

УДК 633.174:631.527

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-65-67>

Краткий обзор/Brief review

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

ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы Россия, 410050, г. Саратов, ул. 1-й Институтский проезд, 4,
e-mail: kibalnik79@yandex.ru;

Ключевые слова: сорго, ЦМС-линии, индекс стабильности, стрессоустойчивость, коэффициент вариации, климатические условия

Для цитирования: Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Каменева О.Б., Старчак В.И. Изучение адаптивной способности ЦМС-линий зернового сорго в условиях Нижневолжского региона. *Аграрная наука*. 2020; 343 (11): 65–67.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-65-67>

Конфликт интересов отсутствует

Oksana P. Kibalnik,
Irina G. Efremova,
Dmitriy S. Semin,
Olga B. Kameneva,
Viktoria I. Starchak

"Russian Research and Technological Institute of Sorghum and Maize" 410050 Russia, Saratov, 1 Institutskii pr-d, 4

Key words: sorghum, CMS lines, stability index, stress resistance, coefficient of variation, climate conditions

For citation: Kibalnik O.P., Efremova I.G., Semin D.S., Kameneva O.B., Starchak V.I. Study of the adaptive capacity of CMS-lines of grain sorghum in the conditions of the Lower Volga region. *Agrarian Science*. 2020; 343 (11): 65–67. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-65-67>

There is no conflict of interests

Изучение адаптивной способности ЦМС-линий зернового сорго в условиях Нижневолжского региона

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В засушливых условиях Нижневолжского региона проведены исследования, направленные на выявление различной нормы реакции ЦМС-линий зернового сорго с целью их использования в селекции гибридов на устойчивость к абиотическим стрессорам.

Материал и методика. Адаптивную способность материнских форм изучали на примере 12 ЦМС-линий (полученных с использованием источников стерильности А1, А2, А3, А4, М-351А, 9Е) на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2014–2018 годах. Площадь делянки — 7,7 м². Густота стояния растений — 100 тыс. шт./га. Повторность в опыте — трехкратная. Расчет показателей адаптивности проведен с использованием программы статистической обработки экспериментальных данных Агрос 2.09.

Результаты. Установлено, что на изменчивость формирования продуктивности биомассы стерильных линий преимущественное влияние оказывало взаимодействие генотипа с условиями года, который составил 58,2%, тогда как факторы генотипа и условий года вносят вклад 31,0 и 10,8%, соответственно. При этом влияние гидротермического коэффициента за период «всходы-созревание» сорго на продуктивность биомассы подтверждается положительной линейной зависимостью ($y = 1,903x + 13,90$). Среди изученных форм высокой стрессоустойчивостью и средней вариабельностью признака отличаются ЦМС-линии А1 О-Янг 1 и А2 Тамара с урожайностью биомассы 10,33–14,08 т/га. У высокоурожайных материнских форм А3 Фетерита 14 и А1 Ефремовское 2 (18,34–20,71 т/га) отмечены высокие показатели индекса стабильности (3,97–6,30), генетической гибкости (16,55–20,70), что свидетельствует об их большей приспособленности к засушливым условиям региона. Данные стерильные линии рекомендуется включать в программу скрещиваний при создании продуктивных гибридов F1.

Study of the adaptive capacity of CMS-lines of grain sorghum in the conditions of the Lower Volga region

ABSTRACT

Relevance. In the arid conditions of the lower Volga region, studies were conducted to identify different response rates of CMS lines of grain sorghum in order to use them in the selection of hybrids for resistance to abiotic stressors.

Material and methods. The adaptive capacity of maternal forms was studied on the example of 12 CMS lines (obtained using sterility sources A1, A2, A3, A4, M-351A, 9E) at the experimental field of institute in 2014–2018. The plot area is 7.7 m². The density of standing plants is 100 thousand plant/ha. Repeatability in the experience — three times. The calculation of adaptability indicators was carried out using the program for statistical processing of experimental data Agros 2.09.

Results. It is established that the formation of a biomass productivity of sterile lines, the predominant influence of the interaction of genotype with year terms, which amounted to 58.2 per cent, while the factors of genotype and the year conditions contribute 31.0 and 10.8%, respectively. At the same time, the influence of the hydrothermal coefficient for the period of "germination-maturation" of sorghum on the productivity of biomass is confirmed by a positive linear relationship ($y = 1,903x + 13,90$). Among the studied forms, CMS lines A1 O-Yang 1 and A2 Tamara with a biomass yield of 10.33–14.08 t/ha are characterized by high stress resistance and average variability of the trait. High-yielding female forms A3 Feterita 14 and A1 Efremovskoe 2 (18.34–20.71 t/ha) have high indicators of stability index (3.97–6.30), genetic flexibility (16.55–20.70), which indicates their greater adaptability to the arid conditions of the region. These sterile lines are recommended to be included in the program of crosses when creating productive F1 hybrids.

