ц/га		Прибавка урожая гибридов, %
		сорта	гибриды	
Иллинойс	Силос	199	245	123
	Зерно	25,4	35,6	140
Небраска	Силос	342	365	106
	Зерно	35,2	48,6	138
Нью-Мексико	Силос	503	463	92
	Зерно	43,7	54,2	124

Приведенные данные показывают, что урожайность гибридов сорго на силос в среднем превышает урожайность сортов на 15%.

В штате Нью-Мексико гибриды на силос дали урожай ниже сортов на 8%. Урожай зерна гибридов на силос в среднем на 34% выше урожая зерна сортов.

Таким образом, испытания гибридов сорго на зерно и силос в указанных штатах показали высокую эффективность как по урожайности, так и по другим хозяйственно ценным признакам. Техника производства гибридных семян сорго дает возможность без больших затрат организовать массовое их производство, что успешно осуществляется в США за последние годы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Agricultural statistic 1956—1960.
2. Crop production, 1960 annual Summary. USDA Dec. 1960.
3. Milton J., Breeding Sorghum, 1959.
4. Hittle C. N., McKibben G. E., Browning D. R., Grain sorghums, Performance in Illinois, *Univ. of Illinois Bull.* **643**, 1958.
5. Watkins P. W., Hittle C. N., McKibben G. E., Browning D. R., Grain and forage sorghums, Performance in Illinois, *Univ. of Illinois Bull.* **659**, 1959.

6. Dreier A. F., Thurber W. R., Webster O. J., Grabouski P. H., Nordquist P. T., Performance of sorghum hybrids and varieties in Nebraska 1959, *Outstate Testing Circ.* **81**, Dec. 1959. The Agric. Expt. Sta. Univ. of Nebraska, College of Agriculture, Lincoln.

7. Clapp A. L., Ross W. M., Walter T. L., etc., Kansas grain sorghum performance tests 1959, *Agric. Exp. Sta. Bull.* **420**, March 1960.

8. Zuber W. S., McBride A. C., Singleton O. V., Sorghum performance trials in Missouri 1959, *Univ. of Missouri. Agric. Exp. Sta. Bull.* **745**, Febr. 1960.

9. Williams D. H., Field crop variety trials 1950—1959, Northeast Substantion Agr. Exp. Sta., *New Mexico State Univ. Bull.* 447, Sept. 1960.

10. Cypert C. E., Williams D. H., Jones H. D., Nielson A. K., Performance of sorghum hybrids and varieties in New Mexico 1959, *Agric. Exp. Sta. New Mexico State Univ. Res. Rep.* **40**, April 1960.

11. Eskew E. B., Manwiller A., Performance of grain sorghum hybrids in South Caroline 1959, *The Clemson Agric. College Circ.* **470**, March 1960.

И. Емельянов

II. АГРОТЕХНИКА СОРГО

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СОРГО В ШТАТЕ КАНЗАС

ВИЛЛОУФБИ Л. Э., БИБЕРЛИ Ф. ДЖ.

Willoughby L. E., Bieberly F. G., Cansas State Coll. Ext. Serv. Circ. 220, 1957

Название сорго относится к большому числу культур. Оно включает веничное и кафрское сорго, майло, суданскую траву, сахарное кормовое сорго (неправильно называемое «тростником») и многие другие.

СОРТА СОРГО

Имеются сорта сорго почти для любого направления и любого района в штате Канзас, но когда речь не идет о высеве чистосортных семян, сортовые различия не имеют большого значения. Сорта сорго опыляются перекрестно настолько легко, что сортовые признаки исчезают уже через несколько лет, если используют не только чистосортные семена.

Кормовые сорта

Атлас — сорт сахарного сорго, полученный в результате отбора из потомства от скрещивания сорта сахарного сорго Саурлесс и Чернопленчатого кафрского сорго.

Растения этого сорта достигают высоты 2—3 м и требуют 120—130 дней для созревания. Они имеют крепкие, хорошо облиственные стебли, которые очень сочны и сахаристы. Метелки довольно плотные, несколько цилиндрической формы, с короткими веточками, густо усыпанными белыми семенами, аналогичными по форме и величине семенам кафрского сорго. Зерно этого сорта не уступает зерну кафрского сорго, а вегетативная мас-

са в качестве корма вполне сравнима с кормом из растений сортов Канзасское оранжевое и Сумак. Атлас — основной сорт на востоке штата Канзас и хорошо приспособлен к условиям южно-центральных и центральных районов этого штата, если посев проводится рано в хорошо подготовленную плодородную почву.

Акстелл — отбор из сорта Атлас. Сорт скороспелый, по внешнему виду похож на сорт Атлас, однако созревает на 10 дней раньше сорта Атлас и имеет более прочные стебли. Этот сорт выведен Конаблем из г. Акстелл (штат Канзас).

Норкан — сорт, полученный путем отбора из потомства скрещивания сортов Атлас и Сумак ранний. Он имеет сладкие сочные стебли и белые семена. Урожай зерна сорта Норкан может быть столь же высоким, как у наиболее урожайных сортов зернового сорго, а урожаи зеленой массы примерно равны урожаям сорта Сумак ранний.

При высоком урожае зерна содержание сахара в стеблях снижается. Кормовые достоинства сорта Норкан ниже, чем у сортов Атлас или Сумак ранний. Этот сорт приспособлен к условиям северных и западных районов штата Канзас, где сорт Атлас обычно не вызревает.

Сумак ранний — скороспелый краснозерный сорт сахарного сорго, являющийся отбором из посевов сорта стандартный Сумак. Растения достигают высоты 1,6—2 м и созревают примерно за 100 дней. Сорт Сумак ранний рекомендуется как кормовое сорго превосходного качества.

Канзасское оранжевое. Растения этого сорта достигают высоты 2,4—3,3 м и созревают за 120—130 дней. Стебли сочные, сладкие и облиственные. Семена имеют красновато-желтую окраску. Канзасское оранжевое выращивается исключительно на корм и представляет собой хороший сорт для получения мелассы.

Леоти красное — сорт сахарного сорго, имеющий сочные и сладкие стебли. Растения высотой 1,8—2 м; созревает примерно за 110 дней. Стебли тонкие, с рыхлой метелкой и красновато-коричневыми семенами. Леоти красное — хороший раннеспелый сорт кормового сорго.

Эллис — раннеспелый, белозерный сорт кормового сорго, отобранный из потомства от скрещивания сортов

Леоти и Атлас. Он созревает примерно в те же сроки, что и сорт Норкан, но кормовые достоинства его выше и аналогичны достоинствам сорта Сумак ранний.

Зерновые сорта

Уэстленд — отбор из майло сорта Уитленд. Он пригоден для комбайновой уборки и по занимаемой им площади является основным сортом.

Растения достигают высоты 90—115 см и имеют несколько сухие стебли. Семена среднего размера, яркой красновато-желтой окраски. Метелки у растений высоко расположены над верхними листьями. Стебли короткие и прочные, благодаря чему растения устойчивы против полегания. Уэстленд устойчив к корневой гнили и может дать урожай на зараженной почве. Он рекомендуется, в частности, для юго-запада Канзаса, включая долину реки Арканзас. Сорт восприимчив к повреждениям, причиняемым клопом-черепашкой.

Мидленд — карликовый, пригодный для комбайновой уборки сорт, полученный путем скрещивания Розового кафрского сорго и Карликового желтого майло на опытной станции в Хейсе.

Мидленд имеет прочные, гибкие стебли, как у кафрского сорго, и слегка кустится. Метелки короткие, рыхлые в верхней части; веточки метелки зеленые. Метелки хорошо выдаются из влагалищ. Семена ярко-красной окраски, совершенно круглые, размером от средних до мелких и легко вымолачиваются. Растения зацветают через 65 дней и созревают примерно через 100 дней. Сорт скороспелый, приспособленный к северным районам зоны возделывания сорго. В южных районах он дает устойчивые, но менее высокие урожаи, чем более позднеспелые сорта. Сочные стебли могут задержать уборку, но полегание бывает очень слабым. Сорт Мидленд восприимчив к повреждениям клопом-черепашкой, но в несколько меньшей степени, чем Уэстленд. Семена сорта Мидленд мучнистые, и поэтому посев следует провести после прогревания почвы, чтобы обеспечить хорошее прорастание. Стебли этого сорта хорошо поедаются скотом.

Мартин — карликовый сорт, пригодный для уборки комбайном, отобранный из посева сорта Уитленд

У. П. Мартином (штат Техас) в 1937 г. Он был отобран за устойчивость к корневой гнили.

Растения имеют нежные стебли, как у кафрского сорго, не кустятся и не ветвятся. Метелки некрупные, а центральная ось и боковые ветви метелки высыхают вскоре после созревания. Это позволяет убирать его вскоре после созревания семян, что является одним из главных достоинств сорта Мартин.

Семена имеют окраску от коричневой до коричневато-красной, среднего размера и твердые. Они содержат больше танина, чем семена других сортов, убираемых комбайном, и их вкусовые качества низкие. Это среднеранний сорт, созревающий за 100—105 дней.

Плейнсмен — получен в 1927 г. на станции Лаббок в Техасе от скрещивания кафрского сорго с майло.

Плейнсмен — сорт зернового сорго; растения высотой 75—105 см, пригодные для комбайновой уборки. Стебли прочные и слегка кустятся. Метелка прямостоячая и напоминает метелку кафрского сорго. Сорт остистый, что отличает его от сорта Мартин и некоторых других сортов. Семена красновато-желтые, среднего размера и твердости. Натура зерна хорошая и очень близка к натуре зерна сорта Мидленд. Сорт устойчив к корневой гнили и более вынослив к повреждениям клопом-черепашкой, чем настоящее майло. По срокам колошения Плейнсмен несколько отстает от сортов Уэстленд (на 2 дня), Мартин (на 4 дня) и Мидленд (на 7 дней). Посевы сорта Плейнсмен образуют хороший стеблестой для комбайнирования, но при сильном перестое после созревания он полегает больше, чем сорта Уэстленд, Мартин или Мидленд. Это потенциально высокоурожайный сорт.

Колби — относится к типу сорго майло и представляет собой отбор из гибрида, полученного в результате скрещивания сортов майло, Карликовое желтое и Раннее белое. Растения сорта Колби достигают высоты 60—80 см, имеют прочные стебли с 2—3 побегами кущения, которые могут довольно долго оставаться на корню после созревания, если погодные условия не будут слишком суровыми. Метелки слегка заострены и довольно рыхлые. Семена несколько меньшего размера, но такой же формы, как и Карликового майло, но не такие блестящие. Зерно этого сорта в торговле фигурирует под

блестящие. Зерно этого сорта в торговле фигурирует под названием Желтое майло. Колби созревает примерно в течение 90 дней. Этот сорт выведен для северо-западных районов штата Канзас, где раннеспелость имеет первостепенное значение.

Сорт Колби восприимчив к корневой гнили, слабости стержня метелки и повреждению клопом-черепашкой. Снижение урожая от слабости стержня метелки можно значительно уменьшить, если Колби и сходные раннеспелые типы высевать как можно позднее (в июне), при условии созревания сорта до начала заморозков.

Коес — отбор из потомства от скрещивания Розового кафрского сорго и сорта Фрид. Это белозерное сорго, особенно подходящее для условий северо-западных районов штата Канзас. У этого сорта нежные, сочные, слегка сладкие стебли. Он созревает примерно за то же число дней, что и сорт Колби. Растения обычно имеют высоту 1—1,2 м, но при благоприятных условиях достигают 1,8 м. Сорт подвержен полеганию, и поэтому его часто убирают жаткой-сноповязалкой, а не комбайном.

Норгум — очень скороспелый сорт зернового сорго, выведенный в Северной Дакоте в расчете на короткий вегетационный период в этом штате. Он выведен из потомства от скрещивания сорта Кало CI 902 с гибридом (Карликовая фетерита×Карликовый Фрид Н. С. 336). Растения сорта Норгум достигают высоты 90—115 см. Стебли среднегибкие и хорошо облиственны; семена мелкие, пестрые, красновато-коричневой окраски.

Сорт Норгум созревает слишком рано, чтобы полностью использовать преимущества более длинного вегетационного периода в штате Канзас, и поэтому он не дает таких урожаев, как позднеспелые сорта, приспособленные к условиям Канзаса. Кроме того, он сильно полегает. Норгум рекомендуется только как пожнивная культура для позднего высева.

Релайенс — скороспелый сорт, выведенный в Южной Дакоте. Он происходит от скрещивания сорта Модок × Сунер майло. Релайенс созревает несколько позже, чем Норгум. У него более крупные семена и метелки, урожаи выше, а полегаемость меньше, чем у Норгум. Это краснозерный сорт.

Релайенс, так же как и Норгум, созревает слишком рано, чтобы полностью использовать более длинный ве-

гетационный период в Канзасе, и не дает таких высоких урожаев, как более позднеспелые сорта, приспособленные к условиям этого штата, когда эти сорта высевают в оптимальные сроки и с оптимальной нормой высева. В случаях вынужденного позднего сева или пересева Релайенс и Норгум вполне пригодны, потому что при таких условиях они достаточно скороспелы, чтобы успеть созреть там, где высев семян других сортов может быть неудачным.

ГИБРИДЫ

Опытными станциями был разработан и усовершенствован метод получения гибридов сорго. Их производство стало возможным благодаря признаку мужской стерильности, известной как «цитоплазматическая мужская стерильность». Сорта или линии сорго, обладающие цитоплазматической мужской стерильностью, дают потомство со стерильной пыльцой при опылении одними сортами и фертильные растения при опылении некоторыми другими сортами. В практике родительские растения с цитоплазматической мужской стерильностью используются как материнская форма, а растения родительского сорта, способного восстанавливать фертильность пыльцы, используются в качестве опылителей (отцовская форма). Стерильную линию можно поддерживать просто путем опыления ее пыльцой фертильных растений того же сорта; все семена, собранные с растений стерильной линии, будут опять давать стерильные растения. Такие семена используются для поддержания стерильной линии, а также для посева материнских растений, которые используются в производстве гибридных семян.

Опытной станцией штата Канзас проводится рациональная программа исследований по гибридному сорго, которая обеспечит получение хороших гибридов зернового и кормового сорго, приспособленных к условиям различных районов штата. Прежде чем можно будет рекомендовать использование в Канзасе гибридов, выведенных в других штатах, потребуется несколько лет испытания их в различных районах.

Недавно были одобрены три гибридных сорта, а именно RS 590 (стерильная линия Комбайнового кафр-

ского сорго 60×Редбайн 60), RS 610 (стерильная линия Комбайнового кафрского сорго 60×7078) и RS 650 (стерильная линия Комбайнового кафрского сорго 60×Плейнсмен).

ПРЕДПОСЕВНАЯ ПОДГОТОВКА ПОЧВЫ

Хорошая предпосевная подготовка почвы имеет первостепенное значение. Идеальное поле для семян сорго должно иметь хороший запас накопленной воды. Почва должна быть прогретой, рыхлой и хорошо разделанной. При этих условиях семена сорго прорастают быстро и растения хорошо растут.

Когда сорго высевают в плохо подготовленную почву, наблюдается плохое прорастание, изреженность и неравномерность стеблестоя. Это не только снижает урожаи, но, кроме того, растения имеют различную высоту, созревают неодновременно, а посевы засорены и трудны для уборки.

На востоке штата Канзас почву под посевы сорго можно подготавливать путем осенней вспашки, дискования (возможно двойного) весной и боронования непосредственно перед посевом. Ранняя весенняя вспашка обычно дает хорошие результаты, особенно на тех почвах, которые могут сильно сплываться в течение зимы. Листерование рекомендуется проводить только на самых легких почвах и там, где размывание гребней и дна борозд вряд ли будет серьезным. Преимущества листерования могут быть обеспечены применением сеялок с большими дисковыми бороздооткрывателями. Наилучшую густоту стояния растений и наивысшие урожаи на востоке штата обычно получают при таком способе посева.

Урожаи сорго можно повысить на 25—50% в результате тщательной подготовки почвы в должное время. Обработку почвы осенью или в начале весны обычно проводят дисковым лущильником, культиватором со стрельчатыми лапами, штанговым культиватором или другим подходящим почвообрабатывающим орудием. Многократное уничтожение прорастающих сорняков до начала посева выгодно, так как это уменьшает число обработок, требующихся после посева сорго.

Лучшим способом предпосевной подготовки почвы

под сорго будет такой, который обеспечит теплое, рыхлое и влажное ложе для семян, так чтобы они проросли быстро и равномерно. Эти условия могут быть созданы современными орудиями для поверхностной обработки почвы. Важно также до минимума снизить опасность вымывания семян или их засыпания почвой, для чего можно эффективно применять сеялки с дисковыми бороздооткрывателями, образующими борозды с широким дном и небольшими пологими краями. Если нет сеялки с бороздооткрывателями, то на поле можно провести борозды листером на глубину около 10 см за несколько недель до посева. Тогда корпус листера и высевающий аппарат можно достаточно заглублять в бороздах, чтобы почва, сбрасываемая с гребней, закрывала сорняки. Хорошая предпосевная подготовка почвы более важна, чем ранний сев.

Летний пар

В западных районах штата Канзас производство сорго может быть устойчивым при размещении, по крайней мере, части посевов сорго на полях, оставляемых под летний пар. Данные опытных станций этих районов показывают, что при возделывании сорго на летнем пару урожаи его более чем удваиваются и, что еще более важно, сильно снижается число неудачных посевов. Способ обработки пара под сорго такой же, как и под пшеницу, за исключением только летней обработки. Под сорго почва не должна слишком распыляться, и после заключительной осенней обработки поверхность почвы должна оставаться неровной и глыбистой, для того чтобы уменьшить опасность выдувания почвы в течение зимы и в начале весны.

Севообороты

Принято считать, что сорго истощает почву. Фактически же сорго истощает почву не больше, чем кукуруза при сравнимых урожаях. Мнение о сорго, как о почвоистощающей культуре, возникло главным образом вследствие того, что рост этой культуры продолжается до начала заморозков, и, таким образом, содержание в

почве нитратов и влаги в конце сезона уменьшается. Следовательно, культура, идущая после сорго, может страдать от недостатка нитратов и влаги. Это особенно верно в отношении озимых культур, идущих непосредственно за сорго. Когда влажность почвы хорошая и нитраты имеются в изобилии, никаких плохих последствий для озимых культур не наблюдается. Урожаи яровых культур, идущих после сорго в севообороте с бобовыми, при хорошей предпосевной обработке почвы не уступали урожаям тех же культур, идущих после кукурузы.

На западе штата Канзас культура, идущая после сорго, оказывается в неблагоприятных условиях. После сорго поле должно паровать, для того чтобы восстановить запасы воды и нитратов в почве. Сорго можно включать в севообороты с пшеницей без каких-либо отрицательных последствий для пшеницы при условии, что участки из-под сорго оставляют под пар перед севом пшеницы. Прекрасной ротацией для западной части штата является пар—пшеница—сорго. Такое чередование оставляет достаточный период времени между культурами для восстановления запасов воды и нитратов для обеих культур при нормальных условиях. При чередовании пар—пшеница—сорго обычно создается разрыв примерно 11 месяцев между уборкой сорго и посевом пшеницы. Точно так же остается около 11 месяцев между уборкой пшеницы и посевом сорго. Благодаря тому что этот период достаточен для накопления воды и питательных веществ, сорго дает хорошие урожаи после пшеницы, и такое чередование более выполнимо, чем бессменная культура сорго.

Сроки посева

Срок посева сорго должен быть выбран так, чтобы прорастание семян происходило в условиях теплой погоды, а начальный рост — во время умеренно жаркой погоды. Цветение и завязывание семян должны начинаться после наиболее жаркого периода.

Сорго требует для прорастания больше тепла, чем кукуруза. При температуре ниже 21° рост растений относительно слабый, а при температуре около 33° — оптимален.

Нормы высева

Норма высева семян, которая необходима для обеспечения достаточной густоты стояния, является одной из непостоянных величин при выращивании сорго, поэтому многое зависит от качества предпосевной обработки почвы, жизнеспособности семян, размера семян и не поддающихся контролю погодных факторов во время посева. Тщательные наблюдения показали, что полевая всхожесть семян сорго всегда гораздо ниже, чем лабораторная.

Семена с высокой жизнеспособностью, высеянные при благоприятных условиях, должны иметь 50—65%-ную всхожесть в полевых условиях при нормальных погодных условиях.

Большинство сортов зернового сорго, выращиваемых в Канзасе, обычно в 1 кг содержит примерно 44 000 семян. Должное расстояние между растениями в рядках обеспечивается при использовании рекомендуемых норм высева. Расстояния между семенами зернового сорго в рядках с различными междурядьями и при разных нормах высева указаны в таблице 1.

Таблица 1

Расстояния между семенами
(в 1 кг содержится 44 000 семян)

Норма высева, кг/га	Ширина междурядий, см			
	25	50	75	100
	Примерное расстояние между семенами в рядках, см			
1,12	75,0	37,5	25,0	20,0
2,24	37,5	20,0	12,5	10,0
3,36	25,0	12,5	10,0	6,2
4,48	20,0	10,0	6,2	5,0
5,60	15,0	7,5	5,0	3,7

Нормы высева семян, рекомендованные для разных районов штата, достаточны для получения густоты стояния растений, способных дать максимальные урожаи. Посев при слишком высокой норме высева по отношению к доступному запасу влаги в почве — частая причина неудачи культуры.

Ширина междурядий

Исследования, проведенные опытной станцией штата Канзас и ее филиалами, показали некоторые преимущества посева сорго, убираемого комбайном, с междурядьями менее 100 см. При более узких междурядьях почти или совсем отпадает необходимость в послепосевной междурядной обработке, так как сорго обычно подавляет рост сорняков вследствие затенения. Вода и питательные вещества при узких междурядьях используются растениями более эффективно. При посеве с узкими междурядьями наблюдается меньшее испарение воды с поверхности почвы благодаря ее затенению и, следовательно, температура почвы также ниже.

В филиалах опытной станции в Манхеттене, Хейсе и Трибюне зерновое сорго при междурядьях шириной 50 см давало в среднем урожаи на 25% выше, чем при междурядьях 100 см. В условиях орошения разница между урожаями в пользу узких междурядий еще выше.

Успех посева сорго с узкими междурядьями зависит от следующих четырех условий.

1. Незасоренная почва для высева семян. Предпосевная подготовка почвы должна начинаться рано, чтобы можно было уничтожить несколько поколений сорняков до посева сорго.

2. Задержка посева. Сорго не следует высевать раньше рекомендованного срока. Прогревание почвы необходимо для того, чтобы дать сорго возможность обогнать в росте сорняки.

3. Почва должна быть прокультивирована непосредственно перед проходом сеялки.

4. Посев при рекомендованной норме высева. Сорго следует высевать из расчета 2,2—5,6 кг семян на 1 га. На востоке штата Канзас применяют более высокую норму высева, а по направлению к западу она снижается.

Обработка семян

Протравливание семян является надежной гарантией против некоторых болезней сорго. Оно обеспечивает лучшую полевую всхожесть семян, в результате чего

образуется более выравненный стеблестой растений. Из фунгицидов, рекомендуемых в настоящее время для обработки семян сорго, можно указать аразан, тирам, спергон, ванцид 51, паноген и церезан-М. Для обработки семян могут также применяться комбинированные препараты из фунгицидов и инсектицидов. Такие препараты предотвращают заболевания и в то же время отпугивают насекомых, повреждающих семена.

Способы посева

Сеялки для посева кукурузы или пшеницы могут быть приспособлены и для высева семян сорго. Зерновая рядовая сеялка с семяпроводами, перекрытыми так, чтобы получить желательную ширину междурядий, является одним из наилучших орудий для высева семян сорго при условии хорошей разделки почвы.

Уход за посевами

В посевах сорго следует проводить междурядную обработку для уничтожения сорняков и поддержания почвы в таком состоянии, чтобы она была способна поглощать дождевую воду и хорошо аэрироваться. Культивация должна быть неглубокой при любом типе орудий, уничтожающих сорняки и поддерживающих должное состояние почвы. При обработке нужно заботиться о том, чтобы не слишком сильно повреждать корни культуры. Наилучшая и самая экономичная обработка — та, которая проводится до посева культуры. Легче уничтожить сорняки до посева сорго, чем после него.

Уборка сорго

Уборку сорго комбайном начинают только после полного созревания семян, чтобы избежать трудностей при хранении зерна. Если зерно нужно хранить в течение некоторого времени, содержание влаги в нем не должно превышать 12%.

Кормовое сорго на силос следует скашивать, когда семена достигнут фазы восковой спелости.

Перевод И. Спичкина

ЗЕРНОВОЕ СОРГО В ШТАТЕ ИЛЛИНОЙС

ХИТТЛ К. Н., ПЕНДЛЕТОН Дж., МАК-КИББЕН Дж. Э., ПОРТЦ Х. Л.

Hittle C. N., Pendleton J. W., McKibben G. E., Portz H. L., Agric. Coll. Univ. of Illinois Ext. Serv. Circ. 774, 1957

В последние несколько лет заметно возрос интерес к зерновому сорго в штате Иллинойс. Это усиление интереса объясняется тремя обстоятельствами: 1) возможностью использовать сорго в качестве замены для кукурузы в рамках государственного плана расширения посевов, хотя производство сорго на этой основе будет, вероятно, лишь временным; 2) получением гибридных сортов сорго, обладающих многими преимуществами по сравнению со стандартными свободноопыляемыми сортами, и 3) возможностью сорго в исключительно засушливые годы или на сухих почвах давать более высокие урожаи, чем кукуруза.

Зерновое сорго относится к семейству злаковых. Предки этой культуры в течение тысячелетий возделывались в засушливых районах Европы и Африки. В США сорго выращивают примерно в течение 100 лет. Эта культура, часто называемая «суходольной кукурузой», выращивается в основном на юге области Великих Равнин, где годовое количество осадков меньше 625 мм. В условиях большого увлажнения кукуруза обычно дает более высокие урожаи зерна, чем сорго. В периоды засухи сорго может прекращать рост и продолжать его снова, когда пройдут дожди. Однако при длительной и сильной засухе культура сорго также может быть неудачной.

Имеется два типа сорго: низкорослый карликовый тип используется на зерно и известен как зерновое, или комбайновое сорго. В штате Иллинойс растения зернового сорго достигают высоты 1,2—1,5 м. Второй тип — кормовое сорго, используется на силос, его растения достигают высоты 2,4—3,6 м.

В зависимости от сорта 1 кг зернового сорго содержит от 31 до 44,4 тыс. семян. Натурный вес зерна (вес 1 бушеля[1]) такой же, как у зерна кукурузы

[1] 1 бушель = 36,3 л. — *Прим. перев.*

(т. е. 25,4 кг). Стебли растений сорго прочные, а листья похожи на листья кукурузы. Сорго имеет обширную мочковатую корневую систему, состоящую из тонких корней. При большой площади питания или в дождливые годы могут появляться боковые побеги. Цветки и семена образуются на веточках метелки. Метелки могут быть от коротких плотных овальных до рыхлых, подобных метелкам веничного сорго. Верхушечные цветки в метелке завязывают семена первыми, а цветки у основания ее — последними. У сорго наблюдается как перекрестное опыление, так и самоопыление.

СУШКА НА КОРНЮ И ХРАНЕНИЕ СОРГО

Одна из задач успешного выращивания сорго в штате Иллинойс заключается в том, чтобы добиться получения достаточно сухого зерна в поле для его уборки и безопасного хранения. Для безопасного хранения в закромах зерно сорго должно иметь влажность не выше 13%. При прохладной дождливой осени сомнительно, чтобы зерно высыхало до такой степени в условиях Иллинойса. Когда в почве имеется влага, листья и стебли часто могут оставаться зелеными до тех пор, пока растения не будут убиты морозом. При долгой дождливой осени зерно сорго иногда может прорастать в метелках.

Уборку урожая комбайном начинают тогда, когда влажность зерна снизится до 20%, хотя продолжительность и стоимость сушки снижается, если дать зерну подсохнуть в поле до 16%-ной влажности.

МЕЖДУРЯДНАЯ ОБРАБОТКА И УДОБРЕНИЕ

Поскольку семена сорго прорастают неодновременно и молодые растения растут медленно, требуется бо́льшая, чем обычно, осторожность при культивации. Рост сорняков должен быть подавлен. Как правило, первая культивация проводится позже, чем это бывает при обработке посевов кукурузы. Вследствие этого при выращивании сорго можно широко применять гербициды. Новые препараты 2,4-Д и рандокс можно использовать для обработки сорго в несколько меньших дозах, чем при обработке ими посевов кукурузы.

В 1956 г. в пяти пунктах зерновое сорго выращивали наряду с кукурузой при трех дозах азота из расчета действующего начала на 1 га: 0, 56 и 112 кг. Внесение дополнительного азота не дало прибавки урожая зернового сорго, в то время как урожаи кукурузы возрастали во всех пунктах. Как правило, сорго требует таких же доз внесения калия и фосфора, как и кукуруза.

УБОРКА

Зерновое сорго убирают комбайном. Требуется лишь небольшая регулировка обычного зернового комбайна, чтобы он хорошо вымолачивал сорго. Число оборотов барабана должно быть меньшим, чем при уборке зерновых, а платформу поднимают как можно выше, чтобы уменьшить количество растительного материала, проходящего через машину. При уборке как зерно, так и солома сорго должны быть сухими, иначе сок может склеивать внутренние рабочие части комбайна. Во многих случаях листья и стебли, возможно, не высохнут, пока мороз не убьет растения.

КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ

Зерновое сорго — превосходный корм для всех видов домашнего скота. Для скармливания крупному рогатому скоту, свиньям и овцам зерно должно дробиться или размалываться, но птице его обычно скармливают в целом виде. По кормовой ценности зерно сорго может сравниваться с кукурузой. Результаты недавних опытов в штате Канзас (*Kansas Agr. Exp. Sta. Circ.* 319, 1955) показали, что зерном сорго можно заменять разные количества кукурузы при откорме мясного скота. Зерновое сорго содержит на 2—3% больше протеина, чем кукуруза, но несколько меньше жира.

После уборки зерна оставшиеся в поле растения сорго могут быть использованы для выпаса скота. После искусственной сушки или высыхания сорта сорго с сочными стеблями и листьями особенно ценны для послеуборочной пастьбы. Однако растения должны быть мертвы, без какого-либо вторичного отрастания, так как иначе животные могут быть отравлены синильной кислотой. Растения сорго, поврежденные заморозками

(если растения не высохли), очень опасны для животных, поэтому скот нужно держать вдали от обмороженных растений, по крайней мере в течение недели. Большинство вегетирующих растений также содержат много синильной кислоты и не должны скармливаться скоту или использоваться для пастьбы.

Зерновое сорго можно силосовать при скашивании растений в фазе восковой спелости. Однако зерновое сорго дает значительно меньшее количество зеленой массы для силосования с 1 га, чем обычные сорта кормового сорго. В Диксон-Спринге в 1956 г. сорта зернового сорго давали в среднем 24,75 т/га силосной массы, тогда как сорта кормового сорго — в среднем 42,75 т/га. Эти урожаи указаны из расчета на 70%-ную влажность зеленой массы.

СОРТА СОРГО

Многие из наиболее распространенных сортов зернового сорго происходят от скрещивания кафрского сорго и майло. Чистота их поддерживается из поколения в поколение самоопылением на изолированных полях. Эти сорта не следует смешивать с недавно выведенными гибридными сортами сорго.

В число сортов, оказавшихся продуктивными в штате Иллинойс, входят: Мартин, Плейнсмен, Редбайн 60 и Редбайн 66. Сорт Мидленд не полегает и легко убирается комбайном, но обычно дает несколько меньшие урожаи, чем сорт Мартин. Белозерный сорт Кафрское 60, убираемый комбайном, дает хорошие урожаи при благоприятных условиях. Редлен — высокоурожайный сорт, но созревает поздно и рекомендуется только для центральных и южных районов Иллинойса.

ГИБРИДЫ СОРГО

Уже давно известно, что, как и у кукурузы, при скрещивании некоторых сортов сорго возрастает гибридная мощность потомства. Однако в прошлом основной трудностью было контролирование опыления. Поскольку пыльники, или образующие пыльцу органы, сорго находятся в тех же цветковых чешуях, что и женские части цветка, здесь нельзя применить удаление метелок для регулирования опыления, как это делается у кукурузы,

Только после открытия мужской стерильности селекционеры сорго нашли осуществимый способ производства гибридных семян. Растения сорго, обладающие этим типом стерильности, не образуют пыльцы, и цветки легко оплодотворяются пыльцой нормальных растений, переносимой ветром. При этом типе стерильности несложно и не слишком долго выращивать как стерильные, так и фертильные растения на полях для производства гибридных семян.

Гибриды зернового сорго, так же как и обычные сорта, были выведены в полузасушливых штатах юго-запада США и в области Великих Равнин. Впервые они были испытаны на опытной станции штата Иллинойс в 1956 г. Некоторые из гибридов, полученные опытными станциями штатов Техас, Канзас и Небраска, а также гибриды, полученные от семеноводческих фирм, дали хорошие результаты в опытах 1956 г. Гибриды RS 501, RS 610, RS 650 и Техас 620 дали урожаи, несколько более высокие, чем другие гибриды опытных станций (RS означает «зональный сорт», и его употребление обязательно для всех штатов, заинтересованных в том или ином конкретном гибридном сорте).

СРАВНЕНИЕ УРОЖАЕВ ГИБРИДНЫХ И ОБЫЧНЫХ СОРТОВ СОРГО С УРОЖАЯМИ КУКУРУЗЫ

В 1956 г. было проведено семь сортоиспытаний зернового сорго. В каждом испытании участвовало по 16—23 гибридных и по 3—14 обычных сортов сорго. Для сравнения была включена также гибридная кукуруза. В таблице 1 приведены урожаи гибридов и обычных сортов сорго и гибридной кукурузы в центнерах с 1 га.

Урожаи как гибридов, так и сортов сорго указаны в среднем для семи пунктов. В среднем урожаи гибридов на 21% превосходили урожаи обычных сортов и достигали 82,5 ц/га.

В ряде испытаний урожаи гибридной кукурузы были ниже урожаев гибридного сорго. Вероятно, условия сравнения не были выгодны для кукурузы, поскольку ее высевали позже обычного (с 1 по 6 июня в центральных районах штата Иллинойс). Кроме того, в испытании в округе Шампейн кукуруза была сильнее

Таблица 1

Округ	Гибридная кукуруза	Гибриды сорго		Обычные сорта сорго		Превышение урожаев гибридов над сортами, %
		урожаи	число сортов	урожаи	число сортов	
Шампейн .	63,5*	73,7	20	59,0	14	25
Макоупин .	53,3	64,1	19	54,6	10	17
Мейсон . .	67,3	67,9	16	56,5	13	20
Морган . .	60,3	76,8	17	62,9	12	22
Фейетт . .	52,7	55,2	16	42,5	3	30
Поп . . .	70,5	55,9	23	41,3	14	35
Джэксон .	73,0	47,6	17	47,6	3	0

* Все урожаи даны в пересчете на 13%-ную влажность зерна.

повреждена личинками европейского кукурузного мотылька, чем сорта сорго. Нет оснований предполагать, что гибридное сорго может давать бо́льшие урожаи, чем кукуруза, в условиях, благоприятных для кукурузы.

ПРОИЗВОДСТВО ГИБРИДНЫХ СЕМЯН

Производство семян гибридного сорго — высоко специализированное дело, и семеновод должен отдавать себе отчет в связанных с этим трудностях, прежде чем он начнет заниматься этим делом. Гибридные семена получают на гибридизационных участках, аналогичных участкам, используемым для получения гибридных семян кукурузы. Их засевают семенами линии, обладающей мужской стерильностью (материнские растения, которые не образуют фертильной пыльцы), и семенами нормального сорта (отцовские растения), который должен дать большое количество пыльцы и обладает способностью восстанавливать фертильность у гибридных растений.

В производстве гибридных семян сорго встречается ряд трудностей: 1) совмещение сроков цветения растений в материнских и отцовских рядках; 2) обеспечение достаточной пространственной изоляции от других посевов зернового и кормового сорго, суданской травы

и гумая; 3) тщательное удаление растений иного сорта как из материнских, так и из отцовских рядков до цветения, во время цветения и в период созревания; 4) необходимость хорошей циркуляции воздуха для обеспечения хорошего опыления и завязывания семян; 5) обязательное созревание семян до начала заморозков, чтобы избежать снижения всхожести; 6) предотвращение повреждения семян птицами и 7) предотвращение засорения семян вследствие недостаточной очистки комбайнов.

При благоприятных условиях семена сорго можно размножить очень быстро. Один гектар поля для получения гибридных семян при урожае 19—25 ц даст достаточное количество семян для посева 300—400 га. Вследствие этого производство гибридных семян сорго в больших масштабах вряд ли перспективно для большого числа семеноводов.

Перевод И. Спичкина

УРОЖАИ ЗЕРНА, РАСХОД И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ РАСТЕНИЯМИ ЗЕРНОВОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ РАЗНОЙ АГРОТЕХНИКИ

БРАУН П. Л., ШРАДЕР У. Д.

Brown P. L., Shrader W. D., Agron. J., 51, 6, 339—343, 1959

Общепризнано, что условия агротехники влияют на урожаи зернового сорго, но не было достаточно изучено влияние таких факторов, как ширина междурядий, число растений на 1 га и размер запасов почвенной влаги на урожаи зерна, расход и эффективность использования воды. Поскольку зерновое сорго в основном выращивается в районах, где обычно выпадает недостаточное количество осадков, которые лимитируют урожаи зерна, важно знать влияние указанных факторов.

Главной целью описываемого опыта было определение оптимального числа растений на 1 га и ширины междурядий при различной влажности почвы в период сева. Здесь приводятся только данные об урожаях зер-

на и зеленой массы, расходе и эффективности использования воды. Другие результаты исследования будут опубликованы позже.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Мартин и др. [5] сообщали, что рентабельность урожаев зернового сорго в значительной степени зависит от хорошей агротехники. Двумя важнейшими агротехническими приемами, из указанных ими, были оптимальная площадь питания и правильно выбранные сроки сева.

В Манхеттене (штат Канзас) Лод и др. [4] начиная с 1944 г. высевали зерновое сорго с междурядьями шириной 50 и 100 см. Посев с более узкими междурядьями давал ряд преимуществ: более высокий урожай с единицы площади, междурядная обработка после посева почти не требовалась и отпадала необходимость в рядовых машинах. Этот опыт проводился в местности, где годовое и сезонное количество осадков было выше, чем в большинстве районов возделывания сорго.

Нельсон [6] изучал в Проссере (штат Вашингтон) влияние площади питания и внесения азота на урожай зернового сорго в условиях орошения. Единственным фактором, достоверно влиявшим на урожай, было количество внесенного азота.

Пейнтер и Лимер [7] изучали влияние влажности почвы, площади питания и удобрений на урожаи орошаемого зернового сорго в Тукумкари (штат Нью-Мексико). Азот заметно повышал урожаи; внесение одних фосфорных удобрений положительного результата не давало, но в сочетании с азотом они несколько повышали урожаи. Отзывчивость на влажность почвы и густоту стояния была достоверной, но относительно небольшой по сравнению с отзывчивостью на азот.

Бриггс и Шанц [1] установили, что потребность сорго в воде ниже, чем у кукурузы, пшеницы, ячменя и овса. Эти культуры хорошо поливали, и было предотвращено испарение с поверхности почвы. Эффективность использования воды по существу является величиной, обратной потребности в ней. Эффективность использования воды определена как количество центне-

ров зерна с единицы площади, произведенных на каждые 25 мм воды; эта величина измерялась как при орошении, так и в неполивных условиях. Данный показатель может быть полезен при исследованиях в условиях неполивного земледелия.

В 1940 г. Коул и Метьюз [2] указали, что высокие урожаи майло в Далхарте (штат Техас) были обусловлены большим запасом воды в почве во время сева, а низкие урожаи — малым запасом воды. Коэффициент корреляции между количеством воды в почве в момент посева и урожаем равнялся 0,75. Это была весьма достоверная зависимость, обусловленная главным образом тем обстоятельством, что недостаток воды во время сева редко можно исправить созданием благоприятных условий после него.

Холлстед [3], работая в Хейсе (штат Канзас), установил, что количество доступной для растений воды в почве во время сева или глубина, до которой почва увлажнена, могут служить показателем будущих урожаев пшеницы. Авторы полагали, что для зернового сорго может быть выведена аналогичная зависимость при условии, если будут учитываться ширина междурядий и число растений на 1 га.

МЕТОДИКА ОПЫТА

Опыт был проведен в 1954 и 1955 гг. на филиале Канзасской опытной станции в Форт Хейсе на пылеватом суглинке типа Трипп — карбонатной почве аллювиальной террасы с pH верхнего слоя 8,2. Анализ почвы из горизонта 0—15 см проводился в почвенной лаборатории колледжа штата Айова. Содержание органического вещества было средним, нитрифицируемого азота — низким, доступного фосфора — средним, а доступного калия — высоким. На смежном участке такой же почвы в 1954 г. был проведен отдельный опыт с внесением азотно-фосфорных удобрений под зерновое сорго при двух уровнях влажности почвы. В период посева почва была влажной на глубине 90 см и 2,1 м. На внесение удобрений не было установлено никакой отзывчивости ни при одном уровне влажности почвы. Удельный вес почвы равнялся 1,3, а скорость просачивания воды превышала 50 мм в час. Эквивалентная влажность ко-

лебалась от 23 до 31%, а значения влажности при сосущей силе, равной 15 атм, колебались от 10 до 17%, в зависимости от горизонта почвы. Количество доступной для растений влаги на каждые 30 см профиля при полевой влагоемкости колебалось от 480 до 590 мм, в зависимости от горизонта почвы, и составляло в среднем 532 мм.

Переменные опыта включали три глубины увлажнения почвы во время сева, три ширины междурядий и шесть вариантов густоты стояния растений. Увлажнение почвы до полевой влагоемкости проводилось до глубины 90 см, 1,5 м и 2,1 м, что соответствует приблизительно 150, 250 и 350 мм доступной растениям почвенной влаги. Помимо осадков, никакой другой воды в период вегетации сорго не добавлялось. Ширина междурядий составляла 25, 50 и 100 см. Число растений на 1 га составляло 39 200, 78 400, 117 600 и 156 800 на делянках в варианте с увлажнением на глубину 90 см; 78 400, 156 800, 235 200 и 313 800 растений на делянках с увлажнением на глубину 1,5 и 2,1 м. Практически можно считать, что на 1 га приходилось 37 500, 75 000, 112 500, 150 000, 225 000 и 300 000 растений. Число 37 500 растений на 1 га примерно отвечает числу семян зернового сорго в 1 кг. Такая густота стояния растений на 1 га была выбрана потому, так как считали, что она, вероятно, даст урожаи, превышающие максимальные.

Опыт был заложен по методу расщепленных делянок с произвольным расположением делянок в группах, причем основные делянки представляли варианты увлажнения и ширины междурядий, а полуделянки — варианты числа растений на 1 га. Размер полуделянок был 3×6,3 м. В 1954 г. варианты были заложены в трех повторностях, а в 1955 г.—в четырех.

За год до начала каждого опыта вся площадь была засеяна суданской травой, для того чтобы иссушить почву на глубину 2,1—2,4 м. Варианты увлажнения создавались затоплением каждой полуделянки определенным количеством воды. Вокруг каждой делянки напахивали валики, используя оборотный 40-сантиметровый плуг, оба корпуса которого опускали в рабочее положение. Таким образом, получалась U-образная канава, а выпахиваемая из борозды на обе стороны

земля служила валиками для смежных делянок, разделенными канавой шириной 90 см.

Перед последней предпосевной обработкой на всю опытную площадь было внесено вразброс 67,2 кг азота в форме аммиачной селитры и 44,8 кг/га P_2O_5 в форме тройного суперфосфата. Посев семян зернового сорго сорта Мартин проводили 12-рядной рядовой сеялкой из расчета 44,8 кг/га. Нужную ширину междурядий и густоту стояния растений создавали, выпалывая нежелательные рядки и прореживая растения в оставшихся рядках, после появления всходов.

Перед посевом и после уборки урожая на каждой делянке определяли влажность почвы. Пробы брали через каждые 30 см профиля до глубины 2,4 м в центре каждой делянки. Пробы почвы после уборки урожая брали между рядками независимо от ширины междурядий.

Урожаи зерна (при 12%-ной влажности) были пересчитаны в центнеры с 1 га. Статистический анализ результатов проводился методами, описанными Снедекором [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Урожаи зерна

Влияние влажности почвы, числа растений на 1 га и ширины междурядий на урожаи зерна сорго показано в таблице 1.

В 1954 г. урожаи зерна составляли в среднем 22,9, а в 1955 г.— 10,2 ц/га. Эта разница в урожае была обусловлена погодными условиями в период вегетации, так как влажность почвы к моменту сева была по существу одинаковой в оба года. В 1955 г. выпало на 27,5 мм меньше осадков, но в августе 1955 г., в критический период колошения, выпало всего лишь 14 мм осадков против 66,5 мм в августе 1954 г.

Увеличение запаса почвенной влаги заметно повышало урожаи в оба года. При увлажнении почвы на глубину 90 см средний урожай в 1954 г. был 13,7 ц/га, а в 1955 г.— только 1,1 ц/га. При первоначальном увлажнении почвы на глубину 1,5 м в 1954 г. был получен урожай 23,4 ц/га, а в 1955 г.— только 7,6 ц/га.

Таблица 1

Урожаи зерна сорго (в ц/га) при шести вариантах густоты стояния, трех вариантах ширины междурядий и трех уровнях увлажнения почвы (пылеватый суглинок типа Трипп) в Хейсе в 1954 и 1955 гг.

Ширина междурядий, см	Увлажнение почвы на глубину до															В среднем для данной ширины междурядий
	90 см*					1,5 м*					2,1 м*					
	число растений на 1 га (тыс.)															
	37,5	75	112,5	150	в среднем	75	150	225	300	в среднем	75	150	225	300	в среднем	
*1954 г.***																
25	13,1	14,4	11,7	10,6	12,5	23,9	25,2	21,7	20,2	22,6	29,8	34,1	36,1	34,7	33,6	23,0
50	16,4	14,7	14,8	14,8	15,2	25,5	27,6	26,2	23,3	25,7	31,2	34,1	36,0	34,8	34,0	25,0
100	13,1	14,5	13,2	13,7	13,6	19,9	22,1	22,4	22,1	21,7	23,8	29,2	28,4	28,0	27,4	20,9
В среднем	14,2	14,5	13,2	13,1	13,7	23,1	25,0	23,4	21,9	23,4	28,3	32,4	33,5	32,5	31,7	22,9
*1955 г.****																
25	2,3	0,4	—	—	0,6	8,8	4,7	0,06	0,7	3,5	20,7	21,5	18,3	15,9	19,1	7,7
50	2,6	0,4	—	—	0,8	13,1	7,9	6,4	1,1	7,1	24,2	25,5	20,8	19,0	22,3	10,1
100	4,5	2,5	0,8	0,1	2,0	15,0	13,8	11,4	8,1	12,1	24,6	22,7	23,8	24,0	23,8	12,6
В среднем	3,1	1,1	0,3	0,0	1,1	12,3	8,9	6,0	3,5	7,6	23,2	23,2	21,0	19,6	21,7	10,2

* Разница в урожаях, *обусловленная глубиной увлажнения*, в оба года была достоверной при 1%-ном уровне.

** Разница в урожаях, обусловленная густотой стояния и шириной междурядий, при увлажнении почвы на глубину 1,5 и 2,1 м была достоверной при 1%-ном уровне в 1954 г.

*** Разница в урожаях, обусловленная густотой стояния и шириной междурядий, была достоверной при 1%-ном уровне в 1955 г.

Увлажнение до глубины 2,1 м дало в 1954 г. средний урожай 31,7 ц/га, а в 1955 г.— 21,7 ц/га. Урожаи 1954 г. превышали урожаи следующего года на 12,6, 15,8 и 10 ц/га в вариантах первоначального увлажнения почвы до глубины соответственно 90 см, 1,5 и 2,1 м.

Из данных таблицы 1 видно, что в 1955 г. при увлажнении почвы на глубину до 90 см зерно было получено только на делянках с низкой густотой стояния растений. При увлажнении до глубины 1,5 м зерно было получено при любой густоте стояния растений и ширине междурядий, равной 50 и 100 см. На некоторых делянках с большой густотой стояния растений и с междурядьями шириной 25 см не происходило колошения.

При увлажнении до глубины 2,1 м на всех делянках растений выколосились и были получены урожаи зерна.

Отзывчивость на ширину междурядий не была одинаковой в оба года. Разница в урожаях, обусловленная шириной междурядий, была в оба года достоверной. В 1954 г. при междурядьях шириной 50 см были получены более высокие урожаи в вариантах с увлажнением почвы до 90 см и 1,5 м, чем при междурядьях шириной 25 и 100 см. В 1955 г. наилучшие урожаи были получены при междурядьях шириной 100 см. Это было особенно заметно при первоначальном увлажнении почвы до глубины 90 см и 1,5 м. При междурядьях 100 см средний урожай в 1955 г. для всех комбинаций глубины увлажнения почвы и числа растений на 1 га составлял 12,6 ц/га, при междурядьях 50 см — 10,1, а шириной 25 см — 7,7 ц/га.

Влияние густоты стояния растений было неодинаковым в оба года: в 1954 г. при первоначальном увлажнении почвы до глубины 90 см при 37,5—75 тыс. растений на 1 га были получены максимальные урожаи. При увлажнении почвы до 1,5 м наивысшие урожаи были получены при 150 тыс. растений на 1 га. При увлажнении почвы до 2,1 м наилучшие урожаи были при 225 тыс. растений на 1 га. В 1955 г. при увлажнении почвы до глубины 90 см и 1,5 м наименьшая густота стояния растений давала наилучшие результаты, а при увлажнении до 2,1 м наивысшие урожаи были получены при 75—150 тыс. растений на 1 га.

В оба года вегетативное развитие растений начиналось при благоприятных условиях увлажнения почвы. Первоначальный рост был быстрым, и в течение более месяца не было никакой разницы между вариантами. В 1954 г. растения на делянках с увлажнением почвы до 90 см начали испытывать засуху перед колошением. Недостаток влаги проявлялся в свертывании листьев на более долгое время в течение дня. На делянках с увлажнением почвы до 1,5 м значительный недостаток влаги стал заметен при колошении, а на делянках с увлажнением до 2,1 м — вскоре после колошения, но в этом случае он был менее заметным, чем в двух других вариантах увлажнения. На делянках с высокой густотой стояния растений, недостаток влаги сказывался раньше, чем на делянках с меньшим числом растений, и с каждым днем был более продолжительным.

