

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Г. Я. Кривошеев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;
А. С. Игнатьев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ignatev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-460
ФГБНУ Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Цель исследований – выявить влияние на урожайность зерна гибридов кукурузы количественных признаков в зависимости от влагообеспеченности. Исследования проведены на селекционном поле лаборатории селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ АНЦ «Донской» в 2020–2023 годах. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный с мощностью гумусового слоя 140 см. Климат характеризуется засушливостью – зона неустойчивого увлажнения. Годы проведения исследований контрастные по температурному режиму и влагообеспеченности (ГТК 0,49–0,83). Из-за неравномерности распределения осадков в течение вегетации кукурузы температурный режим по месяцам и влагообеспеченность имели еще большие различия (ГТК 0,11–2,28). Объект исследований – 96 гибридов кукурузы. Основным методом создания гибридов – межлинейная гибридизация. Выявлена стабильная в каждый из четырех лет исследований зависимость урожайности зерна от количественных признаков: «масса 1 початка» ($r = 0,34 \pm 0,09 - 0,64 \pm 0,08$) и «количество зерен в ряду» ($r = 0,35 \pm 0,09 - 0,58 \pm 0,08$). Специфические климатические условия некоторых лет эксперимента (одного года из четырех) повлияли на отсутствие зависимости между величиной урожая и количественными признаками: «количество початков на 1 растении» ($r = 0,11 \pm 0,10$ в 2022 году), «количество зерен на початке» ($r = 0,01 \pm 0,10$ в 2023 году), «выход зерна при обмолоте» ($r = 0,04 \pm 0,10$ в 2023 году). Еще большей изменчивости от метеословий оказалась подвержены зависимости урожайности от признаков: «высота прикрепления початка» ($r = 0,01 \pm 0,10 - 0,40 \pm 0,09$), «высота растений» ($r = 0,16 \pm 0,10 - 0,38 \pm 0,09$), «диаметр початка» ($r = -0,02 \pm 0,10 - 0,43 \pm 0,09$), «масса 1000 семян» ($r = -0,14 \pm 0,10 - 0,45 \pm 0,09$). Стабильным отсутствием связи во все годы проведения исследований с урожайностью зерна отличались признаки «количество рядов зерен» ($r = -0,27 \pm 0,09 - 0,17 \pm 0,10$) и «длина початка» ($r = 0,01 \pm 0,10 - 0,29 \pm 0,09$).

Ключевые слова: кукуруза (*Zéa máys L.*), гибрид, количественные признаки, корреляционная связь, гидротермический коэффициент.

Для цитирования: Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Влияние количественных признаков на урожайность зерна гибридов кукурузы в зависимости от климатических условий // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 2. С. 30–35. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-91-2-30-35.



