

УДК 633.174.1:631.527

Изучение некоторых морфобиологических признаков фотопериодически нейтральных форм сорго сахарного

Каменева О.Б., Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г.

РосНИИСК «Россорго»

Аннотация

В статье представлены результаты исследований по изучению морфобиологических признаков (числа и длины междоузлий главного стебля, высоты растений, числа листьев, межфазного периода «всходы-цветение») и продуктивности биомассы, семян сахарного сорго. Это засухоустойчивая продуктивная культура универсального направления использования. Определены параметры, составляющие продуктивность фотопериодически нейтральных сортов и гибридов селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». На основе изученных селекционно-ценных признаков и агроклиматических условий Саратовской области, территориально относящейся к северной границе соргосеяния, представлена модель сорта и гибрида сахарного сорго при выращивании на технические цели.

Ключевые слова: СОРГО, ГЛАВНЫЙ СТЕБЕЛЬ, МЕЖДОУЗЛИЯ, СКОРОСПЕЛОСТЬ, МЕЖФАЗНЫЙ ПЕРИОД

Введение

Род *Sorghum Moensh* имеет африканское происхождение. Он развивался в Северо-Восточной Африке около 5 тыс. лет назад. Вторичным центром происхождения этого рода является Юго-Восточная Азия, в частности Индия и Китай – регионы сравнительно низких широт, что отражается на характере фотопериодической реакции растений сорго [1].

Фотопериодизм, будучи ответом растительного организма на изменяющуюся длину светового периода, необходим для синхронизации процессов роста и развития. Под контролем фотопериодической реакции находится большое число физиологических процессов, протекающих в растении. Длина светового дня оказывает влияние прежде всего

на процесс перехода к генеративному развитию. Кроме того, под контролем фотопериодической регуляции могут оказаться процессы развития цветков и соцветий, скорость протекания ростовых процессов как отдельных органов, так и всего организма в целом. Таким образом, длина светового дня напрямую влияет на продолжительность вегетационного периода, как основного признака определяющего возможность возделывания культуры сорго в конкретных климатических условиях. Поэтому внедрение и производство некоторых высокопродуктивных сортов и гибридов сдерживается их позднеспелостью, которая как раз вызвана продолжительностью долготы светового дня в период вегетации растений с мая по сентябрь в условиях Саратовской области и составляет более 16 часов.

В настоящее время актуальным является использование сахарного сорго не только в кормопроизводстве, но и в качестве альтернативного источника сырья для производства биоэтанола [2, 3]. В этой связи, в селекционной работе ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» предусматриваются приоритетные направления на увеличение адаптации, продуктивности и качества продукции, а также устранение фотопериодической зависимости культуры для продвижения ее в более северные регионы нашей страны.

Целью исследований является изучение морфобиологических признаков сахарного сорго для обоснования параметров моделей сортов или гибридов, устойчиво вызревающих в засушливых регионах северной зоны соргосеяния.

Материалы и методы

В качестве объектов исследований взяты сорта Волжское 51, Чайка, Волонтер, Шахерезада и гибрид Калибр селекции института. Посев проводили селекционной кассетной сеялкой СКС-6-10 во второй декаде мая 2021 г. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Площадь опытной делянки 30,8 м². Размещение по черному пару рандомизированное, в трехкратной повторности. Расстояние между растениями в ряду 10-15 см устанавливали вручную. Оценку селекционных признаков проводили по «Широкому унифицированному классификатору СЭВ возделываемых видов *Sorghum Moensh*» [4]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с помощью программы «AGROS 2.09» методом дисперсионного анализа.

Результаты

Сорго – типичное растение «короткого дня». Оптимальная продолжительность фотопериода для него – 9-10 ч. С увеличением длительности летнего светового дня, чувствительные к этому фактору растения наращивают вегетативную массу, но не переходят к цветению. Результатом такого режима может стать отсутствие наступления репродуктивной стадии растительного организма и лишь наращивание вегетативной массы (листьев) и количества надземных узлов стебля (рис. 1).