В 1955 г. засуха началась на одну-две недели раньше, чем в 1954 г., и была более сильной, что очень заметно отразилось на урожаях зерна. Недостаток влаги испытывался во всех вариантах уже до колошения. Вначале листья свертывались только в течение дня, но позже их тургесцентность не восстанавливалась даже ночью. По мере усиления недостатка влаги нижние листья засыхали и отмирали, начиная с основания стебля и постепенно достигая верхушки растения. Признаки недостатка влаги появлялись сначала на делянках с увлажнением почвы до глубины 90 см, а затем и в вариантах с увлажнением до 1,5 и 2,1 м. При равном числе растений на 1 га недостаток влаги был более заметным при междурядьях 25 см, чем при ширине 50 см. Точно так же он был более сильным при междурядьях шириной 50 см, чем при 100 м. Бóльшая густота стояния растений в пределах одного варианта увлажнения всегда вызывала более раннее появление признаков засухи. В оба года недостаток влаги возрастал по мере развития культуры.

Расход воды

Источники расхода воды на транспирацию и испарение с поверхности почвы в оба года опыта показаны в таблице 2.

Таблица 2

Расход воды растениями зернового сорго в 1954 и 1955 гг.

Глубина увлажнения почвы, м	1954 г.			1955 г.		
	источник воды, мм		всего израсходовано воды, мм	источник воды, мм		всего израсходовано воды, мм
	почвенный запас	осадки		почвенный запас	осадки	
0,9	139	161	300	147	134	281
1,5	214	161	375	233	133	366
2,1	264	161	425	299	133	422

В 1955 г. количество израсходованной воды было несколько ниже. В 1955 г. запас почвенной влаги был немного больше, чем в 1954 г., в то время как количество осадков в 1954 г. было большим.

Общее количество воды, израсходованной из разных горизонтов почвы и при разном числе растений на 1 га, показано в таблице 3.

Таблица 3

Общее количество воды (в мм), израсходованной зерновым сорго в разных вариантах густоты стояния растений и увлажнения почвы в 1954 и 1955 гг.

Глубина увлажнения почвы, м	Число растений на 1 га, тыс.						В среднем
	37,5	75	112,5	150	225	300	
1954 г.							
0,9	290	305	310	294	—	—	300
1,5	—	359	—	385	379	386	375
2,1*	—	396	—	417	436	471	425
1955 г.							
0,9	278	277	285	283	—	—	281
1,5	—	366	—	364	374	361	366
2,1	—	411	—	420	425	434	422

* Разница в расходе воды была достоверной при 1 %-ном уровне.

Разница, обусловленная степенью увлажнения, была достоверной при 1%-ном уровне, а разница, обусловленная густотой стояния растений, была достоверной при том же уровне только на делянках, увлажнявшихся в 1954 г. до глубины 2,1 м. Другие влияния и взаимодействия не были достоверными даже при 5%-ном уровне. В 1954 г. при увлажнении почвы до 2,1 м расход воды, как правило, возрастал с увеличением густоты стояния растений. Ширина междурядий не оказывала постоянного влияния на расход воды. Это означает, что растения, независимо от ширины междурядий, расходовали примерно равные количества воды из почвы в конце вегетации. Важное значение накопленной почвенной влаги видно из того факта, что она обеспечивала в среднем 49, 60 и 65% расхода воды на делянках, увлажнявшихся в оба года до глубины соответственно 90 см, 1,5 и 2,1 м.

Эффективность использования воды

Эффективность использования воды, выраженная центнерами зерна на каждые 25 мм использованной воды и в центнерах зерна с 1 га, показана в зависимости от числа растений на 1 га для трех вариантов увлажнения на рисунках 1, 2 и 3. Высокая эффективность использования воды означает, что вода использовалась для производства зерна; низкая эффективность показывает, что вода была использована в основном бесполезно. Эффективность использования воды была значительно выше в 1954 г., чем в 1955 г. В оба года разница, обусловленная глубиной увлажнения, была достоверной при 1%-ном уровне. Разница, обусловленная разной густотой стояния растений и шириной междурядий, была высоко достоверной в 1955 г. для всех вариантов увлажнения почвы, а в 1954 г. для вариантов с увлажнением почвы до глубины 1,5 и 2,1 м.

В 1954 г. эффективность использования воды колебалась в пределах от 0,9 до 2,1 ц/га зерна на каждые 25 мм воды. В 1955 г. она колебалась от 0 на делянках, увлажнявшихся на глубину 90 см при 45 и 60 тыс. растений на 1 га и междурядьях 25 и 50 см, до 1,5 ц на делянках, увлажнявшихся на глубину 2,1 м при 60 тыс. растений на 1 га и междурядьях 50 см. В оба

года увлажнение почвы до глубины 2,1 м обеспечивало наивысшую эффективность использования воды, а увлажнение до глубины 90 см — наименьшую. В 1954 г. средняя эффективность использования воды равнялась 1,1, 1,6 и 1,8 ц соответственно для делянок, увлажнявшихся на глубину 90 см, 1,5 и 2,1 м. В 1955 г. средняя

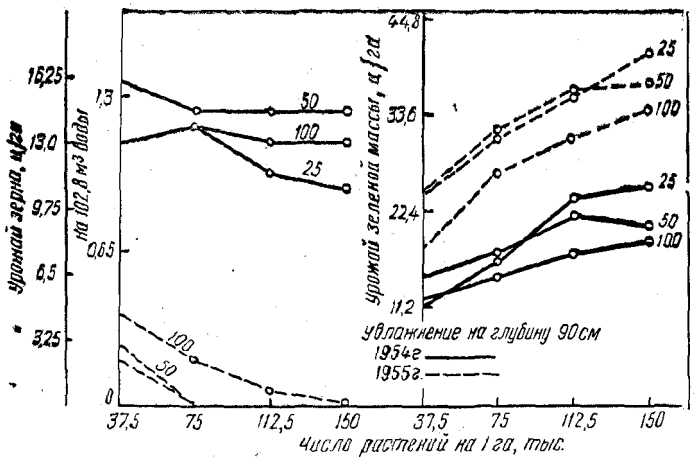


Рис. 1. Влияние увеличения числа растений на 1 га на урожаи зерна и зеленой массы и эффективность использования воды у зернового сорго при междурядьях 25, 50 и 100 см и увлажнении почвы на глубину 90 см в 1954 и 1955 гг.

эффективность для тех же делянок составила 0,1, 0,5 и 1,3 ц. В 1955 г. эффективность использования воды на делянках, увлажнявшихся до глубины 2,1 м, была ниже, чем на делянках, увлажнявшихся в 1954 г. до глубины 1,5 м.

Ширина междурядий оказывала различное влияние в разные годы. В 1954 г. при междурядьях 50 см наибольшая эффективность использования воды отмечалась на делянках, увлажнявшихся до глубины 90 см и 1,5 м. При увлажнении до 2,1 м не было достоверной разницы между междурядьями 25 и 50 см, но при междурядьях 100 см эффективность использования воды была определенно более низкой. В 1955 г. при крайнем недостатке осадков в период вегетации посев с между-

рядьями 100 см обеспечивал наивысшую эффективность использования воды при всех уровнях увлажнения почвы, хотя разница между делянками с междурядьями 50 и 100 см при увлажнении на глубину до 2,1 м была незначительной.

Влияние густоты стояния на эффективность использования воды было весьма различным в оба года. В 1954 г. выбранные варианты густоты стояния растений позволили определить максимальную эффективность использования воды во всех случаях, кроме одного. При увлажнении почвы до 90 см оставление 15—30 тыс. растений на 1 га обеспечивало наивысшую эффективность использования. При увлажнении до 1,5 м наивысшая эффективность достигалась при 60 тыс. растений на 1 га, а при увлажнении до 2,1 м эффективность была наивысшей при 60—90 тыс. растений на 1 га. В 1955 г. наивысшая эффективность использования воды достигалась на делянках, первоначально увлажненных до 90 см и 1,5 м и при наименьшем числе растений на 1 га (15 и 30 тыс.). При увлажнении почвы до 2,1 м эффективность использования воды при междурядьях 25 и 50 см снижалась по мере увеличения числа растений на 1 га, но была относительно постоянной при междурядьях 100 см.

Вначале растения используют влагу для образования зеленой массы. После того как бóльшая часть этой массы создана и растения достигнут определенной фазы физиологического развития, начинается колошение. В оба года интенсивность засухи усиливалась по мере развития растений. В связи с этим образование зеленой массы происходило при более благоприятных условиях влажности почвы, чем образование зерна.

Для выявления некоторых из связанных с этим взаимозависимостей количество зеленой массы (сухого вещества) также показано как функция густоты стояния растений для трех вариантов увлажнения почвы на рисунках 1, 2 и 3. Как правило, увеличение густоты стояния растений повышало урожаи зеленой массы.

Образование зеленой массы во всех вариантах без исключения было бóльшим в 1955 г., чем в 1954 г., несмотря на то, что 1955 г. был более засушливым. Это можно объяснить по крайней мере двумя причинами.

Во-первых, в 1954 г. 1 августа, т. е. до начала колошения, опытные участки пострадали от града. Листья были сильно повреждены, но ни один из стеблей не был повален или перебит, и последующее появление метелок казалось почти нормальным. Это уменьшение размеров листьев вызвало некоторую потерю зеленой

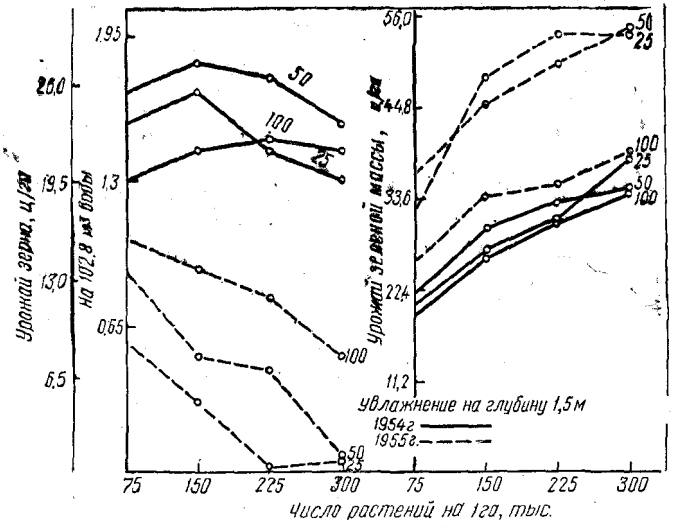


Рис. 2. Влияние увеличения числа растений на 1 га на урожаи зерна и зеленой массы и эффективность использования воды у зернового сорго при междурядьях 25, 50 и 100 см и увлажнения почвы на глубину 1,5 м в 1954 и 1955 гг.

массы и уменьшило фотосинтезирующую поверхность. Во-вторых, сильные ветры унесли в сентябре, до созревания культуры, часть нижних высохших листьев. Не было никакой возможности определить размеры той или иной из этих потерь.

Данные 1955 г. показывают зависимость между образованием зерна и зеленой массы и эффективность использования воды в условиях крайней засухи. Между образованием зеленой массы, с одной стороны, и образованием зерна и эффективностью использования воды — с другой, была установлена обратная зависимость во всех вариантах, за исключением варианта с

междурядьями 100 см при увлажнении почвы до глубины 2,1 м. В этом варианте эффективность использования воды была почти постоянной при любом числе растений на 1 га, так же как и количество зеленой массы при числе растений более 60 тыс. на 1 га. На рисунке 1 видно, что получение в 1955 г. примерно 33,6 ц/га зеленой массы помешало образованию зерна, когда сорго высевали в почву, увлажненную на глубину

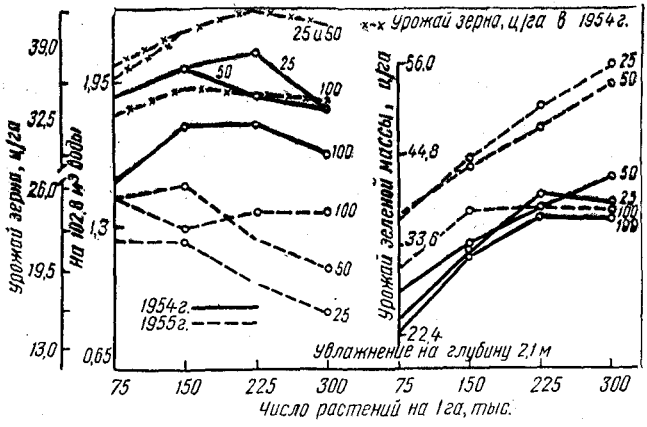


Рис. 3. Влияние увеличения числа растений на 1 га на урожаи зерна и зеленой массы и эффективность использования воды у зернового сорго при междурядьях 25, 50 и 100 см и увлажнении почвы на глубину 2,1 м в 1954 и 1955 гг.

90 см. При увлажнении до 1,5 м (см. рис. 2) получение примерно 53,8 ц/га зеленой массы также препятствовало образованию зерна. Количество зеленой массы, произведенной на делянках, увлажнявшихся на глубину 1,5 и 2,1 м, было почти одинаковым, из чего можно заключить, что для завершения вегетативного роста было достаточно влаги, содержавшейся в верхних 1,5 м почвы.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В засушливые годы, как, например, 1955, меньшее число растений на 1 га при широких междурядьях дает более низкие урожаи зеленого корма и высокие урожаи

зерна и обеспечивает высокую эффективность использования воды. Применение широких междурядий связано с увеличением числа растений в рядке при неизменном числе растений на 1 га. Из этого следует, что при данном числе растений на 1 га оставление бо́льшего числа растений в рядке при широких междурядьях усиливает конкуренцию внутри рядка, снижает количество зеленой массы, но повышает урожаи зерна и эффективность использования воды для производства зерна. В условиях сильной засухи следует свести к минимуму рост зеленой массы, для того чтобы сохранить больше воды для образования зерна, иначе его урожаи снижаются. Имеются данные (неопубликованные материалы станции в Хейсе), что при широких междурядьях запас почвенной влаги между рядками истощается не так быстро, как при узких междурядьях. Это обусловлено, вероятно, тем обстоятельством, что корни стремятся проникнуть глубже, чтобы добраться до этой влаги. Если это так, то для образования зерна в конце вегетации остается больше доступной влаги. При постановке дальнейших опытов следует включить еще большую ширину междурядий и более тщательно изучить использование почвенной влаги.

Можно только строить предположения о форме кривых зависимости урожая зерна и эффективности использования воды в 1955 г. при включении вариантов с еще меньшим числом растений на 1 га. Возможно, эффективность использования воды снизилась бы при дальнейшем уменьшении числа растений. При каком-то небольшом числе растений на 1 га можно было бы найти границу, когда растений на поле будет недостаточно для использования всей имеющейся влаги. Ниже этой границы эффективность использования воды, вероятно, оставалась бы довольно высокой, но урожаи снижались. Данные 1955 г. показывают, что для получения минимального урожая зерна расходуется примерно 275 мм воды. В 1954 г. для получения в среднем 13,8 ц/га зерна расходовалось 300 мм воды и, по-видимому, требовалось примерно 200 мм воды, чтобы вообще получить зерно. Эта вода должна поступать или из почвенных запасов, или же за счет осадков. Среднее количество осадков, выпадающих в период вегетации сорго в большинстве районов его выращивания

в области Великих Равнин, недостаточно для получения зерна. Поэтому запасы почвенной влаги крайне важны для урожаев зерна. Достаточный запас воды повышает вероятность получения хороших урожаев.

Результаты этого опыта показывают также, что зерновое сорго может различно отзываться на удобрение, ширину междурядий и густоту стояния растений в условиях орошения и без него. Отзывчивость на удобрение определяется уровнем плодородия почвы. Ширина междурядий и густота стояния растений имели второстепенное значение в условиях орошения в Проссере (штат Вашингтон) [6] и в Тукумкаре (штат Нью-Мексико) [7], но в условиях сильной засухи имели очень большое значение в этом опыте.

При увлажнении средних и тяжелых почв почти до полевой влагоемкости на глубину 1,2—1,5 м в них будет содержаться достаточно влаги для образования зеленой части урожая зернового сорго в районе Хейс. При таком размере запасов почвенной влаги осадки, выпадающие в период вегетации, будут стимулировать образование зерна.

В крайне засушливые годы, независимо от количества накопленной влаги, желательны широкие междурядья и небольшое число растений на 1 га. С увеличением количества осадков в период вегетации можно рекомендовать меньшую ширину междурядий и большую густоту стояния растений. Результаты опыта позволяют также объяснить, почему иногда получают противоречивые результаты в опытах, где изучается влияние числа растений на 1 га и ширины междурядий, но не учитывают запасов почвенной влаги.

ВЫВОДЫ

В 1954 и 1955 гг. в условиях засухи в Хейсе (штат Канзас) изучалось влияние густоты стояния растений, ширины междурядий и запасов почвенной влаги на урожаи зернового сорго, расход и эффективность использования воды. Число растений на 1 га колебалось от 37,5 до 300 тыс. при междурядьях 25, 50 и 100 см. Уровни увлажнения почвы создавались перед посевом путем увлажнения почвы до полевой влагоемкости на глубину 90 см, 1,5 и 2,1 м.

За двухлетний период урожаи зерна составляли в среднем 7,5, 15,5 и 26,7 ц/га на делянках, увлажнявшихся соответственно на глубину 90 см, 1,5 и 2,1 м. Количество израсходованной воды на тех же делянках составляло в среднем 290, 370 и 425 мм воды, причем запасы почвенной влаги обеспечивали в среднем 49, 60 и 65% этого количества.

Оптимальное число растений на 1 га и ширина междурядий, выраженные урожаями зерна при трех уровнях первоначального увлажнения, были следующими:

	Первоначальное увлажнение почвы на глубину					
	90 см		1,5 м		2,1 м	
	1954 г.	1955 г.	1954 г.	1955 г.	1954 г.	1955 г.
Оптимальное число растений на 1 га, тыс. . . .	37,5—75	37,5	150	75	150—225	75—225
Оптимальная ширина междурядий, см	50	100	50	100	25—50	100

Весьма возможно, что меньшее число растений на 1 га и более широкие междурядья позволили бы получить большие урожаи в 1955 г., но эти варианты не были включены в опыт.

Эффективность использования воды для производства зерна возрастала с увеличением глубины увлажнения почвы. В 1954 г. на каждые 25 мм использованной воды было получено в среднем 1,2, 1,6 и 1,8 ц зерна на делянках, увлажненных соответственно на глубину 90 см, 1,5 и 2,1 м. В 1955 г. эффективность использования воды колебалась от 0, на делянках с большой густотой стояния растений и с увлажнением почвы на глубину 90 см, до 1,5 ц при увлажнении на глубину 2,1 м.

В условиях сильной засухи в 1955 г. широкие междурядья и малая густота стояния растений снижали количество зеленой массы и повышали эффективность использования воды. Здесь отмечена обратная зависи-

мость между количеством зеленой массы и эффективностью использования воды для производства зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Briggs L. J., Shantz J. L., Relative water requirements of plants, *J. Agr. Res.*, **3**, 1—64, 1914.
2. Cole J. S., Mathews O. R., Dryland crops at the Dalhart (Texas) Field Station, *USDA Circ.* **564**, 1940.
3. Hallsted A. L., Reducing the risk in wheat farming in western Kansas, *Kansas State Bd. Agr. Rept.* 1936, 98—112, 1937.
4. Laude H. H., Pauli A. W., Throneberry G. O., Row spacing of dwarf grain sorghum, *Kansas Agr. Exp. Sta. Circ.* 323, 21—23, 1955.
5. Martin J. H., Sieglinger J. B., Swanson A. F., Burnham D. R., Clemmer H. J., Coles E. H., Keating F. E., Osborn W. M., Spacing and date-of-seeding experiments with grain sorghum, *USDA Tech. Bull.* **131**, 1929.
6. Nelson C. E., Effects of spacing and nitrogen applications on yield of grain sorghums under irrigation, *Agron. J.*, **44**, 303—305, 1952.
7. Painter C. G., Leamer R. W., The effects of moisture, spacing, fertility, and their interrelationships on grain sorghum production, *Agron. J.*, **45**, 261—264, 1953.
8. Snedecor G. W., Statistical methods, 4th ed., Ames, Iowa State College Press, 1946.

Перевод И. Спичкина

ПОТРЕБНОСТЬ В ОРОШЕНИИ ЗЕРНОВОГО СОРГО В ОБЛАСТИ ВЫСОКИХ РАВНИН

СУОНСОН Н. П., ТАКСТОН Е. Л.

Swanson N. P., Thaxton E. L., Jr., Texas Agric. Exp. Sta. Bull. 846, 1957

ВВЕДЕНИЕ

Исследования по вопросу орошения зернового сорго при оптимальном использовании запасов подпочвенной влаги проводились в течение последних нескольких лет на опытных станциях в Амарильо и Лаббоке, а также на ряде опорных пунктов. Наибольший урожай зерна на единицу объема воды получают, когда растения снабжены достаточным количеством влаги в те-

чение всего периода от посева до фазы мягкой восковой спелости. Наиболее выгодны высокие уровни влажности; если запас поливной воды недостаточен, то следует сократить размеры орошаемой площади. В очень засушливые годы, когда в условиях сухого земледелия полевые культуры погибают полностью, для получения урожая зернового сорго можно ограничиться одним только предпосевным поливом.

Азотные удобрения следует вносить при правильном использовании поливной воды. В результате их внесения урожаи достигают более 56 ц/га зерна.

Сорго всегда было культурой, имеющей важное значение в области Высоких Равнин Техаса. Орошение повысило урожаи зернового сорго в 2—3 раза по сравнению с теми, которые получали в области Высоких Равнин Техаса в условиях сухого земледелия.

В области Высоких Равнин источником поливной воды является почти исключительно подпочвенная влага, запасы которой с каждым годом сокращаются. В настоящее время нет экономически осуществимого способа достаточного ежегодного пополнения подпочвенной воды. Использование этой воды следует планировать на много лет вперед, а не на один-два года, как это делается при самотечном поливе из водоема и рек с известным запасом воды. Вопрос оптимального использования подпочвенных вод при орошении зернового сорго изучался в течение последних нескольких лет на опытных станциях в Амарильо и Лаббоке и на ряде опорных пунктов.

Исследования, проведенные в области Высоких Равнин, показывают, что правильная предпосевная подготовка почвы и хорошие условия влажности необходимы для раннего прорастания семян, образования хорошего травостоя и мощного развития растений, которые затеняют сорняки и препятствуют их развитию. С широколистными сорняками можно вести эффективную борьбу путем опрыскивания их препаратом 2,4-Д. Посев сближенными рядками без междурядной обработки не рекомендуется проводить на полях, заведомо засоренных однолетними сорняками.

Климат. Сильные колебания в количестве осадков и продолжительность засушливых периодов представляют собой основные проблемы, с которыми прихо-

дится сталкиваться при возделывании зернового сорго в области Высоких Равнин. Среднегодовое количество осадков колеблется от 533 мм в восточной части области до 381—457 мм на границе штатов Техас и Нью-Мексико. Бо́льшая часть осадков выпадает в течение вегетационного периода с апреля по октябрь. Зимы, как правило, малоснежны, и в почву поступает очень небольшое количество влаги. Испарение интенсивное и колеблется от 2032 мм на юге до 1905 мм на севере в год.

Сильные отклонения от нормы в выпадении осадков и неблагоприятное сезонное распределение влаги часто являются причиной низких урожаев полевых культур в годы с количеством осадков выше среднего.

Анализ, проведенный Дженсеном [1], показывает, что 34% осадков, выпавших в Амарильо за 30-летний период (1920—1949 гг.), достигало максимум 12,7 мм, тогда как менее 40% осадков выпадало в количествах, превышавших 25,4 мм. В течение июля и августа, как правило, можно ожидать выпадения 12,7—25,4 мм осадков.

Почвы. Почвы Высоких Равнин можно разделить на три общие группы: плотные, или непроницаемые, смешанные и песчаные. Плотные почвы возделаны примерно на 70%, смешанные — на 25%.

Плотные, или непроницаемые, почвы, обычно относимые к пылеватым суглинкам типа Пулман, состоят из слоя глины или суглинка толщиной от 15 до 30 см, подстилаемого тяжелой глинистой подпочвой с мягким слоем известковых отложений на глубине 90 или более сантиметров. Эти почвы медленно поглощают воду, но обладают высокой водоудерживающей способностью. Обычно они способны удержать свыше 50,8 мм доступной для растений воды на 30 см глубины почвы. Скорость поглощения влаги может не превышать 2,54 мм/час, но при правильной агротехнике ее можно повысить до 6,3—12,7 мм/час.

Смешанные почвы обычно представляют собой мелкопесчаные суглинки типа Амарильо или Порталес. Эти почвы быстрее впитывают влагу (при нормальных условиях 25,4—50,8 мм/час).

Их водоудерживающая способность составляет 38,1—50,8 мм доступной для растений воды на 30 см

глубины почвы. Они состоят из слоя суглинка толщиной от 15 до 30 см, подстилаемого мелкопесчаным суглинком со слоем известковых отложений на глубине 90 или более сантиметров.

Песчаные почвы отличаются низкой влагоемкостью и мало используются под орошаемую культуру сорго.

На более крутых склонах, окружающих мелкие водные бассейны («плейас»), часто встречаются почвы, малопригодные для возделывания зернового сорго вследствие их небольшой мощности и низкой влагоемкости.

ОПЫТЫ В ЛАББОКЕ

В 1937 г. впервые было проведено орошение зернового сорго типа хигери. В 1940 г. был опубликован предварительный отчет, в котором дана сводка результатов, полученных в 1937—1939 гг. На основании этих исследований рекомендовалось: проведение предпосевного полива; посев в конце мая или начале июня; полив непосредственно перед фазой трубкования и в очень засушливые годы третий полив спустя 10—14 дней.

В дальнейшем опыты в Лаббоке по орошению зернового сорго сорта Редбайн были проведены в 1953—1954 гг. на мелкой супеси, в которую не вносили удобрений. Изучали влияние сроков полива при различных комбинациях июльского, августовского и сентябрьского поливов в сочетании с предпосевным поливом. Поливы давались в более или менее определенные сроки. Опыт был заложен в трех повторностях с произвольным расположением делянок; изучали девять вариантов. Поливы проводили в один и тот же срок, на каждую делянку давали одинаковое количество воды. Полученные результаты приведены в таблице 1.

С июня по сентябрь, как в 1953, так и в 1954 г., температуры были выше нормальных, а количество выпавших осадков ниже нормы. За этот период в 1953 г. выпало лишь 96,77 мм, а в 1954 г. — 61,72 мм осадков. Вследствие необычно жаркой и засушливой погоды недостаток влаги не был полностью устранен ни при одном из испытанных вариантов полива. Лучшие урожаи были получены в вариантах, наиболее полно удовлетворявших потребность растений в воде.

Таблица 1

Результаты опытов по орошению зернового сорго, Лаббокская опытная станция, 1953—1954 гг.

Вариант	Месяц полива	Количество поливной воды, мм		Общее количество воды (поливная + осадки во время вегетации), мм		Урожай зерна, ц/га		Урожай зерна на 100 м³ воды, кг	
		1953 г.	1954 г.	1953 г.	1954 г.	1953 г.	1954 г.	1953 г.	1954 г.
	Ни одного	0	0	165,1	248,9	0	15,6	0	64,4
A	Апрель	348,0	190,5	515,6	436,9	40,1	24,3	80,3	57,1
AB	Апрель, июль	482,6	274,3	650,2	523,2	52,8	32,7	83,5	63,9
AC	Апрель, август	439,4	309,9	607,0	558,8	47,8	37,1	81,2	68,5
AD	Апрель, сентябрь	482,6	330,2	650,2	576,6	46,7	28,7	73,9	51,3
ABC	Апрель, июль, август	574,0	396,2	741,7	645,2	53,8	43,3	74,8	69,4
ABD	Апрель, июль, сентябрь	617,2	414,0	784,9	662,9	63,2	40,2	83,0	62,6
ACD	Апрель, август, сентябрь	574,0	449,6	741,7	698,5	54,4	44,6	75,3	65,8
ABCD	Апрель, июль, август, сентябрь	708,7	535,9	876,3	782,3	54,9	50,6	64,4	66,2
Наименьшая достоверная разница при P		0,05					4,0		
		0,01					5,6		

Поливы 1953 г., мм

A (5 марта—309,9+17 июня—38,1) 348,0
B 10 июля 134,6
C 3 августа 91,4
D 4 сентября 134,6
Количество осадков за вегетационный период 166,4 мм
Годовое количество осадков 271,5 мм

Поливы 1954 г., мм

A *26 апреля* 190,5
B 13 июля 86,4
C 2 августа 119,4
D 30 августа 139,7
Количество осадков за вегетационный период 248,7 мм
Годовое количество осадков 347,2 мм

ОПЫТЫ В АМАРИЛЬО

В 1949 г. на опытной станции в Амарильо были начаты опыты по орошению зернового сорго. Испытывались три варианта: предпосевной полив, предпосевной полив с одним поливом после посева и предпосевной полив с двумя поливами после посева. Эти варианты соответствовали опытам, первоначально проведенным в Лаббоке, с той разницей, что не были определены сроки поливов. В течение всего сезона определяли влажность почвы и поливы производили тогда, когда недостаток влаги в зоне распространения корней достигал 100 мм. Опыты были заложены в трех повторностях с произвольным расположением делянок. Предпосевные поливы давали из такого расчета, чтобы пылеватый суглинок типа Пулман довести до полевой влагоемкости на глубине 1,8 м. В этих опытах удобрений не вносили.

Вследствие необычно высокой влажности почвы весной 1949 г. не было необходимости в предпосевном поливе. На делянках был высеян сорт Двойное карликовое Сунер. Посев рядовой с междурядьями 96,5 см из расчета 8,4 кг/га семян. За исключением ограниченного орошения, проводимого в последние годы, рассматриваемый участок в течение 20 лет находился под неполивной культурой хлебных злаков и сорго. Вследствие благоприятного распределения осадков в течение вегетационного периода не было необходимости в июльском поливе, так что испытывали только два варианта полива. Полив из расчета 63,5 мм воды через неделю после посева очень мало способствовал улучшению травостоя, и эффективность его была невысока.

В 1949 г. было проведено также сравнение двух способов посева: рядового с междурядьями 25 см и листерного с междурядьями 96,5 см. На делянках был высеян сорт Раннее хигери из расчета 15,7 кг/га семян. На рядовом посеве было получено на 897 кг/га больше зерна, чем с листерного, причем воды было израсходовано за сезон на 76,2 мм меньше (табл. 2).

В таблице 3 приведены результаты исследований 1950 г. Урожаи и эффективность использования воды оказались ниже ожидаемых. Опыты проводили с сортом Мартин, образовавшим хороший травостой, но

Таблица 2

Сравнение рядового (ширина междурядий 25 см) и листерного посева (ширина междурядий 95,5 см). Опытная станция Амарильо, 1949 г.

Использование воды	Рядовой посев	Листерный посев
Число поливов	2	2
1—2 августа	101,60 мм	101,60 мм
24—25 августа	66,04 »	83,82 »
Общее количество поливной воды	167,64 »	185,42 »
Количество осадков за период от посева до уборки	218,44 »	218,44 »
Снижение влажности почвы за период от посева до уборки	2,54 »	60,96 »
Потребление влаги за вегетационный период	388,62 »	464,82 »
Урожай зерна, ц/га	44,9	35,5
Урожай зерна на 100 куб. м воды, кг	110,8	78,5

давшим низкие урожаи вследствие недостаточного запаса азота в почве.

Таблица 3

Потребление воды, урожаи и эффективность использования воды в опытах по орошению зернового сорго. Опытная станция в Амарильо, 1950 г.

Поливы	Количество поливной воды, данное после посева, мм	Потребление воды*, мм	Урожай зерна, ц/га	Урожай зерна на 100 куб. м воды, кг
Только предпосевной	0	419,1	15,0	36,8
Предпосевной и один полив 18—19 августа	101,6	467,4	17,4	38,1

* Предпосевной полив был сделан из расчета 127 мм. Потребление воды включает 396,7 мм осадков, выпавших от посева до уборки, и снижение запаса почвенной влаги за тот же период.

В таблице 4 приведены данные за 1951 г. Дополнительный полив в 1951 г. вызвал сильное повышение эффективности использования воды.

Таблица 4

Потребление воды, урожаи и эффективность использования воды в опытах по орошению зернового сорго. Опытная станция в Амарильо, 1951 г.

Поливы	Количество поливной воды, данное после посева, мм	Потребление воды*, мм	Урожай зерна, ц/га	Урожай зерна на 100 куб. м воды, кг
Не было		434,3	16,9	40,4
Один полив 20 июля . . .	101,6	520,7	23,6	46,7
Два полива 20 июля и 13 августа	190,5	556,3	37,6	69,4

* Предпосевные поливы не были нужны. Общее количество использованной воды включает 238,3 мм осадков, выпавших за период от посева до уборки, и снижение запаса влаги в почве за тот же период.

ОПЫТЫ В ТУЛИИ

Опыты проводились в 1953 и 1954 гг. на пылеватом суглинке типа Пулман близ Тулии в округе Суишер. На этом участке в течение 40 лет возделывали различные полевые культуры, вначале преимущественно озимую пшеницу, а за последние 15 лет зерновое сорго и хлопчатник. В течение последних семи лет поле не орошалось, а минеральные удобрения (NP) были внесены в 1952 г. под хлопчатник. В этих опытах испытывали четыре уровня влажности (табл. 5 и 6). Каждый вариант включал предпосевной полив. Опыт был заложен в трех повторностях с произвольным размещением делянок. На выровненных делянках не наблюдали потерь от стока дождевой или поливной воды.

Данные потребления воды в таблице 6 включают 22,86 мм доступной для растений воды в почве в момент предпосевного полива из расчета 165,1 мм воды в конце апреля, 95,8 мм осадков перед посевом и 84,6 мм осадков в течение вегетационного периода, а всего 368,3 мм воды. Во время посева почва была насыщена влагой до полевой влагоемкости на глубину 150 см по всему участку и на глубину 180 см во мно-

Таблица 5

Потребление воды, урожаи и эффективность использования воды в опытах по орошению зернового сорго, Тулия, 1953 г.

Поливы	Поливы после посева		Потребление воды*, мм	Урожай зерна, ц/га	Урожай зерна на 100 куб. м воды, кг
	число	мм			
A — только предпосевной	0	0	322,6	12,4	39,6
B — поливы для сохранения 25% доступной воды в слое 0—61 см до 15/IX	3	276,9	599,4	58,3	100,0
C — поливы для сохранения 50% доступной воды в слое 0—61 см до 1/IX	3	266,7	589,3	47,4	83,5
D — поливы для сохранения 50% доступной воды в слое 0—61 см до 15/IX	4	358,1	680,7	58,4	88,2
Наименьшая достоверная разница при P	0,05 0,01			0,6 0,9	

* Включая 68,8 мм осадков, выпавших с момента посева до конца вегетационного периода.

гих местах взятия образцов. В этих пунктах содержание доступной для растений влаги во время уборки было: вариант A — 0 мм; вариант B — 137,16 мм; вариант C — 106,68 мм и вариант D — 152,4 мм. Эти количества вычитали из количества воды, содержавшейся в почве во время посева.

На делянках был высеян сорт Редбайн 66 рядовым способом с междурядьями 100 см. Удобрений не вносили ни в 1953, ни в 1954 г., но на той же опытной станции был проведен опыт по удобрению орошаемой культуры зернового сорго [3, 4].

В большинстве районов в области Высоких Равнин сезон 1953 г. был наиболее жарким и засушливым. Почти повсюду погибали культуры, возделывавшиеся в условиях сухого земледелия. В Тулии от посева до уборки выпало всего 68,8 мм осадков. В рассматриваемых опытах при трех и четырех поливах после посева были получены урожаи свыше 56 ц/га.

Таблица 6

Потребление воды, урожаи и эффективность использования воды в опытах по орошению зернового сорго, Тулия, 1954 г.

Поливы	Поливы после посева		Потребление воды, мм	Урожай зерна, ц/га	Урожай зерна на 100 куб. м воды, кг
	число	мм			
A — только предпосевной	0	0	368,3	14,4	40,1
B — поливы для сохранения 25% доступной воды в слое 0—61 см до 15/IX	3	304,8	535,9	31,7	60,8
C — поливы для сохранения 50% доступной воды в слое 0—61 см до 1/IX	3	279,4	541,0	33,5	63,7
D — поливы для сохранения 50% доступной воды в слое 0—61 см до 15/IX	4	381,0	596,9	35,5	61,2
Наименьшая достоверная разница при P	0,05 0,01			7,5 11,4	

ПОТРЕБНОСТЬ В ВОДЕ

Потребность в воде у растений зернового сорго не представляет собой строго установленной величины. В жаркие засушливые годы транспирация у растений происходит более интенсивно, чем в более прохладные и относительно влажные годы. Низкая относительная влажность, высокие температуры и ветер также увеличивают испарение воды с поверхности почвы, что повышает количество используемой воды. Причиной существенных различий в поглощении воды и потребности в ней является, кроме того, еще ряд других факторов. Ограниченный запас почвенной влаги снижает транспирацию. Частые поливы ведут к усилению испарения. Неизбежный сток воды, как выпадающей в виде осадков, так и поливной, или ее потеря в результате просачивания на большую глубину, ведет к увеличению потребности в воде.

Вода, используемая растениями при их развитии, поступает в почву в результате выпадения осадков или поливов в течение периода вегетации или до его начала.

В данных исследованиях количество использованной воды определяли путем измерения количества доступной для растений почвенной влаги при посеве или при предпосевном поливе, добавления к нему количества воды, полученной в виде осадков или при поливах в течение периода вегетации, и вычитания количества доступной для растений почвенной влаги при уборке урожая. Полученный итог — количество воды, требующееся для выращивания данной культуры. В таблице 7 приведены данные относительно потребности зернового сорго в воде в различных местностях области Высоких Равнин за пятилетний период с 1949 по 1951 и с 1953 по 1954 г.

Таблица 7

Потребность зернового сорго в воде в различных местностях области Высоких Равнин (1949—1951 и 1953—1954 гг.)

Год	Местность	Количество осадков от посева до уборки, мм	Количество воды, внесенное при поливах после посева, мм	Уменьшение запаса почвенной влаги, мм*	Потребность в воде, мм
1949	Флойдейда . .	166,9	247,4	4,8	419,1
	Плейнвью . .	273,1	165,1	0	438,2
	Тахока** . .	427,5	254,0	15,2	696,7**
	Херефорд . .	208,3	204,0	92,2	504,4
	Амарильо . .	217,4	166,1	53,1	436,6
	Амарильо . .	217,4	180,8	59,7	465,6
	Амарильо*** .	217,4	170,7	2,5	391,2
1950	Амарильо . .	396,7	101,6	30,5	467,9
1951	Амарильо . .	238,3	191,3	127,8	557,3
1953	Тулия	68,8	358,1	228,6	680,7
		68,8	302,3	228,6	599,4
1954	Тулия . . .	84,6	381,0	154,9	596,9

* Количество доступной для растений почвенной влаги при посеве минус ее количество при уборке.

** Потери, вызванные просачиванием воды на большую глубину при сильном ливне, выпавшем после полива.

*** Посев рядовой сеялкой при ширине междурядий 25 см.

В благоприятные годы, такие, как 1949, потребность в воде растений высокоурожайного зернового сорго составляла всего 406,4—457,2 мм воды. В жаркие, засушливые годы, такие, как 1953 и 1954, для получения максимального урожая нужно было 609,6 мм воды.

РАСХОДОВАНИЕ ВОДЫ

Поливная и дождевая вода одинаково ценны для возделывания сельскохозяйственных культур. Добавочное количество дождевой воды соответствует такому же количеству поливной воды, сохраненному для проведения полива в более поздний срок. В большинстве случаев атмосферные осадки обеспечивают растения зернового сорго половиной всего необходимого им количества воды. Окончательным мерилом эффективности использования воды растениями служит количество зерна (в кг) на 100 куб. м воды. Поскольку лимитирующим фактором является скорее вода, чем возделываемая площадь, возможно, что более высокий урожай, независимо от количества использованной воды, не является обязательно и наиболее выгодным. Наибольший урожай на 100 куб. м получается при поливах в течение всего вегетационного периода количествами воды, необходимыми для мощного развития растений, обеспеченных требующимися питательными веществами.

Потребление воды

Потребление воды растениями зернового сорго начинается при прорастании, но остается сравнительно незначительным в течение первых двух-трех недель: в среднем от 1,27 до 2,54 мм в сутки. В этот период поливы не следует проводить даже в условиях засухи; исключение составляют песчаные почвы с низкой водоудерживающей способностью. Суточная потребность в воде в июле, августе и начале сентября составляет около 6,35 мм.

На рисунке 1 дано графическое изображение использования воды растениями зернового сорго по десятидневным периодам в различные годы и в разных местностях. Вегетационный период 1950 г. считался

благоприятным, и потребление воды не достигало средней величины, т. е. 6,35 мм в сутки, ни в один из десятидневных периодов.

В 1953 г. не выпало ни одного дождя со времени посева и до конца июля. Потери воды в результате испарения с поверхности почвы в июне и июле были елики, и потребление воды в ранние фазы развития

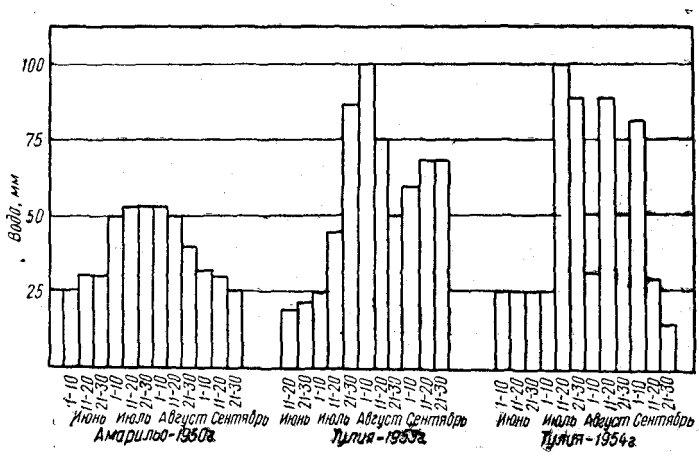


Рис. 1. Потребление воды растениями зернового сорго по 10-дневным периодам (31 июля и 31 августа включены в последнюю десятидневку соответствующего месяца).

растений было незначительным. Крайне высокие температуры, испарение после полива и повышенная транспирация обусловили очень высокое потребление воды в конце июля и в августе, несмотря на выпавшие 18—21 июля дожди. В 1954 г. июнь и июль были такие же, как в 1953 г., с той только разницей, что в результате выпадения небольших дождей потери влаги вследствие испарения возросли, а следовательно, увеличилось и количество потребленной воды. Высокие температуры в июле и августе 1954 г. опять обусловили очень высокое потребление воды, но вследствие наступившего в начале августа непродолжительного похолодания оно значительно сократилось.

Предпосевные поливы

Предпосевные поливы проводятся с целью насыщения водой до уровня полевой влагоемкости слоя почвы глубиной 1,5—1,8 м, если почва достигает этой глубины. На пылеватом суглинке типа Пулман для этого требуется полив 254—305 мм воды, поскольку эта почва бедна доступной для растений водой. Метеорологические наблюдения, проведенные на опытных станциях в Амарильо и Лаббоке, говорят о том, что предпосевные поливы с целью насыщения почвы до полевой влагоемкости требуются не ежегодно, а лишь 2 раза в три года. После рано проведенного предпосевного полива почва получает до посева дополнительное увлажнение в результате выпадения дождей.

Частота поливов

Обычно половина потребности растений зернового сорго в воде удовлетворяется благодаря выпадению дождей, но этот источник влаги слишком ненадежен, и потому при составлении программы орошения не следует исключать ни одного полива. В любое время в течение вегетационного периода полив можно отложить на несколько дней или уменьшить его глубину в случае своевременного выпадения достаточно сильного дождя. В поливной сезон редко выпадают дожди, которые могли бы удовлетворить потребность растений в воде в течение двух недель и таким образом полностью устранить необходимость полива. Менее 10% дождей, выпадающих в Амарильо в течение вегетационного периода, достигают или превышают 25,4 мм. В течение июля и августа здесь можно ожидать лишь одного дождя, превышающего 25,4 мм. Месячное количество осадков, равное или превышающее 76,2 мм, в какой-либо месяц периода вегетации наблюдается в Лаббоке не чаще одного раза в три года. Сток воды следует регулировать так, чтобы наиболее сильные дожди, ожидаемые в течение вегетации, можно было бы использовать более эффективно.

Высказывалось предположение, что если растения сорго испытывают недостаток воды, то они образуют корневую систему, проникающую на бо́льшую глуби-

ну. Существует мнение, что растениям сорго не вредит недостаток влаги. Оба эти предположения ни на чем не основаны. За все пять лет опытов, с 1949 по 1951 г. и с 1953 по 1954 г. не было получено никаких доказательств того, что растения сорго при недостатке влаги образуют лучше развитую или глубже проникающую корневую систему. На делянках, получивших дополнительный полив, растения, находившиеся непрерывно в условиях достаточного количества доступной для растений воды, использовали подпочвенную влагу не в меньшем, если не в бóльшем количестве, чем растения, находившиеся в условиях недостатка влаги.

Растения, однажды испытавшие сильный недостаток влаги, уже не могут дать столько зерна, сколько его дают растения, не испытавшие этого, даже если в дальнейшем, благодаря дождям и поливам, они и были бы обеспечены количеством влаги, достаточным для развития растений нормальных размеров. Для получения максимального урожая на 100 куб. м воды необходимо непрерывно поддерживать соответствующий запас доступной для растений почвенной влаги.

При внесении минеральных удобрений может потребоваться более ранний полив, для того чтобы эти удобрения могли быть использованы растениями. Для успешного использования минеральных удобрений требуется достаточное количество влаги в течение всего периода вегетации. Исследования показывают, что в случае ограниченного количества питательных веществ в почве внесение минеральных удобрений обеспечивает получение более высоких урожаев на 100 куб. м воды [4].

При очень жаркой погоде молодые растения сорго увядают и, по-видимому, нуждаются в воде, несмотря даже на обильный запас влаги в верхнем 15—20-сантиметровом почвенном слое. Полив в это время обычно спасает растения, вероятно, благодаря охлаждающему действию, а не вследствие обеспечения растений добавочным количеством воды. Вообще говоря, проводить полив на больших площадях в этой фазе развития растений невозможно, так как нет данных относительно экономической целесообразности таких поливов.

Первый полив следует провести примерно через три недели после посева, если дожди не пополнят в значительной мере 50,8—76,2 мм воды, которые были

использованы растениями сорго и потеряны вследствие испарения. В этой фазе развития растений необходимо поддерживать в верхнем 30-сантиметровом слое почвы некоторое количество доступной для растений воды. На почвах типа Пулман не следует допускать снижения содержания доступной влаги в 60-сантиметровом слое почвы за пределы 50% влагоемкости. В дальнейшем до окончания цветения полив следует делать через 10—14 дней в тех случаях, когда выпадающих дождей недостаточно для сохранения в этом слое почвы запаса доступной влаги на уровне 25—50% влагоемкости почвы. На песчаных или на неглубоких почвах необходимы более частые поливы. При исключительно высоких температурах может потребоваться более частое проведение поливов.

В конце июля, в августе и сентябре растения извлекают воду с глубины более 90 см. За исключением песчаных почв, пополнение запасов влаги на такой глубине в течение периода вегетации часто бывает неосуществимо. Обычно на такой глубине бывает достаточно доступной воды для удовлетворения потребности растений сорго в течение всего сезона без пополнения ее запаса. Для использования влаги и питательных веществ, содержащихся во всем почвенном профиле, необходимо провести соответствующий предпосевной полив, чтобы напитать влагой весь слой почвы на глубину проникновения корней, до уровня полевой влагоемкости.

Обычно для сорго достаточно двух вегетационных поливов, если во время посева содержание влаги в корнеобитаемом слое равно примерно полевой влагоемкости. Сроки поливов предсказать нельзя, но почти ежегодно в конце июля бывает период недостаточного выпадения осадков и снижение влажности почвы. Таким образом, полив требуется в конце июля или несколько раньше. Обычно для вегетирующих растений бывает достаточно 89—102 мм воды на глинистых или суглинистых почвах; на песчаных почвах достаточно 51—64 мм воды за один прием, кроме того, на этих почвах требуются более частые поливы.

При правильном орошении зернового сорго полив в конце августа или самом начале сентября является последним, который может принести пользу растениям,

за исключением поздних сроков посева. Если задача заключается в обеспечении запаса влаги для последующей культуры, полив следует провести позже или сделать его более обильным. Растения сорго продолжают потреблять влагу (примерно в количестве 2 мм в день) после созревания, до наступления заморозков. В случае ранней уборки можно сэкономить не менее 51 мм воды, если поле обработать за месяц до наступления заморозков. Однако при решении вопроса об осенней обработке стерни сорго следует учитывать опасность ветровой эрозии.

К поливу следует приступать достаточно рано, так чтобы растения, получающие воду последними, не успели испытать недостатка влаги. Поэтому часто бывает желательным увеличить количество воды, расходуемой при первом поливе. Для пополнения недостатка почвенной влаги в первый день полива может оказаться достаточным 51 мм воды. В каждый из последующих дней количество расходуемой воды следует увеличивать, чтобы обеспечить дополнительное потребление влаги. Если полив всей площади, находящейся под данной культурой, может быть произведен за 10 дней, то для пополнения недостатка почвенной влаги на участках, орошаемых последними, потребуется полив в количестве не менее 10 мм воды. Обычно следующие поливы проводят через более или менее одинаковые интервалы, и недостаток почвенной влаги на различных участках поля при их поливе бывает приблизительно одинаков. Количество расходуемой воды может оставаться одним и тем же в течение всех дней полива, за исключением выпадения достаточного количества осадков.

Глубина увлажнения

Глубина увлажнения при поливе зависит от влажности и влагоемкости почвы. Полив следует производить количеством воды, достаточным для пополнения дефицита влаги в корнеобитаемом слое или для увлажнения почвы до полевой влагоемкости на желаемую глубину. Для достижения наибольшей эффективности полива следует определить влажность почвы. Для определения глубины просачивания воды и влажности почвы пользуются почвенным буром. Избыточные поливы ведут к

излишнему расходованию ценной воды и потере времени, кроме того, они вредны для растений. Легкие поливы делаются чаще, они связаны с бóльшими потерями влаги вследствие испарения и с бóльшими затратами рабочей силы.

Необходимо, чтобы содержание влаги и питательных веществ в почве было достаточным для получения оптимального урожая зернового сорго. Исследования показали, что в большинстве случаев растения сорго извлекают влагу с глубины 150—180 см. Почва, имеющая в запасе 50,8 мм воды на 30 см, содержит вдвое больше влаги на ту же глубину, чем почва, содержащая 25,4 мм воды на 30 см, поэтому в засушливые периоды первая нуждается в менее частых поливах, чем последняя.