THE EFFECT OF QUANTITATIVE TRAITS ON GRAIN PRODUCTIVITY OF MAIZE HYBRIDS DEPENDING ON CLIMATIC CONDITIONS

G. Ya. Krivosheev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;
A. S. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, ignatev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-460
FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The purpose of the study was to identify the effect of quantitative traits on grain productivity of maize hybrids depending on moisture availability. The study was carried out on the breeding field of the laboratory for maize breeding and seed production of the FSBSI “ARC “Donskoy” in 2020–2023. The soil of the experimental plot was ordinary blackearth, with a humus layer thickness of 140 cm. The climate is characterized by aridity with unstable moisture. The years of the study were contrasting in temperature and moisture availability (HTC 0.49–0.83). Due to the uneven distribution of precipitation during a vegetation period of maize, the temperature regime through the months and moisture availability had even greater differences (HTC 0.11–2.28). The objects of research were 96 maize hybrids. The main method for developing hybrids was an interline hybridization. There has been identified a stable correlation between grain productivity and quantitative traits in each of the four years of study, when ‘one ear weight’ was $r = 0.34 \pm 0.09 - 0.64 \pm 0.08$ and ‘number of grains in a ear row’ was $r = 0.35 \pm 0.09 - 0.58 \pm 0.08$. The specific climatic conditions of some years of the study (one year out of four) influenced the lack of correlation between amount of productivity and quantitative traits with ‘number of ears per plant’ ($r = 0.11 \pm 0.10$ in 2022), ‘number of grains per ear’ ($r = 0.01 \pm 0.10$ in 2023), ‘grain yield during threshing’ ($r = 0.04 \pm 0.10$ in 2023). The correlation between productivity and traits was subject to even greater variability depending on weather conditions with ‘ear attachment height’ ($r = 0.01 \pm 0.10 - 0.40 \pm 0.09$), ‘plant height’ ($r = 0.16 \pm 0.10 - 0.38 \pm 0.09$), ‘ear diameter’ ($r = -0.02 \pm 0.10 - 0.43 \pm 0.09$), ‘1000-grain weight’ ($r = -0.14 \pm 0.10 - 0.45 \pm 0.09$). In all years of the study, there were no correlation between productivity and such traits as ‘number of grain rows’ ($r = -0.27 \pm 0.09 - 0.17 \pm 0.10$) and ‘ear length’ ($r = 0.01 \pm 0.10 - 0.29 \pm 0.09$).

Keywords: maize (*Zéa máys L.*), hybrid, quantitative traits, correlation, hydrothermal coefficient.

Введение. Создание новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур ведется, как правило, для конкретных почвенно-климатических условий с учетом лимитирующих факторов среды. Основным лимитирующим фактором для успешного возделывания и получения зерна кукурузы в северных регионах России является теплообеспеченность (Исмагилов, 2020).

На юге Российской Федерации, где значительная площадь под этой культурой расположена в зоне недостаточного увлажнения, лимитирующим фактором является влагообеспеченность. (Кривошеев и Шевченко, 2021). Показателем влагообеспеченности условий произрастания сельскохозяйственных культур служит количество атмосферных осадков, однако количество осадков, используемых растениями, будет зависеть от испаряемости влаги. На этот показатель, в свою очередь, влияют величины среднесуточных температур воздуха. Поэтому наиболее объективным показателем влагообеспеченности условий считается гидротермический коэффициент (ГТК). Важность этого показателя в качестве характеристики гидротермических условий территории отмечают другие исследователи (Гудко и др., 2023).

Результативность селекционной работы по любой культуре будет выше, если учитывать зависимость урожайности от количественных признаков, проявляющихся в конкретных климатических условиях (Ковтунова и др., 2022).

В условиях высокой влагообеспеченности параметры початка (длина, диаметр), количество рядов зерен на початке рекомендуется использовать в качестве дополнительных критериев отбора на повышение продуктивности кукурузы. (Magar et al., 2021) Количество зерен на початке, их вес, а также параметры початка оказались важнейшими признаками для формирования урожая зерна кукурузы в орошаемых условиях (Rahimi et al., 2021).

По сведениям других исследователей (Fadhli et al., 2020), создание адаптивных сортов и гибридов кукурузы в условиях засухи требует эффективного отбора. Сообщается, что многофакторный анализ может повысить эффективность отбора растений за счет добавления второстепенных признаков в отбор. Масса початка является эффективным второстепенным признаком в качестве критерия отбора адаптивных генотипов кукурузы в условиях засушливого стресса.

В условиях неустойчивого увлажнения выделены признаки продуктивности у подвида восковидной кукурузы, которые оказывали наибольшее влияние на формирование урожая зерна, определена сопряженность этих признаков (Кривошеев и др., 2023).

Особое внимание исследователи уделяют изучению у исходного материала количественных признаков, которые впоследствии будут переданы гибридам кукурузы (Панфилов

и Овчинников, 2019, Кагермазов и Хачидогов, 2023, Бижоев и др., 2022).

В различных почвенно-климатических условиях разные количественные признаки имеют первостепенное значение для формирования высокого урожая зерна гибридов кукурузы. Причем в одной и той же зоне климатические условия могут сильно различаться в разные годы. Это необходимо учитывать селекционерам при выявлении взаимосвязей между признаками и выделении наиболее значимых. Цель исследований – выявить влияние на урожайность зерна гибридов кукурузы количественных признаков в зависимости от влагообеспеченности.