Поступила: 23 сентября
После доработки: 18 ноября
Принята к публикации: 10 сентября

Received: 23 September
Revised: 18 November
Accepted: 10 september

Введение

В настоящее время для производства гибридных семян сорго в качестве материнских форм используют линии с цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС). Во многих странах мира селекционерами и генетиками особое внимание уделяется поиску, выявлению и идентификации новых типов ЦМС для расширения генетического разнообразия гибридов F1. Основным фактором расширения исследований в области альтернативных типов стерильности является поиск источников, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам. Достаточно широко в литературе представлены результаты устойчивости источников стерильности у сорго к биотическим факторам. Выделены источники ЦМС, устойчивые к болезням: цитоплазма A1 — *Leaf blight* [8]; *Fusarium Head Blight* [13]; *Head Smut Sporisorium reilianum* (Kühn) [9]; *Mold* [10]; цитоплазма A3 — *Ergot* [12] и вредителям: цитоплазма A4 (M) — *Shoot Fly*, *Atherigona soccata* [7; 11]. Тогда как экологическая устойчивость ЦМС-линий с разными типами стерильности изучена недостаточно полно [2, 3]. Коллекция стерильных линий с разными типами ЦМС, используемая в институте, отличается разнообразием по селекционно-ценным признакам и урожайности, что способствует включению в программы скрещиваний с целью создания гибридов разного направления использования [4]. Вместе с тем, для использования стерильных линий сорго в практической селекции оценка их адапционных свойств к засушливым условиям по продуктивности биомассы приобретает исключительное значение.

Методика

Материнские формы высевали ширококядным способом (меж-

дурядье 70 см) на опытном поле института во 2–3 декадах мая 2014–2018 гг. Площадь делянки — 7,7 м². Густоту стояния растений (100 тыс. шт./га) устанавливали вручную. Повторность трехкратная. Урожайность оценивали по общепринятой методике [6]. Адаптивную способность ЦМС-линий определяли по индексу стабильности (H_i), коэффициенту вариации, стрессоустойчивости ($Y_{opt} - Y_{max}$) и генетической гибкости линии ($(Y_{opt} + Y_{max})/2$) [5]. Метеоусловия за период изучения адапционных свойств материнских форм значительно различались. Хорошей влагообеспеченностью характеризовался 2017 г.: гидротермический коэффициент (ГТК) за период «всходы-созревание» — 0,90. Острогазусушливые условия для сорго наблюдались в 2014 и 2015 гг. (ГТК = 0,41–0,49). В засушливых условиях растения выращивали в 2016 и 2018 гг.: ГТК = 0,64.

Результаты

Двухфакторный дисперсионный анализ по продуктивности ЦМС-линий сорго показал значимое влияние

Рис. Влияние факторов на продуктивность биомассы ЦМС-линий сорго и зависимость от гидротермического коэффициента (2014–2018 годы)

Fig. Influence of factors on the biomass productivity of CMS-lines sorghum and dependence on the hydrothermal coefficient (2014–2018)

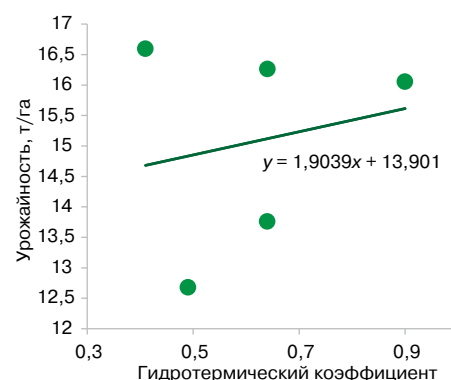
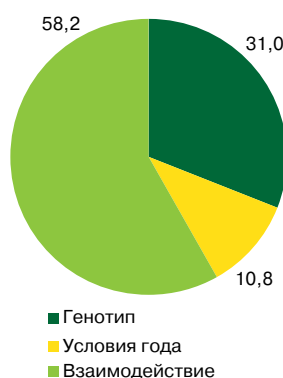