Эффективность использования воды

Наибольший урожай на 100 куб. м воды получается с растений, достаточно обеспеченных питательными веществами и получающих соответствующее количество доступной для них влаги со времени посева и до наступления фазы мягкой восковой спелости. В таких условиях в большинстве случаев можно ожидать не менее 90,7 кг зерна на 100 куб. м воды, если растения не были повреждены градом или другими неконтролируемыми факторами. Запас поливной воды можно растянуть на бóльшую площадь и обеспечить получение урожая, хотя урожай на единицу объема воды будет ниже, за исключением выпадения дождей в таком количестве, которое в сочетании с ограниченным орошением обеспечит оптимальную потребность растений в воде. Поскольку месячное количество осадков ниже среднего выпадает примерно в течение 7 месяцев, рассчитывать на выпадение дождей довольно рискованно.

Эффективное использование воды зависит также от снабжения всех растений на данном поле равными и соответствующими количествами воды.

СПОСОБЫ ПОЛИВА

Основное требование, предъявляемое к поливу, заключается в том, чтобы слой почвы, в котором распространена корневая система каждого из растений, полу-

чил необходимое количество воды. Для этого требуется правильное ее распределение. Желательно дать несколько бо́льшее количество воды, чем требуется для корнеобитаемого слоя, и довести до минимума потери воды, вызываемые стоком. Этим определяется эффективность полива. Никакой другой фактор не снижает в такой степени общие урожаи зернового сорго в области Высоких Равнин Техаса, как неправильное распределение поливной воды.

Полив по бороздам, проложенным с некоторым уклоном, является наиболее распространенным способом орошения в области Высоких Равнин. Хорошая эффективность орошения и правильное распределение воды достигаются при надлежащей длине и глубине борозд, соответствующих данным почвенным условиям.

Слишком мощные струи воды могут вызвать размывание почвы. При поливе по бороздам с уклоном часть воды уходит с поля вследствие стока. Этот сток не должен превышать 10% всего количества расходуемой воды. Стекающую воду можно использовать для полива полей, расположенных ниже; с помощью центробежного насоса ее можно поднять для полива вышележащих полей. При этой системе орошения использование атмосферных осадков не регулируется.

Сток воды при выпадении осадков начинается в том случае, если интенсивность дождя превышает скорость поглощения воды почвой. Сток воды увеличивается по мере продвижения ее по борозде. Дождь, при котором количество выпадающей влаги превышает количество воды, поглощаемой почвой, на 25,4 мм/час, образует в среднем сток воды, приближающийся к 0,7 куб. м/сек с 1 га.

Этим объясняется размывание почвы вдоль нижних концов многих полей, часто наблюдаемое после сильных ливней. Смыв почвы при этом не является единственной потерей. Вода, потерянная в результате стока (25,4 мм воды), при отсутствии стока могла бы остаться в почве.

Горизонтальные борозды обеспечивают высокую эффективность орошения и превосходное распределение воды. При этом не происходит потерь поливной воды вследствие стока, почти не приходится прерывать подачи воды по бороздам, дождевая вода остается на месте

и сток образуется лишь в редких случаях выпадения очень сильных ливней, т. е. раз в несколько лет. Для устройства орошения по горизонтальным бороздам необходимы тщательная нивелировка поля и правильная прокладка борозд.

При орошении как по наклонным, так и по горизонтальным бороздам, желателен посев на грядах или модифицированных грядах. При такой системе посева обеспечивается наиболее удобное поперечное сечение борозд как для раннего полива, так и для поливов в течение всего периода вегетации. Хотя в области Высоких Равнин чаще всего применяют бороздовой посев, тем не менее опыты, проведенные на Лаббокской станции, показали, что наилучшие травостои сорго получают при посеве на выровненном участке или на модифицированных грядах. Поскольку семена высевают в холодную почву, растения могут погибнуть до появления всходов вследствие уплотнения почвы и образования корки в борозде, вызванных дождями.

Орошение сорго можно также проводить по полосам, окаймленным валиками и имеющим некоторый уклон. Для лучшего регулирования струи воды валики делают неровными. Поливы по наклонным полосам производят так же, как поливы по наклонным бороздам. Проблемы борьбы со стоком воды при орошении и распределении воды требуют особого рассмотрения, поскольку не существует эффективных мер борьбы со стоком дождевой воды.

На опытной станции в Амарильо с 1949 г. поливы сорго проводят по горизонтальным полосам. Техника орошения проста, и здесь достигают очень высокой его эффективности и превосходного распределения воды. Посев можно проводить при узких междурядьях, едва достаточных для проведения междурядной обработки. В Амарильо рядки иногда располагают еще ближе один к другому, на расстоянии 25 см, засевая также и окаймляющие гребни, но не проводя междурядной обработки.

Дождевание является эффективным способом орошения на почвах, быстро впитывающих влагу. Этот способ обычно применяют на песчаных почвах в районах Браунфилд, Ламеса и Семинол.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jensen M. E., Characteristics of rainfall distribution and moisture producing storms at Amarillo, Texas, Unpublished report.
2. Jones D. L., Gaines F., Pump irrigation studied on the South Plains, *Tex. Agr. Exp. Sta.* PR 667, 1940.
3. Jones D. L., John Box, Grain sorghum fertilizer trials, High Plains of Texas, 1953, *Tex. Agr. Exp. Sta.* PR 1700, 1954.
4. Thaxton E. L., Jr., Jones D. L., John Box, Grain sorghum fertilizer trials, High Plains of Texas, 1954, *Tex. Agr. Exp. Sta.* PR 1789, 1955.

Сокращенный перевод О. Лисовской

ВЛИЯНИЕ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ, УДОБРЕНИЯ И ОРОШЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВОГО СОРГО В ЮГО-ЗАПАДНОМ КАНЗАСЕ

ГРАЙМЗ Д. У., МЬЮЗИК Дж. Т.

Grimes D. W., Musick J. T., Garden City Branch Agric. Exp. Sta. Bull. 414, December 1959

ВВЕДЕНИЕ

За последние несколько лет орошение в западном Канзасе значительно расширилось, и в настоящее время в 13 юго-западных округах Канзаса орошается приблизительно 14% пахотных земель.

В 1957 г. в Канзасе было орошено 6% уборочной площади зернового сорго и 15% общей сельскохозяйственной продукции получено с орошаемых земель. В большинстве случаев зерновое сорго в западном Канзасе выращивают в условиях ограниченного орошения. Некоторые поля могут быть орошены только один или два раза из-за недостаточного запаса воды. При выращивании зернового сорго фермеру приходится разрешать много проблем, чтобы с минимальными затратами получить максимальный урожай.

В данной статье представлены результаты семилетних опытов по изучению влияния густоты стояния и размещения растений на урожай. Приведены также данные по влиянию удобрения и орошения на урожай.

ЗАДАЧИ ОПЫТА

1. Определить оптимальную густоту стояния растений в условиях неограниченного увлажнения для получения максимального урожая.
2. Определить оптимальную ширину междурядий для получения максимального урожая.
3. Определить влияние густоты стояния растений на размер метелок и кущение.
4. Определить взаимосвязь площади питания растений и плодородия почвы.
5. Определить взаимосвязь площади питания растений и условий орошения.
6. Определить влияние площади питания растений на использование воды, эффективность использования воды и распределение влаги.

МЕТОДИКА

Опыт был начат в 1952 г. и продолжался до 1958 г. включительно. Почва — тяжелый суглинок типа Алисес с умеренно проницаемой подпочвой. Скорость проникновения воды в почву колебалась приблизительно от 0,7 до 1,0 см/час.

Для определения взаимосвязи площади питания растений и плодородия почвы эти две переменные сочетали в течение трех лет. В 1952 г. вносили азот и фосфор, а в 1953 и 1958 гг.— только азот.

В 1954, 1955 и 1956 г. проводили совместное изучение площади питания растений и режима орошения. Полив проводили затоплением на основных делянках. Основные орошаемые делянки были разбиты на подделянки с различной площадью питания растений. Во время опыта, когда орошение не было переменной величиной, делянки орошали для получения максимального урожая, проводя минимум четыре полива.

В 1952 г. для посева сорго использовали свекловичную сеялку и сеялку для бобов. В остальные годы посев проводили 13-рядной зерновой сеялкой с расстоянием между сошниками 17,5 см. Желательную густоту стояния растений получали путем ручного прореживa-

ния, проводимого возможно раньше после однородного посева с завышенной нормой высева.

В течение всего опыта высевали сорго сорта Уэстленд.

Образцы для определения влажности почвы брали почвенным буром. Влажность определяли гравиметрическим методом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние площади питания растений на урожай. Густота стояния растений оказывает значительное влияние на урожай. В 1952 г. площадь питания колебалась от 137,5 до 2475 кв. см на растение (табл. 1). При площади питания 137,5 кв. см расстояние между растениями в рядке составляло 5 см, а ширина междурядий равнялась 27,5 см. Растения с площадью питания 2475 кв. см выращивались при междурядьях 82,5 см и расстоянии между растениями в рядке 30 см. Наивысший урожай, равный 66,2 ц/га, был получен при расстоянии между растениями в рядке 10 см и ширине междурядий 27,5 см. Низкий урожай (42,2 ц/га) был получен при наиболее редком стоянии растений (расстояние между растениями в рядке 30 см, ширина междурядий 82,5 см).

Таблица 1

Влияние размещения и площади питания растений на урожай зернового сорго, ц/га

1952 г.					
расстояние между растениями в рядках, см	ширина междурядий, см				
	27,5	55	82,5	в среднем	
5	60,1	62,4	52,1	58,1	
10	66,2	61,5	52,6	60,1	Н.Д.Р.* (в среднем в рядках) 2,28 при P=0,05;
15	65,5	57,0	51,2	57,9	2,98 » P=0,01
20	60,5	52,4	45,3	52,7	
30	56,0	49,1	42,2	49,1	
В среднем	61,7	56,4	48,6		

Н.Д.Р. (в среднем по междурядьям) 1,78 при P=0,05; 3,24 при P=0,01.

Продолжение

1953 г.

расстояние между растениями в рядках, см	ширина междурядий, см				
	17,5	35	52,5	70	в среднем
10	79,1	79,2	78,3	75,2	77,9
15	79,1	79,9	77,0	76,3	78,1
20	80,6	78,0	78,2	72,9	77,4 Н.Д.Р. (в среднем в рядках) 1,14 при P = 0,05; 1,46 » P = 0,01
30	79,1	75,5	75,7	71,9	75,5
В среднем	79,5	78,2	77,3	74,1	

Н.Д.Р. (в среднем по междурядьям) 1,14 при P=0,05; 1,46 при P=0,01.

1957 г.

площадь питания растения, кв. см	17,5	35	52,5	70	в среднем
175	71,5	66,8	61,8	65,2	66,3
350	74,7	67,5	65,6	63,9	67,9
700	77,7	66,8	64,4	64,2	68,4 Н.Д.Р. (средняя площадь питания растений) при P = 0,05 — Н.Д.**
В среднем	74,5	67,1	64,1	64,4	

Н.Д.Р. (в среднем по междурядьям) 4,25 при P=0,05; 5,65 при P=0,01.

1958 г.

	17,5	35	52,5	70	в среднем
175	64,9	65,6	62,9	64,6	64,5
350	68,8	71,4	64,3	69,3	68,4 Н.Д.Р. (средняя площадь
700	72,1	71,7	66,4	64,7	68,7 питания растений) 3,24 при P = 0,10
В среднем	68,58	69,59	64,58	66,23	

Н.Д.Р. (в среднем по междурядьям) 3,75 при P=0,10.

* Н.Д.Р. (наименьшая достоверная разница) означает количественную разницу между двумя значениями, необходимую для того, чтобы это различие можно было считать реальным, а не вызванным случайным отклонением.

** Н.Д. (не достоверно). Разница могла появиться случайно,

Слишком большая густота стояния растений может снизить урожай даже при достаточной влажности почвы. В 1952 г. при междурядьях 27,5 см и расстоянии между растениями в рядке 5 см урожай был на 6,2 ц/га ниже, чем при ширине междурядий 27,5 см и расстоянии между растениями в рядке 10 см. Подобная же тенденция наблюдалась и в другие годы.

В опыте 1953 г. площадь питания растений колебалась от 175 до 2100 кв. см при ширине междурядий 17,5 см с расстоянием между растениями в рядке 5 см и при ширине междурядий 70 см с расстоянием между растениями 30 см соответственно. Тенденция увеличения урожая в зависимости от площади питания растений была такой же, как и в предыдущий год, но в общем урожаи (в данном году) были выше. Высокий урожай (80,6 ц/га) был получен при расстоянии между растениями в рядке 20 см и междурядьях 17,5 см.

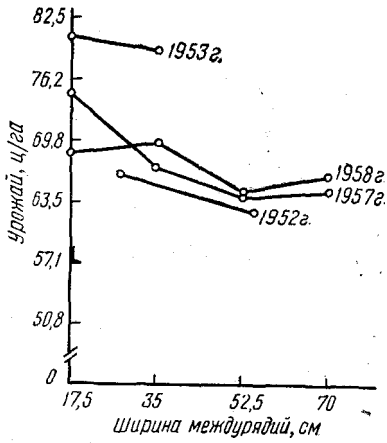


Рис. 1. Влияние ширины междурядий на урожай сорго при постоянной площади питания растений в данном году (Гарден Сити, Канзас).

Влияние ширины междурядий на урожай. Когда растения имели одну и ту же площадь питания, но расстояния между рядками увеличили с 27,5 до 55 см, урожай в 1952 г. снизился на 3,8 ц/га. Расстояния между растениями в рядках составляли 10 см для междурядий 27,5 см и 5 см для междурядий 55 см. Подобная же тенденция наблюдалась и в 1953 г.

В 1957 и 1958 гг. были проведены опыты для изучения влияния ширины междурядий на урожай (рис. 1). Путем изменения расстояния между растениями в рядке были сохранены постоянные размеры площади питания, равные 175, 350 и 700 кв. см для каждой из четырех величин ширины междурядий: 17,5; 35; 52,5 и 70 см. С изменением площади питания растений урожаи изме-

нялись мало. Однако ширина междурядий оказывала значительное влияние на урожай. Хотя результаты опыта несколько варьировали, урожаи снижались с увеличением ширины междурядий.

Влияние площади питания растений на размер метелки. Размер метелки зернового сорго был прямо связан с площадью питания каждого растения. Однако увеличение размера метелки было непропорционально увеличению площади питания растения. Количество зерна с одной метелки было утроено путем уменьшения густоты стояния растений (табл. 2). Это увеличение размера метелок наблюдалось в опыте 1953 г., когда площадь питания растений была увеличена с ширины междурядий 17,5 см и расстояния между растениями в рядке 10 см до ширины междурядий 70 см и расстояния между растениями в рядке 30 см. Увеличение размера метелки под влиянием бо́льшей площади питания растения наблюдалось также в опытах 1952, 1957 и 1958 гг.

Таблица 2

Влияние размещения и площади питания растений на величину метелок зернового сорго (вес, г)

1952 г.				
расстояние между растениями в рядках, см	ширина междурядий, см			
	27,5	55	82,5	в среднем
5	15,9	28,5	32,6	25,7
10	20,8	34,4	39,0	31,4
15	22,8	38,2	43,1	34,7
20	27,2	43,0	47,1	39,1
30	29,0	42,2	49,4	40,2
В среднем	23,1	37,3	42,2	

Н.Д.Р. (в среднем в рядках) 2,7 при $P = 0,05$; 3,6 » $P = 0,01$

Н.Д.Р. (в среднем по междурядьям) 2,1 при $P=0,05$; 2,7 при $P=0,01$.

Продолжение

1953 г.

расстояние между растениями в рядке, см	ширина междурядий, см					
	17,5	35	52,5	70	в среднем	
10	16,7	29,8	39,1	43,8	32,4	Н.Д.Р. (в среднем в рядках) при P = 0,05 — 6,9; P = 0,01 — 9,1
15	19,4	36,4	45,1	49,0	37,4	
20	24,5	43,7	45,6	51,2	41,3	
30	28,1	46,1	49,7	58,1	45,5	
В среднем	22,2	39,0	44,9	50,5		

Н.Д.Р. (в среднем по междурядьям) при P=0,05—6,9; P=0,01—9,1.

1957 г.

площадь питания растения, кв. см	17,5	35	52,5	70	в среднем	
175	15,9	16,7	14,8	18,3	16,4	Н.Д.Р. (средняя площадь питания растений) при P = 0,05 — 2,6; P = 0,01 — 3,5
350	22,2	25,6	20,6	24,2	23,2	
700	34,3	29,1	31,1	35,5	32,5	
В среднем	24,1	23,8	22,2	26,0		

Н.Д.Р. (в среднем по междурядьям) при P=0,05—Н.Д.

1958 г.

площадь питания растения, кв. см	17,5	35	52,5	70	в среднем	
175	12,8	14,9	13,5	16,4	14,4	Н.Д.Р. (средняя площадь питания растений) при P = 0,05 — 3,2; P = 0,01 — 4,4
350	24,2	27,2	27,3	29,0	26,9	
700	39,2	40,5	41,3	40,7	40,4	
В среднем	25,4	27,6	27,4	28,7		

Н.Д.Р. (в среднем по междурядьям) при P=0,05—Н.Д.

При увеличении ширины междурядий, но сохранении той же площади питания растений путем уменьшения расстояния между растениями в рядках существенного изменения размера метелок не наблюдалось. Это указывает, что размер метелки определяется площадью питания растений.

Кущение зернового сорго. При широкорядном посеве (бóльшей площади питания) зерновое сорго может лучше куститься. В опыте 1952 г. при площади питания 2475 кв. см (ширина междурядий 82,5 см и расстояния между растениями в рядках 30 см) было получено 2,3 метелки на одно растение. Та же тенденция наблюдалась и в опыте 1953 г., когда при площади питания 2100 кв. см (ширина междурядий 70 см и расстояния между растениями в рядках 30 см) было получено по 2,78 метелки на одно растение. При площади питания менее 312—375 кв. см на одно растение кущения не происходило.

Кущение значительно снизилось, когда ширина междурядий была увеличена, а площадь питания растений осталась без изменений (табл. 3). Размещение растений в рядках (расстояния между растениями в рядках), так же как и общая площадь питания, приходящаяся на одно растение, по-видимому, влияют на кущение.

Таблица 3

Число метелок на одно растение зернового сорго в зависимости от площади питания растений, Гарден Сити, Канзас

1952 г.				
расстояние между растениями в рядках, см	ширина междурядий, см			
	27,5	55	82,5	в среднем
5	0,55	0,64	0,69	0,63
10	0,94	1,04	1,13	1,04
15	1,24	1,26	1,50	1,33
20	1,24	1,41	1,68	1,44
25	1,65	2,07	2,30	2,01
В среднем	1,12	1,28	1,46	

1953 г.

расстояние между растениями в рядке, см	ширина междурядий, см				
	17,5	35	52,5	70	в среднем
10	0,87	0,98	1,09	1,26	1,05
15	1,12	1,20	1,40	1,71	1,36
20	1,22	1,32	1,90	2,08	1,63
30	1,57	1,81	2,58	2,78	2,18
В среднем	1,20	1,33	1,74	1,96	

1957 г.

площадь питания растения, кв. см	ширина междурядий, см					
	17,5	35	52,5	70	в среднем	
175	1,08	0,74	0,78	0,67	0,76	Н.Д.Р. (в среднем по площади питания) при P = 0,05 — 0,13; P = 0,01 — 0,18
350	1,26	0,98	1,19	0,99	1,10	
700	1,79	1,76	1,60	1,36	1,63	
В среднем	1,30	1,16	1,19	1,01		

Н.Д.Р. (в среднем по ширине междурядий) при P=0,05—0,15; P=0,01 — 0,20.

1958 г.

площадь питания растения, кв. см	ширина междурядий, см					
	17,5	35	52,5	70	в среднем	
175	0,93	0,80	0,86	0,73	0,83	Н.Д.Р. (в среднем по площади питания) при P = 0,05 — 0,17; P = 0,01 — 0,22
350	1,06	0,96	0,85	0,88	0,94	
700	1,34	1,30	1,15	1,19	1,24	
В среднем	1,11	1,02	0,95	0,93		

Н.Д.Р. (в среднем по ширине междурядий) при P=0,05 — Н.Д.

Высокая густота стояния растений (312—375 кв. см на одно растение) ведет к слабому кущению или отсутствию кущения. Считают, что такая площадь питания растений обеспечивает при орошении наивысшие урожаи. В условиях достаточной влажности почвы оптимальная густота стояния обеспечивает получение приблизительно одной метелки на растение.

Площадь питания растений и удобрение азотом. В 1952, 1953 и 1958 гг. работа по изучению площади питания растений проводилась совместно с изучением внесения различных доз удобрения. В 1952 г. в почву вносили как азот, так и фосфор. Отзывчивость растений на внесение фосфора не наблюдалась. В 1953 и 1958 гг. вносили только один азот. Внесение в 1952 г. 112 кг/га и в 1958 г. 89,7 кг/га азота повысило средний урожай на 3,6 и 3,9 ц/га соответственно. В 1953 г. также не наблюдалось отзывчивости растений на азот. Площадь, использовавшаяся для этого опыта в 1953 г., была занята люцерной.

Азотное удобрение не оказывало такого влияния на урожаи, какое оказывала площадь питания растений (табл. 4).

Таблица 4

Влияние азотного удобрения на урожай зернового сорго (в ц/га) при различном размещении и площади питания растений, Гарден Сити, Канзас

1952 г.								
расстояние между растениями в рядках, см	ширина междурядий, см							
	27,5		55		82,5		в среднем	
	контроль	азот, 112 кг/га	контроль	азот, 112 кг/га	контроль	азот, 112 кг/га	контроль	азот, 112 кг/га
5	59,5*	60,6	60,1	64,7	53,2	51,0	57,6	58,8
10	63,7	68,6	59,0	63,9	50,0	55,0	57,6	62,5
15	64,9	66,2	52,9	61,1	48,4	53,8	55,4	60,4
20	60,7	60,3	50,8	53,9	44,3	46,3	51,9	53,5
30	51,6	60,4	47,7	50,4	39,8	44,6	46,3	51,8
В среднем	60,1	66,5	54,1	58,8	47,2	50,1	53,8	57,4

Отзывчивость на азот достоверна при $P=0,01$**.

Продолжение

1953 г.

расстояние между растениями в рядках, см	ширина междурядий, см									
	17,5		35		52,5		70		в среднем	
	контроль	азот, 112 кг/га	контроль	азот, 112 кг/га	контроль	азот, 112 кг/га	контроль	азот, 112 кг/га	контроль	азот, 112 кг/га
10	77,3	80,9	79,4	78,9	79,2	77,3	75,5	74,9	77,8	79,8
15	79,8	78,3	80,3	79,6	78,0	76,1	77,1	75,6	78,8	77,4
20	80,3	80,9	78,2	77,9	78,4	77,9	73,8	71,9	77,7	77,1
30	78,6	79,7	77,6	73,4	77,7	72,7	74,2	69,3	77,1	74,0
В среднем . .	79,0	79,9	78,9	77,5	78,3	76,2	75,2	72,9	77,8	76,6

Влияние азота не достоверно.

1958 г.

площадь питания растений, кв. см	ширина междурядий, см									
	17,5		35		52,5		70		в среднем	
	контроль	азот, 89,6 кг/га	контроль	азот, 89,6 кг/га	контроль	азот, 89,6 кг/га	контроль	азот, 89,6 кг/га	контроль	азот, 89,6 кг/га
175	63,9	65,9	64,8	66,4	59,2	66,5	57,2	69,6	61,9	67,1
350	66,0	71,6	70,5	72,4	63,5	65,1	67,2	71,3	66,8	70,1
700	70,0	74,2	72,0	71,5	66,5	65,4	59,9	69,4	67,1	70,3
В среднем . .	66,6	70,5	69,1	70,1	63,0	66,0	62,3	70,1	65,3	69,2

Отзывчивость на азот достоверна при P=0,05 ***

* Среднее включает делянки, удобрявшиеся фосфором.

** P=0,01 означает, что достоверная отзывчивость на азот должна была встречаться в 99% случаев в условиях данного опыта.

*** P=0,05 означает, что достоверная отзывчивость на азот должна была встречаться в 95% случаев в условиях данного опыта.

Площадь питания растений в связи с влажностью почвы. При ограниченном орошении растения часто страдают от недостатка влаги. В этих условиях узкие междурядья и густое стояние растений в рядках снижают урожаи. На опытной станции в Гарден Сити наивысшие урожаи по неорошаемому пару были получены при широкорядном посеве (ширина междурядий до 100 см) и низкой норме высева семян (2,24 кг/га или менее).

Взаимосвязь влияния площади питания растений и влажности почвы на урожай была установлена по результатам трех опытов (1954—1956 гг.). Делянки орошали во время одной или нескольких из следующих фаз развития растений:

П — предпосевной полив,
30 — полив, когда растения достигли высоты 30 см,
Т — полив в фазе трубкования,
М — полив в фазе молочной спелости зерна,
МВ — полив в фазе мягкой восковой спелости зерна.

Для увлажнения почвы на глубину 180 см давали достаточное количество воды. На этой глубине почва удерживала приблизительно 27,5 см доступной воды. В варианте с наименьшим увлажнением проводили только предпосевной полив. В варианте с наибольшим увлажнением почвы орошение проводили 4 раза. В этом варианте обеспечивали достаточное количество влаги для максимального роста растений.

Данные об урожаях приведены в таблице 5. В 1954 г. орошение, проведенное в течение вегетационного периода, лишь слегка увеличило урожаи. Влага, сохранившаяся в почве ко времени посева, а также выпадение осадков выше нормы обеспечили получение высоких урожаев на всех опытных делянках. В 1955 и 1956 гг., когда осадков выпало ниже нормы, одного предпосевного полива оказалось недостаточно, чтобы получить удовлетворительные урожаи, особенно при узких междурядьях. В 1955 г. при одном только предпосевном поливе на делянке с междурядьями 70 см урожай составил 21,8 ц/га по сравнению с урожаем 11,7 ц/га на делянке с междурядьями 17,5 см.

Таблица 5

Влияние орошения на урожай зернового сорго (в ц/га) при различной площади питания растений

Ширина междурядий, см	Расстояния между растениями в рядках, см	1954 г., варианты орошения					
		П*	П + 30	П + Т	П + МВ	П + Т + МВ	П + НТ + М + МВ
17,5	10	58,7	64,2	65,9	64,9	62,5	73,4
17,5	20	62,6	67,6	68,3	64,9	67,5	73,0
52,5	15	47,3	57,8	60,5	52,0	52,8	61,6
70,0	60	35,3	39,2	34,9	34,1	38,7	46,7

Ширина междурядий, см	Расстояния между растениями в рядках, см	1955 г., варианты орошения				
		П	П + 30	П + Т	П + 30 + Т	П + 30 + Т + МВ
17,5	5	7,74	36,00	38,03	42,23	44,89
17,5	20	11,75	45,15	40,51	51,69	54,29
70,0	1,2	14,54	39,05	35,75	40,32	43,88
70,0	2,5	21,78	42,28	40,00	48,51	48,96
70 — 17,5 — 70	2,0	16,89	37,59	33,02	41,65	40,64

Ширина междурядий, см	Расстояния между растениями в рядках, см	1956 г., варианты орошения			
		П	П + 30	П + 30 + Т	П + 30 + Т + МВ
17,5	10	22,6	67,0	73,6	69,8
17,5	20	20,0	64,9	68,9	71,9
35,0	10	26,3	56,3	64,9	67,0
70,0	5	29,3	45,7	58,5	55,8
70,0	10	24,1	47,8	56,0	59,7

* Фазы развития растений и средний срок орошения:

П — предпосевной полив, май или начало июня;

30 — полив при достижении растениями высоты 30 см, середина июля;

НТ — полив в начале фазы трубкования, начало августа;

Т — полив в фазе трубкования, середина августа;

М — полив в фазе молочной спелости зерна, конец августа;

МВ — полив в фазе мягкой восковой спелости зерна, начало — середина сентября.

Опыт 1956 г. включал три варианта размещения растений при одной и той же площади питания растения (350 кв. см) или одинаковой густоте стояния растений (280 тыс. растений на 1 га). Результаты опыта графически изображены на рисунке 2. На делянках, получавших только предпосевной полив, при ширине междурядий 70 см урожай был 29,3 ц/га по сравнению с урожаем 26,3 ц/га при междурядьях 35 см и 20 ц/га при

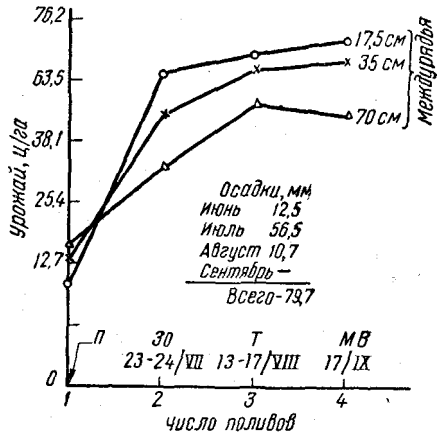


Рис. 2. Влияние орошения на урожай зерна сорго при различной ширине междурядий и густоте стояния 280 тыс. растений на 1 га (площадь питания 350 кв. см) (Гарден Сити, Канзас).

ширине междурядий 17,5 см. При дополнительных поливах делянки с узкими междурядьями давали более высокие урожаи. Один дополнительный полив, проведенный на делянке с междурядьями 17,5 см, когда растения достигли высоты 30 см, дал прибавку урожая на 44,9 ц/га (с 20 до 64,9 ц/га). Следует отметить, что при даче дополнительного полива на делянке с междурядьями 70 см прибавка урожая составила только 15,9 ц/га.

Если недостаток воды в почве не наблюдался перед фазой выметывания, то делянки с узкими междурядьями давали более высокие урожаи. Благодаря способности растений зернового сорго брать воду с глубины 180—210 см не наблюдалось значительного снижения

урожая. Если недостаток влаги наблюдался перед выходом растений в трубку, размер метелки и урожаи значительно снижались. Это «задерживающее» рост растений влияние было выражено сильнее на делянках с более узкими междурядьями. Имеется ряд указаний на то, что при узкорядном посеве растения используют воду быстрее в начале вегетационного периода.

Влияние площади питания растений на расход воды. В 1957 и 1958 гг. было проведено изучение количества используемой воды на делянках с различной площадью питания растений. Опыты проводились при оптимальных условиях орошения. Данные за 1957 г. о сезонном расходе воды на всех делянках с различной шириной междурядий и различной площадью питания растений приведены в таблице 6.

Таблица 6

Влияние размещения и площади питания растений на расход и эффективность использования воды, Гарден Сити, Канзас, 1957 г.

Площадь питания растения, кв. см	Ширина междурядий, см				
	17,5	35	52,5	70	в среднем
	расход воды за сезон, куб. м/га				
175	5918	5859	5828	5618	5805
350	6299	5633	5957	5577	5867
700	6019	5569	5988	5679	5813
В среднем	6078	5687	5924	5623	5829
	Эффективность использования воды, урожай ц/га на 1 см использованной воды				
175	1,19	1,26	1,12	1,13	1,18
350	1,08	1,27	1,11	1,18	1,16
700	1,07	1,20	1,05	1,15	1,12
В среднем	1,11	1,24	1,09	1,16	1,15

Действительная разница в использовании воды в зависимости от площади питания растения 175 или 700 кв. см (560—140 тыс. растений на 1 га) была очень небольшой. Сезонное расходование воды варьировало от 6078 куб. м при междурядьях 17,5 см до 5623 куб. м при междурядьях 70 см. В 1958 г. изучение расхода воды было продолжено и расширено на делянках с шириной междурядий 17,5; 35; 52,5 и 70 см при одной и той же площади питания растения, равной 350 кв. см, и внесении 89,6 кг/га азота. Никакой реальной разницы в сезонном использовании воды, которое колебалось от 51,7 до 55,5 см, найдено не было (табл. 7).

Таблица 7

Влияние ширины междурядий на урожай, сезонное использование воды и эффективность использования воды в вариантах, имеющих площадь питания растения 350 кв. см, при внесении 89,6 кг/га азота, Гарден Сити, Канзас, 1958 г.

Ширина междурядий, см	Урожай, ц/га	Использование воды, см	Эффективность использования воды, ц/га на 1 см воды
17,5	71,56	55,5	1,28
35,0	72,39	51,6	1,40
52,5	65,15	54,9	1,18
70,0	71,31	51,7	1,38
В среднем .	70,10	54,4	1,30

Влияние площади питания растений на эффективность использования воды. Эффективность использования воды, определяемую урожаем в центнерах с 1 га на 1 см использованной воды, изучали в опытах 1957 и 1958 гг. (см. табл. 6 и 7).

Ширина междурядий оказывала небольшое влияние на эффективность использования воды в течение двух лет опыта. В 1957 г. на 1 см использованной воды было получено от 1,09 ц зерна при междурядьях 52,5 см до 1,24 ц при ширине междурядий 35 см. В 1958 г. эффективность использования воды варьировала от 1,18 до 1,4 ц при междурядьях 52,5 и 35 см соответственно. Среднесезонное использование воды в 1958 г. было ни-

же, чем в опыте 1957 г. вследствие меньшего расхода воды на производство единицы сухого вещества в растении, обусловленного более низкими температурами воздуха, меньшим числом ветреных и большим числом пасмурных дней в данном году. Эффективность использования воды была выше в 1958 г.

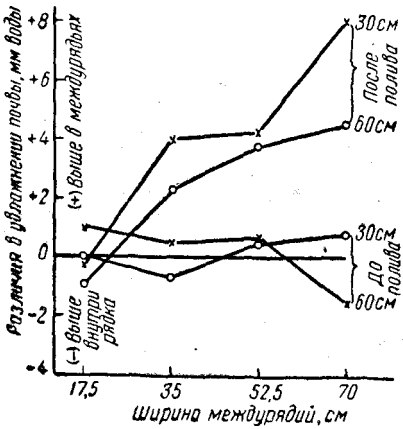


Рис. 3. Влияние ширины междурядий на влажность почвы посредине междурядий и внутри рядков. Данные являются средними для трех поливов. Образцы почвы брались за один день до полива и спустя шесть дней после полива (1958 г.).

Влияние ширины междурядий на распределение влаги. В 1958 г. были взяты образцы почвы для изучения распределения влаги. Сравнивалась влажность почвы в междурядьях и рядках. Образцы почвы брали через каждые 30 см до глубины 180 см, примерно в 5 см от растений в рядках и посредине междурядий. После полива была найдена разница во влажности почвы непосредственно под растениями и посредине широких междурядий. Влажность почвы между рядками была выше для широких междурядий, распространяясь приблизительно на глубину 60 см (рис. 3). Использование влаги после полива происходило быстрее непосредственно под растениями, чем в середине междуря-

дий. Перед поливом показатели влажности образцов почвы, взятых из рядков и междурядий, были более однородными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

С 1952 по 1958 г. включительно на опытной станции в Гарден Сити были проведены опыты по изучению правильного размещения (площадь питания и ширина междурядий) растений зернового сорго в условиях орошения. В опытах 1952, 1953 и 1958 гг. изучение площади питания растений сочеталось с изучением влияния удобрения на урожай. В опытах 1954, 1955 и 1956 гг. изучение площади питания растений проводили совместно с изучением влияния орошения на урожай зерна сорго. Когда изучение влияния орошения не входило в задачи опыта, делянки поливали с расчетом на получение максимального урожая.

Изучалось влияние густоты стояния растений и ширины междурядий на урожай, кущение и размер метелок сорго. Кроме того, также изучалось влияние площади питания растений на расходование и эффективность использования воды для производства зерна сорго.

Из результатов опытов были сделаны следующие выводы.

1. Оптимальная площадь питания растения может значительно варьировать. Однако при достаточной влажности почвы наиболее желательна площадь питания растения 312—375 кв. см. Это соответствует густоте стояния несколько более чем 250 тыс. растений на 1 га. Если семена имеют средний размер и вес и предполагается, что их полевая всхожесть будет 50%, то для получения такой густоты стояния растений потребуется высеять 11,2—13,4 кг/га семян.

2. При соответствующем орошении и сохранении одинаковой площади питания растений узкорядный посев дает более высокие урожаи, чем широкорядный. Междурядья должны быть возможно узкими, но в то же время они должны обеспечивать проведение как междурядной обработки для борьбы с сорняками, так и наиболее эффективного орошения.

3. При оптимальной площади питания растений (312—375 кв. см) каждая метелка дает приблизительно 25 г обмолоченного зерна.

4. При высокой густоте стояния растений отмечено слабое кущение или его отсутствие. На одно растение приходится приблизительно одна метелка.

5. Не найдено никаких различий в отзывчивости растений на удобрение в зависимости от площади питания или размещения растений.

6. При ограниченном увлажнении почвы, которое наблюдалось в опытах 1955 и 1956 гг., при даче только одного предпосевного полива более высокие урожаи были получены при широкорядном посеве и более низкой норме высева семян.

7. Колебания в размере площади питания растений от 175 до 700 кв. см (560 — 140 тыс. растений на 1 га соответственно) в 1957 и 1958 гг. не оказывали существенного влияния на расходование воды растениями за сезон.

8. При ширине междурядий 35 см или более запас влаги быстрее истощается непосредственно под растениями, чем в середине междурядий. По мере увеличения ширины междурядий истощение запаса влаги было более заметным. С увеличением интервала между поливами эта разница снижалась.

Перевод А. Яковлева

ПРЕОДОЛЕНИЕ ПЕРИОДА ПОКОЯ У СЕМЯН СОРГО

ГУДСЕЛЛ С. Ф.

Goodsell S. F., Agron. J., **49**, 7, 387—388, 1957

Селекционеры, занимающиеся производством семян гибридного сорго, недавно приступили к осуществлению широкой программы улучшения сорго, в ходе которой ежегодно выращивается два-три поколения селекционного материала. При этом семена убирают возможно раньше, немедленно высушивают и высевают через несколько недель после уборки.

При обычном испытании такого семенного материала были обнаружены образцы свежеубранных и высушенных семян, которые прорастали неудовлетворитель-

но, пока не подвергались особой обработке. Такие семена были вполне жизнеспособными, но находились в состоянии временного покоя. Этот период покоя представлял затруднение только в том случае, когда семена высевали сразу же после уборки. Степень покоя у линий сорго, выращивавшихся в одной и той же местности и убиравшихся в один и тот же день, была неодинаковой.

При обсуждении вопроса с селекционерами и работниками контрольно-семенных лабораторий выяснилось, что ими иногда отмечался покой семян, однако он был очень мало изучен. В литературе указывалось, что покой у семян, убранных несколько недозревшими и быстро высушенных, был более глубоким, чем у семян, убранных в более зрелом состоянии и высушивавшихся медленно. Роббинс и Портер [1] сообщали, что недозревшие семена находятся в состоянии покоя и что из девяти испытавшихся ими сортов покой семян у сорта Грохома был наиболее глубоким.

Обычный метод нарушения покоя семян сорго заключался в хранении семян в течение нескольких месяцев перед их испытанием на всхожесть или же семена перед испытанием (когда требовалась быстрая проверка) выдерживали несколько недель в условиях низкой температуры. В инструкции по проверке всхожести семян [2] рекомендуется для определения всхожести покоящихся семян сорго проводить: предварительное охлаждение их при 5—10° в течение 5 дней, медленную сушку или же, для некоторых типов сорго, определять всхожесть при температуре 20—30°.

Для нарушения покоя семян сорго было предпринято ряд попыток: предварительное охлаждение их при низких температурах, обработка серной кислотой, вымачивание в разведенном растворе KNO_3, различные комбинации вымачивания и сушки, но они не дали удовлетворительных результатов в лаборатории фирмы «Пионер». Роббинс и Портер [1] применили метод предварительного охлаждения Уиткомба [4], но сообщили, что он был не очень успешным. Автором были разработаны два эффективных метода нарушения покоя семян: механическая скарификация или кратковременная обработка горячей водой.

МЕТОДИКА

Для скарификации небольших образцов семян на каждом семени делали неглубокий надрез напильником для зачистки запальных свечей. Надрез делали у края щитка вблизи верхушки на такую глубину, чтобы обнажить нижележащий эндосперм. Этот метод (ручная скарификация) годен для подготовки небольших партий семян к определению их всхожести и в ограниченной мере также и для опытных посевов.

Для скарификации более крупных партий семян, обработка которых вручную была бы нецелесообразной, использовали приводные механические скарификаторы. Если скорость вращения этих машин была достаточно большой, чтобы удовлетворительно скарифицировать семена для прорастания, как правило, наблюдались значительные потери в результате дробления семян.

Небольшая экспериментальная машина, примененная в опытах со скарификацией (рис. 1), состояла из твердого резинового валика диаметром 7,7 см, насаженного на ось и покрытого наждачной бумагой. Ось валика проходила с одной стороны машины через подшипник, а сам валик вращался при помощи привода, надетого на ось, соединенную с небольшим электромотором через редукционную передачу. Наружный цилиндр состоял из двух разнимающихся вдоль половин, из которых нижняя была закреплена наглухо, а верхняя удерживалась на месте при помощи барашковых гаек на болтах, проходящих через соответствующие скобы, приваренные к обеим половинам цилиндра. Агрегат из валика и цилиндра работал почти в горизонтальном положении, но с достаточным наклоном, чтобы облегчить продвижение семян от одного конца к другому. Семена засыпали в воронку с одного конца агрегата, и при вращении валика они терлись между слоями наждачной бумаги. Зазор между слоями был как раз достаточным для прохода семян. Возможность изменения величины зазора обеспечивалась благодаря свободной подвеске второго конца валика. Было установлено, что наиболее подходящая скорость вращения валика составляла 95 об/мин.

Метод, несколько видоизмененный по сравнению с тем, который был предложен для нарушения покоя семян дикорастущего хлопчатника, был также эффекти-

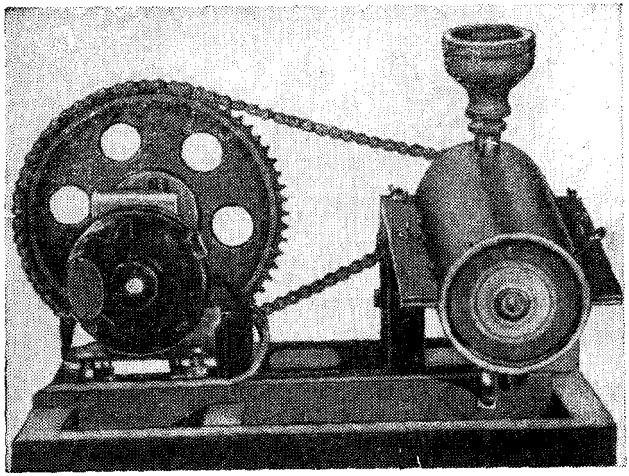


Рис. 1. Машина, сконструированная для скарификации семян сорго.

вен и для сорго [4]. Семена помещали в корзинку из проволочной сетки и погружали на 4 минуты в воду, нагретую до 70°. После этого семена погружали на несколько минут в холодную водопроводную воду, затем воде давали стечь и рассыпали семена тонким слоем для просушки. Емкость сосудов с горячей или холодной водой примерно в 5 раз превышала объем партии семян. Температуру горячей воды поддерживали на желательном уровне, пользуясь газовой плитой с ручной регулировкой подачи газа.

Семена проращивали на промокательной бумаге, которую поддерживали во влажном состоянии в течение всего опыта, и покрывали их одним листом гофрированной бумаги. Температуру в растильне поддерживали на уровне 29° и окончательный подсчет проросших семян проводили через 5—6 дней после начала опыта. Из каждой партии проращивали по крайней мере две пробы, по 100 семян в каждой. Каждая процентная величина, указываемая в этом отчете, является средней для ряда отдельных партий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Небольшой лабораторный скарификатор хотя и был вполне удовлетворительным для опытных целей, но не годился для обработки больших партий семян. Были испытаны другие типы механических скарификаторов, включая имеющуюся в продаже машину, но результаты обычно были неудовлетворительными.

Если температура воды поддерживалась точно на уровне 70°, повреждения семян не происходило, но уже при 75° в некоторых случаях семена были повреждены. Погружение семян в воду, нагретую до 80 или 85°, вызывало почти полную гибель зародышей.

Первые семена, находившиеся в состоянии покоя, были получены от растений сорта Комбайновое кафрское 60, выращенных в теплице в Джонстоне (штат Айова) в конце зимы и начале весны и убранных около 1 июня 1955 г. Семена казались хорошо вызревшими и были тщательно высушены при температуре 38° или меньше. Ранний посев в поле и лабораторные испытания показали, что их всхожесть составляла всего 5—10%. Проверка раствором трифенилтетразола показала, что семена на 100% были жизнеспособными. Всхожесть семян из образцов скарифицированных вручную, была выше 95%. Период покоя у семян этой партии продолжался 2 месяца, но вследствие небольшого количества их дальнейшее испытание не проводилось. Поздний высев в поле скарифицированных вручную семян этой партии дал удовлетворительную густоту стояния растений.

В течение сентября 1955 г. было убрано 10 хорошо вызревших метелок с растений каждого из трех сортов сорго. Метелки были высушены и обмолочены, а семена сразу же испытаны на всхожесть. Средняя всхожесть семян этих сортов указана в таблице 1.

В одном из опытов, проведенных в Джонстоне, семена убирали в два разных срока в сентябре 1955 г. Метелки сорта Комбайновое кафрское 60 разделили на две части (верхнюю и нижнюю) и каждую из них при уборке обмолотили отдельно. Обмолоченные семена из каждой части метелки взвешивали до и после сушки. Первоначальную влажность семян определяли по разнице в весе, а общее содержание влаги — в объединен-

Таблица 1

Влияние скарификации на всхожесть семян трех сортов сорго, убранных в Джонстоне (Айова) в сентябре 1955 г.

Сорт	Без скарификации	Ручная скарификация
7078	90	95
Плейнсмен . .	79	98
Редбайн . . .	44	99

ном образце, составленном из проб сравнимых высушенных семян. В таблице 2 приведена средняя всхожесть семян из образцов, сгруппированных согласно влажности семян при уборке.

Таблица 2

Влияние скарификации на всхожесть семян, убранных при разной влажности и в разные сроки в Джонстоне (Айова), 1955 г.

Сроки уборки	Влажность семян, %	Всхожесть, %	
		без скарификации	ручная скарификация
1 сентября	Выше 60	8	12
	55—60	24	56
	50—54	39	69
	40—49	65	94
	27—39	68	95
15 сентября	Выше 50	25	91
	40—49	50	99
	39 и ниже	99	99

В таблице 3 приведены данные о всхожести семян в образцах из партии сорта Комбайновое кафрское 60, убранного во Флориде в течение мая 1956 г. Для нарушения покоя семена подвергались различным обработкам. Семена из этой партии, подвергавшиеся механической скарификации или обработке горячей водой и вы-

сеянные через 2—3 недели после уборки, дали удовлетворительную густоту стояния растений.

Таблица 3

Влияние различной обработки на всхожесть семян, убранных в Холмстеде (Флорида) в мае 1956 г.

Вариант обработки	Всхожесть, %
Приводной валиковый скарификатор . . .	85
Погружение в воду при 75° на 1 минуту	82
» » » » 73° » 1 »	74
» » » » 70° » 1 »	39
» » » » 70° » 2 минуты	67
» » » » 70° » 4 »	80
Без обработки	14

На основании этого было решено, что покой семян обусловлен присутствием какого-то ингибиторного фактора в семенной оболочке. Покоящиеся семена поглощали воду, но не прорастали. Механическая скарификация, т. е. повреждение семенной оболочки, в достаточной степени устраняла препятствие, чтобы обеспечить нормальную всхожесть семян. При обработке горячей водой ингибиторное вещество растворялось или изменялось и больше не задерживало прорастания. Действие воды было сходным с удалением воднорастворимого и нестойкого к нагреванию ингибиторного вещества в покоящихся семенах хлопчатника [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Robbins W. A., Porter R. H., Germinability of sorghum and soybean seed exposed to low temperatures, *J. Amer. Soc. Agron.*, **38**, 905-913, 1946.

2. Testing agricultural and vegetable seeds, *USDA Handbook*, **30**, 1952.

3. Walhood V. T., A method of reducing hard seed problem in cotton, *Agron. J.*, **48**, 141-142, 1956.

4. Whitcomb W. O., Germination of newly threshed grain, *Proc. Assoc. Off. Seed Anal. N. Amer.*, **14**, 84, 1923.

Перевод И. Спичкина

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН И ЭНЕРГИЮ РОСТА ЗЕРНОВОГО СОРГО

КАРЛСОН Г. Э., АТКИНС Р. Э.

Carlson G. E., Atkins R. E., Agron. J., **52**, 6, 329—333, 1960

Зерновое сорго приспособлено к районам с малым количеством годовых осадков, поэтому основная область его выращивания расположена в южной части Великих Равнин США. Однако зерновое сорго бывает весьма урожайным также в некоторых влажных и полувлажных районах, а в последние годы наблюдается заметное увеличение производства сорго в кукурузном поясе. Зерновое сорго, выращиваемое в кукурузном поясе, может в некоторые годы подвергаться действию ранних осенних заморозков, до того как семена полностью вызреют. Заморозки могут снизить жизнеспособность и качество такого незрелого зерна. Снижение жизнеспособности семян имеет большое значение для семенных участков, но может пострадать также и качество зерна, производимого для кормления скота.

Главными задачами описываемых ниже исследований были: а) изучение влияния низких температур на зерно сорго с разной влажностью, определяемого жизнеспособностью (всхожестью) семян и энергией роста проростков; б) изучение влияния различий в генотипах сорго на степень повреждения зерна низкими температурами и в) сравнение влияния низких температур на зерно, убранное при различной влажности со зрелых растений, с влиянием тех же температур на сухое зерно, искусственно увлажненное до сравнимого уровня содержания воды перед его промораживанием.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Влияние низких температур на живые ткани растений изучалось и описывалось многочисленными исследователями. Левитт [6] и Луйет и Гехенио [7] опубликовали обширные обзоры по вопросам повреждения растений низкими температурами.

Согласно Левитту [6], несколько исследователей установили, что лед в растении образуется в межклеточ-

ном пространстве. В условиях низких температур в поле лед не был обнаружен внутри клеток растения.

Луйет и Гехенио [7] высказали предположение, что промерзание межклеточного пространства приводит к медленному обезвоживанию и осаждению протоплазмы, тогда как образование кристаллов льда внутри клеток приводит к быстрой гибели тканей растения.

Киссельбах и Ретклифф [5] исследовали размеры и характер повреждений, причиняемых низкими температурами семенам кукурузы. Они пришли к выводу, что зерно с влажностью менее 20% не повреждалось осенними заморозками. Эти авторы наблюдали потемнение зародышей незрелой, поврежденной заморозками кукурузы, указывающее на химические изменения в протоплазме. Россман [9], работая с инбредными линиями и простыми гибридами кукурузы, получил сходные результаты. Он установил, что сухое зерно, увлажненное до определенной влажности перед промораживанием, в значительно бо́льшей степени теряло всхожесть, чем зерно, убранное при той же влажности с вызревшего растения. Энергия роста проростков из увлажненных семян кукурузы не снижалась в результате промораживания, но энергия роста проростков из свежеубранных семян в результате промораживания снижалась.