Материалы и методы исследований. Объект исследований – 96 межлинейных гибридов кукурузы питомника конкурсного сортоиспытания. Полевые опыты проведены на селекционном поле лаборатории селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Гибриды кукурузы созданы методом межлинейной гибридизации. В качестве материнских форм взяты тестеры – простые гибриды или самоопыленные линии, в качестве отцовских форм использовали новые линии с хорошей пыльцеобразовательной способностью. Полевые опыты заложены по Методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой (1980). Обработка экспериментальных данных выполнена по Доспехову (2014). ГТК определен по Селянинову.

Определена урожайность зерна гибридов кукурузы и изучены количественные признаки: «количество початков на 1 растении», «масса 1 початка», «масса 1000 зерен», «количество рядов зерен», «количество зерен в ряду», «количество зерен на початке», «выход зерна при обмолаоте», «длина початка» «диаметр початка», «высота растений», «высота прикрепления початка».

Почва участка проведения исследований – чернозем обыкновенный, мощность гумусового слоя 140 см. Климат характеризуется засушливостью – зона неустойчивого увлажнения.

Анализ метеоусловий лет проведения исследований позволяет утверждать, что годы эксперимента были контрастными по влагообеспеченности. Количество осадков за период вегетации кукурузы варьировало от 132,1 до 244,6 мм, что составило от 58,6 до 108,5 % от среднемноголетней нормы. Среднесуточная температура воздуха во все годы исследований (21,3–23,9 °C) была выше среднемноголетней (20,5 °C). Гидротермический коэффициент изменялся по годам от 0,49 до 0,83 при среднемноголетнем значении 0,89. Варьирование климатических параметров по месяцам было еще более значительным: осадки 7,4 – 110,4 мм, среднесуточная температура воздуха – 14,8 – 26,7 °C, ГТК – 0,30 – 2,28 (табл. 1).

Таблица 1. Метеорологические условия проведения исследований
Table 1. Meteorological conditions of the trials

Климатические параметры	май	июнь	июль	август	май – август
2020 год					
Осадки, мм	79,9	38,8	60,7	44,7	224,1
Среднемесячная температура воздуха, °C	15,4	23,1	25,7	23,4	21,9
ГТК	1,67	0,56	0,76	0,62	0,83
2021 год					
Осадки, мм	65,0	103,9	24,6	51,1	244,6
Среднемесячная температура воздуха, °C	18,1	21,5	26,7	25,8	23,9
ГТК	1,15	1,61	0,30	0,64	0,83
2022 год					
Осадки, мм	21,7	7,4	55,8	47,2	132,1
Среднемесячная температура воздуха, °C	14,8	23,1	23,8	26,6	22,1
ГТК	0,70	0,11	0,76	0,57	0,49
2023 год					
Осадки, мм	110,4	37,0	51,3	19,5	218,2
Среднемесячная температура воздуха, °C	15,6	20,4	23,6	25,6	21,8
ГТК	2,28	0,60	0,70	0,25	0,83
средне многолетние данные					
Осадки, мм	51,3	71,3	57,7	45,2	225,5
Среднемесячная температура воздуха, °C	16,5	20,5	23,1	21,9	20,5
ГТК	1,00	1,16	0,81	0,67	0,89

Результаты и их обсуждение. Изучаемые гибриды кукурузы характеризовались разнообразием изучаемых признаков. Наибольшим размахом варьирования ($X_{\max} - X_{\min}$) отличались урожайность зерна (2,17 т/га), масса 1 початка (57,3 г), масса 1000 семян (106 г), количество зерен в ряду (11,3 шт.), количество зерен на по-

чатке (176,1 шт.), соответственно эти признаки имели более высокие коэффициенты вариации (11,6–15,0 %). Меньшим размахом варьирования и низкими коэффициентами вариации (4,7–9,2 %) характеризовались остальные признаки (табл. 2).