Таблица. Параметры адаптивных свойств ЦМС-линий сорго по урожайности биомассы (2014–2018 годы)

Table. Parameters of adaptive properties of CMS-lines sorghum for biomass yield (2014–2018)

ЦМС-линии	Средняя урожайность, т/га	Изменчивость признака		V, %	Стрессоустойчивость	Генетическая гибкость	Индекс стабильности (H_i)
		min	max				
A1 Ефремовское 2	20,71	13,07	28,33	29,7	-15,27	20,70	6,30
A3 Фетерита 14	18,34	11,07	22,03	23,8	-10,97	16,55	3,97
A2 АГС	16,66	9,77	29,10	45,4	-17,87	19,43	0,77
A2 КВВ 181	14,55	8,07	20,23	38,2	-12,17	14,15	0,58
A2 КВВ 114	15,33	10,43	19,57	25,1	-9,13	15,00	0,56
A2 Судзерн	16,03	10,57	19,37	22,6	-8,80	14,97	0,53
A2 Восторг	15,49	11,40	20,10	23,2	-8,70	15,75	0,19
A4 КП 70	14,48	8,50	18,57	27,9	-10,07	13,53	-0,26
A2 Тамара	14,08	11,50	16,40	15,1	-4,90	13,95	-1,70
9Е Пищевое 614	12,78	7,37	15,73	30,2	-8,37	11,55	-2,21
M35 Пищевое 614	12,10	7,37	14,83	28,0	-11,47	11,10	-3,12
A1 О-Янг 1	10,33	8,97	11,60	10,3	-2,63	10,28	-5,62
$r \pm Sr^1$	-	-	-	0,36	-0,65	0,93	0,98
$F_{факт.}$	-	-	-	0,77	1,57	5,89	8,69

Примечание: 1 — Коэффициент корреляции и стандартная ошибка между урожайностью и параметрами адаптивности

генотипа, условий года и их взаимодействие, что позволило оценить материнские формы по параметрам адаптивности. На изменчивость формирования урожайности биомассы большее влияние оказывал фактор взаимодействия генотипа с условиями года — 58,2%. Установление линейной зависимости продуктивности от гидротермического коэффициента ($y = 1,903x + 13,90$) за период вегетации показало, что увеличение урожайности наблюдается в годы с более высоким коэффициентом (рис.).

Вариабельность урожайности биомассы в опыте изменялась в зависимости от генотипа в пределах 10,3–45,4% (табл.). Среднее варьирование признака отмечено у линий А1 О-Янг 1 и А2 Тамара ($V = 10,3–15,1\%$). Эти же линии отличались высокой стрессоустойчивостью ($-4,90 - -2,63$). Генетическая гибкость линии показывает степень соответствия между генотипом и факторами среды [1]. Высокую среднюю урожайность в контрастных условиях возделывания формируют линии АЗ Фете-

рита 14, А2 АГС и А1 Ефремовское 2: генетическая гибкость составила 16,55–20,70. ЦМС-линии АЗ Фетерита 14 и А1 Ефремовское 2 характеризуются наибольшим индексом стабильности (3,97–6,30). Выявлена тесная корреляционная связь между средней урожайностью биомассы материнских линий и параметрами адаптивности (0,93–0,98).