Рис. 1. Состояние вызревающих фотопериодически нейтральных растений образцов сахарного сорго и фоточувствительных сортообразцов сахарного сорго в конце вегетации

Главный стебель сорго состоит из отдельных междоузлий, число которых является довольно устойчивым сортовым признаком и генотипически обусловлен. Положительная корреляция между числом листьев (соответственно и междоузлий) и длиной вегетационного периода прослеживается в работах ряда исследователей [5, 6]. Установлено, что количество узлов определяют гены, контролирующие продолжительность вегетационного периода [7].

В результате проведенных ранее исследований по реакции коллекционных сортообразцов на длину светового периода, срокам достижения фенофаз, числу междоузлий выделены группы спелости: очень ранняя, ранняя, среднеранняя, поздняя [8].

При этом, у раннеспелых форм число междоузлий варьирует от 6-10, у среднеспелых 10-15, у позднеспелых 16-25 и более [9].

Высота растений – один из основных показателей, который вносит наибольший вклад в структуру продуктивности культуры, в основном зависящий от длины междоузлий [8]. Изучение морфологии главного стебля сортов и гибрида селекции института показало, что самыми короткими являются нижние надземные междоузлия: первое от 1,0 до 2,7 см и второе – от 6,5 до 10,9 см. Длина последующих междоузлий, как правило, возрастала. Самое длинное междоузлие – подметельчатое от 33,6 до 40,0 см (табл. 1).

По современным требованиям новый сорт должен быть продуктивным, хорошо облиственным, интенсивно растущим, устойчивым к абиотическим и биотическим факторам [10].

Таблица 1. Число и длина междоузлий фотопериодически нейтральных сортов и гибрида сорго сахарного

| Сорт Волжское 51 | | Сорт Чайка | | Гибрид Калибр | | Сорт Волонтер | | Сорт Шахерезада | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Номер междоузлия | Длина междоузлия | Номер междоузлия | Длина междоузлия | Номер междоузлия | Длина междоузлия | Номер междоузлия | Длина междоузлия | Номер междоузлия | Длина междоузлия |
| 1 | 1,1 a | 1 | 1,0 a | 1 | 1,9 a | 1 | 1,9 a | 1 | 2,7 a |
| 2 | 9,2 b | 2 | 6,5 b | 2 | 10,7 b | 2 | 10,9 ab | 2 | 9,8 b |
| 3 | 16,4 cdc | 3 | 12,4 c | 3 | 18,0 cd | 3 | 16,8 bc | 3 | 15,9 c |
| 4 | 18,5 dc | 4 | 15,0 cdc | 4 | 20,0 d | 4 | 18,1 bc | 4 | 18,1 c |
| 5 | 18,6 c | 5 | 18,0 dc | 5 | 21,0 d | 5 | 18,8 bc | 5 | 18,4 c |
| 6 | 16,6 cdc | 6 | 18,2 a | 6 | 19,2 cd | 6 | 16,6 bc | 6 | 19,1 c |
| 7 | 13,9 c | 7 | 13,9 c | 7 | 17,1 cd | 7 | 13,6 b | 7 | 18,2 c |
| 8 | 14,3 c | 8 | 12,3 c | 8 | 15,8 c | 8 | 13,4 b | 8 | 16,1 c |
| 9 | 40,0 f | 9 | 37,2 f | 9 | 34,8 e | 9 | 14,3 b | 9 | 15,0 c |
| | | | | | | 10 | 38,3 d | 10 | 15,3 c |
| | | | | | | | | 11 | 33,6 d |
| F _{факт.} | 79,66* | | 86,49* | | 47,57* | | 16,69* | | 22,07* |
| НСР ₀₅ | 3,29 | | 3,04 | | 3,63 | | 6,25 | | 4,47 |

Примечание: * $p \leq 0,05$. Данные, обозначенные разными буквами, значительно различаются между собой при $p \leq 0,05$ в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана.