В опытах с овсом [2] и пшеницей [10] жизнеспособность семян снижалась, если семена промораживали в незрелом состоянии. Роббинс и Портер [8] установили, что семена зернового сорго, содержащие 22% воды, были менее жизнеспособными при промораживании до —6,7°, в то время как семена сои, содержавшие 30—32% воды и подвергавшиеся воздействию той же температуры, не теряли жизнеспособности.

МЕТОДИКА ОПЫТОВ

Для исследования влияния низких температур на семена с различной влажностью использовали два сорта сорго: Норгум и Комбайновое кафрское 60 и два гибрида: RS 501 и RS 610. Для краткости описания сорта или гибриды ниже будут указываться вместе под одной рубрикой. Для одного этапа исследования применялось сухое зерно, искусственно увлажненное до

определенного уровня, а для другого — использовалось зерно, убранное при соответствующей влажности со зрелых растений.

Увлажненные семена

Для каждого варианта брали 15-граммовые образцы семян и помещали их в небольшие бутылки с навинчивающимися крышками. Затем добавляли дистиллированную воду, так чтобы довести содержание влаги в семенах до 20, 25, 30 или 35%. В опыт были также включены образцы сухого зерна с влажностью 10,5%. Увлажненные семена выдерживали при 7,2° в течение четырех дней, чтобы дать семенам время для поглощения воды. Для обеспечения равномерного смачивания семян бутылки переворачивали и встряхивали через короткие промежутки времени, ежедневно для доступа воздуха с бутылок снимали крышки. После четырех дней добавленная вода оказалась поглощенной во всех случаях, за исключением варианта с увлажнением до 35% семян сорго Комбайновое кафрское 60, на которых оставалась поверхностная пленка воды.

Семена каждой группы сортов при каждом уровне влажности подвергали воздействию температур —3,3, —6,7 и —10° в течение 4, 8, 16, 36 и 72 часов. Кроме того, из каждой партии семян в каждом варианте увлажнения оставляли образец, хранившийся при 7,2°, в то время как другие образцы подвергались различной температурной обработке. Образцы, вынутые из холодильной камеры, хранили при 7,2°, чтобы предупредить возможное повреждение семян при быстром оттаивании. Семена из каждого варианта высевали в теплице в растильни, наполненные смесью песка, почвы и торфа в отношении 2 : 1 : 1. Каждый вариант обработки имел три повторности из 100 семян, высеянных двумя рядками, по 50 семян в каждом.

Подсчет всходов для определения общей всхожести проводили через 10 дней после посева. Энергию роста определяли по весу проростков, высушенных при 71° в течение 48 часов и сутки хранившихся при комнатной температуре. Вес сухого вещества определяли с точностью до 0,001 г и выражали в расчете на один проросток.

Созревающие семена

Начиная с 20 мая по 26 июня 1958 г., с интервалами в 7—10 дней, было проведено пять посевов в грунт семян двух сортов и двух гибридов сорго с тем, чтобы получить семена с различной влажностью для этого этапа опытов. Поскольку не все растения в рядке цвели в одно и то же время, растения, зацветавшие в четыре разных срока, были отмечены краской [4], чтобы облегчить получение метелок с приблизительно одинаковым содержанием влаги. Принятые для этого этапа опытов уровни содержания влаги в семенах были 10—15, 20—25, 30—35 и 40—45%. Вследствие разновременного раскрытия цветков в метелке сорго считалось маловероятным, что колебания влажности у отдельных семян в образцах собранного зерна будут так же невелики, как это было при увлажнении семян. Таким образом, пришлось принять не строго определенную влажность, а скорее пределы содержания воды. Однако для краткости изложения содержание влаги для групп будет указываться как 15, 25, 35 и 45%.

По мере того как созревающие метелки достигали желательного содержания влаги, для каждого варианта температурной обработки убирали по две метелки сорго; семена подвергали воздействию таких же сочетаний температуры и продолжительности охлаждения, как описано выше, но только 72-часовая обработка была опущена. Затем метелки оттаивали в течение суток при 7,2°, а потом их высушивали при комнатной температуре. Высушенные метелки хранили при комнатной температуре в течение 2—3 месяцев до обмолота и подготовки семян к посеву. Очищенные образцы семян обрабатывали препаратом каптан 75 из расчета 110—165 г препарата на 100 кг семян.

Методика посева и уборки была такой же, как описано выше, с той лишь разницей, что всходы оценивали как мощные или слабые и уборку растений проводили через 13 дней после посева. На этом этапе опыта для определения энергии роста убирали только мощные проростки, сухой вес которых определяли вышеописанным методом.

Схема опыта и статистический анализ результатов

Для тепличных посевов увлажненных и созревающих семян была выбрана видоизмененная дробноделяночная схема. Видоизменение ее потребовалось в связи с тем, что условия не позволяли провести посев или уборку целого этапа опыта за один день. Поэтому каждый вариант из 12 комбинаций сортов и температурного воздействия высевался в различные дни и находился в несколько иных внешних условиях в период прорастания и роста. Целые делянки в пределах каждого сочетания сорта и температуры представляли варианты продолжительности воздействия низких температур, а полуделянки — варианты влажности семян. Метод дисперсионного анализа, применяемый при этих ограничениях, подробно описан Карлсоном.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Средняя всхожесть всех семян, увлажнявшихся до определенной влажности или убранных при соответствующей влажности и не подвергавшихся воздействию низких температур, приведена в таблице 1.

Таблица 1

Средняя всхожесть семян зернового сорго, не подвергавшихся действию низких температур

Влажность семян, %	Норгум	RS 501	RS 610	Комбайновое кафрское 60
		Увлажненные семена		
10	81,0	82,4	86,5	89,8
20	79,1	84,3	80,5	88,2
25	76,7	78,9	79,1	86,3
30	73,8	80,4	81,3	83,5
35	64,3	68,8	75,2	85,6
		Созревающие семена		
15	78,6	80,6	77,2	93,1
25	82,2	91,8	85,5	96,1
35	84,1	93,8	96,0	95,2
45	95,4	97,8	97,5	96,6

Жизнеспособность семян в контрольных образцах значительно колебалась. Поэтому, чтобы сравнивать влияние низких температур на фоне различной влажности семян, необходимо было выражать всхожесть по отношению к всхожести в контроле. Формула, предложенная Абботом [1], была использована для вычисления процента снижения всхожести. По этой формуле процентное снижение всхожести равно $\frac{X-Y}{Y} \times 100$, где X — всхожесть в контроле, а Y — всхожесть в данном варианте обработки.

Увлажненные семена

Жизнеспособность семян. Снижение жизнеспособности, наблюдавшееся для других сортов и гибридов, как правило, было сходным с тем, что наблюдалось для гибрида RS 610, хотя имелись и некоторые отклонения. Ни одно из сочетаний температуры и продолжительности воздействия не вызывало снижения всхожести семян, содержавших 10—20% влаги. Температура —3,3° заметно снижала всхожесть лишь в семенах, содержавших 35% влаги. Жизнеспособность этих семян прогрессивно снижалась по мере увеличения продолжительности воздействия такой температуры. Эта возрастающая гибель семян свидетельствует об образовании льда в межклетниках, однако цитологических исследований с целью изучения характера повреждения морозом не проводилось.

При температуре —6,7° наибольшее снижение жизнеспособности семян с влажностью 35% происходило после 4—8-часового воздействия. У семян с влажностью 30% наблюдалась аналогичная тенденция, но их жизнеспособность мало снижалась в результате 4-часовой обработки, и в основном снижение всхожести происходило при 8-часовой обработке. У сорта Комбайновое кафрское 60 наблюдалась та же общая тенденция, что и у других сортов и гибридов, но только снижение всхожести было примерно на одну четверть меньше у образцов с 30 до 35%-ной влажностью. Сорт Комбайновое кафрское 60 оказался единственным из испытывавшихся сортов, всхожесть которого не снижалась при повышении влажности зерна (см. табл. 1). Хотя у об-

разцов семян сорго Комбайновое кафрское 60 после вымачивания их в течение четырех дней при температуре 7,2° не было заметно никаких признаков прорастания, возможно, что интенсивность их дыхания могла возрастать, но в меньшей степени, чем у других сортов или гибридов. Таким образом, у этого сорта усиление интенсивности дыхания могло начаться позже или происходить медленнее, чем у других сортов. Поэтому семена этого сорта могли находиться в такой стадии, когда их жизнеспособность под действием низких температур снижалась меньше, чем у семян других сортов и гибридов.

Жизнеспособность семян с влажностью 30—35% была почти полностью утрачена после 4-часовой обработки при —10°. В данном случае поведение сорта Комбайновое кафрское 60 также несколько отличалось от поведения гибрида RS 610 и других сортов, так как снижение жизнеспособности его семян было примерно на 20% меньше. При —10° жизнеспособность всех образцов семян с влажностью 25% снижалась примерно наполовину после 4—8-часовой обработки, но увеличение продолжительности обработки не вызывало дальнейшего снижения всхожести. По-видимому, влажность 25% является критической или близкой к ней, влияющей на снижение всхожести семян зернового сорго при воздействии низких температур. Стандартное отклонение для определения влажности отдельных зерен при определенной влажности колебалось от 2 до 4% для увлажнявшихся семян. Вследствие этого некоторые семена из образцов с влажностью 25% могли содержать больше влаги, когда начинало проявляться действие низких температур, и поэтому погибали, в то время как жизнеспособность семян с меньшей влажностью не снижалась.

Разница в жизнеспособности семян, которую можно было приписать влиянию температуры, продолжительности воздействия и влажности, всегда превосходила 1%-ный уровень вероятности. Поскольку отдельные сорта и гибриды прорастали и росли при неодинаковых внешних условиях, было бесполезным вычислять статистическую разницу между сортами и гибридами. Тем не менее условия увлажнения, освещения и температуры были удовлетворительны для хорошего прорастания всех высеянных семян; были отмечены и описаны за-

метные отклонения в поведении сорта Комбайновое кафрское 60 по сравнению с другими сортами. Сорт Комбайновое кафрское 60, обладающий мужской стерильностью, был материнской формой для получения семян F_1 от гибридов RS 501 и RS 610, использовавшихся в опытах с увлажненными семенами. Если только не существовало какого-либо влияния ксений со стороны отцовской формы этих гибридов, то можно было ожидать, что эти гибриды и сорго Комбайновое кафрское 60 должны обладать скорее сходной, чем различной отзывчивостью на воздействие низких температур. Поэтому не исключена возможность, что разница в размере семян или в способах и условиях уборки семян F_1 также могла играть роль в генетических различиях, наблюдавшихся между этими сортами в опытах с увлажненными семенами. Неодинаковые внешние условия оказывали гораздо бо́льшее влияние на данные об энергии роста, чем жизнеспособность семян, и ограниченность схемы опыта имела бо́льшее значение при обобщении результатов определений энергии роста.

Энергия роста. У семян, подвергавшихся воздействию низких температур в течение разных сроков, не было отмечено значительного снижения энергии роста. Однако данные, представленные в таблице 2, указывают на постоянную тенденцию к увеличению энергии роста и снижению всхожести при увеличении влажности семян.

Таблица 2

Средние значения всхожести и энергии роста четырех сортов зернового сорго, подвергавшихся разной температурной обработке

	Влажность семян, %				
	10	20	25	30	35
Всхожесть, %* .	85,4	83,0	68,9	42,7	34,8
Энергия роста (вес сухого вещества 100 проростков, г)*	2,08	2,11	2,20	2,38	2,39

* В среднем для всех сочетаний температур и продолжительности воздействия.

Хотя увеличение энергии роста, связанное с более высокой влажностью семян, было небольшим, его размеры всегда превышали 1%-ный уровень вероятности. Обратная зависимость, наблюдавшаяся между всхожестью и энергией роста, могла возникнуть в результате различной конкуренции между растениями в рядках при разном числе проростков. Другим возможным объяснением этой зависимости могло быть более сильное повреждение низкими температурами мелких семян в образце. В этом случае оставалась бы большая часть крупных тяжелых семян, дающих всходы на делянках с низкой всхожестью. Если более крупные семена давали бы более мощные всходы, то при определении энергии роста, исходя из веса отдельных проростков, бо́льшая средняя энергия роста оказалась бы на делянках с низкой всхожестью.

Созревающие семена

Жизнеспособность семян. Семена гибридов, подвергавшиеся различным вариантам воздействия на этом этапе исследования, генетически отличались от семян, использованных в опытах с увлажненными сухими семенами. Семена, полученные из одного источника, использовавшиеся в опытах с увлажнением, высевали в поле и от полученных растений собирали зерно для опытов с созревающими семенами. Таким образом, у гибридов растения обладали признаками, заложенными в семенах F_1, но зародыши и убранные семена обладали генетической структурой F_2.

Снижение всхожести у образцов семян RS 610, подвергнутых различным вариантам воздействия низких температур, как правило, было показательным для всех сортов и гибридов. Наибольшие отклонения от общего правила вновь наблюдались для образцов семян сорта Комбайновое кафрское 60, тогда как у других сортов и гибридов происходило сходное снижение жизнеспособности семян.

Ни одно из сочетаний температуры и продолжительности воздействия не вызывало снижения жизнеспособности созревающих семян зернового сорго, содержавших 15% влаги. Точно так же не было заметного снижения всхожести у образцов зерна с влажностью 25%, под-

вергавшихся воздействию температуры —3,3°. Снижение всхожести у зерна с влажностью 30% при —3,3° было неодинаковым и обычно отличалось от снижения всхожести, наблюдавшегося при этой влажности у семян, увлажнявшихся искусственно. Эта изменчивость могла быть вызвана также колебаниями во влажности отдельных семян выше или ниже 35%. У зерна с влажностью 45% происходило бо́льшее снижение жизнеспособности при увеличении продолжительности воздействия температуры —3,3°.

Всхожесть семян RS 501, RS 610 и Норгум, содержавших 25% воды, снизилась на 15—30% после выдерживания при температуре —6,7°, причем наибольшее снижение всхожести наблюдалось при 4- или 8-часовой продолжительности воздействия. Образцы сорта Комбайновое кафрское 60 с влажностью 25% не снижали жизнеспособность по сравнению с контрольными делянками, независимо от продолжительности обработки при этой температуре. Такой разницы в поведении при температуре —6,7° между сортом Комбайновое кафрское 60 и другими сортами и гибридами не наблюдалось в опытах с увлажненными семенами. У образцов семян с влажностью 35%, как правило, происходило прогрессивно возрастающее снижение жизнеспособности при увеличении продолжительности воздействия температуры —6,7°. Однако наибольшее снижение всхожести происходило при 4-часовой обработке. При этой температуре зерно с влажностью 45% очень быстро повреждалось и его жизнеспособность у всех сортов и гибридов после 4-часовой обработки была очень низкой.

При воздействии температуры —10° у зерна с влажностью 25% всхожесть снижалась на 40—60% после 4-часовой обработки, но при более продолжительном воздействии дальнейшее снижение всхожести было незначительным. Эти результаты сходны с теми, которые получены в опытах с увлажненными семенами при сравнимом уровне содержания воды, и они показывают, что 25%-ная влажность зерна близка к той критической точке, когда начинается снижение всхожести. Тот факт, что при влажности 25% примерно 50% семян, как правило, погибает при различных сочетаниях температуры и продолжительности воздействия, указывает на критический характер этой влажности в сниже-

нии жизнеспособности семян. Расхождение в сроках цветения отдельных цветков в метелке сорго в этих опытах составляло в среднем 5—7 дней. Поэтому содержание влаги в отдельных зернах в объединенном образце с 25%-ной влажностью, несомненно, значительно колебалось, так что у некоторых семян всхожесть снижалась, а у других нет. В образцах с влажностью зерна 35 и 45% всхожесть почти полностью утрачивалась после выдерживания их в течение 4 часов при —10°.

Дисперсионный анализ результатов опытов с созревающими семенами показал, что разница, обусловленная температурой, продолжительностью ее воздействия и содержанием влаги в зерне во всех случаях превосходила 1%-ный уровень достоверности. Так же как и в опытах с увлажненными семенами, большинство взаимодействий между основными переменными было достоверным, что указывает на важность взаимозависимостей между этими показателями и на то, что выводы о повреждении низкими температурами можно делать только при определенном сочетании внешних условий.

Сравнение снижения всхожести в вариантах воздействия, общих для обоих этапов исследования, представлено в таблице 3.

Таблица 3

Среднее снижение всхожести в опытах с увлажненными и созревающими семенами

Температура (°С) или сорт	Среднее снижение всхожести, %			
	влажность зерна 25%		влажность зерна 35%	
	увлажненные семена	созревающие семена	увлажненные семена	созревающие семена
— 3,3	*	4,5	15,9	9,0
— 6,7	4,2	10,8	68,5	56,3
—10,0	44,8	34,8	87,7	87,0
Норгум	17,7	17,7	66,2	46,2
RS 501	13,2	22,7	61,1	47,6
RS 610	15,9	27,4	59,1	54,8
Комбайновое кафрское 60	18,9	1,0	46,2	54,4
В среднем	16,3	16,7	57,4	50,8

* Небольшая отрицательная величина, полученная в этом варианте, может быть принята за нуль.

Среднее снижение всхожести для образцов зерна с влажностью 25% было почти идентичным, но при влажности 35% всхожесть образцов увлажнявшихся семян снижалась несколько сильнее. Поведение использованных сортов и гибридов значительно отличалось как в пределах одного этапа опытов, так и в разных этапах. В связи с этим возможно, что увлажнение семян сортов или гибридов сорго до определенного уровня, как метод определения их относительной жизнеспособности в условиях воздействия низких температур, может дать результаты, не сравнимые с теми, которые получают при использовании семян, убранных при таком же содержании влаги с созревающих растений.

Энергия роста всходов. Определения энергии роста в опытах с созревающими семенами основывались на весе сухого вещества в расчете на один мощный проросток. К таким проросткам относили те, которые при уборке имели по три полностью развернувшихся листа, а проростки с меньшим числом листьев считались слабыми. В этих опытах не было установлено значительного снижения энергии роста, обусловленного влажностью семян или сочетаниями температуры и продолжительности воздействия. Так же как и в опытах с увлажненными семенами, энергия роста возрастала, а всхожесть семян снижалась по мере увеличения влажности семян. Как и прежде, усиление энергии роста, связанное с бóльшей влажностью семян, было небольшим, но достаточным для превышения 1%-ного уровня достоверности.

Слабые проростки. Данные о числе слабых проростков, полученные для всех вариантов в опытах с созревающими семенами, выражены в процентах от общего числа всходов и далее указываются как процент слабых проростков. Данные, представленные в таблице 4, не подвергались статистическому анализу и приведены здесь для того, чтобы показать зависимость между увеличением процента слабых проростков и повышением влажности зерна. Не было замечено никакой связи между процентом слабых проростков и температурой или продолжительностью ее воздействия. Процент слабых проростков в образцах семян, не подвергавшихся воздействию низких температур, не имел постоянной зависимости от влажности семян в момент уборки.

Поведение семян сорта Комбайновое кафрское 60 отличалось от поведения других сортов и гибридов, и для этого сорта не было отмечено постоянной связи между увеличением процента слабых проростков и повышением влажности семян. Для образцов семян сорго Норгум, RS 501 и RS 610 воздействие низких температур, по-видимому, могло повысить процент слабых проростков, особенно если зерно убиралось при высокой влажности.

Таблица 4

Процент слабых проростков, полученных из семян, подвергнутых и не подвергнутых температурной обработке

Сорт	Обработка	Влажность семян, %			
		15	25	35	45
Норгум	Варианты *	4,3	4,9	5,9	7,1
	Контроль **	4,7	3,9	5,7	4,0
RS 501	Варианты	8,9	9,2	13,4	16,8
	Контроль	8,1	9,0	9,0	10,2
RS 610	Варианты	15,4	13,8	16,8	22,2
	Контроль	15,4	11,8	10,5	13,1
Комбайновое кафрское 60	Варианты	21,1	19,9	23,4	19,7
	Контроль	24,2	25,2	22,6	16,5

* Средний процент слабых проростков для всех сочетаний температуры и продолжительности воздействия.

** Средний процент слабых проростков для образцов, не подвергавшихся воздействию низких температур.

Россман [9] наблюдал снижение энергии роста, определяемой по сырому весу проростков, полученных из семян созревающих растений кукурузы, но не установил снижения энергии роста у проростков из искусственно увлажненных семян. Он пришел к выводу о наличии прогрессивного повреждения семян, связанного с образованием льда в межклетниках созревающих семян, тогда как в искусственно увлажненных семенах, подвергавшихся действию низких температур, наблю-

далось образование льда внутри клеток и быстрая гибель семян.

Поскольку в вариантах воздействия низких температур в этом исследовании не было отмечено значительного снижения энергии роста всходов, по-видимому, полученные повреждения оказывали главным образом общее, а не частное влияние, приводя к гибели семян сорго. Увеличение процента слабых проростков, связанное с повышением влажности семян в опытах с созревающими семенами, свидетельствует о том, что какое-то прогрессирующее повреждение также могло способствовать общему ущербу, но характер этого повреждения не был определен.

ВЫВОДЫ

В опытах изучалось влияние низких температур на жизнеспособность семян и энергию роста проростков четырех сортов зернового сорго. Зерно, увлажненное до 20, 25, 30 и 35%-ного содержания воды, подвергали воздействию температур —3,3, —6,7 и —10° в течение 4, 8, 16, 36 и 72 часов в опытах с искусственно увлажнявшимися семенами. Семена с растений, созревающих в поле, убирали при влажности 15, 25, 35 и 45%, и подвергали их такой же температурной обработке в те же сроки, за исключением варианта воздействия в течение 72 часов.

Между сортами и гибридами была отмечена разница в жизнеспособности семян, подвергавшихся различной температурной обработке. Жизнеспособность семян сорта Комбайновое кафрское 60 снижалась меньше в большинстве вариантов воздействия, чем это было у других сортов или гибридов.

Жизнеспособность семян сорго с влажностью 10—20% не снижалась при различных вариантах воздействия в этом исследовании, в то время как всхожесть семян с влажностью 30—45% обычно заметно снижалась. У семян с влажностью 25% снижение всхожести колебалось от нуля до примерно 50% при разных сочетаниях температуры и продолжительности ее воздействия.

Определение жизнеспособности семян, проводимое на зерне, увлажненном до соответствующего уровня и

подвергавшегося действию низких температур (как метод для определения различий в устойчивости к низким температурам), весьма возможно, не позволит так же достоверно оценить сорта и гибриды, как аналогичные исследования, проводимые с семенами, собранными с созревающих растений.

Снижение всхожести семян сорго, подвергавшихся различным температурным воздействиям в этом исследовании, зависело от влажности зерна, температуры и продолжительности ее воздействия, а также от генотипических особенностей сортов и гибридов.

Энергия роста всходов из искусственно увлажненных или созревающих семян не снижалась в результате воздействия низких температур. Однако в опытах с созревающими семенами процент слабых проростков возрастал, если действию низких температур подвергалось очень влажное зерно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abbot W. S., A method of computing the effectiveness of an insecticide, *J. Econ. Entomol.*, **18**, 265—267, 1925.
2. Fryer J. R., Germination of oats exposed to varying degrees of frost at different stages of maturity, *Agr. Gaz.* (Canada), **6**, 337—339, 1919.
3. Hald A., Statistical tables and formulas, John Wiley and Sons, New York, 1952.
4. Jensen W. F., Marking plants with spray paints, *J. Amer. Soc. Agron.*, **50**, 112, 1958.
5. Kisselbach T. A., Ratcliff J. S., Freezing injury of seed corn, *Nebraska Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* **16**, 1920.
6. Levitt J., Frost killing and hardiness of plants, Burgess Publishing Co., Minneapolis, 1941.
7. Luyet B. J., Gehenio P. M., Life and death at low temperatures, Biodynamica Monograph No. 1, 1940.
8. Robbins W. A., Porter R. H., Germinability of sorghum and soybean seed exposed to low temperatures, *J. Amer. Soc. Agron.*, **38**, 905—913, 1946.
9. Rossman E. C., Freezing injury of inbred and hybrid maize seed, *Agron. J.*, **41**, 574—583, 1949.
10. Whitcomb W. O., Sharp P. F., Germination of frozen and nonfrozen wheat harvested at various stages of maturity, *J. Agr. Res.*, **31**, 1179—1188, 1925.

Перевод И. Спичкина

УБОРКА, ХРАНЕНИЕ И СКАРМЛИВАНИЕ СОРГО

Coll. Agric. Univ. of Nebraska and USDA Ext. Serv. Circ. 158, 1957

УБОРКА

Срок уборки. В большинстве районов штата Небраска в 1957 г. дождей в конце лета было достаточно для нормального роста зернового сорго. Растения оставались зелеными и образовали хорошие прямостоячие стебли, которые почти не полегали до уборки урожая.

Заморозки с температурой —2,8° или ниже убивают точку роста растений, и после нескольких дней высыхания на корню влажность зерна будет составлять 13% или еще меньше и убранное зерно может храниться безопасно.

При созревании большинства растений уборку можно проводить комбайнами. Ее важно начать тогда, когда зерно будет пригодно для хранения. Неустойчивая погода может вызвать задержку уборки и привести к серьезным потерям вследствие полегания. Растрескавшееся зерно и куски влажных стеблей в массе убранного комбайном зерна вызывают порчу и необходимость борьбы с вредными насекомыми при хранении и затрудняют циркуляцию воздуха, когда зерно подсушивают в закромах.

Химическое обезвоживание растений сорго для получения зерна на корм. Есть ряд препаратов, которые можно использовать для снижения влажности зерна и дессикации верхних листьев и стеблей. Однако некоторые из препаратов токсичны для скота и их не следует применять на полях, зерно с которых будет использовано для кормления скота.

Если считается необходимым обезвоживать зерновое сорго, которое будет использовано на корм, то следует применять хлорат магния или смесь хлората с боратом. Эти препараты считаются безопасными, так как они допущены к применению на посевах продовольственных бобов, лимской и обычной фасоли и сои.

Хлорат магния следует применять в дозе 17,1 л/га, когда пользуются жидким препаратом, или 22,4 кг/га, когда пользуются растворимым порошком. Кроме того,

можно применять смесь, состоящую из хлората натрия и растворимого бората. Этот препарат обычно называют хлоратно-боратной смесью. Его следует применять в дозе 9,75 л/га в жидком виде, или 22,4 кг/га в виде растворимого порошка.

Как хлорат магния, так и хлоратно-боратную смесь используют в виде водных растворов с расходом возможно бо́льшего объема раствора на единицу площади. Добавление 0,1—0,2% (по объему) хорошего смачивателя усиливает прилипание и покрытие раствором. Опрыскивание посевов зернового сорго на корм скоту можно начинать, когда влажность зерна снизится до 30% или меньше. Уборку проводят через 7—10 дней после обработки.

Химическая дессикация посевов для получения семян. Результаты испытания препаратов по дессикации растений сорго показали, что наиболее эффективными препаратами являются пентахлорфенол (ПХФ) в дозе 17,1 л/га и динитрофенол (ДНФ) в дозе 3,52 л/га. Их следует растворять в мазуте № 2 и расходовать минимум 47,25 л/га при опрыскивании с самолета или 75,6 л/га при опрыскивании наземными опрыскивателями с высоким просветом.

ПХФ и ДНФ — ядовитые соединения и могут быть использованы только на семенных посевах. Таким образом, они могут применяться только фермером, производящим апробированные семена или гибридные семена сорго.

При производстве гибридных семян раствор при опрыскивании не должен попадать на рядки отцовских растений, для чего эти растения скашивают перед обработкой посевов или же проводят опрыскивание так, чтобы раствор не попадал на рядки отцовских растений. Растения с этих рядков могут скармливаться скоту, если зерно составляет не более 10% общего зернового рациона животных. Пастьба на посевах безопасна через 4—6 недель после опрыскивания.

На семенных участках опрыскивание можно начинать, когда влажность зерна достигнет 25% или меньше. Наилучшие результаты получают, когда после обработки стоит ясная теплая погода. Между обработкой и уборкой урожая должно пройти 7—10 дней для получения максимального эффекта от химической обра-

ботки. Однако уборка должна начинаться, как только будет достигнуто содержание воды, обеспечивающее безопасное хранение зерна, независимо от того, сколько времени прошло после обработки.

Комбайновая уборка. Чистое зерно получится только в том случае, если комбайн правильно отрегулирован и двигается со скоростью, соответствующей его производительности и урожаю зерна. Семена сорго легко дробятся, поэтому число оборотов барабана должно быть ниже, чем при обмолоте пшеницы, но остальные узлы машины должны работать с нормальной скоростью. Возможно, при обработке сорго не потребуются все бичи, нужные при обмолоте пшеницы, и расстояние между ними следует увеличить.

Для того чтобы материал не сбивался на решете первой очистки и грохоте, они должны быть правильно отрегулированы, а машина не должна перегружаться. При сбивании вороха зерно будет выбрасываться сзади комбайна.

Чтобы избежать попадания кусков влажных стеблей в зерно, не следует перегружать колосовой шнек. Подача слишком большого количества материала будет означать, что некоторые куски стеблей будут в конечном счете достаточно измельчены для того, чтобы смешаться с зерном. Для уменьшения количества материала, попадающего в колосовой шнек, может потребоваться укладка металлического листа над удлинителем решета первой очистки. Лучше потерять небольшое количество зерна, чем иметь в зерновом бункере куски влажных стеблей. Опыт показывает, что в тех случаях, когда зерно от комбайна пропускают через очистку перед началом хранения, содержание влаги в нем снижается на 0,75—1,5%. В инструкции комбайнеру даны рекомендации по числу оборотов и регулировки для барабана, деки, решета первой очистки, грохотов и вентилятора. Здесь же даны указания по смазке и уходу за комбайном.

ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА

Влажность зерна и его чистота, очевидно, наиболее важные факторы, которые нужно учитывать при хранении сорго. Для обеспечения наилучших результатов

зерно должно быть высушено до 12%-ной влажности или оставлено в поле, пока не будет достигнут этот уровень.

Зерновое сорго с влажностью 15% может безопасно храниться до конца марта или начала апреля. Такое зерно должно быть чистым, и оно хорошо сохранится, если температура в хранилище ниже 10°. Если зимой на несколько недель устанавливается теплая погода, зерно необходимо обследовать для выявления возможных признаков согревания.

Тщательная уборка комбайном и очистка зерна будут способствовать безопасному хранению. Необходимо следовать рекомендациям, приведенным выше для комбайновой уборки.

Наличие сушилки позволяет проводить более раннюю уборку сорго, уменьшая таким образом потери в поле. При более ранней уборке можно получить высококачественное зерно. Комбайн хорошо вымолачивает зерно с влажностью 22—25%. При колебании влажности в этих пределах обмолоченное зерно кажется совершенно сухим, но более внимательный осмотр показывает, что значительная часть его имеет зеленоватую окраску.

Для сушки зерна могут применяться системы с подогревом воздуха или без него. При подогреве воздуха зерно должно быть высушено перед засыпкой в хранилище. Можно использовать некоторые формы сушилок для поточной сушки или для сушки партий зерна. Теплое зерно следует охладить перед засыпкой на хранение. Рекомендуется тщательная проверка влажности зерна, чтобы убедиться, что оно высушено по крайней мере до 12%-ной влажности. Температура воздуха, используемого для сушки подогретым воздухом, зависит от того, как зерно будет использовано. Для предотвращения снижения всхожести, семена не должны подвергаться воздействию температур выше 42—43°. Товарное зерно может без ущерба просушиваться воздухом, нагретым до 60°. Фуражное зерно можно сушить даже при температуре воздуха 71—82°.

Установки для сушки неподогретым воздухом также очень распространены. Закрома хранилищ могут быть оборудованы горизонтальной системой воздухопроводов с минимальными расходами. Вентиляторы для сушки должны иметь производительность 0,084 куб. м/мин на

каждые 25,4 кг зерна при статическом давлении 0,635 мм водяного столба. При выполнении этих требований слой зерна толщиной 1,8 м может быть легко просушен. При влажности зерна менее 20% можно просушить слой зерна толщиной до 2,4 м. Срок сушки зависит от исходной влажности зерна и от погодных условий.

При нормальных условиях зерно высушивается за 10—14 дней. Стоимость сушки зависит от первоначальной влажности зерна.

Вентилирование положительно сказывается на хранении любого зерна на ферме, особенно зернового сорго. Вентиляционные системы создают очень слабый воздушный поток, равный примерно 0,0028 куб. м/мин на 25,4 кг зерна и выравнивают температуру в зерновой массе, предотвращая этим перемещение влаги в ней. Вентиляционные системы не предназначены для сушки зерна. Когда применяется сушка подогретым воздухом, система вентилирования должна монтироваться до засыпки зерна на хранение. Установки для сушки неподогретым воздухом могут применяться также и для вентилирования зерна.

СКАРМЛИВАНИЕ СОРГО

Пастьба на участках зернового сорго. Обычно нет никакой опасности в выпасе скота на полях зернового сорго, за исключением тех случаев, когда растения, поврежденные засухой или заморозками, образуют вторичные побеги. Можно безопасно пасти скот на полях сорго после уборки метелок комбайном на зерно или растений на силос. Однако в качестве предупредительной меры животных не следует выпускать на пастбище после заморозка до тех пор, пока листья и стебли растений не высохнут полностью. Содержание синильной кислоты (ядовитое вещество, обычно содержащееся в отрастающих частях растений, поврежденных засухой или морозом) после высыхания резко снижается до безопасного уровня.

Скармливание зерна. По химическому составу зерновое сорго мало чем отличается от кукурузы. Оно содержит несколько больше сырого протеина, но гораздо

меньше каротина, чем кукуруза. Содержание крахмала в сорго почти такое же, как в кукурузе.

Когда предполагается использовать зерновое сорго в том или ином рационе для скота или птицы, важно помнить, что это зерно содержит очень мало каротина. При включении сорго в рацион свиней и, возможно, также птицы следует учитывать, что содержание лизина в нем ниже, чем в кукурузе.

Мясной скот. При зимнем кормлении мясного скота рационом, включающим 1,4—1,8 кг кукурузы, вся кукуруза может быть заменена зерном сорго. Зерно сорго должно быть размолото или раздроблено (средний помол). Его кормовая ценность почти равна кормовой ценности кукурузы.

Зерном сорго можно заменить всю кукурузу в рационах для откорма крупного рогатого скота. Если эти рационы раньше состояли из кукурузы, то постепенный переход к сорго, вероятно, поможет сохранить полноценный рацион. Однако новые партии скота, только что поступающие на откорм, могут выращиваться исключительно на зерне сорго, составляющем зерновую часть рациона. Кормовая ценность сорго в рационах для откорма скота составляет 90—95% кормовой ценности кукурузы. Обычно крупный рогатый скот поедает больше зерна сорго, и при откорме на рационах с сорго получают туши, вполне сравнимые с тушами животных, откормленных на кукурузе.

Овцы. Зерном сорго можно заменять кукурузу также в откормочных и зимних рационах для овец. За исключением случаев, когда старые бараны и овцы имеют плохие зубы, обычно нет необходимости размалывать зерно сорго для овец. По кормовой ценности для овец зерно сорго почти не уступает зерну кукурузы.

Свиньи. Зерно сорго — превосходный корм для свиней, и его кормовая ценность равна 90—95% кормовой ценности кукурузы как при откорме, так и в рационах для племенного стада. При самокормлении свиней в период роста и откорма размол зерна сорго обычно не настолько повышает его питательную ценность чтобы оправдать расходы по размолу. Однако при индивидуальном кормлении сорго целесообразно размалывать.

Птица. Зерно сорго почти не уступает кукурузе в качестве корма для птицы, когда оно используется в хорошо уравновешенных рационах. Дробленое зерно сорго может использоваться в мешанках для птицы таким же образом, как и дробленая кукуруза, а целое зерно может скармливаться, как часть сборного зернового рациона.

Молочный скот обычно очень хорошо использует сорго как в виде зерна, так и силоса. В засилосованном виде сорго уступает только кукурузе. Хотя кормовая ценность силоса сорго в расчете на весовую единицу несколько ниже, но сорго, выращенное в засушливые годы, может практически не уступать кукурузе. Размолотое зерно сорго примерно равно молотой кукурузе и может полностью заменить кукурузу в концентратной части рациона.

Приготовление и скармливание силоса из зернового сорго. Из зернового сорго можно приготовить хороший силос, хотя для этой цели обычно выращивают кормовые сорта. Приготовление силоса, возможно, является наилучшим способом сохранения кормовой ценности зернового сорго, высеянного слишком поздно, чтобы рассчитывать на его созревание до заморозков.

Наиболее подходящее время для уборки зернового сорго на силос — когда зерно находится в фазе восковой спелости. Это относится к приготовлению силоса как из целых растений, так и из одних метелок. Если дать зерну созревать намного дольше после начала восковой спелости, оно будет слишком твердым и переваримость такого силоса снижается. С другой стороны, если зерно незрелое, например достигло только фазы молочной спелости, силос будет довольно кислым и его вкусовые качества невысокими. Кроме того, питательная ценность такого силоса также будет ниже.

При закладке силоса содержание воды в измельченных метелках (от 50 до 60%) ниже, чем в измельченных целых растениях. Однако при силосовании метелок нет необходимости в добавлении воды. Не нужны также и консервирующие вещества.

Для приготовления силоса из зернового сорго пригодны силосохранилища любого типа. Если силос будет скармливаться до следующего лета, вполне пригодны временные силосохранилища. Однако, если силос при-

готавливается из измельченных метелок, следует укрепить стенки силосохранилища, потому что такой силос оказывает большее давление на эти сооружения, чем обычный.

Силос из зернового сорго (из измельченных метелок или из целых растений) можно скармливать скоту через несколько дней после силосования. Однако лучше выждать 2—3 недели, чтобы прошло брожение.

Перевод И. Спичкина

III. БОРЬБА С БОЛЕЗНЯМИ ВРЕДИТЕЛЯМИ И СОРНЯКАМИ

БОЛЕЗНИ СОРГО И БОРЬБА С НИМИ

ЛЕУКЕЛЬ Р. У., МАРТИН Дж. Х., ЛЕФЕБР К. Л.

Leukel R. W., Martin J. H., Lefebvre C. L., Farmers' Bull. 1959, U.S.D.A.

ВВЕДЕНИЕ

Разновидности сорго (*Sorghum vulgare* Pers.), возделываемые в США, можно разделить на четыре более или менее определенные группы: 1) сахарное, или так называемое тростниковое, сорго, возделываемое на корм скоту, на силос или для изготовления сиропа; 2) зерновое сорго (хигери, кафрское, майло, шэллю и дарсо), возделываемое преимущественно на зерно, но также на корм или на силос; 3) веничное сорго [*Sorghum vulgare* var. *technicum* (Koern.) Jav.], возделываемое для изготовления веников; 4) травянистые формы — суданская трава [*Sorghum vulgare* var. *sudanense* (Piper) Hitchc.] и родственный ей гумай [*Sorghum halepense* (L.) Pers.], возделываемые на корм скоту.

Сорго, выращиваемое как в качестве зерновой, так и в качестве кормовой культуры, является основной культурой в большинстве районов области Великих Равнин и имеет большое значение также в других частях страны. Зерновое сорго используется в пивоваренной промышленности, для изготовления крахмала, декстрозы, растительного масла, воска и спирта. Восковидные сорта дают крахмал, пригодный для замены крахмала тапиоки. Это имеет значение не только для пищевой промышленности, но и для изготовления различных видов клея. Сахарное сорго используется на сено, зеленый корм, силос, для изготовления сиропа и является потенциальным источником тростникового сахара. Веничное сорго дает материал для изготовления веников.

Многочисленные болезни, поражающие сорго из ко-

торых некоторые являются причиной серьезных убытков, можно разделить на четыре основных типа: 1) болезни, вызывающие изреживание травостоя вследствие загнивания семян или гибели всходов; 2) болезни, поражающие листья и снижающие таким образом кормовую ценность растений; 3) болезни, поражающие исключительно метелки и препятствующие нормальному образованию зерна; 4) болезни, вызывающие гнили корней и стеблей и препятствующие нормальному развитию и созреванию всего растения.

В пределах каждой из четырех групп сорго некоторые сорта устойчивы к одному или нескольким типам болезней. С другой стороны, некоторые болезни поражают одну какую-либо группу сорго больше, чем остальные. Так, например, виды головни, разрушающие семена, вызывают соответствующее снижение урожаев зерна у зернового сорго, тогда как у сахарного сорго они вызывают лишь незначительное снижение урожая зеленой массы или выхода сиропа. У веничного сорго головня не влияет на урожай материала, идущего на изготовление веников, но при сильном поражении она вызывает почернение этого материала, что снижает его рыночную ценность. Влияние головни на образование семян веничного сорго незначительно, потому что меньше 1% общей площади под веничным сорго используется для производства семян, причем для посева обычно употребляют протравленные семена.

Болезни листьев вызывают сравнительно небольшое снижение урожая зернового сорго, но они могут сильно уменьшить урожай кормового материала суданской травы и сахарного сорго на побережье Мексиканского залива и Атлантического океана, а также в других районах, отличающихся влажным климатом. Большие потери зеленой массы наблюдаются в случае высыхания и опадения листьев при серьезных поражениях растений болезнями. Красная или пурпурная окраска листьев и стеблей, как следствие слабого поражения некоторыми болезнями, обычно мало отражается на количестве и качестве урожаев зерна или корма. С другой стороны, красная окраска веничного сорго, вызываемая этими болезнями, может снизить его рыночную стоимость до половины стоимости ярко-зеленого материала. Сироп, изготовленный из сильно окрашенных стеблей

сорго, может также отличаться нежелательным темным цветом.

Вследствие большого значения культуры сорго важно знать различные поражающие его болезни и способы эффективной борьбы с ними. В настоящей работе описаны симптомы наиболее серьезных болезней сорго, встречающихся в США, и указаны возможные меры борьбы.

БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ЗАГНИВАНИЕ СЕМЯН И ГИБЕЛЬ ВСХОДОВ

Загнивание семян после посева бывает особенно сильным в условиях сырой и холодной почвы. Оно обычно наблюдается на Севере, а также и в других районах при ранних сроках посева. В таких условиях значительная часть семян, не успев прорасти, загнивает вследствие поражения различными грибами, переносимыми семенами и обитающими в почве. Для быстрого прорастания семенам сорго необходима сравнительно теплая почва (выше 21°). Большинство грибов, вызывающих загнивание семян, хорошо развиваются при более низких температурах, задерживающих прорастание семян и способствующих их поражению этими вредоносными грибами. Некоторые грибы (преимущественно виды родов *Fusarium, Aspergillus, Rhizopus, Rhizoctonia, Penicillium* и *Helminthosporium*) внедряются в ткани семени и разрушают эндосперм — крахмалистую часть семени, лишая его питательных веществ, необходимых для образования сильного проростка. Наличие трещин в семенной оболочке способствует проникновению гриба внутрь семени и таким образом увеличивает опасность поражения.

Некоторые грибы, в особенности из рода *Pythium,* поражают молодые проростки в ранней фазе развития и препятствуют появлению всходов.

Эти грибы поражают также первичные корни, вызывают их загнивание и лишают молодые проростки возможности извлекать из почвы питательные вещества в количестве, достаточном для их хорошего развития. Гриб *Fusarium moniliforme* Sheldon = *Gibberella fujikuroi* (Saw.) Wr. поражает не только семена, вызывая их загнивание, но нередко и только что появившиеся всхо-

ды, в результате чего происходит их загнивание или отмирание. Этот гриб может также вызвать гибель первичных корней у молодых проростков. Некоторые расы этого гриба более вредоносны, чем другие. Другой вид *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. может полностью воспрепятствовать прорастанию семени в холодной почве (при температуре ниже 18,3°). Гриб *Penicillium oxalicum* Currie ed Thom., кроме того, что он поражает эндосперм и таким образом приостанавливает прорастание, может также вызвать гибель всходов даже после появления третьего или четвертого листа. При этом листья вначале становятся сероватыми или серебристо-зелеными, а затем постепенно желтеют. Листья делаются мягкими, скручиваются и в конце концов отмирают. Растения не полегают, как растения, отмирающие в результате поражения грибом *Fusarium,* а сохраняют вертикальное положение и после своей гибели. Всходы, пораженные видами *Pythium* и *Helminthosporium* и в результате этого погибшие, имеют такие же симптомы.

Меры борьбы. Загнивание семян и поражение проростков можно в значительной мере предупредить путем тщательного отбора и протравливания семян, наряду с применением надлежащих агротехнических приемов. Семена должны быть вполне зрелыми и сухими, семенная оболочка по возможности без трещин и царапин, причиной появления которых часто бывает неправильная регулировка молотилки. Перед посевом семена следует протравливать хорошим дезинфицирующим средством, защищающим не только от грибов, переносимых семенами, но и в значительной мере от грибов, находящихся в почве (см. стр. 356). Для обеспечения хорошей густоты стояния растений посев следует производить в почву, достаточно прогретую для быстрого прорастания семян. Поле следует тщательно обработать, особенно в случае тяжелой почвы, и семена посеять в хорошо разрыхленную землю. Посев в холодную почву на дно борозд, только что проложенных листером, часто приводит к сильному загниванию семян и изреживанию травостоя. Загнивание семян чаще всего наблюдается у сорго фетерита, хигери, сортов Клаб и Уондер и других типов сорго, отличающихся мягкими семенами.

БОЛЕЗНИ, ПОРАЖАЮЩИЕ ЛИСТЬЯ

Болезни, поражающие листья сорго, различаются по степени вредоносности от мелких, не имеющих большого значения, пятен или полосок до поражения, охватывающего почти весь лист целиком. Степень поражения зависит от климатических условий, возбудителей заболевания и от степени восприимчивости данного сорта. Как правило, болезням листьев благоприятствуют высокие температуры и сырая погода.

Пораженные участки (пятна или полосы) обычно отличаются по окраске от остальных частей листа вследствие образования в растительных клетках химических веществ или пигментов при поражении их болезнями, насекомыми, а также при механических повреждениях. У большинства сортов сорго и суданской травы эта пигментация варьирует от красноватой или буровато-пурпурной до почти черной. У веничного сорго, большинства форм гаоляна и некоторых других сортов сорго пятна и полосы на листьях бывают красного цвета, тогда как у форм шэллю, сахарного сорго Леоти и суданской травы Тифт и Свит они рыжевато-коричневые. Тот или иной пигмент, имеющийся в образовавшихся на листьях пятнах, в значительной мере определяет окраску цветковых чешуй, а также пятен, имеющихся на семенах. Хотя окраска пораженных участков зависит до некоторой степени от сорта сорго, их форма и другие признаки различны для разных болезней и могут быть полезны для определения заболевания.

Болезни листьев вызываются бактериями или грибами. Бактериальные болезни характеризуются наличием капель или пленок эксудата, которые, высыхая, образуют тонкие корочки или чешуйки; на пятнах, появляющихся при поражении грибами, эксудата не образуется. Поверхность таких пятен в большинстве случаев бывает шероховата вследствие образования на ней плодовых тел гриба.

Бактериальные болезни листьев

В США бактериальные болезни листьев встречаются во всех районах возделывания сорго. Их развитию, подобно развитию большинства болезней листьев, благо-

приятствует теплая (24—29°) влажная погода. Организмы, вызывающие эти болезни, перезимовывают на семенах, на зараженном растительном материале, находящемся на поверхности почвы или заделанном в нее, а иногда на перезимовывающих растениях. Распространяются они ветром, дождевыми брызгами и насекомыми. Заражение происходит через устьица.

Обычно бактериальные болезни не вызывают серьезных потерь, поскольку, как правило, они развиваются полностью лишь после того, как растения достигнут полного развития. Однако в условиях теплой влажной погоды они могут быстро распространиться с нижних листьев на верхние, поражая половину или $^2/_3$ листовой поверхности. Это значительно снижает кормовую ценность культуры и может препятствовать хорошему наливу зерна.

В США известны три бактериальные болезни: два бактериоза и бактериальная пятнистость.

Меры борьбы. Рекомендуемые меры борьбы заключаются в проведении фитосанитарных мероприятий, протравливании семян и использовании устойчивых сортов. Уничтожение старых зараженных растительных остатков и зараженных перезимовавших растений, наряду с применением севооборота, снижает количество заразного начала, остающегося в поле до следующего года. Протравливание семян перед посевом устраняет возможность переноса возбудителя семенами. Сорт Леоти, Коди и шэллю, а также суданская трава Тифт и Свит, наряду с некоторыми гибридами этих сортов, обладают известной степенью устойчивости ко всем трем бактериальным болезням. Однако сахарное сорго, по-видимому, более восприимчиво к бактериозу, вызываемому *Pseudomonas andropogoni,* чем зерновое сорго или суданская трава. Кафрское сорго обладает относительной устойчивостью к бактериозу, вызываемому *Xanthomonas holcicola.*

Бактериоз, вызываемый *Pseudomonas andropogoni* (E. F. Sm.) Stapp,— наиболее серьезная и широко распространенная из бактериальных болезней сорго. Он поражает зерновое, кормовое и сахарное сорго, а также веничное сорго и суданскую траву.

У сорго болезнь характеризуется появлением длинных, сравнительно узких полос, несколько неправильной

формы, обычно красного цвета, вначале образующихся на нижних листьях. Полосы длиной от 6 мм до 22,5 см обычно расположены между жилками листа, но иногда сливаются и захватывают значительную часть поверхности листа. Концы полос или тупые, или вытянутые, зубчатые и заостренные. Окраска сплошная одноцветная по всей полосе. На полосах выступает обильная бактериальная слизь, или эксудат. Если она не будет смыта дождями, то при высыхании образуются красные корочки или тонкие чешуйки, особенно на нижней стороне листьев. Форма полос почти одинакова у всех сортов сорго, но окраска несколько изменяется в зависимости от сорта. Так, например, у сорта сахарного сорго Красный янтарь они светло-кирпичного цвета, у сорта Ранний янтарь и суданской травы — темно-пурпурно-красные, на кафрском сорго — буровато-красные, на некоторых других формах сорго от светло- до темно-коричневого цвета с желтовато-бурым эксудатом.

Бактериоз, вызываемый *Xanthomonas holcicola* (C. Elliott) Starr et Burk., поражает листья зернового сорго и гумая. На листьях образуются узкие водянистые прозрачные полоски шириной около 3 мм, а длиной от 2,5 до 15 см. Такие полоски могут появиться на растениях любого возраста от фазы всходов до почти полной спелости. Вначале изменение окраски не заметно, если не считать светло-желтых капель эксудата, выступающих на образующихся полосках. Позже края окрашиваются в красно-бурый цвет, на полосках появляются такого же цвета пятна, а через несколько дней полоски окрашиваются в красный цвет и уже не кажутся водянистыми или прозрачными. Частично полоски расширяются и образуют удлиненные овальные пятна с рыжевато-коричневой серединой и узкой красной каймой по краям. Если число их очень велико, то полоски сливаются, образуя удлиненные, неправильной формы пораженные участки, занимающие значительную часть пластинки листа, причем между красновато-бурыми полосками появляются участки более или менее омертвевшей ткани с темной узкой каймой по краям. На этой стадии бактериальный эксудат, ранее имевший вид светло-желтых капель на полосках, высыхает и превращается в тонкие белые или кремового цвета чешуйки.