Таблица 2. Статистические параметры урожайности зерна и количественных признаков гибридов кукурузы (2020–2023 гг.)
Table 2. Statistical parameters of grain productivity and quantitative traits of the maize hybrids (2020–2023)

Признаки	Среднее значение ($\bar{x}$)	Минимальное значение ($X_{\min}$)	Максимальное значение ($X_{\max}$)	Размах варьирования ($X_{\max} - X_{\min}$)	Стандартное отклонение (S)	Коэффициент вариации (V), %
Урожайность зерна при 14 % влажности, т/га	3,80	2,71	4,88	2,17	0,57	15,0
Количество початков на 1 растении, шт.	1,00	0,85	1,18	0,33	0,07	7,0
Масса 1 початка, г	113,9	91,0	148,3	57,3	13,21	11,6
Масса 1000 семян, г	245,0	190,0	296,0	106,0	32,66	13,3
Количество рядов зерен	15,1	12,6	17,3	4,7	1,46	9,7
Количество зерен в ряду	34,6	28,8	39,5	11,3	4,29	12,4
Количество зерен на початке	521,5	429,3	605,4	176,1	75,34	14,4
Выход зерна при обмолоте, %	79,9	72,5	84,0	11,5	3,73	4,7
Длина початка, см	16,5	14,5	18,3	3,8	1,33	8,1
Диаметр початка, см	4,2	3,7	4,7	1,0	0,31	7,4
Высота растения, см	204,1	192,3	218,1	26,0	10,99	5,4
Высота прикрепления початка, см	79,7	71,7	92,2	20,5	7,34	9,2

Корреляционный анализ, проведенный по усредненным данным за 4 года исследований, показал среднюю зависимость урожайности зерна гибридов кукурузы от величины изучаемых признаков: количества початков на 1 растении ($r = 0,34 \pm 0,01$), массы

1 початка ($r = 0,59 \pm 0,08$), количества зерен в ряду ($r = 0,56 \pm 0,08$), количества зерен на початке ($r = 0,30 \pm 0,09$), выхода зерна при обмолоте ($r = 0,58 \pm 0,08$), высоты прикрепления початка ($r = 0,33 \pm 0,09$). Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и массой 1000 се-

мян, высотой растения ($r = 0,27 \pm 0,09$) оказались низкими, но существенными при уровне значимости $P = 0,05$. Не выявлено зависимости урожайности зерна от признаков «количество ря-

дов зерен» ($r = -0,20 \pm 0,01$), «диаметр початка» ($r = 0,20 \pm 0,01$), «длина початка» ($r = 0,18 \pm 0,01$) (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и количественными признаками кукурузы

Table 3. Correlation coefficients between grain productivity and quantitative traits of maize

Признаки	Годы				
	2020	2021	2022	2023	среднее
Количество початков на 1 растении, шт.	0,34*	0,32*	0,11	0,42*	0,349
Масса 1 початка, г	0,64*	0,34*	0,60*	0,63*	0,599
Масса 1000 семян, г	0,01	-0,14	0,18	0,45*	0,27
Количество рядов зерен	0,03	-0,05	0,17	-0,27*	-0,20
Количество зерен в ряду	0,50*	0,44*	0,58*	0,35*	0,56*
Количество зерен на початке	0,42*	0,30*	0,46*	-0,01	0,30*
Выход зерна при обмолоте, %	0,55*	0,61*	0,63*	0,04	0,58*
Длина початка, см	0,01	0,17	0,26*	0,29*	0,18
Диаметр початка, см	-0,02	0,07	0,43*	0,18	0,20
Высота растения, см	0,38*	0,16	0,31*	0,29*	0,27
Высота прикрепления початка, см	0,40*	0,01	0,34*	0,29*	0,33*