Многие исследователи сходятся во мнении о том, что селекция сорго на сокращение вегетационного периода имеет большие неиспользованные возможности и резервы. Тем не менее это направление связано с целым рядом трудностей: малая изученность генетического потенциала сортов к условиям внешней среды, недостаточность информации по генетической системе, контролирующей скороспелость и необходимость преодоления отрицательной корреляции между скороспелостью и продуктивностью, что не позволяет формировать высокую урожайность за более короткий вегетационный период [11]. У новых сортов вегетационный период не должен превышать 115-120 дней. Сорта, характеризующиеся среднеспелостью (вегетационный период 120 и более дней), могут вызревать нестабильно и их семеноводство станет крайне затруднительным [12]. Вегетационный период – величина дискретная, он определяется различной скоростью прохождения этапов органогенеза. Поэтому важное значение имеет учет особенности формирования вегетационного периода по отдельным фазам развития. Наиболее информативным признаком-индикатором для установления фотопериодической зависимости генотипа растения является период «всходы – цветение метелки» (табл. 2).

Таблица 2. Хозяйственные признаки сортов и гибридов сорго сахарного

| Сорт, гибрид | Продолжительность периода «всходы-цветение», сутки | Высота растений, см | Число листьев, шт. | Урожай биомассы, т/га | Урожай семян, т/га |
|--------------------|--|---------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Волжское 51 | 63,0 | 183,0 | 9,5 | 25,80 | 2,97 |
| Чайка | 62,5 | 166,5 | 9,0 | 21,51 | 3,88 |
| Калибр | 61,5 | 193,5 | 9,5 | 23,10 | 2,45 |
| Волонтер | 61,0 | 181,2 | 10,5 | 24,32 | 2,36 |
| Шахерезада | 63,5 | 178,5 | 11,0 | 29,40 | 3,30 |
| F _{факт.} | 7,16* | 8,99* | 4,50 | 1,39 | 5,34* |
| НСР ₀₅ | 1,40 | 11,73 | ns | ns | 0,89 |

Примечание: * $p \leq 0,05$; ns – различия не значимы.

Сахарное сорго отличается более высоким содержанием водорастворимых сахаров в соке стебля, средней или слабой облиственностью и высокой продуктивностью стеблей. Уникальность культуры в том, что производство биоэтанола возможно не только из стеблевой массы с высоким содержанием водорастворимых сахаров, но и зерна [13]. Поэтому в селекции сорго следует обратить внимание на содержание в зерне крахмала.

В результате многолетнего изучения культуры выведены сорта, гибриды с ослабленной реакцией на продолжительность фотопериода, соответствующих модели, представленной в таблице 3.

Таблица 3. Характеристика модели сорта и гибрида сахарного сорго, предназначенных для переработки стеблей и зерна на технические цели

| Признак | Сорт | Гибрид |
|--|------------------|-------------------|
| Биологические особенности | | |
| Вегетационный период, сутки | 105-115 | 110-117 |
| Холодостойкость | средняя-высокая | средняя-высокая |
| Засухоустойчивость | высокая | высокая |
| Устойчивость к болезням | высокая | высокая |
| Устойчивость к вредителям | высокая | высокая |
| Стеблевое полегание, % | не более 5% | не более 5% |
| Хозяйственные признаки | | |
| Высота растений, см | 180,0-200,0 | 190,0-220,0 |
| Площадь наибольшего листа, см ² | 180,0-215,0 | 220,0-250,0 |
| Характер сердцевины стебля | сочная | полусочная-сочная |
| Диаметр стебля, мм | 15-20 | 17-25 |
| Число надземных узлов, шт. | 9-11 | 9-13 |
| Общая кустистость, шт. | 1,0-1,5 | 1,0-1,5 |
| Урожайность биомассы, т/га | 23,0-28,0 | 25,0-32,0 |
| Урожайность семян, т/га | 2,5-3,0 | 2,8-3,5 |
| Степень сомкнутости колосковых чешуй | широко раскрытые | широко раскрытые |
| Качественные признаки | | |
| Содержание сахара в соке стебля, % | 15,0-20,0 | 15,0-20,0 |
| Содержание крахмала в зерне, % | 68,0-72,0 | 65,0-72,0 |