Выводы

Наблюдение за растениями в течение 2014–2018 гг. и анализ материнских форм по адаптивной способности свидетельствуют, что ЦМС-линии приспособлены к условиям возделывания в Нижнем Поволжье. Стерильные линии АЗ Фетерита 14 и А1 Ефремовское 2 отличаются сочетанием высокой продуктивности с индексом стабильности и генетической гибкостью в условиях Нижне-волжского региона, что целесообразно учитывать в селекции гибридов сорго на повышение продуктивности биомассы.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Гончаренко А.А. О проблеме экологической устойчивости сортов зерновых культур. *Безостая 1 — 50 лет триумфа*. Краснодар. 2005: 44–59. [Goncharenko A.A. About the problem of ecologic stability of grain crop varieties. *Bezostaya 1 — 50 years of triumph*. Krasnodar. 2005. 44–59 p. (In Russ.)]
2. Кибальник О.П., Семин Д.С., Костина Г.И., Бычкова В.В., Эльконин Л.А. Оценка адаптивности стерильных линий сорго с новыми типами ЦМС на основе коэффициента линейной регрессии в условиях Саратовской области. *Кукуруза и сорго*. 2014; (4):8–12. [Kibalnik O.P., Semin D.S., Kostina G.I., Bychkova V.V., Elkonin L.A. Assessment of the adaptability of sterile sorghum lines with new types of CMS based on the linear regression coefficient in the conditions of the Saratov region. *Maize and Sorghum*. 2014; (4):8–12. (In Russ.)]
3. Кибальник О.П. Адаптивная способность ЦМС-линий сорго в условиях возделывания Нижнего Поволжья. *Аграрная наука*. 2019; (1):45–47. [Kibalnik O.P. Adaptive ability of CMS lines of sorghum in the conditions of cultivation of the Lower Volga region. *Agrarian science*. 2019; (1):45–47. (In Russ.)]
4. Кибальник О.П. Перспективы использования ЦМС-линий с разными источниками стерильности в селекции сорго. *Вестник Новосибирского ГАУ*. 2020; 1(54):16–23. [Kibalnik O.P. Prospects for using CMS lines with different sources of sterility in sorghum breeding. *Novosibirsk State Agrarian University Bulletin*. 2020; 1(54):16–23. (In Russ.)]
5. Мартынов С.П. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ "AGROS 2.09". Тверь, 1999. [Martynov S.P. Statistical and biometrical genetic analysis in crop production and breeding. Software package. Tver, 1999 (In Russ.)]
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяй-

ственных культур. Вып. 2. М., 1989. [Methods of state variety testing of agricultural crops. V.2. M, 1989 (In Russ.)]

7. Akula U.V., Poluru P.G., Jangam A.K., Jagannath P.V. Influence of type of sterile cytoplasm on the resistance to sorghum shoot fly. *Plant Breed*. 2012; 131(1):94–99. DOI: 10.1111/j. 1439-0523. 2011. 01905.x

8. Durga K.K., Reddy B.V.S., Reddy M.S.S., Ganesh M. Influence of cytoplasm on the occurrence of leaf blight (exserohilum turcicum (pass.)) in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Indian J. of Agr. Research*. 2008; 42(2):97–101.

9. Pecina-Quintero V., Williams-Alanís H., Montes-García N., Rodríguez-Herrera R., Rosales-Robles E., Vidal-Martínez V.A. Incidence of head smut *Sporisorium meilianaum* (K hn) Langdon and Fullerton in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] hybrids with A1 and A2 cytoplasm. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 2004; (22):315–319.

10. Reddy S.P., Rao M.D., Reddy BVS, Kumar A.A., Thakur R.P., Rao V.P. Evaluation of A1, A2, A3, A4(M), A4(G) and A4(VZM) cytoplasm in iso-nuclear backgrounds for grain mold resistance. *Crop Protection*. 2011; (30):658–662. DOI: 10.1016 / j. cropro.2011.02.016

11. Reddy S.P., Reddy BVS, Kumar A.A., Sharma H.C. Performance of A1, A2, A3, A4M, A4G and A4VZM cytoplasm based iso-nuclear sorghum hybrids for shoot fly resistance across-rainy and post-rainy seasons. *Indian J. Genet*. 2015; 75(3):324–329. DOI: 10.5958/0975-6906.2015.00051.6

12. Rud J.D., Ramundo B.A., Clafflin L.E., Tuinstra M.R. Analysis of Resistance to Ergot in Sorghum and Potential Alternate Hosts. *Crop Sci*. 2002; 42(4):1135–1138.

13. Stack J.P., Pedersen J.F. Expression of susceptibility to Fusarium Head Blight and grain mild in A1 and A2 cytoplasm of *Sorghum bicolor*. *Plant Disease*. 2003; (87):172–176. DOI:10.1094/PDIS.2003.87.2.172

ОБ АВТОРАХ:

Кибальник Оксана Павловна, кандидат биологических наук, главный научный сотрудник
Ефремова Ирина Григорьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Семин Дмитрий Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
Каменева Ольга Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
Старчак Виктория Игоревна, научный сотрудник

ABOUT THE AUTHORS:

Kibalnik Oksana Pavlovna, candidat of biological sciences, chief researcher
Efremova Irina Grigorevna, candidat of agricultural sciences, senior researcher
Semin Dmitry Sergeevich, candidat of agricultural sciences, chief researcher
Kameneva Olga Borisovna, candidat of agricultural sciences, chief researcher
Starchak Viktoria Igorevna, researcher