Примечание. * – значимы при $P_{0,05}$

Однако корреляционный анализ, выполненный отдельно по каждому году исследований (2020–2023 гг.), позволяет утверждать, что метеоусловия года влияют на то, как проявляется зависимость урожайности от количественных признаков. Стабильной оказалась зависимость урожайности зерна от массы 1 початка. Во все годы исследований коэффициенты корреляции были существенными, зависимость средняя ($r = 0,34 \pm 0,09$ – $0,64 \pm 0,08$). Стабильная средняя зависимость во все годы исследований выявлена также между урожайностью и количеством зерен в ряду ($r = 0,35 \pm 0,09$ – $0,58 \pm 0,08$). То есть во все годы исследований косвенным показателем продуктивности гибридов кукурузы служили признаки «масса 1 початка» и «количество зерен в ряду початка», что позволяет утверждать о необходимости уделять внимание селекционерам в первую очередь имен-

но этим признакам при создании и выделении перспективных гибридов кукурузы.

Следующая группа количественных признаков, у которых из четырех лет исследований в трех корреляционная зависимость оказалась существенной и средней: «количество початков на 1 растении» ($r = 0,32 \pm 0,09$ – $0,42 \pm 0,09$), «количество зерен на початке» ($r = 0,30 \pm 0,08$ – $0,63 \pm 0,08$), «выход зерна при обмолоте» ($r = 0,55 \pm 0,08$ – $0,63 \pm 0,08$). Отсутствовала зависимость урожайности зерна от количества початков, приходящихся на одно растение, в 2022 г. ($r = 0,11 \pm 0,10$). Объясняется это тем, что в этом году в связи с сильной почвенной и воздушной засухой (ГТК за период вегетации кукурузы составил 0,49, в июне – 0,11) заложение вторых початков на растении кукурузы не происходило, а незначительное количество (1 %) бесплодных растений не повлияло на наличие связи (табл. 4).

Таблица 4. Средние значения количественных признаков по годам

Table 4. Mean values of quantitative traits during the years of study

Признаки	Годы			
	2020	2021	2022	2023
Количество початков на 1 растении, шт.	1,00	0,96	0,99	1,03
Масса 1 початка, г	94,1	105,1	130,9	125,5
Масса 1000 семян, г	239,0	243,6	271,1	225,5
Количество рядов зерен	14,9	15,0	15,3	15,1
Количество зерен в ряду	21,3	34,4	34,7	38,0
Количество зерен на початке	465,4	514,3	531,8	574,6
Выход зерна при обмолоте, %	78,9	80,0	77,9	82,8
Длина початка, см	15,5	15,5	16,8	17,9
Диаметр початка, см	3,8	4,0	4,5	4,4
Высота растения, см	180,2	228,9	183,6	223,6
Высота прикрепления початка, см	71,3	89,2	68,4	89,6

Не выявлено зависимости урожайности зерна от количества зерен на початке в 2023 г.

($r = 0,01 \pm 0,1$). Этот год отличался от остальных тем, что начало вегетации кукурузы (май) было

влагообеспеченным (ГТК = 2,28), в дальнейшем благодаря большим запасам влаги, накопленным в мае, и дополнительным атмосферным осадкам в июне (37,0 мм) и июле (51,3 мм) растения кукурузы сформировали початки с хорошо озерненной верхушкой, без череззерницы. Сильная засуха в августе (ГТК = 0,25) уже не повлияла на количество зерен на початке. Такие специфические погодные условия 2023 г., по-видимому, стали причиной отсутствия влияния этого признака на урожайность зерна. В 2023 г. гибриды кукурузы имели наибольшее значение этого признака (575 шт.), в то время как в 2020–2022 гг. из-за неполной озерненности початков происходило снижение количества зерен на початке (465–532 шт.). Подобные результаты получены и по признаку «выход зерна при обмолоте початков». Влияние этого признака на урожайность зерна не выявлено только в 2023 г. ($r = 0,04 \pm 0,1$).

Несмотря на то что специфические климатические условия отдельных лет эксперимента не позволили выявить стабильную зависимость между урожайностью и количеством початков на 1 растении, количеством зерен на початке и выходом зерна при обмолоте, кумулирование высоких значений этих признаков влияло на урожай зерна.