Бактериальная пятнистость, вызываемая *Pseudomonas syringae* Van Hall, поражает листья зернового сорго, веничного сорго, суданской травы, гумая, жемчужного проса, могара и кукурузы. У сорго пятна появляются сначала на нижних листьях, а затем по мере приближения растения к зрелости инфекция распространяется и на верхние листья. Пятна, обычно круглой или неправильной эллиптической формы, от 1 до 8,5 мм в диаметре, могут появиться на любой части листа. Вначале они выглядят темно-зелеными и водянистыми, а через несколько часов на них появляется красная окраска. Вскоре они теряют водянистый внешний вид и становятся сухими светлоокрашенными в середине и красными по краям. Мелкие пятна часто бывают сплошь красными с крошечными впадинами в середине. Окраска краев пятен несколько варьирует в зависимости от сорта. У сорго шэллю она бывает не красной, а темно-бурой. Часто пятна бывают настолько многочисленны, что сливаются в большие пораженные участки и вызывают гибель всего листа.

Грибные болезни листьев

В США обычно встречается восемь различных грибных болезней, поражающих листья сорго: аскохитоз, антракноз, гельминтоспориоз, вызываемый *Helminthosporium turcicum,* пятнистость листьев, серая пятнистость листьев, гельминтоспориоз, вызываемый *Helminthosporium sorghicola,* сажистая полосчатость и ржавчина.

Аскохитоз, вызываемый грибом *Ascochyta sorghina* Sacc., довольно широко распространен в юго-восточных штатах. Эта болезнь поражает сорго, суданскую траву и гумай. Сначала появляются округлые или продолговатые светлые пятна. Затем, по мере того как гриб распространяется и поражает ткани листа, постепенно становится заметным красный или рыжевато-коричневый (в зависимости от сорта) пигмент. Вскоре на пятнах появляются черные крапинки — молодые плодовые тела гриба. На более старых листьях пятна бывают округлые или вытянутые, от сероватого до желтовато-бурого или пурпурно-красного цвета, обычно длиной от 3 до 25 мм и шириной от 1,6 до 6 мм. Пятна располагаются вдоль листа.

По мере увеличения пятна сливаются, так что размер пораженных участков очень различен. В некоторых случаях они окружены красноватой или рыжевато-коричневой каймой (в зависимости от сорта), в других — такой окраски не образуется. Иногда пигмент распределяется в виде мелких крапинок по всему пораженному участку. Наиболее характерным признаком аскохитоза является изобилие мелких черных плодовых тел (пикнид), обычно на поверхности пораженного, изменившего окраску участка, но иногда и на зеленых с виду здоровых частях листовой поверхности. Если пораженный участок листа потереть между пальцами, то можно почувствовать шероховатость, вызываемую твердыми выступающими плодовыми телами. К тому времени, когда листья отмирают и становятся сухими и тонкими, количество плодовых тел настолько увеличивается, что они покрывают бо́льшую часть поверхности листа. Подобные же поражения встречаются на листовых влагалищах и иногда на стеблях.

Степень вредоносности этой болезни до сих пор не установлена. Совершенно очевидно, что она снижает кормовую ценность растений, а также выход сахара из стеблей вследствие преждевременного изменения окраски и омертвения значительных участков листа. При уборке урожая теряется много сухих листьев. Гриб часто обильно плодоносит на колосковых чешуях, так что использование мякины является средством распространения болезни. Наблюдения показывают, что болезнь принимает наиболее серьезные размеры в тех случаях, когда сорго или суданскую траву возделывают на одном и том же участке в течение ряда лет, причем интенсивность поражения возрастает при бессменном возделывании этих культур. Сравнительно незначительные поражения сорго или суданской травы аскохитозом наблюдаются на опытных делянках, бывших до этого под другими культурами. До сих пор неизвестно, в течение скольких лет гриб может передаваться через почву.

По-видимому, существуют сортовые различия в степени восприимчивости сорго к аскохитозу. При предварительных испытаниях сравнительно устойчивыми оказались сорта: Шрок (зерновое сорго) и Стрейтнек, Сильвертоп и Мак-Лин (сахарное сорго). Один гибридный

сорт зернового сорта Смит (майло×кафрское), по-видимому, устойчив, тогда как другой, схожий с кафрским сорго и выделенный из гибридного материала от скрещивания кафрское Даун×(Канзасское оранжевое× × майло), устойчив не только к аскохитозу, но также к антракнозу, ржавчине и головне.

Меры борьбы. Сорго и суданскую траву не следует высевать на участке, где в предшествующем году наблюдались заболевания аскохитозом. Рекомендуется протравливание семян и возделывание устойчивых сортов.

Антракноз обычно поражает листья сорго, суданской травы, гумая и других злаков, выращиваемых во влажных районах южной части США. Сорта веничного сорго, за немногими исключениями, особенно к нему восприимчивы. Возбудителем болезни является гриб *Colletotrichum graminicolum* (Ces.) G. W. Wils., который переносится семенами, а также перезимовывает в почве и на растительных остатках, находящихся на ее поверхности. Часто болезнь поражает листья растений в фазе всходов и затем распространяется на остальные листья по мере их появления. Однако, как правило, листья не бывают сильно поражены до середины вегетационного периода, когда растения достигают фазы появления узлов.

Сначала на листьях появляются мелкие округлые или эллиптической формы пятна от 1,6 до 3,2 мм в диаметре. Пятна в зависимости от сорта бывают от рыжевато-коричневых до красновато-пурпурных. Позже пятна увеличиваются и иногда сливаются, охватывая большие участки листа. Средняя жилка листа, которая обычно бывает поражена наряду с листовой пластинкой, часто бывает сильно обесцвечена. Позже середина пятен становится серовато-рыжеватой. Исследование с помощью ручной лупы обнаруживает наличие многочисленных черных крапинок величиной с острие булавки, снабженных короткими жесткими волосками. Это плодовые тела гриба, которые во влажных условиях образуют розоватые массы спор. Дождь и ветер переносят эти споры на здоровые листья, где они вызывают новые заражения.

Опадение листьев, вызываемое антракнозом, снижает кормовую ценность растений и у очень восприимчивых

сортов может уменьшить содержание сахара в стеблях. Возможно также снижение отношения количества сахарозы к количеству инвертных сахаров.

Меры борьбы. Сплошная обработка почвы и применение севооборота во избежание посева сорго на полях, где в предыдущем году выращивалось сорго, суданская трава или гумай, способствуют некоторому снижению потерь, вызываемых антракнозом. Однако основным способом борьбы является возделывание устойчивых сортов. Сорта Атлас и Плантер высокоустойчивы. Из остальных 50 испытанных сортов сахарного сорго ни один не оказался настолько устойчивым, чтобы считаться перспективным. Большинство сортов зернового сорго менее восприимчивы к антракнозу, чем сорта сахарного и веничного сорго. Хигери, Западное черноплечатое кафрское и Мартин устойчивы.

Гельминтоспориоз, вызываемый грибом *Helminthosporium turcicum* Pass., наиболее распространен в более теплых и влажных равнинных районах южных и юго-восточных штатов вдоль берегов Атлантического океана и Мексиканского залива, где эта болезнь вызывает серьезные потери сорго и суданской травы. Она поражает также кукурузу. По-видимому, это наиболее опасная болезнь суданской травы в указанной области. Гриб — возбудитель заболевания — распространяется с семенами, а также перезимовывает в почве на разлагающемся растительном материале. Он может вызвать загнивание семян и поражение проростков сорго и суданской травы, особенно в холодной и чрезмерно сырой почве. В подобных условиях проростки легко заражаются и либо погибают, либо образуют недоразвитые растения. На листьях пораженных всходов обычно появляются мелкие красновато-пурпурные или желтовато-рыжеватые пятна. Эти пятна в условиях, благоприятных для их развития, увеличиваются и сливаются, а листья сморщиваются, увядают и принимают серую окраску с пурпурным оттенком. На зараженных листьях более старых, но не погибших растений пятна постепенно увеличиваются, принимая удлиненную эллиптическую форму и достигая в ширину 3,2—12,7 мм, а в длину — нескольких сантиметров. В результате слияния этих пятен отмирают большие участки листьев, которые затем увядают настолько, что сильно пораженные растения имеют вид

как бы поврежденных морозом. Середина пятен обычно бывает сероватого или соломенно-желтого цвета, а края красновато-пурпурной или рыжевато-коричневой окраски (в зависимости от сорта).

В теплую влажную погоду в центре пятен образуется зеленоватая, похожая на плесень, поросль спор. Споры разносятся ветром или дождем и заражают здоровые листья. При благоприятных погодных условиях эта болезнь быстро распространяется и может причинить серьезный ущерб, вызвав гибель части или всех листьев до того, как растение достигнет зрелости.

Меры борьбы. Наилучшим средством борьбы с этой болезнью является выведение устойчивых сортов. Следующие сорта зернового сорго обладают некоторой устойчивостью: большинство сортов кафрского сорго и некоторые его гибриды: Куадрун, Раннее хигери, Спер фетерита, шэллю, Смит (майло×кафрское), Даун× ×(Канзасское оранжевое×майло), а также сорта сахарного сорго Атлас, Мак-Лин, Гузенек, Норкан, Дентон и Каупер. Применение севооборота не является эффективным способом борьбы, так как гриб, находящийся в почве, сохраняет жизнеспособность в течение нескольких лет. Протравливание семян до некоторой степени предупреждает заражение проростков и распространение болезни в новые районы.

Пятнистость листьев, вызываемая грибом *Gleocercospora sorghi* D. Bain et Edg., поражает сорго, суданскую траву, гумай, а также сахарный тростник, кукурузу и жемчужное просо. Она встречается в штатах Мэриленд, Виргиния, Северная Каролина, Южная Каролина, Джорджия, Флорида, Миссисипи и Луизиана. На листьях сорго появляются бросающиеся в глаза красновато-пурпурные полосы, чередующиеся с рыжевато-коричневыми или соломенно-желтыми участками и образующие таким образом полосатый узор. Пятна часто появляются по краям листа, образуя узоры полукруглой формы (рис. 1, *А*), встречаются они и на других частях листа, где принимают более или менее округлую форму, причем неровность их краев становится более заметной (рис. 1, *Б*). Размеры этих неровных пятен очень различны. Сначала пятна достигают лишь нескольких миллиметров в диаметре, но с течением времени они увеличиваются до нескольких сантиметров в длину и, если



Рис. 1. Пятнистость листьев, вызываемая грибом *Gleocercospora sorghi.*
А — на сорго сорта Атлас; *Б* — на гумае. (Оба снимка слегка увеличены.)

их много, то часто сливаются, охватывая бо́льшую часть поверхности листа.

Относительно вреда, приносимого этой болезнью, почти ничего не известно. Но, если растения настолько сильно поражены, что листья преждевременно погибают, кормовая ценность культуры, несомненно, снижается.

Меры борьбы. Вполне надежные способы борьбы пока не известны. Поскольку гриб был обнаружен на чешуях и семенах, можно предполагать, что посев незараженными или надлежащим образом протравленными семенами может способствовать предупреждению болезни. Сорта, обладающие высокой устойчивостью к этой болезни, не известны.

Серая пятнистость листьев, или церкоспороз, вызываемый грибом *Cercospora sorghi* Ell. et Ev., встречается на сорго, суданской траве, гумае и кукурузе. Однако нет полной уверенности в том, что кукурузу и сорго поражают одни и те же расы гриба. Болезнь имеет второстепенное значение, но иногда она является причиной сильной пятнистости листьев сорго в некоторых более влажных и теплых районах, в особенности в штатах, расположенных вдоль побережья Мексиканского залива. Эта болезнь обычно встречается на гумае, растущем по обочинам больших дорог и вдоль изгородей.

Чаще всего пятна бывают красновато-пурпурного цвета, но у некоторых сортов они рыжевато-коричневые. Мелкие пятна не отличимы от пятен, вызываемых другими заболеваниями, но с течением времени они становятся длинными и узкими, располагаясь, как правило, между жилками листа. Эти длинные узкие пятна иногда сливаются, вызывая таким образом отмирание больших участков листьев. По мере увеличения пятна обычно покрываются серовато-белым пушком, состоящим из плодовых тел гриба.

Меры борьбы. Как и в случае других болезней листьев сорго, выведение устойчивых сортов, по-видимому, является наиболее надежным способом борьбы с болезнью. Однако реакция различных сортов сорго на это заболевание до сих пор еще не известна.

Гельминтоспориоз, вызываемый грибом *Helminthosporium sorghicola* Lefebvre et Sherwin, встречается на сорго, суданской траве и гумае. Эта болезнь была обнаружена в штатах Флорида, Джорджия, Луизиана, Северная Каролина и Техас. На листьях образуются мелкие, хорошо очерченные пятна, рыжевато-коричневые — на суданской траве сорта Тифт и на некоторых других гибридах сорта Леоти и красновато-пурпурные — на обыкновенной суданской траве и на других сортах сорго. У более старых поражений светлая середина окружена чередующимися темными и светлыми кольцами, так что пятна выглядят похожими на мишень. Размеры пораженных участков различны, от мельчайших округлых или эллиптической формы пятнышек до удлиненных пятен, более или менее ограниченных в длину жилками листа. Пятна иногда сливаются, захватывая бо́льшую часть поверхности листа. В обычных полевых условиях гриб плодоносит очень скудно, а поэтому распространяется медленно. В условиях очень влажной атмосферы споры образуются в изобилии.

Меры борьбы. Возделывание устойчивых сортов является, по-видимому, наилучшим способом борьбы. Реакция сортов сорго на эту болезнь еще не изучена; поэтому до сих пор не было выведено устойчивых сортов. Возбудитель может переноситься с семенами, а поэтому эффективное протравливание семян предупреждает распространение болезни в новые области зараженными семенами.

Сажистая полосчатость, вызываемая грибом *Ramulispora sorghi* (Ell. et Ev.), Olive et Lefebvre, встречается на сорго, суданской траве и гумае. Эта болезнь наблюдалась в штатах Алабама, Арканзас, Флорида, Джорджия, Иллинойс, Луизиана Миссисипи, Северная Каролина, Оклахома и Техас на многих сортах сорго, а также на суданской траве и гумае.

Болезнь поражает листья и листовые влагалища. На листьях сначала появляются мелкие продолговатые красновато-пурпурные пятна, которые затем превращаются в заметные удлиненно-эллиптические пораженные участки с пурпурными краями и с соломенно-желтыми центрами омертвевшей ткани. Эта омертвевшая ткань в центре пятен обычно более или менее густо усеяна мелкими черными телами (склероциями гриба), которые придают пораженному участку сажистый вид, откуда и произошло название болезни — сажистая полосчатость.

Меры борьбы. Возделывание устойчивых сортов является наиболее перспективным способом борьбы. Однако в настоящее время определенно устойчивые сорта не известны.

Ржавчина сорго, возбудителем которой является гриб *Puccinia purpurea* Cke., поражает большинство сортов сорго, суданскую траву и гумай. Она часто встречается во влажных прибрежных районах Мексиканского залива, а иногда, в годы с большим количеством осадков, и в более северных штатах, как Канзас и Индиана. Обычно ржавчина остается не замеченной до полного развития семян, так что ущерб, наносимый ею зерновому сорго, сравнительно незначителен. Однако сильное поражение ржавчиной приводит к тому, что листья высыхают и обламываются, что ведет к снижению кормовой ценности культуры.

Ржавчина появляется на листьях в виде выпуклых пустул или вздутий, покрытых буроватой оболочкой, которая со временем разрывается и освобождает споры темно-каштанового цвета. Такие пустулы образуются как на верхней, так и на нижней стороне листа. Перед образованием пустул в местах заражения можно различить мелкие пятнышки пурпурного, красного или рыжевато-коричневого цвета. По мере развития пустул окрашенные участки вокруг них увеличиваются, так что

значительная часть поверхности листьев может погибнуть. Каким образом перезимовывает гриб — возбудитель ржавчины, не известно, но обилие растений гумая на юге США наводит на мысль, что это растение может служить основным хозяином, на котором перезимовывает этот гриб. При преобладании влажной погоды ржавчина может распространиться в более северные районы, где сорго созревает позже.

Меры борьбы. Возделывание устойчивых сортов является единственным надежным средством борьбы. Майло, некоторые гибридные линии, произошедшие от майло, шэллю, по-видимому, обладают высокой устойчивостью. Сорта кафрского и сахарного сорго умеренно, а сорта фетериты очень восприимчивы к ржавчине.

Изменения окраски листьев непаразитарного происхождения

Под влиянием некоторых окружающих условий или наследственных факторов иногда на листьях сорго и суданской травы появляются симптомы, которые часто принимают за симптомы бактериальных или грибных болезней. Очень часто на листьях сорго встречаются интенсивно окрашенные пятна или полоски без каких-либо иных признаков заболевания. Некоторые сорта сорго более склонны к образованию подобных пятен, чем остальные. Эти пятна и полоски не покрыты бактериальным эксудатом или чешуйками; внутри и вокруг них, как правило, не образуется участков омертвевшей ткани; на их поверхности нет никаких признаков присутствия мицелия или плодовых тел гриба. В значительной мере причиной этой непаразитарной пятнистости являются механические повреждения, производимые ветром, частицами песка или уколами насекомых. Если саранчовые приманки, содержащие мышьяк, или гербициды, содержащие соединения хлора, попадают на листья сорго, они вызывают ожоги, в результате которых на листьях появляются характерные неправильной формы пятна, напоминающие пятна при паразитарных заболеваниях листьев. Однако часто причиной пятнистости листьев являются неинфекционные физиологические процессы распада тканей листа. Иногда растения бывают поражены настолько, что обесцвечивание охватывает

бо́льшую часть их листовой поверхности. Окраска пятен бывает или сплошная, или в виде концентрических кругов или неправильных рисунков. Установлено, что некоторые типы рисунка наследственны.

Одним из наиболее обычных типов непаразитарного обесцвечивания листьев является хлороз (пожелтение или желтая полосчатость) листьев вторично отрастающих растений сорго и суданской травы. Предполагают, что причина такого состояния заключается в недостатке питательных веществ, но истинная природа этого до сих пор точно не установлена. Сорта различаются по интенсивности хлоротических явлений у новых побегов, отрастающих после уборки основной культуры. Подобное же хлоротическое состояние растений основной культуры наблюдается у некоторых сортов сорго, в частности у форм майло, возделываемых на сильно известковых почвах, особенно при наличии выходов известковых отложений, состоящих преимущественно из углекислого кальция. Некоторые хлоротические явления носят определенно наследственный характер. Селекционерам удалось выделить многочисленные формы, образующие белые или желтые проростки, или растения с полосатыми листьями и стеблями.

Меры борьбы. Способ борьбы как с наследственными дефектами, так и с дефектами, вызываемыми недостаточностью питательных веществ, различно влияющих на разные сорта, заключается в выборе сортов или семенного материала, образующих исключительно нормальные, здоровые растения.

БОЛЕЗНИ, ПОРАЖАЮЩИЕ МЕТЕЛКИ

Практически единственными болезнями, поражающими почти исключительно метелки, являются различные виды головни, хотя некоторые стеблевые и корневые гнили иногда также задерживают нормальное развитие метелок. В США сорго поражают три вида головни: твердая головня, пыльная головня и головня, вызываемая грибом *Sphacelotheca reiliana.*

Твердая головня, вызываемая грибом *Sphacelotheca sorghi* (Lk.) Clint., поражает растения всех групп сорго, включая гумай. Твердая головня — наиболее вредоносная болезнь сорго в США. Хотя она встречается всю-

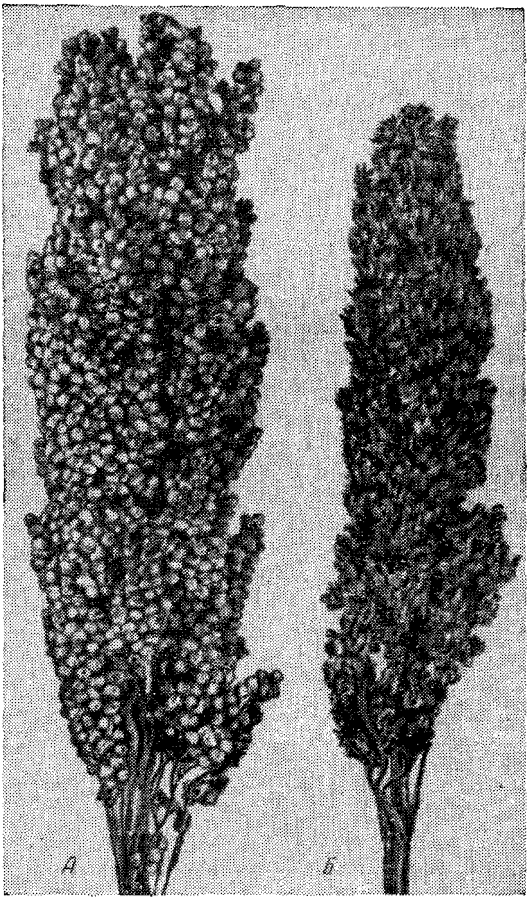


Рис. 2. Твердая головня сорго.
А — здоровая метелка; *Б* — зараженная метелка, на которой вместо зерен образовались массы головневых спор.

ду, где возделывают сорго, но распространена она преимущественно в штатах Канзас, Оклахома и Техас. Обычно все зерна (а иногда лишь часть их) на больном растении бывают поражены головней. Вместо зерен на пораженных метелках образуются цилиндрические или конусообразные головневые вздутия (рис. 2). Вначале

они бывают покрыты светло-серой или бурой пленкой, которая позже разрывается и освобождает темно-бурые споры. Некоторые из освобожденных таким образом спор, рассеиваясь в поле, попадают на соседние здоровые метелки, но большинство спор остается внутри вздутий до обмолота. При молотьбе вздутия разрушаются, а споры попадают на здоровые семена.

При посеве таких зараженных семян споры прорастают одновременно с семенами. Гриб проникает в ткани развивающегося проростка и продолжает расти в скрытом виде внутри тканей растения до тех пор, пока после колошения не обнаружатся головневые вздутия, образующиеся вместо зерен. Растения, пораженные твердой головней, с виду кажутся нормальными, за исключением пораженных метелок.

Известно по крайней мере пять форм, или рас, твердой головни. Они различаются по способности поражать те или иные сорта сорго. Насколько известно, все промышленные сорта сахарного, кафрского и веничного сорго, дурра и суданской травы восприимчивы ко всем пяти расам, так же как и некоторые другие сорта, включая дарсо, Шрок (Сагрон) и Фрид карликовое. Хигери и чистые сорта майло устойчивы к расе 1, наиболее распространенной расе твердой головни, а также к некоторым другим ее расам, но восприимчивы к расе 2. Часто раса 2 поражает у майло и хигери не всю метелку, тем не менее она нередко является причиной серьезных потерь.

Сорт Гарно и обыкновенная, или стандартная, фетерита в общем устойчивы ко всем расам твердой головни, за исключением расы 3, к которой они умеренно восприимчивы. Расы 4 и 5 поражают некоторые сорта и гибриды, восприимчивые к расе 1 и различающиеся по степени восприимчивости к расам 2 и 3. Насколько известно, Спер фетерита и некоторые гибриды, произошедшие от нее, обладают высокой степенью устойчивости или даже иммунны ко всем расам твердой головни.

Меры борьбы. Эффективными мерами борьбы служат: правильное протравливание семян, посев семян, свободных от головни, возделывание устойчивых сортов. Так как нельзя быть уверенным в том, что семена совершенно свободны от спор головни и поскольку устойчивые сорта имеются не у всех типов сорго, протравли-

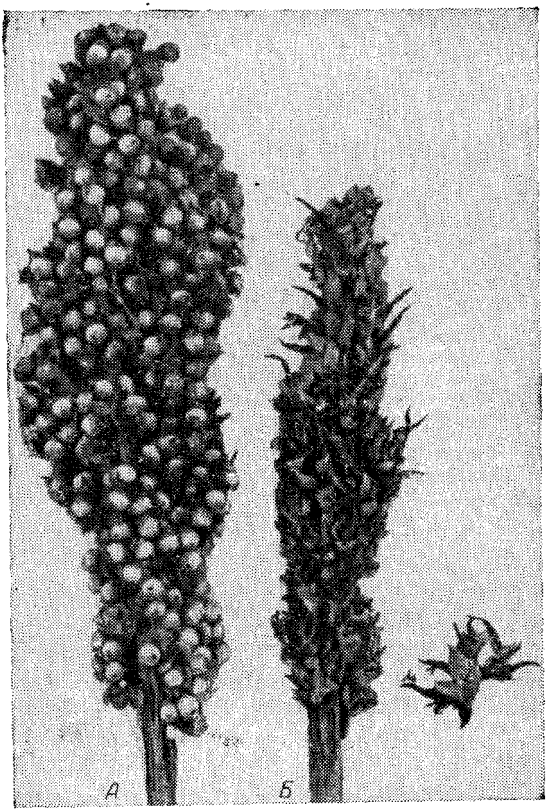


Рис. 3. Пыльная головня сорго.

А — здоровая метелка; *Б* — зараженная метелка, на которой вместо зерен образовались массы головневых спор, значительная часть которых унесена ветром; после них остались выступающие колонки.

вание семян является наиболее рациональным способом борьбы (см. стр. 356).

Пыльная головня, вызываемая грибом *Sphacelotheca cruenta* (Kuehn.) Potter., значительно менее распространена, чем твердая. Она поражает растения всех групп сорго, включая суданскую траву и гумай, хотя ряд сортов, принадлежащих к некоторым группам, обладают иммунитетом или высокой степенью устойчивости.

Вздутия, образуемые пыльной головней, имеют удли-

ненную, заостренную форму, а тонкая пленка, покрывающая их, обычно разрывается вскоре после того, как вздутия достигают полных размеров. Большинство темно-бурых спор вскоре уносится ветром, а в средней части бывшего вздутия остается лишь длинный, темный, заостренный, изогнутый стержень, называемый колонкой (рис. 3). Как и в случае твердой головни, споры гриба переносятся семенами и прорастают вскоре после посева семян, когда гриб внедряется в молодое растение сорго. Здесь гриб продолжает развиваться в скрытом виде, и лишь после колошения на метелках вместо зерен появляются длинные заостренные головневые вздутия. Однако в противоположность твердой головне пыльная головня вызывает задержку роста зараженных растений и часто усиленное ветвление.

Возбудитель пыльной головни, помимо того, что, переносясь семенами, заражает проростки сорго, может вызвать и вторичное заражение: споры с пораженной метелки могут заразить и вызвать образование вздутий на поздно появившихся метелках у растений, здоровых в остальных отношениях.

Имеются, по крайней мере, две расы пыльной головни, различающиеся по своей способности поражать растения различных групп сорго.

Меры борьбы с пыльной головней те же самые, что и с твердой, а именно: протравливание семян, посев незараженными семенами и возделывание устойчивых сортов. Средства, употребляемые для протравливания семян против твердой головни, пригодны также и для борьбы с пыльной головней. Сорта, устойчивые к пяти расам твердой головни, обычно бывают устойчивы и к расам пыльной головни.

Головня, вызываемая грибом *Sphacelotheca reiliana* (Kuehn) Clint., поражает сорго, суданскую траву и до некоторой степени кукурузу. Она не распространена в США, но иногда поражает растения на отдельных полях некоторых сортов сорго в Канзасе. Хотя эта головня известна в США с 1890 г., общие потери, вызываемые ею, невелики.

Ее можно отличить от остальных видов головни потому, что она разрушает всю метелку, превращая ее в массу темно-бурых пылевидных спор (рис. 4). Головня становится заметной в период колошения, когда круп-

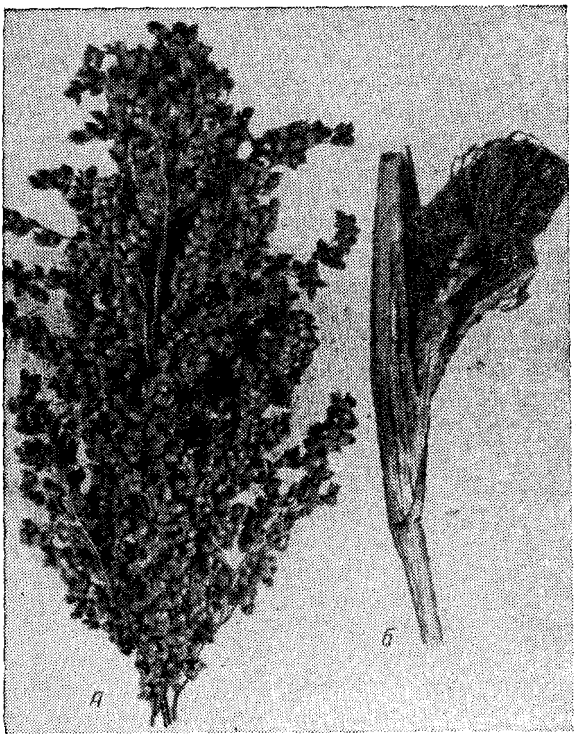


Рис. 4. Головня, неражающая метелку у сахарного сорго Леоти.

А — здоровая метелка; *Б* — метелка, пораженная головней.

ные вздутия выступают из влагалищ листьев. Сначала вздутие бывает покрыто беловатой пленкой, которая вскоре разрывается и освобождает споры, разносимые ветром и дождем и попадающие на почву и растительные остатки, где они и перезимовывают. Следующей весной и летом эти споры прорастают и образуют более мелкие споры другого типа, которые, в свою очередь, заражают растения сорго. Проникнув в ткани растения, гриб растет внутри него до наступления фазы колошения, когда обнаруживаются головневые вздутия.

Вследствие того что гриб сохраняется в почве, растения сорго, выросшие из чистых семян, высеянных в

зараженную почву, могут быть заражены этой головней. Кроме того, споры из распавшихся вздутий также могут заразить семена, образовавшиеся на соседних здоровых растениях. При посеве таких зараженных семян гриб может быть внесен в ранее не зараженную почву. Однако заражение растений и поражение метелок вызывается главным образом теми спорами, которые находятся в почве.

Меры борьбы. Соблюдение фитосанитарных правил является основным средством борьбы с этой головней. Если семена, полученные с поля, на котором имеются пораженные головней растения, используют для посева в незараженную почву, то их следует предварительно обработать каким-нибудь эффективным фунгицидом (см. стр. 356) во избежание распространения болезни в ранее не зараженной почве. Если головня будет обнаружена в поле, то зараженные растения или хотя бы имеющиеся на них вздутия следует удалить и сжечь до освобождения спор. Это вполне осуществимо на большинстве полей, где обнаружено заболевание, поскольку поражены бывают лишь немногие растения.

Своевременное уничтожение головневых вздутий обычно ведет к уничтожению болезни в течение нескольких лет. По-видимому, эта головня сильно поражает только сорта сахарного сорго, дурра и сорта, произошедшие от гибридов, полученных в результате скрещивания с этими группами сорго. Кафрское сорго и суданская трава умеренно восприимчивы; майло, фетерита и веничное сорго почти не поражаются.

БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ЗАГНИВАНИЕ КОРНЕЙ И СТЕБЛЕЙ

Из болезней корней и стеблей наиболее серьезное значение имеют: корневая гниль, вызываемая грибом *Periconia circinata,* слабость стержня метелки и стеблевая гниль. За исключением корневой гнили, которая при некоторых условиях может проявиться в сравнительно ранней фазе развития растений, эти болезни обычно обнаруживаются лишь у почти созревших растений.

Корневая гниль, возбудителем которой является гриб *Periconia circinata* (Mang.) Sacc., особенно опасна для сортов майло. Она была обнаружена в 1925 г. в штатах

Техас и Канзас на орошаемых землях, находившихся в течение нескольких лет под культурой майло. С тех пор эта болезнь наблюдалась много раз на полях сорго в западных районах указанных выше штатов, а также в штатах Оклахома, Нью-Мексико, Небраска, Аризона и Калифорния.

Насколько известно, корневая гниль не поражает сорго при возделывании его на целине или вообще на почвах, не бывших ранее под майло или гибридами майло, включая дарсо. Это наиболее серьезная из известных болезней, поражающих майло, дарсо и их гибриды, и, до того как были выведены устойчивые к ней сорта, она являлась лимитирующим фактором при возделывании этих сортов в зараженных областях. Другие виды сорго, за немногими исключениями, не подвержены корневой гнили.

На сильно зараженной почве болезнь можно обнаружить через 3—4 недели после посева, когда высота растений достигает лишь 15—23 см. Первым признаком заболевания служит задержка роста растений и легкое скручивание листьев, причем у более старых листьев концы и края становятся светло-желтыми и засыхают. Пожелтение и засыхание усиливается, охватывая все листья; растения погибают обычно еще до колошения. Растения выглядят так, как если бы они пострадали от чрезмерной засухи, щелочности или растительноядных клопов. На менее сильно зараженных почвах болезнь может не проявиться до времени колошения. В таких случаях болезнь развивается медленно; слабый рост растений может продолжаться до конца сезона; такие растения образуют мелкие, слабовыполненные метелки.

Болезнь поражает корни до того, как на надземных частях растений появляются симптомы заболевания. Когда пораженные растения достигают нескольких сантиметров высоты, исследование показывает набухание и побурение или покраснение наружных частей корней. В дальнейшем мягкая гниль разрушает большинство или все мелкие корни и наружные части более крупных корней, в то время как центральная часть крупных корней становится темно-красной или бурой. Ткани у основания корневой шейки также становятся темно-красными, и такое изменение окраски распространяется на

основание стебля. Болезнь обычно определяют, расщепив основание больного растения и обнаружив темно-красную окраску тканей внутри, выше и ниже корневой шейки.

Болезнь, раз появившаяся в поле, с каждым годом усиливается, пока на нем возделывают майло и другие восприимчивые сорта сорго. Сначала болезнь появляется в немногих отдельных пунктах, где растения задерживаются в росте, а иногда преждевременно погибают. На следующий год пораженные участки поля увеличиваются, а растения на этих участках бывают поражены более сильно. На третий год, в случае возделывания восприимчивого сорта, все растения могут полностью погибнуть в начале вегетационного периода.

Болезнь может распространяться через почву или переноситься водой, стекающей со склона, или поливной водой, а также сельскохозяйственными орудиями, почвой, сдуваемой ветром, при всяком другом переносе почвы с зараженных полей. Небольшие площади сильно зараженной почвы можно эффективно стерилизовать паром, формальдегидом, хлорпикрином или какими-либо иными средствами, но это слишком дорого стоит и неосуществимо в полевых условиях.

Некоторые отклонения от нормы у растений сорго, вызываемые окружающими условиями или наследственными факторами, принимают иногда за симптомы корневой гнили. Так, например, иногда в понижениях на орошаемом поле, где почва была частично заболочена после временного затопления поливной водой, встречаются недоразвившиеся или розеточные растения сорго. У таких растений корни развиты слабо; можно полагать, что плохое состояние растений объясняется недостаточной аэрацией влажной почвы. В то же время задержка роста, скручивание и обесцвечивание листьев являются симптомами корневой гнили.

Наследственный дефект — неспособность к образованию метелки, а иногда и боковых побегов на большинстве стеблей у растений, унаследовавших эту особенность, также иногда принимали за признак корневой гнили. Спонтанное появление этого дефекта наблюдалось у некоторых сортов, устойчивых к этой болезни.

Меры борьбы. Единственный эффективный способ борьбы — возделывание устойчивых сортов. В на-

стоящее время выведены высокоустойчивые сорта майло всех желательных типов, которые в недавнем прошлом были восприимчивы к данной болезни. Эти сорта в значительной мере вытеснили восприимчивые сорта. Сорта зернового сорго, пригодные для уборки комбайном и в настоящее время широко возделываемые, обладают устойчивостью к этой болезни.

Сорта кафрского, сахарного и веничного сорго, фетерита, а также ряд менее распространенных сортов или групп сорго в общем устойчивы к этой болезни, и их можно без всякого риска возделывать на заведомо зараженной почве.

Севооборот не является перспективным способом борьбы с корневой гнилью вследствие того, что этот гриб-возбудитель сохраняется в почве в течение нескольких лет.

Слабость стержня метелки. В некоторых районах слабость стержня метелки является серьезной проблемой с тех пор, как стали применять уборку зернового сорго комбайном. Основной и наиболее нежелательный признак слабости стержня метелки заключается в надламывании цветоножек, или верхней части стеблей, в результате чего метелки падают на землю и не подбираются комбайном (рис. 5).

Слабость стержня метелки является следствием перезрелости растений, сопровождаемой врожденной слабостью тканей стержня (центральной оси метелки) и цветоножки (верхней части стебля), особенно у главного стебля некоторых карликовых сортов сорго. До применения комбайна зерновое сорго обычно убирали вскоре после созревания зерна, пока ткани стержня метелки сохраняли еще влажность и упругость. В настоящее время сорго убирают комбайном, часто спустя много времени после созревания зерна, и, как правило, после наступления заморозков, когда верхняя часть стебля уже успевает высохнуть, а зерно при обмолоте бывает достаточно сухим для безопасного хранения.

В этих условиях у растений некоторых карликовых сортов, из которых многие произошли от майло, стержни метелок часто обламываются у основания цветоножки, которая к этому времени успевает высохнуть и стать губчатой, вследствие чего во влажную погоду она сильно поглощает влагу, размягчается и легко обламывается

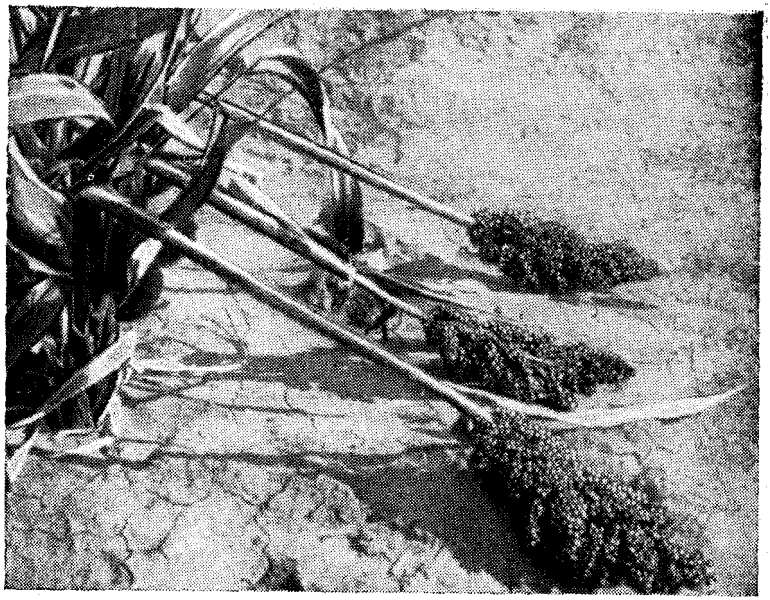


Рис. 5. Слабость стержня метелки у сорта *майло Колби*. Растения, у которых цветоножки (верхняя часть стебля) надломились у основания.

под действием ветра или под тяжестью метелки. Влагалище листа, охватывающее основание цветоножки, обычно содержит слизистую жидкость, представляющую собой смесь воды и медвяной росы, в которой развиваются гнилостные бактерии и грибы. Эта жидкость не только размягчает и расслабляет цветоножку, но также является убежищем для бактерий и грибов, проникающих в ткани сломанного стебля и вызывающих его загнивание, что является последней стадией болезни.

У очень низкорослых растений загнивание цветоножки не всегда сопровождается надламыванием, поскольку ее поддерживает охватывающее листовое влагалище. Однако метелки, образовавшиеся на вторичных стеблях таких низкорослых растений, могут обломиться вследствие бо́льшей длины цветоножки, выступающей из влагалища, которое не может ее поддержать. Некоторые сорта, особенно Мидленд и сорта сахарного и в

значительной мере кафрского сорго, менее подвержены этому заболеванию вследствие того, что у этих сортов верхняя часть стебля и средняя ось метелки остаются зелеными и плотными еще в течение долгого времени после созревания и высыхания семян.

Плохое развитие метелок и образование легковесных тусклых семян часто связывают со слабостью стержня метелки. Однако такая зависимость, хотя и часто наблюдается, не всегда имеет место. Такие метелки образуются в результате засухи и чрезмерной жары, наступающих в то время, когда зерно находится в фазе молочной спелости. Это препятствует надлежащему наливу зерен и вызывает их преждевременное созревание.

Меры борьбы. Поскольку слабость стержня метелки является сортовым признаком, защитные мероприятия сводятся к выведению и возделыванию типов зернового сорго, пригодных для уборки комбайном, у которых стебли долго остаются зелеными после созревания зерна. В настоящее время широко возделываются два таких сорта — Уэстленд и Мидленд. Другой способ избежания потерь заключается в выведении комбайновых сортов с прочной соломиной, которая может поддерживать метелку после высыхания цветоножки.

ГНИЛИ СТЕБЛЯ[1]

Гниль стебля, хотя, несомненно, и ранее существовавшая в районах возделывания сорго, не вызывала, по-видимому, серьезных потерь на больших площадях до 1938 г., когда в Техасе на полях сорго наблюдалось сильное полегание растений. С тех пор эта болезнь стала принимать все большие размеры. Вначале гниль стебля и полегание приписывали действию гриба, вызывающего угольную гниль, но в настоящее время предполагают, что в развитии этой болезни принимают участие несколько других грибов. Некоторые из них проникают в ткани растения через поранения, вызываемые насекомыми, или через механические повреждения. Вероятно, бактерии также проникают в стебель растения и способствуют его набуханию и загниванию.

---

[1] Составлено в сотрудничестве с Е. К. Таллис, фитопатологом при отделе зерновых культур и их болезней.

Симптомы стеблевой гнили варьируют в зависимости от причины и местоположения первоначальной инфекции. Если вредоносные грибы или бактерии проникают в верхнюю часть стебля, или цветоножку, то повреждение не распространяется за пределы цветоножки и оси соцветия. У некоторых сортов это может вызвать преждевременное созревание метелки, высыхание оси соцветия и цветоножки и обламывание верхней части стебля, как в случае типичной слабости стержня метелки, тогда как нижняя часть стебля может остаться здоровой и боковые побеги, отрастающие от нижних узлов, могут образовать здоровые метелки. Наиболее опасно заражение нижней части стебля, особенно если оно происходит через поранения у основания стебля. Наружные симптомы такого заражения вначале заключаются в набухании стебля. Иногда на его поверхности и на жилках листовых влагалищ и листьев появляется красное или пурпурное окрашивание или полоски. Позже наблюдается образование плохо развитых зерен, преждевременное созревание и нередко размягчение основания стебля, что вызывает полегание растений. Сердцевина стебля набухает или обесцвечивается, иногда оба эти признака появляются одновременно, а на сосудистых пучках или волокнах образуются полоски. Внутренние ткани корней пораженных растений также набухают и обесцвечиваются, а кончики пораженных корней часто отмирают.

Возбудителями стеблевой гнили считают четыре вида грибов. Хотя ни один из них не является единственной причиной заболевания, но каждый играет при этом некоторую роль. Они вызывают следующие заболевания: угольную гниль, фузариоз, гниль, вызываемую грибом из рода *Colletotrichum,* и ризоктониоз. Несомненно, и другие организмы, включая бактерии, принимают большое участие в общем комплексе стеблевой гнили. Стеблевая гниль появляется после периода засухи, сильной жары или других неблагоприятных условий, ослабляющих растение. Заболеванию благоприятствуют также повреждения стебля, корневой шейки или корней орудиями обработки, насекомыми, ветром и градом и другими факторами, открывающими пути для проникновения в организм растения вредоносных грибов и бактерий.

Меры борьбы. До сих пор еще не разработаны определенные способы борьбы с этими четырьмя формами стеблевой гнили. Наиболее перспективным способом борьбы является возделывание устойчивых сортов. Некоторые сорта обнаруживают устойчивость к угольной гнили и к гнили, вызываемой грибом *Colletotrichum*. Сведений относительно устойчивости к другим видам стеблевой гнили почти не имеется. Севооборот и некоторые другие агротехнические приемы могут принести некоторую пользу, так же как и борьба с насекомыми, повреждающими стебли растений сорго и оставляющими на них поранения, через которые проникают грибы — возбудители стеблевой гнили.

Угольная гниль. С 1938 г. угольная гниль, вызываемая грибом *Macrophomina phaseoli* (Maub.) Ashby, явилась причиной серьезных потерь на полях сорго в штатах Техас, Оклахома, Канзас, Небраска и Нью-Мексико. Она встречается также в Калифорнии, Иллинойсе, Индиане, Мэриленде и в других штатах. Появляется она более или менее спорадически. Возможно, что ее появление связано с последовательностью культур, наряду с некоторыми неблагоприятными почвенными и погодными условиями, как, например, сильная жара или засуха в критической фазе развития растений. Болезнь чаще появляется на более сухих участках поля, в верхних частях террас, на холмах или в местах, где почву подстилает крупнозернистый песок или гравий.

Обычно повреждения растений, причиной которых является угольная гниль, становятся заметны по мере приближения растений к зрелости, когда обнаруживаются слабовыполненные метелки с легковесными зернами, а также преждевременное созревание и высыхание целых стеблей, из которых многие полегают. Пораненные стебли размягчаются и обесцвечиваются у основания, сердцевина разлагается, а отделившиеся сосудистые волокна выглядят растрепанными.

На этой стадии заболевания часто обнаруживается обильная плесневидная поросль розовых или белых спор гриба *Fusarium*, который наряду с обычно имеющимися здесь бактериями, вероятно, принимает участие в разрушении стебля. Вскоре затем пораженные стебли обламываются у основания. Если вслед за этой стадией

болезни наступает сухая жаркая погода, то сосудистые волокна внутри стебля покрываются мелкими черными телами, различимыми невооруженным глазом. Это плотные массы мицелия, известные под названием склероций, образуются грибом — возбудителем заболевания. Склероции встречаются вплоть до третьего и даже до четвертого междоузлия, или узла, а также в корневой шейке и главных корнях.

При разложении корней и стерни склероции попадают в почву, где они прорастают, образуя нити мицелия, которые могут заразить корни растений 30 культур (кукуруза, красный клевер, люцерна, леспедеца, хлопчатник, сахарная свекла, картофель, батат, подсолнечник, коровий горох, соя, а также несколько видов и разновидностей гороха и фасоли).

Меры борьбы. По-видимому, существуют некоторые сортовые различия в степени устойчивости к угольной гнили, что подает надежду на возможность борьбы с этой болезнью. Майло и сорта, происходящие от него, поражаются сильнее; фетерита, хигери и суданская трава бывают менее сильно поражены. Большинство сортов кафрского и сахарного сорго довольно устойчивы. Однако при очень неблагоприятных условиях поражаются даже наиболее устойчивые сорта.

Фузариоз, возбудителем которого является гриб *Fusarium moniliforme* Sheldon, вызывает появление почти таких же симптомов, какие характерны для угольной гнили. Однако вместо мелких черных склероциев, видимых невооруженным глазом, этот гриб образует внутри высохшего, загнившего стебля порошкообразные массы белых спор, из которых каждую по отдельности можно различить только под микроскопом. Очевидно, гриб проникает в ткани растения только через поранения, сделанные насекомыми, орудиями обработки, градом и т. д. Имеются указания, что этот гриб после того, как проникнет во внутренние ткани стебля, растет быстрее возбудителя угольной гнили и вскоре вызывает обламывание стебля у основания.

По-видимому, некоторые сорта менее восприимчивы к этому заболеванию, чем остальные, но, для того чтобы составить определенное суждение о реакции различных сортов на заражение, необходимо проведение дальнейших испытаний.

Стеблевая гниль, вызываемая грибом *Colletotrichum*. В некоторых районах штата Иллинойс в 1941 и 1942 гг. веничное сорго было сильно поражено стеблевой гнилью. Развитие метелки задержалось, и растения полегли до созревания. Оказалось, что возбудителем болезни является тот же гриб, который вызывает антракноз листьев. Фазе стеблевой гнили обычно предшествует фаза антракноза листьев.

Вероятно, гриб проникает в ткани стебля, непосредственно через кору и быстро распространяется по проводящим ситовидным трубкам и сосудам растения. Это препятствует перемещению необходимых для растения воды и питательных веществ, что приводит к плохому развитию метелок и семян. В районах возделывания сорго на юго-востоке США цветоножки и верхние междоузлия, по-видимому, наиболее восприимчивы к заражению, тогда как по наблюдениям, проведенным в Иллинойсе, у веничного сорго признаки сильного заражения обычно появляются сначала на нижней части стебля. Отсюда болезнь быстро распространяется вверх по стеблю и ко времени созревания растения охватывает, как правило, весь стебель. Пораженные стебли часто обламываются у основания или на некотором расстоянии от поверхности почвы, что очень затрудняет уборку. Из сока сильно зараженных стеблей сахарного сорго обычно получается сироп плохого качества. Сильно полегшее веничное сорго почти не поддается уборке. У пораженных растений метелки отмирают и отличаются очень низким качеством, а поэтому на сильно пораженных полях уборку часто совсем не проводят.

На наружной части стеблей края пораженных участков обычно бывают красноватого или пурпурного, а середина беловатого цвета, хотя окраска их несколько варьирует в зависимости от сорта сорго. Плодовые тела гриба находятся на беловатой середине пораженных участков и похожи на плодовые тела, образуемые грибом в фазе антракноза. Во влажных условиях они образуют большое количество спор.

Если зараженный стебель расщепить, то у большинства сортов обнаруживается красная или пурпурно-красная сердцевина.

Меры борьбы. Основные мероприятия — сплошная обработка почвы, севооборот и возделывание устой-

чивых сортов. Сорта Атлас и Плантер — фактически единственные сорта сахарного сорго, известные своей устойчивостью. Некоторые африканские сорта, оказавшиеся практически иммунными к антракнозу, обнаружили также значительную устойчивость к этой форме стеблевой гнили. Большинство сортов, возделываемых для изготовления сиропа, не поражаются сильно, если уборка проведена достаточно рано, т. е. когда метелки находятся в фазе мягкой восковой спелости.

Из испытанных сортов зернового сорго, устойчивыми к стеблевой гнили, вызываемой грибом *Colletotrichum,* были: хигери, Западное черноплечатое кафрское, Клаб кафрское и Раннее Кало.

Ризоктониоз. Было установлено, что гриб *Rhizoctonia solani* Kuehn., поражающий картофель, хлопчатник и ряд других культур, является в то же время возбудителем стеблевой гнили сорго в северной части Техаса. Эта гниль отличается от угольной тем, что вначале она поражает сердцевину и вызывает красноватое ее окрашивание, в то время как волокна выглядят светлыми полосками на фоне окрашенной сердцевины. Позже на поверхности стебля под листовым влагалищем можно обнаружить склероции гриба. Эти склероции, отличающиеся от склероциев возбудителя угольной гнили, несколько крупнее последних и не черного, а бурого цвета; кроме того, они находятся не внутри стебля, а на его поверхности.