Заключение

На основании изучения и сравнения фотопериодически нейтральных образцов сорго по основным селекционно-ценным признакам представлена модель сорта и гибрида для возделывания на технические цели в засушливых регионах более северных ареалах соргосеяния. Обосновано, что наиболее точным показателем скороспелости является период от всходов до цветения метелки. Цветение является одной из критических фаз в онтогенезе и достигают ее образцы с минимальной зависимостью от долготы светового дня. Косвенным признаком, коррелирующим с величиной вегетационного периода, можно считать число междоузлий и листьев главного стебля.

Список использованных источников:

1. Jahagirdar J.E., Borikar S.T. Winter Season Adaptation Features in Sorghum // International Sorghum and Millets News letter. – 2002. – № 43. – P. 843-848.
2. Саубенова М.Г., Кузнецова Т.В. Производство биоэтанола как альтернативного источника энергии // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 7(47). – С. 23–26.
3. Бельченко С.А., Дронов А.В., Васькина Т.И. Особенности биологии, опыт возделывания и перспективы переработки сорго сахарного на юго-западе центральной России // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №2(46). – С. 24–32.
4. Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А., Баняи Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench*. – Л.: ВИР. - 1982. – 34 с.
5. Ишин А.Г., Эльконин Л.А., Тырнов В.С. Сорго. Проблемы генетики и селекции. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та. - 1987. – Ч. 1. – 120 с.
6. Deu M., Rattunde F., Chantereau J. A global view of genetic diversity in cultivated sorghums using a core collection // Genome. – 2006. – №49 (2). – P. 168-180.
7. Quinby J.R. The genetics of sorghum improvement // J. Hered. – 1975. – V. 66. – № 2. – pp. 56-62.
8. Каменева О.Б., Кибальник О.П. Генотипические различия образцов сахарного сорго коллекции ВИР // Сб. мат. межд. науч.-практ. конф.: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата. – Саратов: ООО «Амирит». - 2021. – С. 137-143.
9. Каменева О.Б. Оценка исходного материала для селекции сахарного сорго в условиях Нижнего Поволжья: автореферат дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Саратов. - 2011. – 209 с.
10. Смашевский Н.Д., Кадралиев Д.С., Григоренкова Е.Н., Самойлова Н.Н., Сальников А.Л. Требования к модели адаптивного сорта сахарного сорго в условиях аридной зоны // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2012.– №3. – С. 13–15.
11. Jiao Y., Zhao H., Ren L., Song W., Zeng B., Guo J., Wang B., Liu Z., Chen J., Li W., Zhang M., Xie S., Lai J. Genome-wide genetic changes during modern breeding of maize // Nat Genet. - 2012. – №44 (7). – P. 812-815.
12. Каменева О.Б., Буенков А.Ю. Особенности вегетационного периода сахарного сорго в условиях Саратовской области // Агро XXI. - 2011. – №7–9. – С. 14–15.
13. Юдина В.Н., Болдырева Л.Л. Создание высокосахаристых линий сорго сахарного // Сб. мат. V науч.-практ. конф. проф.-препод. состава, аспирантов, студентов и молодых ученых: Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского. – Симферополь. - 2019. – С. 12-14.

Каменева О.Б., Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г. Изучение некоторых морфобиологических признаков фотопериодически нейтральных форм сорго сахарного

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

Цитирование:

Каменева О.Б., Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г. Изучение некоторых морфобиологических признаков фотопериодически нейтральных форм сорго сахарного [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/6/st_610.pdf.
DOI: <https://doi.org/10.51419/202126610>.