Менее важными для формирования высокого урожая зерна оказались признаки «высота прикрепления нижнего початка» и «высота растения». В 2020 и 2022 гг. выявлена средняя корреляционная связь с урожайностью ($r = 0,40 \pm 0,09$, $r = 0,34 \pm 0,09$ и $r = 0,38 \pm 0,09$, $r = 0,31 \pm 0,09$ соответственно); в 2023 г. – слабая ($r = 0,29 \pm 0,09$), а в 2021 г. – отсутствие связи ($r = 0,01 \pm 0,10$ и $r = 0,16 \pm 0,10$ соответственно).

Еще меньшим оказалось влияние признаков «диаметр початка» (связь имелась толь-

ко в 2023 г. – $r = 0,45 \pm 0,09$) и «масса 1000 семян» (связь только в 2023 г. – $r = 0,45 \pm 0,09$). Примечательно, что налив зерна проходил в наиболее засушливых и жарких условиях именно в 2023 г., так ГТК в августе 2023 г. составил 0,25. По-видимому, такие специфические условия способствовали тому, что гибриды, не снизившие массу 1000 семян, имели в этом году более высокий урожай зерна. Во все годы исследований коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и длиной початка оказались низкими ($r = 0,01 \pm 0,1$ – $0,29 \pm 0,09$). Однако в 2022 и 2023 гг. они были существенными ($r = 0,26 \pm 0,09$ – $0,29 \pm 0,09$) при уровне значимости $P_{0,5}$. Не выявлено ни в один год влияния признака «количество рядов зерен» на урожай зерна ($r = -0,27 \pm 0,09$ – $0,03 \pm 0,1$).

Выводы. Выявлена стабильная средняя зависимость урожайности зерна от количественных признаков: «масса 1 початка» ($r = 0,34 \pm 0,09$ – $0,64 \pm 0,08$), «количество зерен в ряду» ($r = 0,35 \pm 0,09$ – $0,58 \pm 0,08$).

Выделена группа количественных признаков: «количество початков на 1 растении», «количество зерен на початке», «выход зерна при обмолоте», у которых имелаась корреляционная связь с урожайностью в течение трех лет из четырех.

Наиболее сильное влияние метеоусловий лет эксперимента на характер зависимости отмечено у признаков: «высота прикрепления початка», «высота растений», «диаметр початка» и «масса 1000 семян».

Не выявлено ни в один год проведения эксперимента корреляционной связи урожайности зерна с количеством рядов зерен и длиной початка.

Библиографические ссылки

1. Бижоев М. В., Кагермазов А. М., Хачидогов А. В., Бижоев Р. В. Изучение линии восковидной кукурузы коллекции ВИР по количественным и хозяйственно полезным признакам в Кабардино-Балкарии // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 99. С. 71–78. DOI: 10.21515/1999-1703-99-71-78
2. Гудко В. Н., Усатов А. В., Азарин К. В. Сезонная и годовая динамика гидротермических условий в восточной природно-сельскохозяйственной зоне Ростовской области в 1961–2020 гг. // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29, № 2 (95). С. 29–35. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-29-35
3. Исмагилов, К. Р. Оценка агроклиматических условий возделывания кукурузы на территории Республики Башкортостан // Пермский аграрный вестник. 2020. № 2 (30). С. 39–46. DOI: 10.24411/2307-2873-2020-10020
4. Кагермазов А. М., Хачидогов А. В. Анализ количественных и хозяйственно ценных признаков линий кукурузы коллекции ВИР в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 6. С. 59–66. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-89-6-59-66
5. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Романюкин А. Е., Ермолина Г. М. Урожайность сорго травянистого в зависимости от метеорологических условий // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. № 23(3). С. 334–342. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342
6. Кривошеев Г. Я., Шевченко Н. А. Устойчивость к водному стрессу новых самоопыленных линий и гибридов кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5(77). С. 46–50. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-46-50
7. Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С., Лупиного Д. Р., Арженювская Ю. Б., Шевченко Н. А. Взаимосвязь количественных признаков и урожайности зерна у гибридов восковидной кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 3. С. 29–35. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-86-3-29-35
8. Панфилов А. Э., Овчинников П. Ю. Местная популяция как источник хозяйственно полезных признаков в селекции кукурузы для Уральского региона // Кормопроизводство. 2019. № 10. С. 26–30.
9. Magar B. T., Acharya S., Gyawali B., Timilsena K., Upadhyaya J., Shrestha J. Genetic variability and trait association in maize (*Zea mays* L.) Varieties for growth and yield traits // Heliyon. 2021. Vol. 7, Iss. 10. Article number: e08144, DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e08144