ПРОТРАВЛИВАНИЕ СЕМЯН

Ежегодное протравливание семян сорго эффективным фунгицидом служит дешевым средством защиты этой культуры. Грибы, которые вызывают загнивание семян или гибель проростков, можно уничтожить протравливанием семян каким-либо эффективным фунгицидом. Обработка фунгицидами помогает также в борьбе с твердой и пыльной головней и предупреждает распространение головни, поражающей метелку, в незараженной почве спорами, имеющимися на семенах. Хотя протравливание семян не может устранить бактериальных и грибных болезней листьев, оно препятствует их распространению в незараженных местностях.

Протравливание семян фунгицидами может быть осуществлено одним из следующих способов.

1. Семена замачивают в фунгициде или растворе в течение определенного периода времени, а затем рассыпают для просушивания.

2. Семена смешивают с дустом фунгицида в аппарате для смешивания до тех пор, пока каждое семя не покроется слоем дуста.

3. Семена смешивают с дустом в специальном аппарате, где образуется вязкая масса, обволакивающая семена без излишнего их смачивания.

4. Семена тщательно перемешивают с относительно небольшим количеством концентрированного летучего фунгицида, т. е. по способу полусухого протравливания.

Влажное протравливание

Протравливание формальдегидом очень эффективно для предупреждения болезней, переносимых семенами, но оно не оказывает действия на болезни, вызываемые грибами, распространяющимися через почву. Оно редко способствует прорастанию, и даже, наоборот, часто повреждает семена. Вообще говоря, протравливание дустом или густой водной суспензией фунгицида дает лучшие результаты, но если оно неосуществимо, а протравливание нужно провести, как, например, при заражении семян головневым грибом, можно использовать и формальдегид.

Для протравливания формальдегидом семена тщательно очищают, а затем помещают в мешок из редкой ткани, наполняя его наполовину, и завязывают мешок у верхушки. Наполовину наполненный семенами мешок погружают на полчаса в раствор формальдегида (0,5 л 37%-ного продажного формальдегида на 100 л воды), затем вынимают и дают раствору стечь в течение нескольких минут, после чего семена рассыпают для просушки тонким слоем на чистом полу или на полотне в хорошо проветриваемом помещении. Время от времени их перелопачивают, для того чтобы ускорить высушивание, а после того, как они достаточно высохнут, их высевают сеялкой. Во избежание повреждения семян протравливание рекомендуется проводить в день посева. Однако протравленные семена не следует высевать в сухую почву.

Сухое протравливание

Для сухого протравливания применяются дусты как органические, так и неорганические, которые могут содержать или не содержать ртуть и металлы. К препаратам, содержащим металл, относятся: углекислая медь, медный купорос и ртутный препарат церезан М. Аразан, спергон и фигон относятся к препаратам, не содержащим металлы.

Углекислая медь. Для протравливания семян этот препарат выпускается в двух концентрациях: один содержит 50%, а другой — 18—25% меди. Предпочтительна более высокая концентрация. Такой дуст применяют из расчета 220—330 г на 100 кг семян, а менее концентрированный — в 2 раза больше. Семена должны быть тщательно перемешаны с дустом в специальном аппарате. Для небольших партий семян можно использовать бутыли, бидоны, банки с плотно закрывающимися крышками или пробками. Перемешивать следует очень тщательно, чтобы каждое зерно было сплошь покрыто дустом. Такая обработка для семян не опасна даже при повышенной дозе дуста, и протравленные семена можно хранить в течение неопределенно долгого времени, причем дуст предохраняет семена от повреждений насекомыми и грызунами.

Медный купорос представляет собой синевато-зеленый порошок, содержащий 50% меди. Применять его следует так же, как углекислую медь, и все указания, относящиеся к последней, применимы и к медному купоросу. Оба дуста являются эффективным средством борьбы с головней и в то же время способствуют прорастанию и улучшению травостоя благодаря тому, что вызывают гибель вредоносных грибов, обитающих в почве.

Церезан М — 7,7%-ный этилмеркур-*пара*-толуол сульфоанилид. Его применяют из расчета не более 56 г на 100 кг семян. При протравливании семян сорго необходимо принимать некоторые меры предосторожности во избежание их повреждения. Некоторые сорта сорго более чувствительны к этому препарату, чем другие. Дуст следует применять в тщательно взвешенных или измеренных количествах ко взвешенному количеству семян и перемешивать их в специальном аппарате, как

это описано для углекислой меди. Смешивать можно менее тщательно, чем в случае углекислой меди и других нелетучих дустов. После протравливания семена насыпают в холщовый мешок и оставляют в сухом месте не менее чем на один и не более чем на три дня перед посевом.

Церезан М ядовит. Протравливание следует проводить на открытом воздухе или в хорошо вентилируемом помещении. Если дуст распылен в воздухе, то нос и рот следует закрыть маской. Рукава должны быть спущены, а руки защищены перчатками. Протравленные семена не следует употреблять в пищу или скармливать животным.

Аразан, содержащий 50% тирама, сначала рекомендовали для протравливания главным образом семян арахиса и овощных растений, но он оказался также превосходным средством для протравливания семян кукурузы и сорго. Он предупреждает заражение сорго пыльной и твердой головней и значительно способствует прорастанию и образованию хорошего травостоя в тех случаях, когда почвенные условия после посева неблагоприятны для прорастания семян и развития растений. Применять аразан следует из расчета 220 г на 100 кг семян тем же способом, с той же тщательностью и при тех же предосторожностях, которые указаны для углекислой меди. Аразан не вредит семенам сорго, даже если протравливание проведено за несколько месяцев до посева.

Это средство сравнительно безопасно для сельскохозяйственных животных и человека, хотя оно раздражающе действует на кожу людей, не переносящих серы, а также на слизистую оболочку носа и горла, поэтому при работе с аразаном следует надевать защитную маску.

Спергон — 98%-ный хлоранил (тетрахлор-*пара*-бензохинон) был предложен в основном для протравливания семян овощных растений, но он также служит средством борьбы с пыльной и твердой головней сорго и до некоторой степени способствует прорастанию семян. Применять его следует из расчета 220 г на 100 кг семян при соблюдении тех же предосторожностей, что и при обработке углекислой медью, хотя спергон и не очень ядовит.

Фигон, содержащий 50% дихлорнафтохинона, обычно способствует прорастанию и образованию хорошего травостоя при неблагоприятных почвенных условиях; он является также средством борьбы с пыльной и твердой головней. Применять из расчета 220 г на 100 кг семян с той же тщательностью и предосторожностью, что и углекислую медь.

Серные дусты. Серный цвет и различные формы серного дуста при достаточной измельченности, обеспечивающей прилипание к семенам, являются довольно эффективными в борьбе с видами головни сорго, если их применять из расчета не менее 220 г на 100 кг семян. Однако они не оказывают действия на грибы, которые обитают в почве и вызывают загнивание семян и гибель всходов, а иногда могут даже задержать прорастание.

Преимущество их заключается в дешевизне, неядовитости и в том, что они имеются в продаже в больших количествах. При хороших семенах и теплой почве они являются довольно хорошими заменителями других протравителей, употребляемых для борьбы с головней. Применять их следует так же и с теми же предосторожностями, что и углекислую медь.

Часто нертутные дусты фунгицидов не уничтожают полностью головневые грибы у тех сортов сорго, семена которых обладают неопадающими чешуями. Такие семена рекомендуется протравливать летучими фунгицидами, испарения которых достигают спор, находящихся под чешуями.

Протравливание густой водной суспензией фунгицида

Этот метод протравливания семян (slurry method) был разработан для того, чтобы устранить опасность отравления, связанную с распылением дуста в воздухе. Дуст применяют в виде густой водной суспензии. Этот метод требует применения специально сконструированного аппарата.

Полусухое протравливание

Полусухой способ протравливания распространен в Европе, но сравнительно мало известен в США. Семена опрыскивают раствором фунгицида, содержащего от 2

до 5% активного ингредиента, обычно летучего ртутного соединения. Опрыскивание производят из расчета 120—350 куб. см фунгицида на 100 кг семян. Затем семена тщательно перемешивают в специальном аппарате не менее чем за сутки до посева.

В настоящее время единственным фунгицидом, имеющимся на американском рынке, для полусухого протравливания является паноген. Он представляет собой концентрированный жидкий препарат, содержащий 2,1% метилмеркурдициандиамида. Применять его надо из расчета 82,5 г на 100 кг семян. Паноген ядовит. Протравленные семена не следует употреблять в пищу или скармливать животным.

Перевод О. Лисовской

БОРЬБА С СОРНЯКАМИ В ПОСЕВАХ СОРГО ПУТЕМ ПРЕДВСХОДОВОГО ОПРЫСКИВАНИЯ УЧАСТКОВ 2,4-Д

РАХУДКАР В. Б.

Rahudkar W.B., Indian Jour. Agron., **3**, 4, 252—253, 1959

В Бераре (Индия) сорго возделывают как пожнивную культуру и высевают обычно в июле, но для кормовых целей его высевают в мае. Предварительный опыт по борьбе с сорняками путем применения 2,4-Д до появления всходов сорго был проведен на ферме колледжа в Камгаоне в течение 1952 г. Делянки площадью 5,7×2,4 м были заложены на поле, где были нарезаны борозды для полива. Расстояние между гребнями составляло 45 см. Семена местного сорта сорго Саонер, используемого в качестве кормовой культуры, были высеяны 17 мая 1952 г. вручную в борозды из расчета 28 кг на 1 га. Опыт состоял из двух вариантов: контроля и опрыскивания 0,2%-ным водным раствором 80%-ной натриевой соли 2,4-Д непосредственно после второго полива 20 мая 1952 г.; каждый вариант был заложен в четырех повторностях.

Семена сорго прорастали хорошо и никакой разницы в численности растений между контрольными и опытными делянками отмечено не было. Однако в росте

растений на обработанных и необработанных делянках наблюдались явно выраженные различия.

Через месяц после предвсходового опрыскивания участка 2,4-Д (т. е. 21 июня) провели измерение высоты растений. Полученные цифры приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние 2,4-Д на высоту растений сорго

	Вариант опыта				Среднее
	1	2	3	4	
Предвсходовое опрыскивание 2,4-Д	32,42	38,26	36,88	30,98	34,63
Без обработки (контроль) . .	43,12	55,98	48,25	49,06	49,10

Предвсходовое опрыскивание 2,4-Д тормозило рост растений, как это показывают данные по высоте растений. Число листьев также уменьшалось при опрыскивании (табл. 2).

Таблица 2

Влияние 2,4-Д на число листьев на растении

	Вариант опыта				Среднее
	1	2	3	4	
Предвсходовое опрыскивание 2,4-Д	7,0	5,3	5,3	5,9	5,87
Без обработки (контроль) . .	6,3	6,8	6,0	6,9	6,50

Обработка посевов 2,4-Д до появления всходов сорго дала хороший эффект в борьбе с сорняками, так как на опрыснутом посеве было обнаружено всего 7 сорных растений на 1 кв. м, а на контрольном — 51. На опрыснутых делянках были обнаружены преимущественно сыть круглая и свинорой, тогда как однолетние сорняки — полевичка и *Panicum isachne* — были полностью уничтожены.

Этот предварительный опыт ясно показывает, что проведение предвсходового опрыскивания 2,4-Д отрицательно сказывается на высоте растений и числе листьев сорго. Полученные результаты подтверждают данные, опубликованные ранее Филлипсом [2] и Алгреном [1]. Предвсходовое применение 2,4-Д оказалось очень эффективным в борьбе с некоторыми опасными сорняками сорго. Правда, опрыскивание 2,4-Д не подействовало на многолетние сорняки, но зато однолетние злаки были полностью уничтожены.

Хотя предвсходовое применение 2,4-Д и уничтожило полностью однолетние злаки и широколистные двудольные сорняки, тем не менее использованная дозировка заметно повлияла на высоту растений сорго и до некоторой степени на число листьев. По-видимому, необходимо проведение дальнейших опытов для определения оптимальной дозы 2,4-Д, которая будет убивать сорняки, не оказывая вредного действия на рост культурных растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ahlgren G. H., Klingman G. C., Wolf D. E., Principles of weed control, New York, 117, 1951.
2. Phillips W. M., Spraying winter wheat and sorghum with 2,4-D in the Southern Great Plains, *Kan. Agr. Expt. Sta.*, Contribution, **50**, 1950.

Перевод Н. Емельяновой

МЕРЫ БОРЬБЫ С ГУСЕНИЦЕЙ КУКУРУЗНОЙ СОВКИ НА ЗЕРНОВОМ СОРГО

БУРКХАРДТ Ч. Ч.

Burkhardt C. C., Jour. Econ. Ent., **50**, 5, 539—541, 1957

Одним из основных вредителей зернового сорго в Канзасе является гусеница кукурузной совки *Heliothis zea* (Boddie). Хотя гусеницы частично питаются и листьями сорго, крупные потери урожая наблюдаются лишь при повреждении метелок. Гусеницы первых возрастов въедаются в зерновки, а, достигнув третьего воз-

раста, выедают более крупные зерна, уничтожая большую или меньшую часть их. Гусеницы от третьего до шестого возрастов полностью уничтожают огромные количества зерен. Повреждения, причиняемые ими, вызывают снижение всхожести и потерю веса или урожая. На некоторых полях зараженность метелок сорго достигала 100%, а число гусениц в отдельных метелках доходило до 16.

Буркхардт и Брейтгаупт [1] добились прекрасных результатов в борьбе с совкой, применяя фосдрин в дозировке 560 г/га; смертность гусениц составила 96 и 100% через 24 и 96 часов соответственно. На втором месте по эффективности стоял препарат ДДТ в дозировке 3,1 кг/га. Демс и др. [2] указывают, что алдрин и смесь ДДТ с тетраэтилпирофосфатом также вызывала гибель гусениц.

В опытах Де Пью [3], проведенных в юго-западной части Канзаса в 1956 г., авиаобработка посевов фосдрином из расчета 560 г/га дала 95 и 100% смертности гусениц через 1 и 4 дня соответственно. Авиаобработка ДДТ в дозировке 2,2 кг/га при норме расхода 28,3 л эмульсии на 1 га дала менее эффективные результаты.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ОПЫТОВ

В августе и сентябре 1956 г. около Манхеттена была проведена серия опытов. ДДТ, ДДТ с токсафеном, эндрин, гептахлор, малатион, метоксихлор, паратион, фосдрин и тимет испытывались в различных дозировках с использованием разных наполнителей, норм расхода на 1 га и способов применения. Использовались только эмульгирующиеся концентрированные препараты вышеназванных инсектицидов. Все испытания проводили на посевах зернового сорго в фазе выметывания. Ниже приводится описание четырех опытов, обозначенных соответственно буквами от А до Г.

Опыт А. В этом опыте инсектициды вносили 26 августа 1956 г. с помощью ручного опрыскивателя емкостью 11,3 л при рабочем давлении 2,04 ат и норме расхода 189 л/га эмульсии. Каждый вариант был заложен в двух повторностях. До обработки 95% всех метелок было заражено совкой при численности от 1 до 5 гусениц на метелку. Результаты этого опыта оценива-

лись на основании тщательного исследования 20 метелок, произвольно взятых с каждой делянки через один и три дня после обработки.

Опыт Б. Обработка инсектицидами проводилась 1 сентября 1956 г. с помощью тракторного опрыскивателя Броджет при рабочем давлении 2,7 ат и норме расхода эмульсии 132,3 л/га. Каждая делянка состояла из 18 рядков площадью примерно 0,4 га. Около 90% метелок было заражено совкой при численности от 1 до 5 гусениц на метелку. Учет эффективности обработки проводился путем анализа 40 метелок, произвольно взятых с каждой делянки через один и четыре дня после обработки.

Опыт В. Обработка инсектицидами проводилась 10 сентября с самолетов. Гептахлор и паратион испытывали в воде и дизельном масле из расчета 37,8 и 9,5 л/га эмульсии соответственно. Ввиду ограниченного запаса фосдрина он применялся только в дизельном масле в дозировке 420 г/га токсиканта. Опрыскивание проводилось на высоте 60 см над растениями. Ширина захвата ограничивалась длиной распределительной штанги. Каждая делянка, включая и необработанный участок, занимала площадь около 2 га. В момент обработки 83% метелок было заражено совкой при плотности от 1 до 5 гусениц на метелку. Через один, четыре и семь дней после обработки на каждой делянке исследовали по 40 метелок.

Опыт Г. В этом опыте испытывался только фосдрин в двух дозировках при одной контрольной делянке. Обработку проводили 11 сентября ручным опрыскивателем емкостью 11,3 л при рабочем давлении 2,04 ат и норме расхода 189 л/га эмульсии. Около 90% метелок было заражено при численности от 1 до 6 гусениц на метелку.

Эффективность обработок определялась по сравнительной численности гусениц в обработанных и необработанных метелках и выражалась процентом снижения числа гусениц.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты опытов суммированы в таблице 1.

Опыт А. Из таблицы 1 видно, что через день после обработки метелок фосдрином погибло 97% гусениц;

Таблица 1

Гибель гусениц кукурузной совки в метелках сорго в зависимости от типа инсектицида и способов их внесения (Манхеттен, Канзас, 1956 г.)

Инсектицид	Дозировка токсиканта, г/га	Процент снижения численности гусениц после обработки через			
		1 день	3 дня	4 дня	7 дней
А. Ручной опрыскиватель, 28 августа					
ДДТ	2800	94	100		
»	1680	87	100		
Эндрин	448	81	95		
»	224	65	95		
Гептахлор	1680	65	63		
ДДТ-токсафен	1344	77	74		
Фосдрин	560	97	100		
Паратион	560	87	89		
Тимет	1120	61	84		
Б. Тракторный опрыскиватель Броджет, 1 сентября					
ДДТ	2240	81	95		
Метоксихлор	1680	27	41		
»	2240	48	17		
Малатион	1120	75	56		
»	2240	76	75		
Фосдрин	420	87	92		
В. Авиаобработка, 10 сентября					
Гептахлор (в воде)	1680	40		82	67
Гептахлор (в дизельном масле)	1680	43		86	67
Паратион (в воде)	840	39		83	67
» (в дизельном масле)	840	53		82	58
Фосдрин (в дизельном масле)	420	61		92	58
Г. Опрыскиватель высокого давления, 11 сентября					
Фосдрин	280	69		82	91
»	560	87		91	100

на втором месте по эффективности действия находился ДДТ (дозировка 2,8 кг/га), обеспечивший 94%-ную смертность гусениц. Во всех остальных вариантах опыта снижение зараженности через день после обработки составило менее 90%. Через три дня после обработки как фосдрин, так и ДДТ дали 100%-ную смертность вредителя.

На делянках, обработанных эндрином (дозировки 224 и 448 г/га), гибель гусениц происходила медленнее, но через три дня достигла в среднем 95%.

Опыт Б. В таблице 1 показан также сравнительный процент гибели гусениц через один и три дня после обработки. Через 24 часа наивысшую смертность гусениц (87%) дал фосдрин в дозировке 420 г/га. Следующим по эффективности был ДДТ в дозировке 2240 г/га. Через 3 дня ДДТ и фосдрин дали почти одинаковую смертность — 95 и 92% соответственно. Все другие варианты оказались недостаточно эффективными.

Опыт В. Результаты авиаобработок также суммированы в таблице 1. Наивысшую гибель гусениц через один и четыре дня дал фосдрин в дозировке 420 г/га — 61 и 92% соответственно. Гептахлор и паратион в дизельном масле при норме расхода 9,5 л/га быстрее убивали гусениц, чем те же препараты в воде при норме расхода 37,8 л/га. Однако через четыре и семь дней после обработки эти различия почти сглаживались. Паратион в дозировке 840 г/га дал худшие результаты, чем фосдрин в дозировке 420 г/га.

Опыт Г. Фосдрин при дозировке 280 г/га давал относительно медленное снижение численности вредителей (69% через день после обработки), тогда как при дозировке 560 г/га за этот же срок погибло 87% гусениц. Смертность гусениц при обеих дозировках повышалась через четыре и семь дней после обработки.

В тех случаях, когда фосдрин и ДДТ включали в одни и те же опыты, они занимали по эффективности соответственно первое и второе места. Однако применение ДДТ осложняется остаточной токсичностью, поэтому воздерживаются от рекомендации этого препарата для практики. Эндрин и гептахлор в течение первых 24 часов обеспечивали лишь относительно низкую смертность гусениц. Метоксихлор в дозировке 2240 г/га оказался совершенно неэффективным. Из фосфорорганиче-

ских инсектицидов фосдрин в дозировке 420 г/га дал лучшие результаты, чем паратион в дозировке 840 г/га. Малатион оказался малоэффективным инсектицидом.

При авиаопрыскивании гибель гусениц происходила медленнее, чем при наземном способе обработки. Между тем быстрое уничтожение вредителя имеет очень важное значение, так как гусеницы кукурузной совки очень прожорливы. Лишний день питания их на сорго влечет за собой значительное увеличение потерь.

Из данных, представленных в таблице 1, так же как и из неопубликованных данных, видно, что применение опрыскивателей типа Броджет дает худшие результаты, чем применение опрыскивателей с распределительной штангой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кукурузная совка является одним из основных вредителей зернового сорго в Канзасе. Повреждение ею метелок сорго вызывает снижение всхожести и урожаев зерна. На отдельных полях зараженность метелок достигала 100%, а число гусениц в отдельных метелках доходило до 16.

Опыты по химической борьбе с совкой проводили в Манхеттене в августе и сентябре 1956 г. Оценке подвергались препараты ДДТ, ДДТ с токсафеном, эндрин, гептахлор, малатион, метоксихлор, паратион, фосдрин и тимет. Фосдрин в дозировках 420 и 560 г/га дает наиболее быструю и высокую гибель гусениц. Дозировка 280 г/га дала менее удовлетворительные результаты. ДДТ показал хорошие результаты при дозировках 1680 и 2800 г/га, но этот препарат нельзя рекомендовать для применения на сорго, за исключением семенных посевов, вследствие его остаточной токсичности. Эндрин, гептахлор, паратион и малатион показали более или менее удовлетворительные результаты.

При авиаобработке была несколько более медленная гибель гусениц, чем при наземной, а наземный опрыскиватель типа Броджет дал худшие результаты, чем наземный опрыскиватель с распределительной штангой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Burkhardt C. C., Breithaupt M. P., Chemical control of the corn earworm in sorghum heads, *Jour. Econ. Ent.*, 48, 2, 225, 1955.
2. Dahms R. G., Sieglinder J. B., Guthrie W. D., Methods of treating sorghum selfing bags for insect control, *Jour. Econ. Ent.*, 48, 5, 568—572, 1955.
3. De Pew L. J., Control of corn earworm in sorghum heads by aerial spraying in southwestern Kansas, *Jour. Econ. Ent.*, 50, 2, 224—225, 1957.

Перевод Н. Емельяновой

МЕРЫ БОРЬБЫ С ГУСЕНИЦАМИ КУКУРУЗНОЙ СОВКИ В МЕТЕЛКАХ ЗЕРНОВОГО СОРГО

КИРК В. М.

Kirk V. M., Jour. Econ. Ent., 52, 2, 338—339, 1959

Одним из основных вредителей зернового сорго в штате Южная Каролина является кукурузная совка *Heliothis zea* (Boddie). Хотя это насекомое питается в мутовках листьев до выметывания растений сорго, в результате чего листья оказываются объеденными, но снижение урожая зерна по этой причине бывает сравнительно небольшим. Когда гусеницы питаются внутри метелки сорго, зерновки бывают частично или полностью уничтожены, боковые ветви метелок переедены, а скопление растительных остатков внутри метелки способствует развитию плесневых грибов. На сильно зараженных посевах потери урожая в результате полного уничтожения или повреждения зерновок нередко превышают 50%.

Период, в течение которого происходит повреждение метелок, редко длится больше двух недель. Гусеницы лишь в редких случаях повреждают метелки в первую половину периода цветения, но вслед за этим в одной метелке можно обнаружить до 20 гусениц ранних возрастов. Численность гусениц по мере их роста постепенно уменьшается вследствие каннибализма или других причин до тех пор, пока в одной метелке не останется 1—2 взрослых гусеницы. После того как эти гусеницы по-

кинут метелки для окукливания в почве обычно не происходит повторного заражения метелок.

Буркхардт и Брейтгаупт [3], Де Пью [4] и Буркхардт [2], работая в Канзасе, добились 100%-ной смертности гусеницы кукурузной совки на посевах зернового сорго через 3—7 дней после обработки фосдрином из расчета 560 г/га и 95—100%-ной смертности после обработки ДДТ в дозировке 2240—3080 г/га. Другие инсектициды, подвергавшиеся испытанию, дали худшие результаты. Работники штата и федеральных учреждений, занимающиеся изучением вредителей хлопчатника и мер борьбы с ними [1], получили хорошие результаты в борьбе с совкой на посевах хлопчатника, применяя для этой цели ДДТ, севин и тиодан.

Опыты по применению ДДТ для борьбы с этим вредителем были проведены в 1957 г. на семенных посевах сорго на опытной станции Пи Ди во Флоренсе (Южная Каролина) и дали вполне успешные результаты. Однако на растениях наблюдался осадок ДДТ, что сделало невозможным кормовое использование сорго; в связи с этим возникла потребность в подборе инсектицида, не дающего токсических остатков, так как почти весь урожай сорго, выращиваемый в данном штате, используется для кормовых целей.

Материалы и методика. Когда на посеве зернового сорго сорта Редбайн 66, пригодного для комбайновой уборки, началось цветение, на однородных участках поля были заложены делянки. Эти делянки состояли из отдельных случайно выбранных рядков длиной до 22,5 м; первый опыт был заложен в восьми повторностях, а второй — в четырех. Опыт заключался в однократной обработке инсектицидом метелок после появления в них большого числа гусениц первого возраста. В это время метелки находились в середине фазы цветения. Опрыскивания проводили ручным опрыскивателем при норме расхода 113 л/га и давлении 2,7—3,4 ат. Для опыления применялся ручной вентиляторный опыливатель; норма расхода составляла 22,4—28 кг/га дуста. Каждый рядок обрабатывался с обеих сторон.

В опыте I ДДТ применяли в виде эмульсии из расчета 1,1—2,2 кг/га действующего вещества и в виде 10%-ного дуста из расчета 22,4 кг/га. Севин (N-метил-1-нафтилкарбамат) применялся в той же дозировке.

Тиодан применялся для опрыскивания из расчета 840 г/га. Фосдрин был использован в виде эмульсии из расчета 560 г/га и в виде 2%-ного дуста из расчета 28 кг/га. Испытывались также два типа дустов, представляющих собой смесь малатиона и севина; один из них содержал по 4%, а второй — по 8% каждого инсектицида; норма расхода составляла 28 кг/га. В качестве контроля в каждой повторности служили три необработанные делянки.

Опыт II был заложен в той части поля, где цветение растений запоздало. Обработки проводили на 10 дней позднее, причем применяли только те инсектициды и дозировки, эффективность которых была уже предварительно выявлена в опыте I. В данном случае испытывались ДДТ, севин и фосдрин. В каждой повторности была одна контрольная делянка.

Через три дня после обработки на каждой делянке было исследовано по 25 метелок. В опыте I те же самые метелки исследовались повторно через 14 дней после обработки. Метелки выбирали по признаку одинаковой степени зрелости. Эффективность обработки определялась на основании самого факта зараженности метелок, а не по числу обнаруженных в них гусениц. При наличии хотя бы одной гусеницы, независимо от ее возраста, метелки относили к категории зараженных.

Результаты. Многие метелки сорта Редбайн 66 настолько плотны, что возможность проникновения в них жидкого или пылевидного инсектицида представляется маловероятной. Однако некоторые инсектициды дали высокую смертность гусениц кукурузной совки внутри таких метелок. Эффективность применяемого способа можно объяснить тем обстоятельством, что гусеницы выходят на поверхность метелок сорго и таким образом соприкасаются с токсикантом. Передвижение гусениц к наружным частям метелки может обусловливаться присущей им естественной склонностью к миграции или стимулирующим влиянием близости инсектицидов.

Данные, приведенные в таблице 1, показывают, что в обоих опытах дозировка 2240 г активного ингредиента севина, применяемого в виде 10%-ного дуста, дала 100%-ную гибель гусениц через три дня и через 14 дней все еще вызывала 93% гибели вредителя. При опрыскивании севином из расчета 1120 и 2240 г/га в опыте I

через три дня после обработки была отмечена гибель соответственно 92 и 94% гусениц; но при учете через 14 дней она снизилась до 62 и 74% соответственно. В опыте II севин в дозировке 2240 г/га при учете через 3 дня дал 91%-ную гибель гусениц.

Таблица 1

Влияние однократного опыливания или опрыскивания инсектицидами метелок зернового сорго на зараженность гусеницами кукурузной совки (Флоренс, Южная Каролина, 1958)

Инсектицид	Количество активного ингредиента, г/га	Опыт I		Опыт II	Опыт I		Опыт II
		количество зараженных метелок (в %) после обработки через			количество погибших гусениц (в %) после обработки через		
		3 дня	14 дней	3 дня	3 дня	14 дней	3 дня
ДДТ*	1120	5,0	7,0	5,0	88	91	93
ДДТ*	2240	0,5	6,0	4,0	99	93	94
ДДТ 10%-ный . .	2240	2,5	10,5	4,0	94	87	94
Севин*	1120	3,4	31,5	—	92	62	—
Севин*	2240	2,5	21,5	6,0	94	74	91
Севин 10%-ный . .	2240	0,0	6,0	0,0	100	93	100
Тиодан*	840	9,3	38,0	—	78	54	—
Фосдрин*	560	7,6	37,0	12,0	82	55	83
Фосдрин 2%-ный .	560	9,0	32,5	8,0	79	60	89
Малатион 4% + севин 4%	1120	3,0	22,0	—	93	73	—
Малатион 8% + севин 8%	2240	0,5	32,5	—	99	60	—
Контроль	—	42,0	82,3	70,0	—	—	—

* Опрыскивание эмульсией.

Опыливание ДДТ из расчета 2240 г/га и опрыскивание в дозировке 1120 и 2240 г/га при учете через 3 дня после обработки дали такие же хорошие результаты, как опрыскивание севином; но остаточное действие его сохранялось дольше, чем у севина: смертность гусениц через 14 дней составляла соответственно 87, 91 и 93%.

Тиодан, применявшийся в дозировке 840 г/га, дал только 78% гибели гусениц при учете через 3 дня и 54% — через 14 дней после обработки.

Фосдрин, давший наилучшие результаты в опытах в Канзасе, в данном случае вызвал через 3 дня относительно высокую смертность гусениц, но через 14 дней она снизилась до 55% в опыте с опрыскиванием и до 60% — в опыте с опыливанием.

Оба варианта смеси дустов малатиона и севина (4%+4% и 8%+8%) дали высокую (93 и 99% соответственно) смертность гусениц при учетах через 3 дня после обработки. Однако через 14 дней результаты оказались лишь относительно удовлетворительными (73- и 60%-ная гибель гусениц). Эти данные резко противоположны высокой остаточной эффективности, полученной при использовании чистого дуста севина.

В условиях описываемых опытов все испытанные инсектициды дали не менее 78% смертности гусениц при учете через 3 дня после обработки, но лишь ДДТ в виде жидкого препарата или дуста и севин в виде дуста продолжали давать хороший эффект в течение всего двухнедельного критического периода. Однократная обработка одним из этих инсектицидов дает надежные результаты в борьбе с кукурузной совкой и может применяться на семенных посевах сорго.

По данным учетов, на 3-й и 14-й день фосдрин дал худшие результаты, за исключением тиодана. Однако, если борьба с кукурузной совкой превратится в серьезную проблему, фосдрин необходимо иметь в виду для кормового сорго. Однократной обработки будет недостаточно, но на посевах кормового сорго можно проводить и дополнительные обработки этим инсектицидом в зависимости от степени зараженности. Установленный ныне обязательный трехдневный интервал между обработкой и уборкой урожая свидетельствует об отсутствии значительных остатков инсектицида на обработанных культурах по истечении указанного срока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Anonymous, Eleventh annual conference report on cotton insect research and control, Memphis, Tenn., Des. 9—11, 1957.
2. Burkhardt C. C., Corn earworm control in grain sorghum, *Jour. Econ. Ent.*, **50**, 5, 539—541, 1957.
3. Burkhardt C. C., Breithaupt M. P., Chemical control of the corn earworm in sorghum heads, *Jour. Econ. Ent.*, **48**, 2, 225, 1955.
4. De Pew L. J., Control of corn earworm in sorghum heads by aerial spraying in southwestern Kansas, *Jour. Econ. Ent.*, **50**, 2, 224—225, 1957.

Перевод Н. Емельяновой

ЗЕРНОВОЕ СОРГО КАК КОРМ ДЛЯ МЯСНОГО СКОТА И СВИНЕЙ

ЛЕФФЕЛЬ У. Дж.

Loeffel W. J., University of Nebraska College of Agriculture, Agric. Exp. Sta. Bull. 439, 1957

СРАВНЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ЗЕРНОВОГО СОРГО И КУКУРУЗЫ ДЛЯ СВИНЕЙ

Сравнение питательной ценности желтозерной кукурузы и цельного зерна сорго, даваемых с белковой добавкой, было проведено в 11 опытах со свиньями, находившимися на сухом рационе. В состав белковой смеси, как постоянный ингредиент, входила мясо-костная мука и, как правило, какой-либо шрот и люцерновая мука. Содержание протеина в белковой смеси колебалось от 43 до 49% и в среднем составляло 45%.

В основном скармливали желтозерную кукурузу № 2. В одном случае скармливали кукурузу № 3 и в другом — кукурузу № 4. В двух опытах давали сорго сорта Уитленд, в двух — Сунер майло, в трех — Раннее Кало, в двух—Белое кафрское сорго, в одном—Коес и в одном — Чейне. Сорта зернового сорго были разделены на № 1 и № 2 с влажностью, колеблющейся от 11 до 15,8%.

Во всех случаях зерно и белковую добавку скармливали из самокормушки при свободном доступе к корму. Живой вес поросят в начале опыта колебался от 20 до 56 кг и в среднем был равен примерно 34 кг. В одной партии откармливали по 10—15 подсвинков, в среднем по 11 голов. Средняя продолжительность опытов составляла 91 день с колебаниями от 70 до 121 дня. Между партиями имелись небольшие колебания в длительности опытных периодов в связи с тем, что в двух опытах поросят откармливали до определенного веса, а не в течение определенного числа дней. Основные данные о результатах этого сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение питательной ценности кукурузы и сорго при даче их с одинаковой белковой добавкой (на основе данных 11 сравнительных опытов)

Показатели	Кукуруза и белковая добавка	Цельное зерно сорго и белковая добавка
Число поросят	120	127
Средняя продолжительность опытов, дни	92	90
Среднесуточный рацион, г на 1 голову:		
зерно кукурузы	2377	—
цельное зерно сорго	—	2794
белковая добавка	345	327
Средний вес поросят в начале опыта, кг	33,2	34,5
Средний вес поросят в конце опыта, кг	98,9	99,8
Среднесуточный привес, г	717	730
Расход корма на 1 кг привеса, г:		
зерно кукурузы	3320	—
цельное зерно сорго	—	3830
белковая добавка	490	450

Поросята, получавшие кукурузу и белковую добавку, потребляли 2377 г зерна кукурузы и 345 г добавки в сутки. Другие поросята съедали 2794 г цельного зерна сорго и 327 г той же добавки. Поросята, получавшие сорго, съедали больше зерна и меньше белковой добавки, чем поросята, получавшие кукурузу. В частности, представляет интерес постоянство, с которой эта закономерность наблюдалась. В 10 из 11 сравнительных опытов среднесуточное потребление зерна на одного поросенка было выше в группах, получавших сорго. В одном опыте среднесуточное потребление зерна было практически одинаковым в обеих группах (2304 и 2295 г).

Среднесуточное потребление белковой добавки равнялось 345 г в группе животных, получавшей кукурузу,

и 327 г в группе, получавшей цельное зерно сорго. Если взять отдельные опыты, в пяти случаях потребление белковой добавки было выше в группе, получавшей сорго; в четырех случаях оно было выше в группе, получавшей кукурузу, и в двух случаях разницы между группами не наблюдалось.

Среднесуточный привес поросят в обеих группах был почти одинаковым: 717 г в группе, получавшей кукурузу, и 730 г в группе, получавшей сорго.

В шести случаях среднесуточный привес был выше в группах поросят, получавших сорго, и в пяти случаях он был выше в группах, получавших кукурузу. По-видимому, между группами поросят, получавшими зерно кукурузы и сорго, нет значительной разницы в отношении среднесуточных привесов и потребления белковой добавки.

При скармливании кукурузы зерна расходовалось меньше, чем при скармливании сорго. Расход белковой добавки на единицу привеса поросят в шести случаях был ниже при скармливании кукурузы и в пяти случаях при скармливании сорго.

Если принять количество корма, необходимого для получения 1 кг привеса поросят, на кукурузном рационе за 100%, питательная ценность рациона из зерна сорго с белковой добавкой равна 80—95% питательности рациона из кукурузного зерна с той же добавкой.

Средний вес поросят в конце опыта на кукурузном рационе составил 98,9 кг, а на сорговом рационе — 99,8 кг. Разница в окончательном весе поросят сравниваемых групп была относительно невелика. Когда поросята были забиты, не было найдено заметной разницы в убойном выходе и обе группы поросят дали туши приемлемого качества.

СРАВНЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ КУКУРУЗЫ И ЦЕЛЬНОГО ЗЕРНА СОРГО ПРИ ДАЧЕ ИХ СВИНЬЯМ, НАХОДЯЩИМСЯ НА ПАСТБИЩЕ ИЗ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ

В одном опыте кукурузу и мясо-костную муку, даваемые из самокормушек при свободном доступе к корму, сравнивали с цельным зерном сорго сортов Сунер майло и Белое кафрское. Мясо-костную муку и минеральную смесь также скармливали из самокормушек при

свободном доступе к корму. Все группы поросят находились на пастбище из суданской травы. В каждой группе откармливали по 12 поросят в течение 100 дней. Вес поросят в начале опыта был равен в среднем 42,2 кг. Основные данные результатов опыта приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение питательной ценности кукурузы и цельного зерна сорго при даче их с мясо-костной мукой и минеральной смесью свиньям, находившимся на пастбище из суданской травы*

Показатели	Кукуруза и мясо-костная мука	Цельное зерно сорго и мясо-костная мука
Число поросят	12	24
Продолжительность опыта, дни	100	100
Среднесуточный рацион, г на 1 голову:		
зерно кукурузы	2077	—
цельное зерно сорго	—	2517
мясо-костная мука	136	131
Средний вес поросят в начале опыта, кг	42,2	42,4
Средний вес поросят в конце опыта, кг	96,6	100,2
Среднесуточный привес, г	544,3	580,6
Расход корма на 1 кг привеса, г:		
зерно кукурузы	3830	—
» сорго	—	4350
мясо-костная мука	250	230

* Минеральная смесь скармливалась всем партиям поросят.

В таблице представлены результаты только одного опыта, в действительности же он включал две группы поросят, получавших зерно двух сортов сорго (Сунер майло и Белое кафрское). Данные по этим двум группам были усреднены. Эта работа представляет особый

интерес в связи с тем, что она тесно связана с данными, приведенными в таблице 1.

В этом опыте среднесуточное потребление зерна в группе поросят, получавших сорго, также выше, чем в группе, получавшей кукурузу. Среднесуточное потребление белкового корма было одинаковым в обеих группах. Среднесуточный привес при скармливании поросятам сорго составил 580,6 г, а при скармливании кукурузы — 544,3 г.

Для получения 1 кг привеса требовалось скормить 3830 г кукурузы и 250 г мясо-костной муки. В группах поросят, получавших сорго, на 1 кг привеса расходовалось 4350 г зерна сорго и 230 г мясо-костной муки. Питательная ценность рациона из цельного зерна сорго с мясо-костной мукой равна 89% питательности рациона из кукурузы с мясо-костной мукой, исходя из общего количества корма, необходимого для получения 1 кг привеса. Здесь сорго имеет ту же питательную ценность, как и в предыдущем опыте с сухим рационом.

СРАВНЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ И СОРГО, ДАВАЕМОГО С ОДИНАКОВОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ СВИНЬЯМ, НАХОДЯЩИМСЯ НА ПАСТБИЩЕ ИЗ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ

В одном опыте было проведено сравнение эффективности скармливания свиньям, находившимся на пастбище из суданской травы, зерна кукурузы и простой минеральной смеси (2 части пареной костяной муки, 2 части молотого известняка и 1 часть соли) и зерна сорго сорта Сунер майло с той же минеральной смесью. Зерно и минеральную смесь давали в самокормушках. Опыт продолжался в течение 100 дней, и в обеих группах было по 12 поросят. Результаты опыта приведены в таблице 3.

Результаты этого опыта показали, что свиньи при содержании на пастбище из суданской травы, получавшие зерно сорго сорта Сунер майло с минеральной смесью, дали такие же привесы, как и группа свиней, получавших зерно кукурузы с той же смесью. С точки зрения затрат корма на 1 кг привеса эффективность сорго в этом случае равнялась 85% питательной ценности кукурузы.

Таблица 3

Сравнение питательности зерна кукурузы и сорго при даче их с одинаковой минеральной смесью

Показатели	Кукуруза и минеральная смесь	Сорго и минеральная смесь
Число поросят	12	12
Продолжительность опыта, дни	100	100
Среднесуточный рацион, г на 1 голову:		
кукуруза	1792	—
сорго	—	2096
Средний вес поросят в начале опыта, кг	42,2	42,2
Средний вес поросят в конце опыта, кг	83,0	82,5
Среднесуточный привес, г	408	404
Расход корма на 1 кг привеса, г:		
зерно кукурузы	4400	—
» сорго	—	5180

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ СОРГО ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ СВИНЕЙ

Рискованно пытаться установить абсолютную ценность различных сортов зернового сорго для свиней на основе ограниченного числа проведенных экспериментальных работ. В шести сравнительных опытах питательная ценность использованных сортов зернового сорго равнялась 89,8% питательности кукурузы.

Размол. Часто возникает вопрос, следует ли размалывать зерно сорго. Было проведено пять сравнительных опытов по скармливанию цельного зерна сорго с белковой добавкой и грубо размолотого зерна сорго с той же добавкой. Во всех случаях рационы скармливали из самокормушек при свободном доступе к корму.

Средние результаты этих опытов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Влияние размола на питательную ценность зерна сорго
(средние данные 5 опытов)

Показатели	Цельное зерно сорго и добавка	Размолотое зерно сорго и добавка
Число поросят	63	63
Продолжительность опыта, дни	92	89
Среднесуточный рацион, г на 1 голову:		
цельное зерно сорго	2808	—
размолотое зерно сорго	—	2740
белковая добавка	354	363
Средний вес поросят в начале опыта, кг	31,5	31,4
Средний вес поросят в конце опыта, кг	100,2	99,3
Среднесуточный привес, г	757	762
Расход корма на 1 кг привеса, г:		
цельное зерно сорго	3690	—
размолотое зерно сорго	—	3610
белковая добавка	480	470

Два опыта было проведено с Белым кафрским сорго и по одному опыту с сортами Уитленд, Сунер майло и Коес. Для свиней одной серии опытных групп зерно сорго было грубо размолото. Контрольные группы получали цельное зерно и ту же белковую добавку. Во всех случаях рационы скармливали из самокормушек при свободном доступе к корму.

Шестьдесят три свиньи получали цельное зерно сорго и такое же количество свиней — грубо размолотое зерно сорго. Свиньи, получавшие цельное зерно сорго, находились на откорме в среднем 92 дня, в то время как поросята, получавшие размолотое зерно,— 89 дней. Причина этого отклонения заключается в том, что в

двух опытах поросят откармливали до определенного веса, а не в течение определенного периода времени. Поросята, получавшие цельное зерно сорго, съедали в сутки 2808 г зерна, а поросята, получавшие молотое зерно сорго,— 2740 г. В трех опытах потребление зерна было выше в группах поросят, получавших цельное зерно сорго, и в двух опытах оно было выше в группах, получавших размолотое зерно. Поросята, получавшие размолотое зерно сорго, потребляли в сутки несколько больше белковой добавки (363 г по сравнению с 354 г). Это наблюдалось в четырех опытах, а в пятом опыте не было отмечено различий в потреблении белковой добавки.

Среднесуточный привес был практически одинаков в обеих группах (757 и 762 г). В четырех опытах поросята, получавшие размолотое зерно сорго, имели бóльший привес. В пятом опыте имелось значительное увеличение среднесуточного привеса у поросят, получавших цельное зерно сорго. Именно этим увеличением привесов (у поросят, получавших цельное зерно) и объясняется приведение двух средних к столь близкому балансу.

С точки зрения затрат корма на 1 кг привеса в среднем требовалось 3690 г цельного или 3610 г размолотого зерна сорго. В трех случаях зерна требовалось меньше при даче свиньям цельного зерна сорго и в двух случаях, наоборот, при даче размолотого зерна. Расход белковой добавки на 1 кг привеса был практически одинаковым в обеих сериях. Общие затраты корма для получения 1 кг привеса равнялись 4170 г при скармливании цельного и 4080 г при даче грубо размолотого зерна сорго, так что грубо размолотое зерно сорго было на 2% эффективнее, чем цельное зерно. Поскольку стоимость размола обычно превышает эту эффективность, никаких экономических преимуществ размол зерна не дает.

Тонкий размол в сравнении с грубым. Вопрос размола кормов был изучен в одном опыте, в котором свиньям скармливали Белое кафрское сорго. Зерно было размолото на жерновой мельнице до двух различных степеней тонкости. Часть зерна была грубого (модуль 4,02) и часть тонкого помола (модуль 3,48). Обе группы поросят получали белковую добавку (мясо-костная мука

2 части, хлопчатниковая жмыховая мука 1 часть и люцерновая мука 1 часть), а также простую минеральную смесь. Рационы скармливали из самокормушек при свободном доступе к корму (свиньи получали только сухой корм). Результаты этого опыта приведены в таблице 5.

Таблица 5

Сравнение питательной ценности зерна кафрского сорго тонкого и грубого размола

Показатели	Зерно тонкого размола (модуль 3,48)	Зерно грубого размола (модуль 4,02)
Число поросят	10	10
Продолжительность опыта, дни	70	70
Среднесуточный рацион, г на 1 голову:		
тонко размолотое зерно	3180	—
грубо » »	—	3216
белковая добавка	181	218
Средний вес поросят в начале опыта, кг	56,2	55,8
Средний вес поросят в конце опыта, кг	104,3	105,2
Среднесуточный привес, г	685	708
Расход корма на 1 кг привеса, г:		
тонко размолотое зерно	4640	—
грубо » »	—	4560
белковая добавка	270	300

Полученные результаты показывают, что тонко размолотое зерно потреблялось в меньшем количестве. Не ясно, было ли это вызвано увеличением объемистости корма, снижением его вкусовых качеств или просто особенностями пережевывания и заглатывания тонко размолотого зерна. Если затруднение заключалось только в последнем обстоятельстве, то его можно избежать увлажнением корма.

При пониженном потреблении тонко размолотого корма были получены меньшие по величине и эффек-

тивности привесы. Эти результаты находятся в соответствии с данными, полученными на той же опытной станции при оценке ячменя, пшеницы и ржи. Тонкий размол требует больших затрат энергии и снижает пропускную способность мельницы. Следовательно, чем тоньше размолото зерно, тем выше стоимость размола.

Скармливание свиньям зернового сорго на корню. Летом 1938 г. опытной станцией штата Небраска в Линкольне был проведен опыт по скармливанию сорго на корню. В июне было засеяно четыре полосы площадью 1,2 га каждая. Одна полоса была засеяна скороспелым сортом кукурузы Миннесота 13, а другие — сортами сорго Раннее Кало, Сунер майло и Дей майло. Посев был проведен листерной сеялкой. В течение всего лета поддерживали однородную густоту стояния растений и содержали посевы чистыми. Засушливая погода и повреждения саранчой вызвали снижение урожая кукурузы до 4,8 ц/га. Сорго росло удовлетворительно, а обильные дожди, выпавшие в августе, вызвали развитие большого числа подгонов. Каждая полоса сорго была разделена на две делянки, таким образом получалось шесть делянок площадью 0,6 га каждая.

11 сентября были убраны учетные полосы на каждом участке. Для определения урожая метелки были высушены и обмолочены. На основе этих подсчетов были вычислены следующие урожаи сорго: Дей майло — 19,9, Сунер майло — 24,0 и Раннее Кало — 23,2 ц/га.

Для стравливания каждой делянки использовали 15 подсвинков со средним живым весом 42,6 кг. Каждая делянка была перегорожена таким образом, чтобы подсвинки вначале имели доступ примерно на 0,2 га сорго. По мере того как поросята поедали зерно на отведенном загоне, им выделяли дополнительную площадь.

Подсвинки были выпущены на делянки сорго 11 сентября, после недели сильных дождей. Участки были очень грязные и подсвинки быстро поломали значительное число растений сортов сорго Раннее Кало и Сунер майло. Сорт Дей майло не был поломан. Из результатов опыта не ясно, было ли это обусловлено низкорослостью растений сорта Дей или более низкими его вкусовыми качествами, или же большей прочностью его стеблей. Участки быстро подсохли, и установилась хорошая погода с температурой воздуха, значительно

выше нормальной. В ночь на 19 сентября был небольшой заморозок, но не настолько сильный, чтобы убить растения сорго.

Подсвинков содержали на делянках сорго в течение 28 дней. Их следовало бы удалить на несколько дней раньше, но они были оставлены на соответствующих делянках для выставочных целей до дня уборки корнеплодов. В связи с этим необходимо было скармливать дополнительно некоторое количество зернового сорго, хотя к концу опыта часть растений все еще оставалась на делянках. В практических условиях зерно этих растений должно было бы подбираться поросятами, племенными свиньями или птицей.

Данные, приведенные здесь, основываются на предположении, что подсвинки съели все зерно на отведенных им делянках.

По-видимому, листья растений сортов Раннее Кало и Сунер майло были достаточно вкусны. Подсвинки поедали не только листья, но жевали даже комли стеблей растений этих двух сортов сорго. Листья и стебли сорта Дей были относительно невкусными, по крайней мере, свиньи их ели плохо.

Рационы, скармливаемые подсвинкам, были следующими:

Группа 1. Дей майло плюс мясо-костная мука из самокормушки.
» 2. Дей майло плюс снятое молоко.
» 3. Сунер майло плюс мясо-костная мука из самокормушки.
» 4. Сунер майло без подкормки.
» 5. Раннее Кало плюс мясо-костная мука из самокормушки.
» 6. Раннее Кало плюс смесь из равных частей мясо-костной муки и хлопчатниковой жмыховой муки из самокормушки.

Каждая группа подсвинков имела свободный доступ к минеральной смеси, состоявшей из 2 частей молотого известняка, 2 частей пареной костяной муки и 1 части соли. Потребление минеральной смеси было незначительным, за исключением группы 4.

Этот опыт показал преимущества скармливания свиньям зернового сорго на корню, особенно при благоприятной погоде. Выход свинины с 1 га сорго от под-

Таблица 6

Скармливание зернового сорго подсвинкам на корню
(во всех группах было по 15 подсвинков)

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
Среднесуточный рацион, г на 1 голову:						
Дей майло	2993	2976	—	—	—	—
Сунер майло	—	—	2694	2803	—	—
Раннее Кало	—	—	—	—	3379	3538
мясо-костная мука	263	—	331	—	326	—
снятое молоко	—	3410	—	—	—	—
мясо-костная мука и хлопчатниковая жмыховая мука, в соотношении 1 : 1	—	—	—	—	—	544
Средний вес подсвинков в начале опыта, кг	42,6	42,8	42,6	42,6	42,6	42,7
Средний вес подсвинков в конце опыта, кг	60,5	63,2	61,4	55,8	60,6	63,8
Средний привес подсвинков за время опыта, кг	17,9	20,3	18,8	13,2	18,0	21,0
Среднесуточный привес подсвинков, г	639	726	667	472	644	753
Расход корма на 100 кг привеса, кг:						
зерно сорго	468	409	404	594	524	471
мясо-костная мука	41	—	50	—	51	36
хлопчатниковая жмыховая мука	—	—	—	—	—	36
снятое молоко	—	469	—	—	—	—
Привес подсвинков на 1 га стравленного участка сорго, кг	432,3	491,7	571,2	434,6	435,7	508,5
Урожай сорго, ц/га	20,0	19,9	22,7	25,5	22,6	23,7
Площадь стравленного участка, га	0,61	0,61	0,48	0,45	0,61	0,61

свинков, получавших дополнительно мясо-костную муку, колебался от 433 кг в группе 1 до 572 кг в группе 3. В среднем в группах 1, 3 и 5, где подсвинки получали дополнительно из самокормушек мясо-костную муку,

выход свинины с 1 га равнялся 480 кг. По всем группам подсвинков, которые получали хорошие рационы (за исключением группы 4), средний выход свинины с 1 га сорго составил 488 кг.

По-видимому, стравливаемый свиньям участок целесообразно ограничивать так, чтобы они хорошо подчищали (поедали) зерно. Что касается стравливания кукурузы на корню, то, вероятно, нецелесообразно вынуждать откармливаемых подсвинков подбирать зерно слишком тщательно. Для подбора оставшегося в поле зерна можно выпускать поросят, племенных свиней или птиц. Очевидно, что наиболее удовлетворительные среднесуточные привесы при скармливании свиньям зернового сорго на корню могут быть лишь в том случае, когда свиньи дополнительно получают хорошую протеиновую добавку (табл. 6).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕРНА СОРГО В ЗИМНИХ РАЦИОНАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

На опытной станции в Норт-Платте была проведена большая работа по изучению питательной ценности зерна сорго в зимних рационах крупного рогатого скота.

Питательная ценность размолотого зерна сорго и кукурузы при даче их с люцерновым сеном. Было проведено два опыта по зимнему кормлению кастрированных бычков. Питательную ценность размолотого зерна кукурузы сравнивали с питательной ценностью размолотого зерна белого кафрского сорго. Оба вида зерна по качеству были отнесены к сорту № 2. В обоих опытах бычкам скармливали люцерновое сено. В одном опыте использовали сено первого укоса, а во втором — сено U. S. № 2 и U. S № 2 облиственное [1]. В первом опыте бычки получали 2,6 кг, а во втором — 1,8 кг зерна в сутки. В таблице 7 приведены усредненные данные результатов двух опытов.

Из приведенных в таблице данных видно, что обе группы бычков получали одинаковое количество зерна в сутки (2,2 кг). Бычки из группы, получавшей зерно сорго, в среднем ежедневно съедали на 300 г больше люцернового сена.

[1] Стандарты в США — *Прим. ред.*

Таблица 7

Питательная ценность размолотого зерна кукурузы и сорго при скармливании их вместе с люцерновым сеном
(данные двух опытов)

Показатели	Размолотое зерно кукурузы и люцерновое сено	Размолотое зерно сорго и люцерновое сено
Число бычков	25	25
Продолжительность опыта, дни	123	123
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:		
кукуруза	2,2	—
сорго	—	2,2
люцерновое сено	4,8	5,1
Средний вес бычков в начале опыта, кг	192,7	192,4
Средний вес бычков в конце опыта, кг	291,2	283,5
Средний привес за опытный период, кг	98,5	91,1
Среднесуточный привес, г	803	753
Расход корма на 100 кг привеса, кг:		
кукуруза	271	—
сорго	—	292
люцерновое сено	600	684

Среднесуточный привес бычков в группе, получавшей кукурузу, составил 803 г, в то время как в группе, получавшей сорго, он был равен лишь 753 г. В одном опыте бычки, получавшие кукурузу, оказались более упитанными. В другом опыте бычки обеих групп были более тощими, чем это желательно, поскольку не было запланировано кормление их в течение лета.

Для получения 100 кг привеса в одной группе бычков требовалось скормить 271 кг размолотого зерна кукурузы и 600 кг люцернового сена, а в другой — 292 кг размолотого зерна сорго и 684 кг люцернового сена. Основываясь только на потребностях в зерне и не принимая во внимание затраты люцернового сена, пи-

тательная ценность размолотого зерна сорго равна 93% питательности размолотого кукурузного зерна.

Питательная ценность кукурузы и зернового сорго при использовании силоса в качестве грубого корма. На опытной станции в Норт-Платте в течение трех лет проводили сравнение питательной ценности размолотого зерна кукурузы и сорго, применяя силос в качестве единственного грубого корма. Животным скармливали желтозерную кукурузу № 2. В двух опытах скармливали Белое кафрское сорго № 2, а в третьем — сорго сорта Раннее Кало. Силос приготовляли из смеси кукурузы и сахарного сорго. В одном году силос был приготовлен из растений, поврежденных засухой; в другом — он не содержал зерна, а в третьем году в нем было мало зерна. В связи с низким содержанием зерна в силосе питательная ценность его была ниже среднего уровня.

В течение трех лет животным скармливали белковую добавку. Среднесуточное количество белковой добавки на голову колебалось от 417 г в одном опыте до 454 г в двух других. В двух опытах добавку давали из хлопчатникового шрота (с содержанием 43% протеина), а в третьем опыте — из гранулированного соевого шрота (с содержанием 41% протеина).

В двух опытах животным скармливался молотый известняк с высоким содержанием кальция в количестве 36 г на голову в сутки. В третьем опыте скармливали простую минеральную смесь, состоящую из 18 кг молотого известняка, 18 кг пареной костной муки и 9 кг соли. Давали ее также из расчета 36 г на голову в сутки. Средние результаты опытов представлены в таблице 8.

Обе группы получали в среднесуточном рационе одинаковое ограниченное количество зерна, белковой и минеральной добавок. Зерно в обоих случаях было размолото грубо (дробленое). Силос давали вволю. Среднесуточное потребление силоса в группе, получавшей кукурузу, составило 13,37 кг, а в группе, получавшей сорго,— 14,04 кг, или на 670 г больше. Во всех случаях больше силоса потребляли телята групп, получавших зерно сорго.

Среднесуточный привес телят в группе, получавшей кукурузу, составил 866 г, а в группе, получавшей сор-

Таблица 8

Питательная ценность дробленого зерна кукурузы и сорго
(по данным трех опытов)

Показатели	Дробленое зерно кукурузы, силос, шрот и минеральная добавка	Дробленое зерно сорго, силос, шрот и минеральная добавка
Число телят	37	37
Продолжительность опыта, дни	140	140
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:		
дробленое зерно кукурузы	2,35	—
» » сорго	—	2,35
силос	13,37	14,04
шрот	0,44	0,44
минеральная добавка	0,036	0,036
Средний вес телят в начале опыта, кг	195,0	194,5
Средний вес телят в конце опыта, кг	315,7	308,9
Средний привес за период опыта, кг	120,7	114,4
Среднесуточный привес, г	866	821
Расход корма на 100 кг привеса, кг:		
дробленое зерно кукурузы	271	—
» » сорго	—	286
силос	1548	1710
шрот	51	54
минеральная добавка	4,0	4,3

го,— 821 г. На обоих рационах привесы были несколько выше, чем это желательно для телят, находящихся на зимней передержке, если телята не предназначались для откорма следующим летом.

Для получения 100 кг привеса требовалось больше каждого вида корма в группе телят, получавших сорго. Питательная ценность зерна сорго составляла 95% питательности зерна кукурузы, исходя из потребности в зерне для получения 100 кг привеса, что соответствует питательной ценности его в рационах, где в качестве единственного грубого корма использовали люцерновое сено.

Скармливание силоса и люцернового сена. В одном опыте, проведенном опытной станцией в Норт-Платте, кастрированным бычкам, находящимся на зимней передержке, в качестве грубого корма скармливали вволю как силос (такой же, как в опыте, описанном выше), так и люцерновое сено. Животным давали по 1,81 кг зерна на голову в сутки. В одной группе животным давали грубо раздробленное зерно кукурузы, а в другой — дробленое зерно № 2 кафрского сорго. Основные данные результатов этого опыта приведены в таблице 9.

Таблица 9

Питательная ценность зерна кукурузы и белого кафрского сорго при скармливании их вместе с силосом и люцерновым сеном

Показатели	Дробленое зерно кукурузы, силос, люцерновое сено и хлопчатниковый жмых	Дробленое зерно сорго, силос, люцерновое сено и хлопчатниковый жмых
Число бычков	13	13
Продолжительность опытного периода, дни	133	133
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:		
дробленое зерно кукурузы	1,81	—
» » сорго	—	1,81
силос	10,78	10,33
люцерновое сено	1,23	1,55
хлопчатниковый жмых	0,14	0,14
Средний вес бычков в начале опыта, кг	179,2	179,2
Средний вес бычков в конце опыта, кг	290,3	293,9
Средний привес за период опыта, кг	111,1	114,7
Среднесуточный привес, г	835	862
Расход корма на 100 кг привеса, кг:		
дробленое зерно кукурузы	217	—
» » сорго	—	211
силос	1290	1199
люцерновое сено	148	181
хлопчатниковый жмых	17	16

В этом случае потребление зерна и белковой добавки поддерживалось на постоянном уровне, а потребление сена и силоса варьировало в зависимости от аппетита животных. Телята, получавшие зерно кукурузы, потребляли больше силоса, а телята, получавшие зерно сорго,— больше люцернового сена. Несколько большее количество грубого корма (сено и силос) потребляли животные, получавшие зерно сорго, что согласуется с предыдущими наблюдениями.

Среднесуточный привес телят, получавших кукурузу, составил 835 г, а у животных, получавших зерно сорго, он был равен 862 г. Это единственный случай, отмеченный в данной серии опытов, когда телята, получавшие зерно сорго, дали больший привес, чем животные, получавшие зерно кукурузы. В группе, получавшей дробленое зерно кукурузы, потребовалось больше корма на 100 кг привеса, чем в группе, получавшей дробленое зерно сорго. Это единственный случай, когда рацион из сорго превзошел по эффективности рацион из кукурузы. Сорго оказалось на 3% более эффективным, чем кукуруза.

Измельченные метелки сорго сорта Кало. В одном опыте было проведено сравнение скармливания телятам измельченных метелок сорго сорта Кало и размолотого зерна того же сорта. Кроме того, давали силос, гранулированный соевый шрот и минеральную смесь. Измельченные метелки представляют собой объемистый корм, весьма сходный с молотыми початками кукурузы. Результаты опыта приведены в таблице 10.

Данные, приведенные в таблице 10, показывают, что привесы телят в обеих группах были почти одинаковыми. Телята в одной группе съедали в сутки 2,66 кг размолотого зерна сорго, а в другой — 3,64 кг измельченных метелок. Метелки сорго содержали 73% зерна, поэтому животные этой группы потребляли в сутки 2,66 кг зерна, т. е. столько же, как и животные в группе, получавшей размолотое зерно. Среднесуточное потребление силоса телятами, получавшими зерно сорго, составляло 15 кг, в то время как в группе, получавшей измельченные метелки сорго, оно равнялось лишь 12,7 кг. В 3,64 кг измельченных метелок сорго, потреблявшихся телятами второй группы, содержалось 984 г сухих стержней соцветий или стеблей. Таким образом,

Таблица 10

Питательная ценность размолотого зерна и измельченных метелок сорго сорта Кало

Показатели	Размолотое зерно, силос, соевый гранулированный шрот, минеральная смесь	Измельченные метелки, силос, соевый гранулированный шрот, минеральная смесь
Число телят	12	12
Продолжительность опытного периода, дни	175	175
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:		
размолотое зерно	2,66	—
измельченные метелки	—	3,64
силос	15,01	12,70
гранулированный соевый шрот, г	450	450
минеральная смесь, г	36	36
Средний вес животных в начале опыта, кг	201,4	201,4
Средний вес животных в конце опыта, кг	340,6	339,8
Средний привес за опытный период, кг	139,2	138,3
Среднесуточный привес, г	794	789
Расход корма на 100 кг привеса, кг:		
размолотое зерно	334	—
измельченные метелки	—	461
силос	1887	1609
гранулированный соевый шрот	57	57
минеральная смесь	5	5

984 г сухого грубого корма на голову в сутки снизили среднесуточное потребление силоса на 2,3 кг. Каждый килограмм сухого грубого корма в метелках сорго заменял 2,34 кг силоса.

Для получения 100 кг привеса в одной группе требовалось скормить 334 кг размолотого зерна, а в другой — 461 кг измельченных метелок. Однако, учитывая, что в метелках содержалось только 73% зерна, расход зерна во второй группе на 100 кг привеса составлял 336 кг, т. е. был таким же, как и в группе, получавшей размолотое зерно.

Расход силоса на 100 кг привеса в группе, получавшей размолотое зерно, составил 1887 кг, а в группе, получавшей измельченные метелки, он был равен лишь 1609 кг. Для получения 100 кг привеса 114 кг сухих стеблей из метелок сорго заменили 178 кг силоса.

Измельченный грубый корм из сорго. В одном опыте размолотое зерно сорго сорта Кало сравнивали с измельченным грубым кормом, приготовленным из целых растений сорта Кало, включая зерно. Животным обеих групп скармливали силос, а также 450 г гранулированного соевого шрота и 36 г простой минеральной смеси на голову в сутки. Соответствующие данные приведены в таблице 11.

Таблица 11

Питательная ценность размолотого зерна и измельченного грубого корма сорго Кало

Показатели	Размолотое зерно, силос, гранулированный соевый шрот и минеральная смесь	Измельченный грубый корм, силос, гранулированный соевый шрот и минеральная смесь
Число телят	12	12
Продолжительность опытного периода, дни	175	175
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:		
размолотое зерно	2,66	—
измельченный грубый корм	—	6,07
силос	15,0	6,7
гранулированный соевый шрот, г	450	450
минеральная смесь, г	36	36
Средний вес телят в начале опыта, кг	201,4	201,4
Средний вес телят в конце опыта, кг	340,6	344,3
Средний привес за период опыта, кг	139,2	142,9
Среднесуточный привес, г	794	816
Расход корма на 100 кг привеса, кг:		
размолотое зерно	334	—
измельченный грубый корм	—	743
силос	1887	816
гранулированный соевый шрот	57	55
минеральная смесь	5	5

Среднесуточный привес телят, получавших молотый грубый корм, был равен 817 г по сравнению с 794 г у телят, получавших молотое зерно сорго. Телята одной группы съедали 2,66 кг молотого зерна, в то время как телята другой группы съедали 6,08 кг грубого корма на голову в сутки. Молотый грубый корм из сорго сорта Кало содержал 43,75% зерна; таким образом, среднесуточное потребление зерна в этой группе составляло 2,66 кг, т. е. было таким же, как и в группе, получавшей молотое зерно сорта Кало. Среднесуточное потребление соевых гранул и минеральной смеси также было одинаковым в обеих группах.

Телята, получавшие размолотое зерно сорго, потребляли 15 кг силоса на голову в сутки. Телята, получавшие измельченный грубый корм из сорго, съедали только 6,7 кг силоса или меньше половины от уровня первой группы. Однако животные, получавшие размолотый корм из целых растений сорго, ежедневно потребляли дополнительно 3,4 кг сухого грубого корма, который более чем компенсировал низкое потребление силоса.

В группе животных, получавших размолотый грубый корм, на 100 кг привеса требовалось 743 кг сухого грубого корма. Поскольку 43,75% этого корма составляло зерно, очевидно, что телятам этой группы требовалось лишь 325 кг зерна на 100 кг привеса по сравнению с 334 кг зерна в группе, получавшей размолотое зерно сорго Кало. Размол и скармливание целых растений сорго Кало оказался эффективным способом скармливания его бычкам, находящимся на зимней передержке.

ЗЕРНОВОЕ СОРГО ДЛЯ ОТКАРМЛИВАЕМОГО КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

По всей вероятности, значительная часть производимого зерна сорго будет использоваться для откорма крупного рогатого скота. Опытная станция штата Небраска провела ряд опытов по сравнению питательной ценности зернового сорго и кукурузы при откорме годовиков и телят. Чаще всего использовали дробленое зерно кукурузы и сорго. В некоторых случаях весь грубый корм был представлен люцерновым сеном; в других — скармливали силос. Учитывая, что при скармливании годовалым волам только зерна сорго, им будет не хва-

тать протеина, всем группам дополнительно давали хлопчатниковый жмых из расчета 450—900 г на голову в сутки. Все животные во время опытов получали также минеральную смесь, состоящую из молотого известняка, костяной муки и соли. Кроме того, животные всегда имели доступ к кусковой соли.

Корм раздавали скоту вручную 2 раза в день. Животные содержались в сараях, открытых на восток. На группу приходилось 36 кв. м площади сарая и дополнительный загон размером 6 м×30 м. Питьевая вода, находившаяся в баках, была доступна животным в любое время. В холодную погоду воду подогревали для предупреждения ее замерзания.

Питательная ценность кукурузы и белого кафрского сорго при откорме годовалых волов

Четыре группы годовалых волов, по 10 голов в каждой, в течение 169 дней кормили вволю, для того чтобы сравнить питательную ценность дробленого зерна кукурузы и белого кафрского сорго; побочной задачей было сравнение питательности люцернового сена и силоса, даваемых в качестве грубого корма с этими двумя видами зерна. В начале опыта средний живой вес годовалых волов составлял около 305 кг. Необходимые данные по этому опыту приведены в таблице 12.

Когда в качестве единственного грубого корма в рационе использовали люцерновое сено, животные, получавшие дробленую кукурузу, съедали большее количество зерна в сутки по сравнению с животными, получавшими дробленое зерно сорго. Это находится в противоречии со всеми другими сравнениями, приведенными в данном разделе. Среднесуточный привес волов, получавших кукурузу, составлял 1297 г по сравнению с 1129 г привеса в группе, где зерновая часть рациона была представлена размолотым кафрским сорго. В данном случае разница в величине среднесуточного привеса животных была бóльшей, чем в любом другом из проведенных сравнений.

Волы, получавшие кукурузу, лучше оплачивали корм и потребляли на 100 кг привеса меньше зерна на 64 кг, хлопчатникового жмыха на 5 кг и люцернового сена на 25 кг.

Таблица 12

Питательная ценность дробленого зерна кафрского сорго и кукурузы в рационах для откорма годовалых волов (один опыт в течение 169 дней, по 10 волов в группе)*

Показатели	Дробленая кукуруза, люцерновое сено, хлопчатниковый жмых	Дробленое кафрское сорго, люцерновое сено, хлопчатниковый жмых	Дробленая кукуруза, кукурузный силос, хлопчатниковый жмых	Дробленое кафрское сорго, кукурузный силос, хлопчатниковый жмых
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:				
дробленое зерно кукурузы	7,76	—	7,55	—
дробленое зерно кафрского сорго	—	7,47	—	8,16
хлопчатниковый жмых, г	476	476	957	957
люцерновое сено	2,74	2,67	—	—
силос	—	—	9,52	9,89
Средний вес волов в начале опыта, кг	303,0	306,6	305,7	305,2
Средний вес волов в конце опыта, кг	522,5	497,1	518,0	511,6
Средний привес за период опыта, кг	219,5	190,5	212,3	206,4
Среднесуточный привес, г	1297	1129	1256	1220
Расход корма на 100 кг привеса, кг:				
дробленое зерно кукурузы	598	—	601	—
дробленое зерно кафрского сорго	—	662	—	669
хлопчатниковый жмых	37	42	76	78
люцерновое сено	211	236	—	—
силос	—	—	758	814

* Один вол был удален в связи с отложением камней в почках.

В опыте, где в качестве грубого корма давали кукурузный силос, среднесуточное потребление зерна было выше в группе, в которой зерновая часть рациона была представлена кафрским сорго; животные этой группы съедали также на 370 г больше силоса по сравнению с животными, получавшими зерно кукурузы. Несмотря на повышенное потребление корма, у волов получавших зерно сорго, среднесуточный привес составил только 1220 г по сравнению с 1256 г привеса у волов, содержавшихся на зерне кукурузы. При использовании в качестве грубого корма силоса волам, получавшим дробленое зерно кафрского сорго, на 100 кг привеса требовалось больше зерна на 68 кг, хлопчатникового жмыха на 2 кг и силоса на 56 кг по сравнению с животными, получавшими дробленое зерно кукурузы. Принимая во внимание только количество зерна, потребовавшегося для получения 100 кг привеса, питательная ценность дробленого зерна кафрского сорго составляла 90% ценности дробленого зерна кукурузы.

Откорм телок

Опытной станцией штата Небраска было проведено семь опытов по сравнению питательной ценности дробленого зерна сорго и кукурузы. Эти опыты были проведены на телках со средним живым весом 174 кг. Во всех опытах в качестве грубого корма использовали кукурузный силос. Чтобы удовлетворить потребность животных в протеине, им ежедневно скармливали по 680 г хлопчатникового жмыха. Как и в предыдущем опыте, животные каждой группы получали минеральную смесь, состоявшую из молотого известняка, пропаренной костяной муки и соли и, кроме того, кусковой соли.

В опытных группах было от 10 до 12 откармливаемых телок, а в среднем — 11 голов. Продолжительность периода откорма варьировала от 166 до 193 дней, составляя в среднем 180 дней. Живой вес телок к концу откорма колебался от 310 до 365 кг и в среднем равнялся 340 кг.

Во всех опытах скармливали сорго сорта Раннее Кало; в двух опытах — Сунер майло; в одном — Дей майло и в одном — сахарное сорго Атлас. Во всех случаях зерно было раздроблено или грубо размолото. В таблице 13 приведены данные этого опыта.

Таблица 13

Сравнение питательной ценности дробленого зерна сорго и кукурузы для откорма телок (среднее из семи опытов)

Показатели	Дробленое зерно кукурузы, хлопчатниковый жмых и кукурузный силос	Дробленое зерно сорго, хлопчатниковый жмых и кукурузный силос
Число телок	76	76
Продолжительность опытного периода, дни	180	180
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:		
дробленое зерно кукурузы	5,06	—
» » сорго	—	5,44
хлопчатниковый жмых, г	680	680
кукурузный силос	4,03	4,13
Средний вес телок в начале опыта, кг	174	174
Средний вес телок в конце опыта, кг	340,5	341
Средний привес за период откорма, кг	177,5	178
Среднесуточный привес, г	925	925
Расход корма на 100 кг привеса, кг:		
дробленое зерно кукурузы	548	—
» » сорго	—	587
хлопчатниковый жмых	74	74
кукурузный силос	436	446

Телки, получавшие зерновое сорго, съедали 5,44 кг зерна по сравнению с 5,06 кг кукурузы в другой группе телок. В среднем телки, получавшие сорго, съедали также больше силоса. В каждом случае потребление зерна было выше у телок, получавших зерно сорго. В четырех случаях потребление силоса было выше у телок, получавших зерно сорго; в одном случае оно было выше в группе телок, получавших зерно кукурузы, и в двух — оно было одинаковым в обеих группах.

В каждом случае на 100 кг привеса требовалось бóльше дробленого зерна сорго, чем кукурузы. Во всех опытах, за исключением одного, телки, получавшие зерновое сорго, потребляли на единицу привеса бóльшее

количество силоса. В среднем по всем семи опытам на 100 кг привеса требовалось 548 кг дробленого зерна кукурузы и 436 кг силоса по сравнению с 587 кг дробленого зерна сорго и 446 кг силоса. Принимая во внимание только количество зерна, требуемого для получения 100 кг привеса, эффективность дробленого зерна сорго равнялась 93% эффективности дробленого зерна кукурузы.

Питательная ценность дробленого зерна кукурузы и сорго при даче их откармливаемым телятам вместе с люцерновым сеном и силосом

На опытной станции в Норт-Платте в течение 168 дней проводился опыт по откорму телят, используя сочетание люцернового сена и силоса из кукурузы и сахарного сорго Атлас. Силос не содержал зерна и имел среднюю влажность 75—80%, его скармливали в ограниченных количествах в течение первых 84 дней опыта.

Подопытные животные были представлены телятами-отъемышами со средним живым весом в начале опыта 165,5 кг. В каждой группе находилось по 6 телок и 7 бычков-кастратов. Телки имели хорошие кондиции, в то время как бычки были недостаточно упитаны. Данные опыта приведены в таблице 14.

Как уже отмечалось в предыдущих примерах, скот, получавший зерно сорго, потреблял в сутки не только большее количество зерна (5,17 кг по сравнению с 4,80 кг), но также и большее количество люцернового сена и силоса. В данном опыте среднесуточный привес телят, получавших кукурузу, составил 952 г, в то время как у телят, получавших кафрское сорго, он равнялся только 925 г. К концу опыта телки имели хорошие рыночные кондиции, но бычки-кастраты требовали дальнейшего откорма.

В группе животных, содержавшихся на кукурузе, на 100 кг привеса требовалось меньшее количество концентратов и грубых кормов. Им было нужно только 504 кг дробленой кукурузы по сравнению с 560 кг дробленого зерна кафрского сорго. Питательная ценность дробленого зерна кафрского сорго была равна 90% питательности дробленого зерна кукурузы. Кроме снижения потребностей в зерне, животные группы, получав-

Таблица 14

Питательная ценность дробленого зерна кукурузы и кафрского сорго при даче их откармливаемым телятам вместе с люцерновым сеном и силосом (один опыт)

Показатели	Дробленое зерно кукурузы, люцерновое сено, силос, хлопчатниковый жмых	Дробленое зерно кафрского сорго, люцерновое сено, силос, хлопчатниковый жмых
Число телят	13	13
Продолжительность опытного периода, дни	168	168
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:		
дробленое зерно кукурузы	4,80	—
» » кафрского сорго	—	5,17
люцерновое сено	1,80	2,12
силос	2,42	2,62
хлопчатниковый жмых, г	280	280
Средний вес телят в начале опыта, кг	165,5	165,5
Средний вес телят в конце опыта, кг	325,2	320,6
Средний привес за период откорма, кг	159,7	155,1
Среднесуточный привес, г	952	925
Расход корма на 100 кг привеса, кг:		
дробленое зерно кукурузы	504	—
» » кафрского сорго	—	560
люцерновое сено	190	229
силос	255	284
хлопчатниковый жмых	29	30

шей кукурузу, расходовали на 100 кг привеса на 39 кг меньше люцернового сена и на 29 кг меньше силоса.

Размол зернового сорго

Во всех предыдущих сравнениях питательной ценности зерна кукурузы и сорго оба вида зерна давали в размолотом виде. Может быть задан вопрос, является ли размол зерна необходимым или желательным? Был проведен один 193-дневный опыт по сравнению питательной ценности дробленого и цельного зерна сорго

сорта Ранне Кало. В качестве грубой части рациона использовали кукурузный силос. Животным ежедневно давали по 680 г хлопчатникового жмыха. В одной опытной группе было 11, а в другой — 12 телок. Данные опыта приведены в таблице 15.

Таблица 15

Сравнение питательной ценности цельного и дробленого зерна сорго сорта Раннее Кало для откорма телок

Показатели	Дробленое зерно	Цельное зерно
Число телок	11	12
Продолжительность опытного периода, дни	193	193
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:		
дробленое зерно	5,70	
цельное »	—	6,20
кукурузный силос	4,20	4,30
хлопчатниковый жмых, г	680	680
Средний вес телок в начале опыта, кг	182,8	179,6
Средний вес телок в конце опыта, кг	360,1	337,9
Средний привес за период опыта, кг	177,3	158,3
Среднесуточный привес, г	916	821
Расход корма на 100 кг привеса, кг:		
дробленое зерно	621	—
цельное »	—	758
кукурузный силос	460	524
хлопчатниковый жмых	74	83
Потеря веса при перевозке на рынок, %	4,53	4,97
Продажная рыночная цена, долл. за 100 кг	21,67	20,35
Убойный выход, %	61,9	59,0
Сорт туши:		
отборный (число туш)	9	6
хороший (число туш)	2	5
средний (число туш)	0	1

Животные потребляли больше цельного зерна сорго (6,2 кг в сутки), чем дробленого (5,7 кг). Наряду с повышенным потреблением цельного зерна, животные съедали ежедневно несколько большее количество силоса (4,3 кг по сравнению с 4,2 кг). Среднесуточный привес телят, получавших дробленое зерно, был выше (916 г по сравнению с 821 г), несмотря на то, что они потребляли меньшее количество корма в сутки.

Для получения 100 кг привеса размол зерна экономил 137 кг сорго, 64 кг силоса и 9 кг хлопчатникового жмыха. Исходя из количества килограммов зерна сорго, необходимых для получения 100 кг привеса телок, питательная ценность цельного зерна равнялась только 81% питательности дробленого зерна сорго сорта Кало. Практики, скармливавшие скоту цельное зерно сорго, часто наблюдали, что животные пережевывают его недостаточно тщательно и значительная часть зерна проходит через пищеварительный тракт непереваренным.

У скота, получавшего дробленое зерно, потеря веса при перевозке на рынок составила лишь 4,53% по сравнению с 4,97% у скота, получавшего цельное зерно сорго. Это, вероятно, является дополнительным доказательством лучшей упитанности скота, получавшего дробленое зерно.

Животные группы, получавшей дробленое зерно, были проданы по цене 21,67 долл. по сравнению с ценой 20,35 долл. на животных, получавших цельное зерно. По-видимому, надбавка на цену была оправдана, поскольку убойный выход животных, получавших дробленое зерно, составлял 61,9% по сравнению с 59% у животных, получавших цельное зерно. Дополнительным оправданием различий в цене между этими двумя группами животных является сортность туш.

Питательная ценность измельченных метелок и дробленого зерна сорго сорта Раннее Кало

Иногда спрашивают, выгодно ли молоть цельные метелки сорго и будут ли стержни соцветий в значительной мере снижать потребности скота в грубом корме? Был проведен 193-дневный опыт на телках с живым весом 180 кг. В одной группе имелось 11, а в дру-

гой — 12 телок. Данные этого опыта приведены в таблице 16.

Таблица 16

Питательная ценность дробленого зерна и измельченных метелок сорго Раннее Кало для откорма телок

Показатели	Дробленое зерно	Измельченные метелки
Число животных	11	12
Продолжительность опыта, дни	193	193
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:		
зерно сорго	5,70	4,72*
кукурузный силос	4,22	4,11
хлопчатниковый жмых, г	680	680
Средний вес телок в начале опыта, кг	182,8	179,6
Средний вес телок в конце опыта, кг	360,1	349,7
Средний привес за период опыта, кг	177,3	170,1
Среднесуточный привес, г	916	880
Расход корма на 100 кг привеса, кг:		
зерно сорго	621	536**
кукурузный силос	460	466
хлопчатниковый жмых	74	77
Потеря веса при перевозке на рынок, %	4,53	4,02
Продажная рыночная цена, долл. за 100 кг	21,67	20,35
Убойный выход, %	61,9	58,6
Сорт туши:		
отборный (число туш)	9	6
хороший (число туш)	2	6
средний (число туш)	0	0

* В среднем за сутки телки потребляли 6,3 кг измельченных метелок сорго, в которых содержалось 4,72 кг зерна.

** Эти 536 кг зерна входили в состав 714 кг метелок сорго; такое количество метелок необходимо для получения 100 кг привеса.

В группе телок, получавших измельченные метелки сорго, животные съедали 6,3 кг метелок в сутки. Это было выше среднесуточного потребления зерна телками группы, получавшей дробленое зерно сорго, которые съедали 5,7 кг зерна. Поскольку измельченные метелки содержали стебли или стержни соцветий, фактическое потребление зерна животными, получавшими измельченные метелки, составляло только 4,72 кг, или на 980 г меньше, чем съедали телки контрольной группы. Потребление объемистого стебельчатого материала снизило потребление силоса с 4,22 до 4,11 кг. По-видимому, пониженное потребление зерна было основной причиной снижения среднесуточного привеса с 916 до 880 г.

Исходя из затрат корма на 100 кг привеса, питательная ценность измельченных метелок сорго равнялась 87% питательности дробленого зерна. В группе телок, получавших дробленое зерно, на 100 кг привеса потребовалось скормить 621 кг зерна. В группе телок, получавших измельченные метелки, для получения эквивалентного привеса потребовалось скормить 714 кг метелок, содержавших 536 кг зерна. Поскольку измельченные метелки содержали 75% зерна (по весу), результаты опыта показывают, что стебельчатый материал внес некоторое количество питательных веществ в рацион. В группе телок, получавших измельченные метелки сорго, на единицу привеса потребовалось скормить несколько бóльшее количество силоса и хлопчатникового жмыха.

Более высокая продажная цена, более высокий убойный выход и лучший сорт туш скота, получавшего дробленое зерно сорго, говорят о его лучшей упитанности.

СРАВНЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ДРОБЛЕНОГО ЗЕРНА СОРГО И ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ МЕТЕЛОК С ПОСЛЕДУЮЩИМ СКАРМЛИВАНИЕМ ДРОБЛЕНОГО ЗЕРНА СОРГО

Было проведено два опыта: в одном использовали сорт Сунер майло, в другом — Раннее Кало. Опыт продолжался 166 дней; в каждой группе имелось по 10 телок. Животным ежедневно скармливали по 680 г хлопчатникового жмыха и в качестве грубого корма — кукурузный силос.

Здесь приводятся два сравнения: сравнение двух сортов зернового сорго и сравнение питательной ценности дробленого зерна с питательностью измельченных метелок сорго. Животным, получавшим сорго Сунер майло, измельченные метелки скармливали в течение 97 дней, после чего их заменяли дробленым зерном. Животным, получавшим сорго Раннее Кало, измельченные метелки скармливали только в течение 43 дней. Эти различия в продолжительности периода кормления не позволяют вывести средние данные по двум группам вместе. Такой же способ кормления, как приведенный здесь, часто применяется при откорме скота кукурузой, когда откорм начинают с измельченных початков кукурузы (с оберткой или без нее), а после перевода скота на полный рацион заменяют их дробленым зерном кукурузы. В таблице 17 приведены результаты опыта.

В течение первых 97 дней, когда скармливались измельченные метелки сорго майло, среднесуточный привес телок равнялся 848 г, в то время как у телок, получавших дробленое зерно майло, он был равен 893 г. В последние 69 дней телки, предварительно получавшие измельченные метелки, превзошли животных из группы, получавшей дробленое зерно.

Если объединить оба периода, среднесуточный привес телок, получавших измельченные метелки, будет равен 921 г по сравнению с 884 г у телок, получавших в течение всего периода дробленое зерно.

Животным, получавшим измельченные метелки сорго, для производства 100 кг привеса потребовалось 505 кг зерна сорго, 411 кг силоса и 74 кг хлопчатникового жмыха. Телкам же, получавшим в течение всего опытного периода дробленое зерно сорго, на 100 кг привеса требовалось 569 кг зерна, 421 кг силоса и 77 кг хлопчатникового жмыха.

Телята, которые все время получали дробленое зерно сорго сорта Сунер майло, несколько меньше снизили вес при перевозке на рынок и имели почти на 1% больший убойный выход. Однако сортность туши показывает лишь незначительное различие между группами.

Во втором сравнении вместо сорта Сунер майло животным скармливали сорго Раннее Кало и измельченные метелки давали лишь в течение 43 дней, после чего скармливали дробленое зерно сорта Раннее Кало,

Принимая в расчет весь 166-дневный период кормления, среднесуточный привес телят, получавших измельченные метелки, составлял 939 г по сравнению с 898 г привеса у телят, получавших в течение всего опыта дробленое зерно сорта Раннее Кало.

На 100 кг привеса телятам, получавшим измельченные метелки, требовалось на 52 кг меньше зерна и,

Таблица 17

Питательная ценность дробленого зерна сорго и измельченных метелок при последующем скармливании дробленого зерна сорго
(один опыт)

Показатели	Дробленое зерно сорго сорта Сунер майло	Измельченные метелки сорта Сунер майло (97 дней), дробленое зерно Сунер майло (69 дней)	Дробленое зерно сорго сорта Раннее Кало	Измельченные метелки сорго сорта Раннее Кало (43 дня), дробленое зерно Раннее Кало (123 дня)
Число животных	10	10	10	10
Продолжительность опытного периода, дни . .	166	166	166	166
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:				
сорго Сунер майло	5,03	4,65*	—	—
» Раннее Кало	—	—	5,23	4,97***
кукурузный силос	3,73	3,78	3,82	3,78
хлопчатниковый жмых, г	680	680	680	680
Средний вес телок в начале опыта, кг	162,8	166,0	162,8	162,8
Средний вес телок в конце опыта, кг	309,8	318,9	312,5	318,4
Средний привес за период опыта, кг	147,0	152,9	149,7	155,6
Среднесуточный привес, г	884	921	898	939

Продолжение

Показатели	Дробленое зерно сорго сорта Сунер майло	Измельченные метелки сорта Сунер майло (97 дней), дробленое зерно Сунер майло (69 дней)	Дробленое зерно сорго сорта Раннее Кало	Измельченные метелки сорго сорта Раннее Кало (43 дня), дробленое зерно Раннее Кало (123 дня)
Расход корма на 100 кг привеса, кг:				
сорго Сунер майло	569	505**	—	—
» Раннее Кало	—	—	581	529****
кукурузный силос	421	411	425	403
хлопчатниковый жмых	77	74	76	73
Потеря веса при перевозке на рынок, % . . .	3,07	3,12	1,74	2,99
Продажная рыночная цена, долл. за 100 кг	20,90	20,90	20,90	20,90
Убойный выход, % . . .	57,9	57,0	58,0	57,5
Сорт туши:				
отборный (число туш)	3	5	5	4
хороший (число туш)	7	4	5	6
средний (число туш)	0	1	0	0

* Эквивалент зерна майло. Телята съедали в среднем за сутки 4,90 кг измельченных метелок сорго, содержавших 3,68 кг зерна на 1 голову, в течение первых 97 дней и в среднем по 6,03 кг дробленого зерна майло в течение последних 63 дней опыта.

** Эта цифра включает 311 кг измельченных метелок сорго, которые содержали 233 кг зерна, и 272 кг дробленого зерна на каждые 100 кг привеса животных.

*** Эквивалент зерна сорта Раннее Кало. Телята съедали в среднем за сутки 3,68 кг измельченных метелок сорго, содержавших 2,76 кг зерна, в течение первых 43 дней и по 5,73 кг дробленого зерна сорта Раннее Кало в течение последних 123 дней опыта.

**** Эта цифра включает 102 кг измельченных метелок сорго, которые содержали 76 кг зерна, и 453 кг дробленого зерна сорго на каждые 100 кг привеса животных.

кроме того, наблюдалась некоторая экономия силоса и хлопчатникового жмыха.

Телята, получавшие дробленое зерно сорта Раннее Кало, потеряли только 1,74% веса при перевозке на рынок, что необычно мало. У телят этой группы был отмечен также на 0,5% бóльший убойный выход и наблюдалось некоторое преимущество в сортности туш. Необходимо отмéтить, что все четыре группы подопытных телят были проданы по одной и той же цене — 20,90 долл. за 100 кг.

Из этих двух сравнений очевидно, что скармливание скоту измельченных метелок сорго в начале откормочного периода имеет значительные преимущества с точки зрения повышения привесов и их экономической эффективности и что при этом не было заметного снижения продажной цены или убойных качеств животных. Эти данные находятся в противоречии с результатами опыта (см. табл. 16), в котором были отмечены нежелательные влияния при скармливании измельченных метелок сорго в течение всего опытного периода.

Рыбий жир и люцерновое сено как добавки к зерну сорго

Установлено, что зерно сорго содержит мало каротина, или витамина А. Хотя многие сорта зернового сорго имеют пигментированную семенную оболочку зерна, пигментация не распространяется дальше эндосперма, как это наблюдается у желтозерной кукурузы. Во всей этой серии опытов зерновое сорго было менее эффективным, чем кукуруза; в связи с этим возник вопрос: может, меньшая эффективность зерна сорго была обусловлена недостаточным содержанием в нем витамина А? Для проверки этого предположения был проведен опыт, в котором одно зерно сорго Раннее Кало сравнивали с зерном сорго того же сорта в сочетании с рыбьим жиром и люцерновым сеном. Данные опыта приведены в таблице 18.

Основной рацион, скармливаемый всем трем группам телят, состоял из дробленого зерна сорго Раннее Кало, кукурузного силоса и хлопчатникового жмыха. Как и во всех предыдущих опытах, телята имели доступ к минеральной смеси из молотого известняка, костяной

Таблица 18

Добавление рыбьего жира и люцернового сена к рациону откармливаемых телок, состоявшему из зерна сорго Раннее Кало, кукурузного силоса и хлопчатникового жмыха (один опыт, с 28 ноября 1940 г. по 31 мая 1941 г., Линкольн, 184 дня)

Показатели	Дробленое зерно сорго, кукурузный силос, хлопчатниковый жмых	Дробленое зерно сорго, кукурузный силос, хлопчатниковый жмых, рыбий жир	Дробленое зерно сорго, кукурузный силос, хлопчатниковый жмых, люцерновое сено
Число животных	10	10	10
Продолжительность опыта, дни	184	184	184
Среднесуточный рацион, кг на 1 голову:			
дробленое зерно сорго	5,55	5,10	5,32
кукурузный силос	4,96	4,90	4,90
хлопчатниковый жмых, г	680	680	680
рыбий жир, г	—	29,6	—
люцерновое сено, г	—	—	680
Средний вес телок в начале опыта, кг	182,8	181,9	183,7
Средний вес телок в конце опыта, кг	359,2	355,6	379,2
Средний привес за период опыта, кг	176,4	173,7	195,5
Среднесуточный привес, г	957	943	1061
Расход корма на 100 кг привеса, кг:			
дробленое зерно Раннее Кало	579	541	501
кукурузный силос	517	519	461
хлопчатниковый жмых	71	72	64
рыбий жир	—	3,11	—
люцерновое сено	—	—	64
Потеря веса при перевозке на рынок, %	4,29	3,95	4,55
Продажная рыночная цена, долл. за 100 кг	23,10	22,77	23,43
Убойный выход, %	61,1	61,2	62,1
Сорт туши:			
высший (число туш)	0	0	1
отборный (число туш)	3	4	8
хороший (число туш)	7	5	1
средний (число туш)	0	1	0

муки и соли, а также к кусковой соли. Потребление зерна сорго и силоса было наивысшим в контрольной группе.

Использовали смесь рыбьего жира акул и сардин, богатого витаминами А и D. Планировалось скармливать рыбий жир в дозе 42,5 г в сутки в смеси с другим кормом. Вначале было трудно заставить телят поедать такой корм. Рыбий жир оказался невкусным, и необходимо было снизить его количество, чтобы заставить телят поедать корм. В результате этого фактическое потребление рыбьего жира в течение 184-дневного опытного периода составило в среднем 29,6 г в сутки. Следует отметить, что среднесуточное потребление зерна в группе телят, получавших рыбий жир, было на 454 г ниже, чем в контрольной группе.

Среднесуточный привес телят, получавших рыбий жир, составил 943 г по сравнению с 957 г привеса у телят контрольной группы. На 100 г привеса дача рыбьего жира сэкономила или заменила 38 кг зерна, хотя при этом требовалось несколько бóльшее количество силоса и хлопчатникового жмыха. У телок, получавших рыбий жир, отмечалась несколько меньшая потеря в весе при перевозке на рынок. Они были проданы по 22,77 долл. за 100 кг живого веса по сравнению с 23,10 долл. для животных контрольной группы. Различия в убойном выходе и сортности туш между группами телят были незначительными. На основании результатов этого опыта не было выявлено никаких преимуществ включения рыбьего жира в рацион.

В группе телят, получавших дополнительно к основному рациону 680 г люцернового сена, среднесуточное потребление зерна было на 230 г ниже по сравнению с контрольной группой. Среднесуточное потребление силоса существенно не изменилось. Среднесуточный привес увеличился с 957 до 1061 г.

В пересчете на 100 кг привеса животных 64 кг люцернового сена экономили или заменяли 78 кг зерна сорго, 56 кг кукурузного силоса и 7 кг хлопчатникового жмыха. Телята, получавшие люцерновое сено, снизили вес при перевозке на рынок на 4,55%, что довольно трудно объяснить, имея в виду их лучшую упитанность. Дача 680 г люцернового сена в сутки привела к повышению рыночной цены на 33 цента за 100 кг. Это было

оправдано, учитывая увеличение на 1% убойного выхода и повышение сортности туш.

В общем добавление 680 г люцернового сена к рациону, состоящему из зернового сорго, силоса, хлопчатникового жмыха и минеральных веществ, для откармливаемых телок было выгодно. Из результатов одного опыта не ясно, было ли это обусловлено дополнительным снабжением витаминами или какими-либо другими составными частями, или же и тем и другим вместе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Свиньи. По-видимому, цельное зерно сорго более вкусно, чем зерно кукурузы. Подсвинки, получавшие зерно сорго и белковую добавку, дали несколько большие привесы, чем подсвинки, получавшие зерно кукурузы и ту же добавку. Для получения 100 кг привеса эффективность зерна сорго варьировала от 80 до 95% питательности кукурузы (по весу). В среднем питательная ценность использованных сортов зернового сорго равнялась 89% питательности кукурузы.

Заметной разницы в убойном выходе и качестве туши между группами поросят, получавших кукурузу и сорго, не наблюдалось.

В пяти опытах цельное зерно сорго оказалось более вкусным, чем грубо размолотое. Разницы в величине привеса между этими двумя группами не было отмечено.

Исходя из количества корма, требуемого для получения 100 кг привеса, грубо размолотое зерно сорго оказалось на 2% более эффективным, чем цельное зерно при даче из самокормушки.

Тонко размолотое зерно сорго (модуль 3,48) оказалось менее вкусным, и поросята дали меньшие привесы, чем при скармливании грубо размолотого зерна (модуль 4,02).

Зимние рационы для находящегося на передержке крупного рогатого скота. Телята, находящиеся на зимней передержке и получавшие ежедневно размолотое зерно сорго в количестве 1,8—2,3 кг вместе с люцерновым сеном, дали менее высокие и менее эффективные привесы, чем телята, содержащиеся на кукурузе. В этих опытах питательная ценность размолотого зерна сорго

равнялась 93% питательности кукурузы на единицу веса.

В подобных опытах, где люцерновое сено заменили кукурузным силосом и животным скармливали шрот и минеральную добавку, были получены аналогичные результаты; питательная ценность зерна сорго в этих случаях составляла 95% питательности зерна кукурузы.

В одном опыте, где животным скармливали силос, хлопчатниковый жмых и люцерновое сено, телята, получавшие зерно сорго, дали несколько бóльшие и более эффективные привесы, чем телята, получавшие кукурузу.

В одном опыте было проведено сравнение питательной ценности размолотого зерна и измельченных метелок сорго сорта Раннее Кало для телят, находящихся на зимней передержке. Обеим группам телят скармливали силос, гранулированный соевый шрот и минеральную смесь. Измельченные метелки сорго скармливали из такого расчета, чтобы телята получали такое же количество зерна, как и телята, содержавшиеся на размолотом зерне сорго. Привесы в обеих группах были почти одинаковыми. Величина и эффективность привеса (оплата корма) были практически одинаковыми в обеих группах.

В одном опыте было проведено сравнение питательной ценности размолотого зерна и измельченных целых растений сорго; оба корма скармливали с таким расчетом, чтобы телята обеих групп получали одинаковое количество зерна в сутки. Телята, получавшие измельченные растения сорго, дали несколько более высокие и более эффективные привесы. Дача измельченных целых растений сорго привела к значительному снижению среднесуточного потребления силоса.

Зерновое сорго для откорма крупного рогатого скота. Откармливаемые годовалые волы, получавшие дробленое зерно кукурузы, несколько быстрее прибавляли в весе, чем волы, получавшие дробленое зерно сорго. Питательная ценность зернового сорго (кафрского) равнялась 90% питательности кукурузы. Волы, получавшие кукурузу, имели более высокий убойный выход и дали бóльший процент отборных туш.

В семи опытах по откорму телок сравнивали питательную ценность дробленого зерна кукурузы и сорго; обе группы телок получали хлопчатниковый жмых и

кукурузный силос. Среднесуточное потребление сорго было выше. Среднесуточные привесы в обеих группах были одинаковыми.

Питательная ценность зернового сорго в этих опытах оказалась равной 93% питательности зерна кукурузы. Телки, получавшие кукурузу, имели несколько больший убойный выход и дали несколько лучшие по сорту туши.

В одном опыте по совместному откорму волов и телок откорм кукурузой дал лучшие показатели, чем откорм сорго, что выразилось в величине среднесуточных привесов и оплате корма. В этом случае питательная ценность дробленого зерна сорго составляла 90% питательности зерна кукурузы.

В опыте по откорму телок сравнивали питательную ценность дробленого и цельного зерна сорго сорта Раннее Кало. Телки, получавшие цельное зерно, потребляли больше зерна, но привесы у них были ниже, чем в группе, получавшей дробленое зерно. Исходя из затрат зерна на 100 кг привеса телок, питательная ценность цельного зерна равнялась только 81% питательности дробленого зерна сорго. Телки, получавшие дробленое зерно сорго, дали более высокий убойный выход и большее число высокосортных туш.

При откорме телок измельченными метелками сорго были получены худшие результаты по сравнению с откормом дробленым зерном сорго.

Перевод А. Яковлева

ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ БЕДНОГО И БОГАТОГО БЕЛКОМ ЗЕРНА СОРГО ДЛЯ ЦЫПЛЯТ

ВЕЙВИЧ М. Г., КЕММЕРЕР А. Р., БОН НИМКАР, СТИТ Л. С.

Vavich M. G., Kemmerer A. R., Bon Nimbkar, Stith L. S., Poultry Sci., 38, 1, 36—40, 1959

Легкая приспособляемость зернового сорго к разнообразным условиям выращивания, особенно к орошению в засушливых районах, стимулировала научно-исследовательскую работу с этой культурой в различных частях мира: Адольф и Ченг [1] в Китае; Андерсон и Мартин

[3] в США; Лал [12], Баласабраманиан и др. [4] в Индии; Адриан и Сейере [2] в Африке и Кик [10] в США. В Соединенных Штатах эта работа в основном сводилась к выведению высокоурожайных гибридных сортов сорго на корм птице и сельскохозяйственным животным в качестве заменителя кукурузы. Поскольку зерно сорго содержит заметное количество триптофана, которого недостает в кукурузе, Мэнгей и др. [13] высказали мысль, что оно может служить добавлением к кукурузе в питании человека. В других частях мира, особенно в Индии и Мексике, сорго широко используется в пищу человека.

Данные о содержании аминокислот и белка в различных сортах сорго неполны. В результате исследований Сауберлиха и др. [18] на кукурузе, Хантера и др. [9] и Кика [10] на рисе и Шуэ [21] на пшенице были разработаны рекомендации по улучшению качества белка этих видов зерна. Согласно сообщениям Роденбурга и Розенберга [16] и Розенберга [17], добавление аминокислот получило практическое применение в кормосмесях для сельскохозяйственных животных и птицы.

В данной статье приведено сравнение биологической ценности белка зерна двух гибридных сортов сорго, содержащих соответственно 10,5 и 15,3% протеина.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Образцы зерна сорго получали с делянок сортоиспытания или от семеноводческих фирм. Перед взятием проб для определения азота и аминокислот зерно размалывали на молотковой дробилке до тонины 40 меш.

Общий азот в образцах зерна определяли микрометодом Кьельдаля, по Кирку [11].

Содержание протеина вычисляли путем умножения количества азота на коэффициент 6,25. Определение аминокислот проводили микробиологическим методом, по Хендерсону и Снеллу [8].

Биологическую ценность всех белков определяли на цыплятах. Трехдневные цыплята-петушки пород нью-гемпшир и индийская были разделены на группы по 12 и 20 голов в каждой. Цыплят пометили в крыло, взвесили и поместили в обогреваемые электричеством бата-

рей (брудеры) с приподнятым над землей сеточным полом. Корм и воду давали вволю.

В опыте использовали два различных рациона (табл. 1). Рацион 1 был составлен по образцу рационов, использовавшихся в предыдущих опытах Сауберлиха и др. [18]. В дополнение к зерну сорго он содержал в качестве источника белка 5% соевого шрота. Разновидности этого рациона содержали 2% мясной муки или кукурузного крахмала в случае использования богатого белком соргового рациона, в котором количество зерна сорго было снижено с 85 до 58,6%, чтобы общее содержание протеина (белка) в рационе составляло 12%. В рационе 2 зерно сорго служило единственным источником белка. Для опытов, результаты которых приведены в таблице 2, использовали рацион 1, а для опытов, результаты которых приведены в таблицах 4 и 5, — рацион 2.

Таблица 1

Опытные рационы

Рацион 1

Ингредиенты	Состав, %
Зерно сорго или кукурузы или зерно сорго и кукурузный крахмал	85
Соевый шрот	5
Мясная мука или кукурузный крахмал	2
$Ca_3(PO_4)_2$	1,6
$CaCO_3$	1,4
Жир печени трески *	1,0
Хлопковое масло **	2,0
Кукурузный крахмал с витаминами ***	1,5
NaCl	0,5
	100,0

* Жир печени трески содержал 2000 единиц фармакопеи США *витамина* A и 200 единиц *витамина* D в 1 г.

** Масло Уэссона.

*** Кукурузный крахмал с витаминами содержал следующие витамины (в мг на 100 г рациона): тиамин — 0,6, рибофлавин — 0,6, пантотенат кальция — 3,0, витамин B_{12} — 0,003, гидрохлорид пиридоксина — 0,6, *биотин* — 0,05, *фолиевая кислота* — 0,2, *ниацин* — 5,0, альфа-токоферол — 5,0, менадион — 0,5 инозитол — 100, хлорид холина — 200.

Продолжение

Рацион 2

Ингредиенты	Состав, %
Зерно сорго	83,0
Зерно сорго с витаминами *	2,0
Соли **	5,3
Хлопковое масло ***	5,0
Жир печени трески с 5 мг альфа-токоферола ****	1,2
Кукурузный крахмал *****	3,5
	100,0

* Зерно сорго с витаминами содержало следующие витамины (в мг на 100 г рациона): тиамин — 2,5, рибофлавин — 1,6, пантотенат кальция — 2,0, витамин B_{12}—0,002, гидрохлорид пиридоксина — 0,6, биотин — 0,06, фолиевая кислота — 0,4, инозитол — 10, парааминобензойная кислота — 0,2, менадион — 0,5, ниацин — 15, хлорид холина — 100.

** Соли (в г на 100 г рациона): $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$—2,437 $CaCO_3$ — 1,529, $MnSO_4$ — 0,065, $NaCl$ — 0,88, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ — 0,25, $Fe(C_6H_6O_7) \cdot 6H_2O$ — 0,14, $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ — 0,0001, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ — —0,002, KI—0,004.

*** Масло Уэссона.

**** Жир печени трески содержал 2000 единиц фармакопеи США витамина А и 200 единиц витамина D в 1 г.

***** Аминокислоты добавляли в рацион в составе кукурузного крахмала.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В таблице 2 приведены данные о привесах цыплят, получавших рационы с зерном сорго, содержавшим 10,5 или 15,3% протеина, или с зерном кукурузы, содержавшим 11% протеина. При скармливании в количестве 85% от всего рациона оба сорта зерна сорго давали меньшие привесы цыплят, чем кукуруза.

Удивительно, что скармливание цыплятам зерна сорго, содержавшего 15,3% протеина, приводило к меньшей (хотя и недостоверно меньшей) интенсивности их роста, чем при даче им сорго, содержавшего 10,5% протеина. Однако, когда содержание протеина в обоих рационах было увеличено добавлением 2% мясной муки, скорость роста цыплят, получавших зерно сорго с содержанием 10,5% протеина, была достоверно выше. Когда количе-

Таблица 2

Рост цыплят на богатом и бедном белком зерне сорго и кукурузе (в рацион добавляли 5% соевого шрота*)

Количество зерна сорго или кукурузы в рационе	Белковая добавка	Содержание протеина в зерне, %	Содержание протеина в рационе, %	Средний привес цыплят в возрасте 5 недель, г
85% бедного белком сорго**	2% мясной муки***	10,5	12,0	79,1±5,8****
85% богатого белком сорго*****	2% мясной муки	15,3	16,1	61,8±3,4
58,6% богатого белком сорго	2% мясной муки	15,3	12,0	36,8±2,6
85% богатого белком сорго	Нет	15,3	15,3	34,6±2,1
85% бедного белком сорго	»	10,5	11,2	42,0±4,1
85% кукурузы	Нет	11,0	11,4	86,9±5,0

* Соевый шрот содержал 45% протеина.
** Бедное белком зерно сорго сорта Раннее хигери содержало 10,5% протеина.
*** Мясная мука содержала 41,7% протеина.
**** Стандартная ошибка средней арифметической.
***** Богатое белком зерно сорго сорта Релайенс содержало 15,3% протеина.

ство обоих сортов зерна сорго в рационе было сбалансировано таким образом, чтобы получить рацион с одинаковым содержанием протеина (12% от всего рациона), сорго с 10,5%-ным содержанием протеина снова обеспечило рацион белком более высокого качества, чем сорго с содержанием 15,3% протеина.

Полученные результаты почти соответствуют результатам опыта Сауберлиха и др. [18], который нашел, что белок зерна кукурузы с высоким содержанием протеина имел меньшую биологическую ценность, чем белок ку-

курузы с низким содержанием протеина. Однако разница в биологической ценности белка двух изучавшихся сортов сорго была большей, чем в опыте Сауберлиха и др. [18] с кукурузой. При одинаковом уровне потребления белка кукурузы крысы, получавшие бедное белком зерно кукурузы, имели более высокую скорость роста, чем крысы, получавшие богатое белком зерно кукурузы. Однако при скармливании цыплятам богатого белком зерна кукурузы в количестве 80% от всего рациона оно давало более высокие привесы цыплят.

Таблица 3

Содержание незаменимых аминокислот в белке зерна сорго по сравнению с содержанием их в белке куриного яйца и с потребностями цыплят в этих аминокислотах (в г на 16 г азота)

Аминокислоты	Сорго, 10,5% протеина	Сорго, 15,3% протеина	Белок куриного яйца*	Потребность цыплят**
Аргинин	4,3	3,2	6,4	6,0
Гистидин	2,3	1,9	2,1	1,5
Изолейцин	4,2	5,3	8,0	3,0
Лейцин	7,6	13,3	9,2	7,0
Лизин	1,9	1,4	7,2	4,5
Метионин	3,3	2,5	4,1	2,3
Фенилаланин	5,0	5,4	6,3	4,5
Треонин	3,5	3,2	4,3	3,0
Триптофан	0,9	1,0	1,5	1,0
Валин	5,3	5,1	7,3	4,0

* Block, Weiss, table XXXIV, 1956.
** Block, Weiss, table XXII, 1956.

В таблице 3 сравнивается содержание незаменимых аминокислот в белке двух сортов зерна сорго с содержанием этих аминокислот в белке цельного яйца и с потребностями в них растущего цыпленка. Очевидно, что белок обоих сортов зерна сорго имеет низкое содержание аргинина и лизина. Кроме того, в зерне сорго с высоким содержанием протеина изолейцин и лейцин содержатся в значительном избытке. При сравнении с белком цельного яйца оба сорта зерна сорго имеют более низкое содержание большинства незаменимых

аминокислот. При оценке по индексу незаменимых аминокислот, по Озеру [15], белок обоих сортов зерна сорго имеет низкую биологическую ценность; причем бедное белком зерно сорго по своей биологической ценности весьма хорошо соответствует цельному зерну пшеницы и кукурузы. Индекс незаменимых аминокислот для зерна сорго с низким содержанием протеина равен 67,9, а для зерна сорго с высоким содержанием протеина — 62,8. Согласно Озеру [15], значения этого индекса для пшеницы и кукурузы равны 67 и 70 соответственно.

Таблица 4

Рост цыплят на бедном белком зерне сорго с добавкой лизина и аргинина

Добавка к основному рациону*	Средний привес цыплят в возрасте 4 недель**, г
Без добавки	6,1±1,2***
0,241% лизина	50,7±5,4
0,241% лизина и 0,237% аргинина	49,2±5,7

* Рацион включал 85% зерна сорго.
** 12 цыплят в группе.
*** Стандартная ошибка средней арифметической.

Данные таблицы 4 показывают, что лизин весьма значительно улучшал биологическую ценность белка зерна сорго с низким содержанием протеина, t= 9,14 [19]. Аргинин не дал никакого улучшения сверх того, что дал лизин. Согласно данным анализа аминокислотного состава и сравнению с потребностями цыпленка, аргинин должен был действовать так же, как и лизин. Однако возможно, что скорость роста цыплят в этом опыте была настолько низка, что аргинин, в дополнение к тому количеству его, которое содержалось в зерне сорго, не требовался. Кроме того, как ранее предполагали Снайдер и др. [20], возможно, присутствие креатина в зерне сорго могло снизить потребность цыплят в аргинине. Анализы зерна сорго на креатин по методу Ассоциации оффициальных химиков [14] показали значения в пределах 0,056—0,068%. Максимальное содержание креатина должно было быть около 0,06%, когда рацион

включает 85% зерна сорго. Это количество не могло привести к несоответствию между содержанием аргинина в зерне сорго и потребностью в аргинине цыплят (см. табл. 3).

Для опытов, результаты которых приведены в таблице 5, использовали зерно сорго с высоким содержанием протеина вследствие избыточного содержания в нем лейцина. Здесь снова лизин был единственной аминокислотой, которая увеличивала привес цыплят. Добавление аминокислот в других сочетаниях не давало такого эффекта. Добавление изолейцина и валина не противодействовало возможной задержке роста, вызываемой избытком лейцина, как это было найдено Бентоном и др. [5] для белков кукурузы в опытах с крысами. Избыток лейцина в зерне этого сорта сорго, по-видимому, нейтрализовался избытком изолейцина, который в нем также имелся.

Таблица 5

Рост цыплят на зерне сорго с высоким содержанием протеина и с добавкой аминокислот

Добавка к основному рациону*	Средний привес цыплят в возрасте 5 недель**, г
Без добавки	12,0±1,2***
0,67% лизина	49,9±4,4
0,40% изолейцина	12,0±1,6
1,0% валина	7,2±1,3
0,40% изолейцина+1% валина . . .	8,0±0,5
0,17% метионина, 0,67% лизина, 0,40% изолейцина, 1,0% валина, 1,0% глицина+0,16% треонина . . .	48,0±7,5

* Рацион содержал 85% зерна сорго.
** 20 цыплят в группе.
*** Стандартная ошибка средней арифметической.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Используя в качестве критерия рост цыплят, было проведено сравнение биологической ценности белка зерна двух сортов сорго, содержавшего 10,5 и 15,3% протеина. Как показал привес цыплят, получавших рацион

с постоянным уровнем протеина, белок зерна сорго с низким содержанием протеина превосходил по своему качеству белок зерна сорго с высоким содержанием протеина.

Микробиологический анализ аминокислотного состава показал, что зерно сорго имеет низкое содержание лизина и аргинина. Зерно сорго с высоким содержанием протеина богато также лейцином и изолейцином. Добавки лизина улучшали рост цыплят, но добавление аргинина ослабляло улучшение роста, вызванное лизином в этих опытах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adolph W. H., Cheng F. W., The biological value of mixed cereal proteins, *Chinese J. Physiol.*, **9**, 245—252, 1935.
2. Adrian J., Sayerse C., Les plantes alimentaires de l'ouest African. II. Composition des mils et sorghos du Senegal. Gouvernment General da l'Afrique Occidentale Française (Dakar), 1954.
3. Anderson E., Martin J. M., World production and consumption of millet and sorghum, *Econ. Bot.*, **3**, 265—288, 1949.
4. Balasubramanian S. C., Ramachandran M., Viswanatha T., De S. S., The amino acid composition of Indian foods. Part I. Tryptophan, leucine, isoleucine, and valine content of some cereals, *Ind. J. Med. Res.*, **40**, 73—87, 1952.
5. Benton D. A., Harper A. E., Spivey H. E., Elvehjem C. A., Leucine, isoleucine, and valine relationship in the rat, *Arch. Biochem. Biophysics*, **60**, 147—155, 1956.
6. Block R. J., Weiss K. W., Amino Acid Handbook, Charles C Thomas, publisher, Springfield, Illinois, 1956.
7. Elvehjem C. A., Corn in human nutrition. Proc. 4th Annual Meeting Agricultural Research Institute, p. 82, 1955.
8. Henderson L. M., Snell E. E., A uniform medium for determination of amino acids with various microorganisms, *J. Biol. Chem.*, **172**, 15—29, 1948.
9. Hunter I. R., Ferrel R. E., Houston D. F., Free amino acids of fresh and aged parboiled rice, *Agr. Food Chem.*, **4**, 874—875, 1956.
10. Kik M. C., Nutrients in rice brans and rice polish and improvement of protein quality with amino acids, *Agr. Food Chem.*, **4**, 170—172, 1956.
11. Kirk P. L., Kjeldahl method for total nitrogen, *Anal. Chem.*, **22**, 354—358, 1950.
12. Lal S. B., Microbiological lassay of amino acids in gram and ragi, *Ind. J. Med. Res.*, **38**, 131—137, 1950.
13. Mangay A. S., Pearson W. N., Darby W. J., Millet (*Setaria italica*): its amino acid and niacin content and supplementary nutritive value for corn (maize), *J. Nutr.*, **62**, 377—393, 1957.

14. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, p. 363, 1950. 7th ed., published by the Association, Washington 4, D. C.
15. Oser B. L., Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein, *J. Am. Dietetic Assoc.*, **27**, 396—402, 1951.
16. Rohdenburg E. L., Rosenberg H. R., Estimation and stability of added DL-methionine in mixed feeds, *Agr. Food Chem.*, **4**, 872—874, 1956.
17. Rosenberg H. R., Methionine and lysine supplementation of animal feeds, *Agr. Food Chem.*, **5**, 694—700, 1957.
18. Sauberlich H. E., Cheng W. V., Salmon W. D., The comparative nutritive value of corn of high and low protein content for growth in the rat chick, *J. Nutr.*, **51**, 623—635, 1953.
19. Snedecor G. W., Statistical Methods, Iowa State College Press, Ames, Iowa, 1946.
20. Snyder J. M., Morrison W. D., Scott H. M., The arginine requirement of chicks fed purified and corn-soy diets, *Poultry Sci.*, **35**, 852—855, 1956.
21. Sure B., Protein supplementation, influence of addition of certain amino acids, and vitamin B_{12} to proteins in enriched milled wheat flour on growth, protein efficiency, and liver fat deposition. *Agr. Food Chem.*, **5**, 373—375, 1957.

Перевод А. Яковлева

СИЛОС ИЗ КУКУРУЗЫ И СОРГО

(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ УНИВЕРСИТЕТА ШТАТА НЕБРАСКА, США)

Extension service University of Nebraska College of Agriculture and U. S. Department of Agriculture, 1957

ВВЕДЕНИЕ

Многие фермеры штата Небраска ежегодно приготавливают силос из кукурузы или сорго. Они рассматривают его как постоянную часть своего запаса кормов и приобретают необходимое оборудование для приготовления и скармливания силоса. Для других фермеров приготовление силоса из кукурузы или сорго является лишь вспомогательным мероприятием; они приготавливают силос лишь в случаях повреждения культуры засухой, поздних сроков посева или задержки созревания растений в связи с холодной погодой.

Наличие силоса дает владельцам скота многие преимущества. Эти преимущества состоят в следующем: 1) силос представляет высококачественный сочный корм

в любой сезон года; 2) позволяет сохранять большее поголовье скота на единицу площади; 3) силос можно приготовлять, когда погодные условия неблагоприятны для дозревания культур; 4) для хранения убранных с данной площади культур требуется меньше места, когда их закладывают в силосохранилище; 5) при уборке растений на силос с единицы площади получают больше питательных веществ, и при этом значительно снижаются потери корма, например кукурузы, оставленной в поле; 6) силосованием можно сохранить кормовые растения плохого качества, например кукурузу, поврежденную засухой; 7) при хранении растений в виде силоса меньше опасность уничтожения урожая в результате пожара; 8) силос после консервации меньше подвержен порче, чем другие корма.

Силос является хорошим кормом, но есть ряд ограничений, о которых нужно помнить: 1) приготовление силоса связано с высокими затратами труда и наличием большого числа сельскохозяйственных машин; 2) силос содержит много воды, поэтому транспортировка его на большие расстояния обходится дорого; 3) часто силос является не столь доступным по цене кормом, как сено; 4) во время хранения в силосе происходят некоторые потери питательных веществ в результате брожения, деятельности бактерий, порчи верхнего слоя и просачивания; 5) низкие урожаи кукурузы и сорго увеличивают стоимость уборки в расчете на тонну силосной массы.

Сорго на силос можно успешно выращивать во всех частях штата Небраска. В западных и юго-западных районах Небраски сорго, выращиваемое на силос в засушливых условиях, будет давать больше корма с единицы площади, чем кукуруза. В западных районах Небраски менее вероятно, что сорго будет повреждено засухой, и поэтому, при ограниченном количестве осадков, оно также дает бо́льший выход корма с единицы площади, чем кукуруза.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СИЛОСА

Практика показывает, что выход силоса зависит от ожидаемого урожая кукурузы. Обычно, чтобы установить выход силоса с 1 акра (0,4 га), предполагаемый урожай кукурузы делят на 5 или умножают на 20%.

Например, если ожидается, что урожай кукурузы будет равен 50 бушелям (1 бушель=31,7 кг) с 1 акра, выход силоса составит около 10 т.

Прежде на силос выращивали высокорослые позднеспелые сорта кукурузы, дававшие большое количество зеленой массы с единицы площади. Были проведены опыты по сравнению позднеспелых сортов кукурузы с сортами, созревающими в обычные сроки. Результаты опытов показали, что зерновые сорта кукурузы, созревающие в обычные сроки, дают большее количество сухого вещества, чем позднеспелые, высокорослые сорта, несмотря на то, что последние дают больший выход зеленой массы с единицы площади. Кроме того, силосная масса зерновых сортов кукурузы содержит значительно больший процент зерна, чем силосная масса позднеспелых сортов. Количественное отношение зерна в кукурузном корме обычно продолжает увеличиваться от начала образования зерна до полного его созревания. Слишком ранняя уборка ведет к ненужной потере части потенциального урожая, а также к снижению кормовой ценности силоса вследствие меньшего количества зерна в корме.

Когда зеленые растения кукурузы или сорго измельчают и помещают в силосохранилище, растительные клетки продолжают дышать, используя доступный кислород и выделяя углекислоту. Кислотообразующие бактерии, находящиеся в огромных количествах в силосной массе, начинают размножаться. Эти бактерии разлагают сахара в зеленой массе и вырабатывают органические кислоты, такие как уксусная и молочная, а также выделяют большое количество тепла. Кислоты тормозят развитие гнилостных бактерий и плесеней. С образованием достаточного количества кислот процесс брожения прекращается, и до открытия силосохранилища наблюдается лишь очень незначительная химическая и бактериальная активность.

Процесс брожения завершается в основном в течение первой недели после заполнения силосохранилища, но температура засилосованной массы станет нормальной через несколько недель. Время, требуемое для завершения процесса силосования, зависит от плотности укладки зеленой массы, ее влажности и содержания сахаров (способности сбраживаться).

При наилучших условиях брожение идет интенсивно и быстро и хороший силос становится доступным к скармливанию в течение двух-трех недель. При менее благоприятных условиях незначительное брожение может продолжаться месяцы и силосная масса может оставаться теплой, с низким содержанием кислот и невкусной.

На качество силоса влияют многие факторы, но практически все их можно контролировать. Наилучший силос из кукурузы получается, когда около 50% зерна достигает зубовидной фазы. Общий выход переваримых питательных веществ выше, когда кукуруза достигает несколько большей спелости, но содержание витамина А снижается по мере того, как части растения теряют зеленую окраску.

Кормовое сорго дает лучший силос тогда, когда зерно находится в фазах поздней восковой спелости или раннего созревания. Хорошим способом определения, достаточно ли поспело кормовое сорго, является скручивание стебля руками. Если на скрученном стебле появляется лишь немного сока, нужная фаза спелости достигнута. Кормовое сорго, убранное слишком рано, дает кислый, невкусный силос. В общем для получения хорошего силоса убирать сорго в нужной фазе спелости более важно, чем кукурузу. Отличный силос можно приготовить из смеси кормового сорго с кукурузой.

Ниже приводятся фазы развития кукурузы, в которые ее следует убирать на силос.

Кукурузный силос для молочного скота

Нити — сухие.

Обертка початков — на 5—7,5 см от верхушки початка сухая.

Листья — нижние 3 или 4 листа сухие.

Початок — 25—50% зерен достигли зубовидной фазы.

Содержание сухого вещества — около 28%.

Кукурузный силос для мясного скота

Растения — несколько более спелые.

Початок — все зерна имеют зубовидные углубления.

Содержание сухого вещества — около 30%.

Качество силоса изменяется в зависимости от содержания влаги в силосуемой культуре, которое может

быть непосредственно связано с фазой спелости растений, от степени уплотнения силосуемой массы и проникновения воздуха в силосохранилище. Плесневение всего силоса в хорошо сконструированном силосохранилище указывает, что заложенная в хранилище зеленая масса имела слишком низкую влажность. Заплесневелые комки иногда бывают рассеяны по всей массе силоса. Это происходит при сохранении воздушных карманов в силосуемой зеленой массе, которая была слишком сухой во время закладки в силосохранилище. При этом брожение происходит не достаточно полно, чтобы использовать весь воздух.

Наилучшей мерой предохранения силоса от плесневения является закладка в силосохранилище корма, имеющего соответствующую влажность, и надлежащее уплотнение зеленой массы. Силос из культур с высоким содержанием влаги обычно бывает лучше измельчен и более плотно уложен, чем силос из сухого (недостаточно влажного) корма.

Из кормовых культур с высоким содержанием влаги может не получиться хороший силос, если не будет удален избыток влаги. Избыточный сок медленно просачивается вниз силосохранилища, в результате на дне хранилища может образоваться слой мокрого, прокисшего и невкусного силоса, если не будет обеспечено удаление излишней влаги.

При наличии в дне силосохранилища соответствующего дренажа избыточная влага может быть удалена. Иногда избыток сока может впитываться земляным полом, имеющим хороший естественный дренаж. Искусственный дренаж может быть обеспечен путем укладки на дне силосохранилища слоя крупного гравия высотой 15—25 см и гончарных труб, идущих от центра пола.

Для обеспечения хорошей сохранности силоса стены силосохранилища должны быть воздухонепроницаемыми. Проникновение воздуха через щели в стенах или через верхний слой плохо уложенного корма может привести к заплесневению силоса.

Трудно рекомендовать определенную длину резки кукурузы или кормового сорго для приготовления силоса. Мелкая резка, длиной 1,2—2,5 см, позволит лучше (плотнее) уложить силосуемую массу и получить высококачественный силос. Однако более крупная резка

позволяет быстрее управиться с кормом и требует меньше затрат труда.

Для обеспечения нужной длины резки кукурузы и сорго лезвия силосорезки должны быть остро заточены и правильно установлены. Когда силосорезка рвет или раздирает растения, не полностью используется емкость силосохранилища и ухудшается качество корма.

Во многих случаях, когда кукуруза повреждена засухой или не может вызреть вследствие ранних заморозков, приготовление силоса представляет наилучшую возможность спасения урожая. Кукуруза и сорго, поврежденные засухой, должны быть убраны до того, как листья приобретут бурую окраску.

Растения, поврежденные заморозком, нужно силосовать немедленно. Каждый день промедления означает потерю листьев.

Для приготовления высококачественного силоса необходимо обилие влаги. Из кормовых растений, у которых 50% (или более) листьев сохранили зеленую окраску, получается хороший силос без добавления воды. Если листья сухие, но стебли еще содержат сок, на 1 т корма требуется добавить 500—1000 л воды. Если стебли еще остаются гибкими, но не ломкими, на 1 т корма следует добавить 1000—1500 л воды и 2000 л воды в случае силосования сухих стеблей (соломы).

Добавление в кукурузный или сорговый силос консервирующих веществ или соли не дает никаких преимуществ.

НАКОПЛЕНИЕ В СИЛОСОХРАНИЛИЩЕ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ

В связи с тем, что в течение первых нескольких дней после закладки зеленой массы в силосохранилище образуются большие количества углекислого газа, рабочие должны тщательно соблюдать меры предосторожности, особенно когда процесс заполнения силосохранилища продолжается более одного дня. Углекислый газ, будучи тяжелее воздуха, может скапливаться на поверхности силоса в количествах, достаточных для отравления лиц, работающих в силосной башне или яме. Углекислый газ не имеет цвета и запаха, и его не легко обнаружить. Иногда в результате разложения нитратов в процессе брожения корма в силосохранилище образует-

ся и другой газ — двуокись азота, который имеет желто-коричневый цвет. Он может накапливаться в нижней части тамбура, если дверь тамбура остается закрытой. Силосохранилище и тамбур можно провентилировать, включив на несколько минут воздуходувку, установленную на силосорезке, прежде чем кто-либо войдет в силосохранилище, открыв дверь силосной башни ниже уровня силоса, или же можно сменить воздух с помощью электрических вентиляторов. Воздух в силосохранилище можно проверить, опустив в него зажженный фонарь. Если фонарь продолжает гореть, то вход в силосохранилище безопасен. Если же зажженный фонарь гаснет, входить в силосохранилище нельзя до тех пор, пока испорченный воздух не будет удален одним из вышеуказанных способов или каким-либо другим методом.

КАЧЕСТВО СИЛОСА

При удовлетворительной конструкции хранилища и надлежащем ходе процесса брожения и консервации силоса вид корма, заложенного в силосохранилище, в значительной степени определяет качество получаемого из него силоса. Основными причинами изменения качества силоса являются: 1) вид и сорт кормовых растений, используемых для приготовления силоса; 2) спелость или фаза развития силосуемых растений; 3) способ хранения засилосованного корма; 4) порча силоса во время хранения.

Качество силоса можно легко определить по следующим показателям.

1. Цвет. Кукурузный силос должен иметь зеленовато-желтую окраску. Темно-коричневая окраска силоса указывает на слишком большое количество воздуха в нем, недостаточно плотную укладку или слишком высокую температуру. Однородная черная окраска указывает на порчу силоса. Заплесневелый силос по цвету напоминает хлопок. Для образования плесени необходим воздух, а если силос правильно, герметически закрыт, плесени не будет.

2. Запах. Хороший силос имеет чистый, острый, приятный запах. Такой запах бывает, когда растения закладывают в силосохранилище в соответствующей фазе развития, силосная масса хорошо уплотнена и потери

питательных веществ в процессе брожения незначительны. Заплесневелый силос имеет затхлый запах, а горелый запах указывает на избыточное согревание силосной массы.

3. Вкусовые качества. По вкусу хороший силос напоминает зеленые маслины. При закладке в силосохранилище слишком сырого корма силос будет влажным и водянистым, горького вкуса или напоминать по вкусу прогорклое старое масло. Карамельный вкус силоса указывает, что заложенная в силосохранилище зеленая масса была слишком сухой.

4. Влажность. Из сжатого в руке комка силоса не должен капать сок. Силос с высокой влажностью (75% или выше) будет иметь меньшую кормовую ценность на единицу веса, чем силос с меньшим содержанием влаги. Высокая влажность может также указывать на излишние потери сока, а вместе с ним и питательных веществ.

СТОИМОСТЬ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СИЛОСА

Современные достижения значительно сократили затраты ручного труда, требовавшиеся несколько лет назад для приготовления силоса. Для уборки культур на силос можно использовать различные виды машин. Меньше всего ручного труда и обычно наименьшее число рабочих в бригаде требуется там, где культуры на силос убирают силосоуборочным комбайном. При использовании силосоуборочного комбайна (допуская, что оборудование собственное и вся работа осуществляется путем взаимопомощи с соседями) фактические денежные издержки на горючее, смазочные материалы и ремонт могут составлять всего 5 долл. на 1 га. Однако, если принимать в расчет налоги, капиталовложения, амортизацию, оплату наемного труда и других статей расходов, общая стоимость приготовления силоса составит, вероятно, 30 долл. или более на 1 га.

СИЛОСОХРАНИЛИЩА

Кукурузу и кормовое сорго можно хранить в силосохранилищах различного типа. Обычно для 1 т хорошо уложенного силоса требуется 1,5—1,8 куб. м объема хра-

нилища. Вес кубического метра силоса будет изменяться в зависимости от типа и размера силосохранилища, глубины и плотности укладки силоса, содержания влаги, количества зерна в корме, а также от повреждения растений заморозками или засухой.

Данные, полученные на различных опытных станциях, показали, что средний вес 1 куб. м кукурузного силоса в силосохранилище высотой 9 м составляет: 514 кг для верхнего полутораметрового слоя, 607 кг для слоя глубиной 6 м и 631 кг для слоя глубиной 9 м.

Хорошими источниками информации о различных типах силосохранилища являются следующие бюллетени: *Nebraska Exten Circ.* 718 и *U. S. D. A. Farmers' Bull.* 1820. В этих бюллетенях можно найти ценные сведения о конструкции и использовании временных и стационарных силосохранилищ. При выборе типа силосохранилища надо принимать во внимание местоположение фермы, тип почвы, дренаж и является ли ферма собственной или арендуемой.

СКАРМЛИВАНИЕ СИЛОСА

Ценность кукурузного силоса варьирует в зависимости от типа скота, которому его скармливают. Для молочного скота питательная ценность кукурузного силоса составляет 30—40% питательности хорошего люцернового сена. При откорме мясного скота и овец хороший кукурузный силос имеет около 50% питательной ценности хорошего люцернового сена.

Продажная цена кукурузного силоса может быть вычислена следующим образом: количество зерна кукурузы в 1 т силоса с хорошими початками составляет около 140 кг, а общее содержание переваримых питательных веществ в 1 т кукурузного силоса (стебли и листья) будет эквивалентно примерно 170 кг смешанного сена. Обычно цену кукурузного силоса принято устанавливать равной $^1/_3$ местной цены на сено бобовых, полученное на ферме.

В силосе, приготовленном из хорошо вызревшей кукурузы, общее количество переваримых питательных веществ и содержание сухого вещества будет на 25—35% выше, чем в силосе, приготовленном из незрелой кукурузы. Силос из кукурузы, убранной в фазе молочной спе-

лости или раньше, содержит около 13 кг всех переваримых питательных веществ на 100 кг корма, в то время как силос из хорошо созревшей кукурузы будет содержать около 18 кг.

Питательная ценность соргового силоса обычно бывает ниже силоса из кукурузы со спелыми початками в основном потому, что крупный рогатый скот не пережевывает зерна сорго столь тщательно, как зерна кукурузы.

Были проведены опыты с молочными коровами по использованию силоса в качестве единственного грубого корма, дополняемого сбалансированным зерновым рационом, согласно молочной продуктивности коров. Результаты были столь же удовлетворительными, как и в том случае, когда коровы получали в качестве грубого корма и сено, и силос. Хотя скармливание одного силоса дает удовлетворительные результаты, значительно лучше включать в рацион высококачественное бобовое сено, скармливая один силос лишь в случае крайней необходимости или отсутствия запасов сена. Растущим телкам молочных пород (в возрасте 8—24 месяцев) силос следует скармливать с хорошим сеном или пастбищным кормом.

Поскольку силос обладает послабляющим действием, скармливание его в больших количествах будет вызывать понос у животных. Для зимних рационов мясного скота, когда высокие привесы нежелательны, можно удовлетворительно использовать один кукурузный силос, но лучше давать животным доступ к какому-либо сухому грубому корму. Не следует забывать о низком содержании кальция, фосфора и белка в силосе.

Если кукурузный силос используется в качестве единственного грубого корма, для предотвращения кальциевой и фосфорной недостаточности в рацион животных следует включать соответствующее количество хорошей пропаренной костяной муки или дикальцийфосфата и молотого известняка. Для молочного скота пропаренная костяная мука или дикальцийфосфат являются наиболее важной минеральной добавкой для удовлетворения потребностей организма. Лицерновое сено или белковый концентрат обеспечат скот белком.

В период беременности овцам и коровам требуются большие количества белка и кальция. Их рационы долж-

ны быть составлены так, чтобы надлежащим образом удовлетворить потребность животных в этих веществах. Люцерновое сено хорошего качества обеспечит животных и белком и кальцием.

Количество силоса, которое следует ежедневно скармливать различным группам скота, будет изменяться следующим образом: дойным коровам молочных пород — 13,6—22,7 кг, а сухостойным коровам несколько меньше; нетелям молочных пород — 5,4—9 кг; племенным коровам мясных пород — 13,6—22,7 кг; двухлетним волам, находящимся на откорме,— 11,3—13,6 кг в начале откорма со снижением этого количества до 4,5—6,8 кг к концу откорма; откормочным телятам — 4,5—9 кг в начале откорма и 3,6—4,5 кг или менее в конце откорма; племенным овцам — 2 кг на 100 кг живого веса (иногда безопасно давать большее количество); откормочным ягнятам — 0,68—1,4 кг.

Рекомендуемые количества силоса, указанные выше, следует скармливать вместе с сеном и зерном.

Иногда возможность скармливания силоса, приготовленного из кормового сорго, ставится под сомнение в связи с присутствием в силосе синильной кислоты или повреждением его плесенью или морозом. Синильная кислота обычно встречается во вновь отросших растениях сорго, задержавших свой рост в связи с заморозками, вытаптыванием, засухой или увяданием. Тщательная сушка таких растений для использования в виде сена или сухого корма или силосование их будут снижать вредное действие. При этих условиях нет опасности отравления животных синильной кислотой, находящейся в силосе из сорго.

Не следует скармливать скоту большие количества заплесневелого силоса; однако, если небольшие количества такого силоса дают скоту вместе с другими кормами, по-видимому, большого вреда не будет. Заплесневелый, испорченный или замерзший силос не так вкусен и питателен, как высококачественный силос. Следовательно, необходимо сделать все, что возможно, чтобы получить высококачественный силос.

Перевод А. Яковлева

САХАРНОЕ СОРГО КАК СИЛОСНАЯ КУЛЬТУРА

ДИМИТРОВ С.

Димитров С., Животновъдство, **13**, 6, 23—27, 1959

Для приготовления большего количества силоса особено важное значение имеет увеличение площади под кукурузой, выращиваемой на силос, которая может высеваться как первая пожнивная культура. С увеличением поливных площадей создаются более благоприятные условия для посева на большей площади кукурузы в качестве пожнивной культуры. Однако поливных площадей все еще мало, особенно если иметь в виду сравнительно быстрое увеличение в стране площади под интенсивными культурами.

В Болгарии в качестве пожнивной культуры на силос высевается преимущественно кукуруза. Имеющийся в этом отношении опыт показывает, что получаемые урожаи не всегда являются удовлетворительными и зависят от количества выпадаемых осадков и их распределения по месяцам. Очень часто из-за продолжительной летне-осенней засухи и сравнительно высокой температуры во время сева и вегетации пожнивных культур получают крайне низкие урожаи или посевы полностью погибают. В таких районах на силос необходимо высевать и выращивать более засухоустойчивые кормовые культуры.

Сравнительные опыты с сахарным сорго, кукурузой, суданской травой и чумизой проводятся на поле Института растениеводства при Болгарской академии наук в селе Горни Лозен; с сахарным сорго, кукурузой, суданской травой, чумизой и могаром — на поле этого же института около села Дырвеница (Софийский округ). Такие же опыты проведены в Институте «Марица» в Пловдиве. В настоящее время сахарное сорго испытывается в сравнении с некоторыми другими сортами сорго в Научно-исследовательском институте по кормовым культурам в Плевне и в Сельскохозяйственном научно-исследовательском институте в селе Генерал Тошево. В 1942 г. в Научно-исследовательском институте по животноводству в Старой Загоре сахарное сорго было изучено в смеси с горохом как пожнивная культура и с соей и суданской травой. Результаты опытов с сахарным

сорго, включая проведенные раньше в Институте в Кнежа, показали, что сахарное сорго превосходит по урожайности остальные культуры. Посев сахарного сорго в смеси с другими однолетними кормовыми культурами также дает более высокие урожаи.

Значительно меньше данных, которые встречаются в нашей и иностранной литературе, по испытанию сахарного сорго в сравнении с другими кормовыми растениями в качестве пожнивной культуры на силос. В Болгарии было начато сравнительное изучение кукурузы и сахарного сорго, выращиваемых на силос. Опыт был заложен в четырех вариантах.

1. Сахарное сорго высевалось как пожнивная культура в неполивных условиях, двухстрочным способом с расстоянием между серединами лент 50 см; норма высева — 40 кг семян на 1 га.

2. Кукуруза на корм как пожнивная культура в неполивных условиях, посев широкорядный с междурядьями 50 см; норма высева — 80 кг семян на 1 га.

3. Кукуруза на корм как пожнивная культура в поливных условиях; посев широкорядный с междурядьями 50 см; норма высева — 80 кг семян на 1 га.

4. Сахарное сорго как пожнивная культура в поливных условиях; посев двухстрочный с расстоянием между серединами лент 50 см; норма высева — 40 кг семян на 1 га.

Предшественником всех вариантов опыта была викоовсяная смесь на сено. После ее уборки участок был вспахан на глубину 14—16 см. Участок, на котором были посеяны кукуруза и сахарное сорго как пожнивные культуры, вначале был засеян их предшественником — озимым ячменем.

В опыте были использованы семена следующих сортов: Золотой конский зуб — кукуруза и София 71 — сахарное сорго.

После посева для ускорения прорастания семян было проведено прикатывание деревянным катком. В течение вегетационного периода обе культуры находились в одинаковых условиях.

Как пожнивные культуры кукуруза и сахарное сорго в поливных условиях развивались успешно благодаря достаточному количеству влаги и тепла.

Сахарное сорго, высеянное в неполивных условиях в

качестве пожнивной культуры после ячменя, показало хорошую засухоустойчивость. В этих условиях кукуруза была сравнительно низкорослой, самые длинные листья быстро засыхали, а сохранившиеся зелеными сворачивались, в то время как растения сахарного сорго не претерпевали никаких изменений. Следовательно, растения кукурузы страдали от недостатка воды.

Урожай зеленой массы определялся в молочно-восковой фазе спелости зерна (табл. 1).

Таблица 1

Год	Культура	Урожай зеленой массы			
		пожнивная культура			
		неполивная		поливная	
		ц/га	%	ц/га	%
1956	Кукуруза	212,0	100,0	303,0	100,0
	Сахарное сорго	286,1	135,0	408,3	134,7
1957	Кукуруза	225,2	100,0	236,2	100,0
	Сахарное сорго	277,6	123,2	295,8	125,2
1958	Кукуруза	156,7	100,0	314,0	100,0
	Сахарное сорго	271,0	172,8	425,5	135,5
В среднем за 3 года	Кукуруза	198,0	100,0	284,4	100,0
	Сахарное сорго	276,2	140,1	376,5	132,4

По урожаю зеленой массы сахарное сорго (сорт София 71) на 25—34% превосходит кукурузу (сорт Золотой конский зуб), высеянную на зеленый корм.

Особенно большая разница в урожаях кукурузы и сахарного сорго, возделываемых в неполивных условиях, наблюдалась в 1958 г.

Химические анализы показали, что при уборке обеих культур в молочно-восковой спелости у них есть разница в содержании некоторых веществ. Так, например, анализ зеленой массы сахарного сорго, проведенный в 1956 г., показал большее содержание кальция, фосфора, безазотистых экстрактивных веществ и меньшее — воды, сырой клетчатки и других.

Об известных преимуществах сахарного сорго свидетельствует и выход кормовых единиц с 1 га. Из литературы (А. Д. Алексиев и др.) известно, что 1 кг зеленой массы кукурузы содержит в среднем 0,22 корм. ед., а

1 кг зеленой массы сорго — в среднем 0,23. При пересчете данных, приведенных в таблице 1, получим: в урожае кукурузы как пожнивной культуры в поливных условиях содержание кормовых единиц составляет 625,70; в урожае сахарного сорго как пожнивной культуры в поливных условиях — 625,70; в урожае кукурузы как пожнивной культуры в неполивных условиях — 435,51; в урожае сахарного сорго как пожнивной культуры в неполивных условиях — 639,88.

Ввиду того что количество осадков и их распределение по месяцам имеет важное значение для получения более высоких или более низких урожаев и играет большую роль при пожнивных культурах, в таблице 2 приведено для каждого опытного года количество выпавших осадков. Для сравнения приведены метеорологические данные за период 1930—1955 гг.

Таблица 2

Месяцы	Осадки, мм			В среднем за 1956—1958 гг.	В среднем за 1930—1955 гг.
	1956 г.	1957 г.	1958 г.		
Январь	28,1	7,8	70,4	35,4	49,3
Февраль	87,5	23,9	7,7	39,7	32,7
Март	32,0	14,9	54,0	33,6	37,0
Апрель	47,7	25,9	68,7	47,4	46,1
Май	154,3	78,9	49,5	94,2	66,4
Июнь	118,6	87,1	72,9	92,8	71,8
Июль	89,9	51,6	45,5	62,3	50,9
Август	5,0	41,4	12,0	19,4	36,8
Сентябрь	9,5	76,1	11,6	32,4	25,4
Октябрь	46,9	30,8	26,5	33,7	47,7
Итого VI—X	269,9	297,0	168,5	240,6	232,6
Ноябрь	91,6	19,9	30,3	47,2	60,5
Декабрь	59,2	55,7	1,8	38,9	52,1
Итого за год	770,3	514,0	460,9	575,0	604,7

Период 1930—1955 гг. по сравнению с опытными годами (1956—1958) отличается выпадением большего количества осадков.

Первые два года опытного периода отличаются бо́льшим количеством и более правильным распределением

осадков в течение июля—октября, в то время как о 1958 г. этого сказать нельзя. Во второй половине лета и в течение всей осени была продолжительная засуха. Это оказало очень большое влияние на рост и развитие пожнивных культур.

Из литературы известно, что сахарное сорго, как и все сорговые, является плохим предшественником для зерновых культур из-за сильно развитой, довольно глубоко уходящей в почву корневой системы, которая поглощает сравнительно много питательных веществ из пахотного и подпахотного слоя.

Разница в урожаях ячменя, посеянного после уборки на корм кукурузы и сахарного сорго, является незначительной. Результаты опыта по изучению кукурузы и сахарного сорго как предшественников озимого ячменя приведены в таблице 3.

Таблица 3

Предшественник озимого ячменя	Урожай					
	зерно		солома		кормовые единицы	
	ц/га	%	ц/га	%	кг/га	%
Кукуруза на корм как пожнивная культура в неполивных условиях	36,6	100,0	43,6	100,0	5918,5	100,0
Сахарное сорго как пожнивная культура в неполивных условиях	36,1	98,8	44,7	102,3	5901,1	99,7
Кукуруза на корм как пожнивная культура в поливных условиях	37,8	100,0	43,3	100,0	6053,3	100,0
Сахарное сорго как пожнивная культура в поливных условиях	39,7	104,9	42,0	102,0	6228,1	100,2

Натура и абсолютный вес зерна ячменя показывают, что сахарное сорго не является таким уж плохим предшественником.

Натура зерна ячменя, высеянного после предшественника кукурузы на корм в неполивных условиях, равна 620 г, а абсолютный вес — 39,5 г. Натура зерна ячменя,

высеянного после сахарного сорго (пожнивная культура) в неполивных условиях, равна 629 г, а абсолютный вес — 39 г. При посеве ячменя после кукурузы на корм (пожнивная культура) в поливных условиях эти веса соответственно равны 630 и 39,9 г, а после сахарного сорго (пожнивная культура) в поливных условиях — соответственно 616 и 39,8 г.

Проведенные исследования и результаты опытов в различных трудовых кооперативных земледельческих хозяйствах дают основание считать сахарное сорго перспективной кормовой культурой, поэтому оно все больше привлекает внимание кооператоров.

Высокое содержание сахара (12,15%) и большая сочность сахарного сорго делают его исключительно важным резервом увеличения силоса во всех хозяйствах. В смеси с сахарным сорго можно силосовать все трудносилосующиеся культуры. Выращивание сахарного сорго на корм во многом будет способствовать наиболее правильному использованию кукурузного поля после уборки кукурузы на зерно.

Посев сахарного сорго на корм и дальнейшее расширение площадей под ним еще в недостаточной мере используются как резерв сельского хозяйства для укрепления кормовой базы и увеличения продукции животноводства.

Перевод В. Павперова

СОДЕРЖАНИЕ

Возделывание сорго в США как кормовой культуры (Вступительная статья) 3

I. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ГИБРИДНОГО СОРГО

Куинби Дж. Р., Мартин Дж. Х., Улучшение сорго 12
Пельмен Дж. М., Селекция сорго 79
Стефенс Дж. С., Холланд Р. Ф., Использование цитоплазматической мужской стерильности для производства семян гибридного сорго 132
Росс У. М., Восприимчивость рылец сорго при цитоплазматической мужской стерильности 146
Росс У. М., Уебстер О. Дж., Дополнительные замечания о восприимчивости рылец сорго при цитоплазматической мужской стерильности 149
Роту С., Коньо Ж., Гибридное сорго 152
Баронтини Ф., Гибридное сорго — еще одна крупная победа в сельском хозяйстве 162
Сэулеску Н., Кырну И., Результаты изучения площади питания различных гибридов карликового сорго 171
Консолани Э., Гибридное зерновое сорго — засухоустойчивая культура 176
Дино Дини, Возможности и перспективы использования гибридного зернового сорго 180
Массантини Ф., Баронтини Ф., Содержание цианогенного глюкозида дуррина в некоторых гибридах сорго 188
Кришнасвами Н., Тетраплоидное зерновое сорго 200
Простое приспособление для кастрации метелок сахарного сорго 203
Новый гибрид суданской травы и сорго 206
Некоторые данные о результатах испытания гибридов и сортов сорго в США (обзор) 207

II. АГРОТЕХНИКА СОРГО

Виллоуфби Л. Э., Биберли Ф. Дж., Возделывание сорго в штате Канзас 221
Хиттл К. Н., Пендлетон Дж., Мак-Киббен Дж. Э., Портц Х. Л., Зерновое сорго в штате Иллинойс 233
Браун П. Л., Шрадер У. Д., Урожаи зерна, расход и эффективность использования воды растениями зернового сорго в условиях разной агротехники 239

Суонсон Н. П., Такстон Е. Л., Потребность в орошении зернового сорго в области Высоких Равнин 256
Граймз Д. У., Мьюзик Дж. Т., Влияние площади питания, удобрения и орошения на урожайность зернового сорго в юго-западном Канзасе 276
Гудселл С. Ф., Преодоление периода покоя у семян сорго . 294
Карлсон Г. Э., Аткинс Р. Э., Влияние низких температур на жизнеспособность семян и энергию роста зернового сорго 301
Уборка, хранение и скармливание сорго 316

III. БОРЬБА С БОЛЕЗНЯМИ, ВРЕДИТЕЛЯМИ И СОРНЯКАМИ

Леукель Р. У., Мартин Дж. Х., Лефебр К. Л., Болезни сорго и борьба с ними 324
Рахудкар В. Б., Борьба с сорняками в посевах сорго путем предвсходового опрыскивания участков 2,4-Д 361
Буркхардт Ч. Ч., Меры борьбы с гусеницей кукурузной совки на зерновом сорго 363
Кирк В. М., Меры борьбы с гусеницами кукурузной совки в метелках зернового сорго 369

IV. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРГО НА КОРМ СКОТУ

Леффель У. Дж., Зерновое сорго как корм для мясного скота и свиней 374
Вейвич М. Г., Кеммерер А. Р., Бон Нимкар, Стит Л. С., Питательная ценность бедного и богатого белком зерна сорго для цыплят 413
Силос из кукурузы и сорго *(Сельскохозяйственный колледж Университета штата Небраска, США)* 422
Димитров С., Сахарное сорго как силосная культура. 433

ГИБРИДНОЕ СОРГО. Сборник переводов из иностранной периодической литературы. М., Сельхозиздат, 1962.
440 с. с илл. 633. 1

Редактор *Е. Н. Фолькман.* Художник *А. П. Николаев.* Художественный редактор *Н. М. Коровина.* Технический редактор *О. Н. Трухина.*
Корректор *Р. Д. Любович.*

* * *

Сдано в набор 1/XII 1961 г. Подписано к печати 5/V 1962 г.
Формат 84×108¹/₃₂. Печ. л. 13,75 (22,55).
Уч.-изд. л. 23,95. Изд. № 1872. Заказ № 966.
Цена 99 коп.

* * *

Сельхозиздат, К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19.

Московская типография № 8
Управления полиграфической промышленности Мосгорсовнархоза
Москва, 1-й Рижский пер., д. 2.