10. Rahimi Jahangirlou M., Akbari G.A., Alahdadi I., Soufizadeh S., Kumar U., Parsons D. Phenotypic Traits, Grain Yield and Yield Components of Maize Cultivars Under Combinations of Management Practices in Semi arid Conditions of Iran // International Journal of Plant Production. 2021. Vol. 15, P. 459–471, DOI: 10.1007/s42106-021-00151-7
11. Fadhli N.U.R., Farid M.U.H., Effendi R.O.Y., Azrai M., Anshori M.F. Multivariate analysis to determine secondary characters in selecting adaptive hybrid corn lines under drought stress // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. 2020. Vol. 21, № 8. P. 3617–3624. DOI: 10.13057/biodiv/d210826

References

1. Bizhiov M. V., Kagermazov A.M., Khachidogov A. V., Bizhiov R. V. Izuchenie linii voskovidnoi kukuruzy kolleksii vir po kolichestvennym i khozyaistvenno poleznym priznakam v Kabardino-Balkarii [Study of the waxy maize line of the VIR collection according to quantitative and economically useful traits in Kabardino-Balkaria] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 99. S. 71–78. DOI: 10.21515/1999-1703-99-71-78
2. Gudko V.N., Usatov A.V., Azarin K.V. Sezonnaya i godovaya dinamika gidrotermicheskikh uslovii v vostochnoi prirodno-sel'skokhozyaistvennoi zone rostovskoi oblasti v 1961–2020 gg. [Seasonal and annual dynamics of hydrothermal conditions in the eastern natural and agricultural part of the Rostov region in 1961–2020] // Aridnye ekosistemy. 2023. T. 29, № 2 (95). S. 29–35. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-29-35
3. Ismagilov, K.R. Otsenka agroklimaticheskikh uslovii vozdeleyvaniya kukuruzy na territorii respubliky Bashkortostan [Estimation of agroclimatic conditions for maize cultivation on the territory of the Republic of Bashkortostan] // Permskii agrarnyi vestnik. 2020. № 2 (30). S. 39–46. DOI: 10.24411/2307-2873-2020-10020
4. Kagermazov A.M., Khachidogov A.V. Analiz kolichestvennykh i khozyaistvenno tsennykh priznakov linii kukuruzy kolleksii VIR v usloviyakh predgornoi zony Kabardino-Balkarii [Analysis of quantitative and economically valuable traits of maize lines from the VIR collection in the conditions of the foothill zone of Kabardino-Balkaria] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 6. S. 59–66. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-89-6-59-66
5. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Romanyukin A.E., Ermolina G.M. Urozhainost' sorgo travyanistogo v zavisimosti ot meteorologicheskikh uslovii [Grass sorghum productivity depending on meteorological conditions] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2022. № 23(3). S. 334–342. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342
6. Krivosheev G. Ya., Shevchenko N.A. Ustoichivost' k vodnomu stressu novykh samoopylennykh linii i gibridov kukuruzy [Water stress resistance of new self-pollinated lines and hybrids of maize] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2021. № 5(77). S. 46–50. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-46-50
7. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A.S., Lupinoga D.R., Arzhenovskaya Yu.B., Shevchenko N.A. Vzaimosvyaz' kolichestvennykh priznakov i urozhainosti zerna u gibridov voskovidnoi kukuruzy [Correlation between quantitative traits and grain productivity in waxy maize hybrids] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 3. S. 29–35. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-86-3-29-35
8. Panfilov A.E., Ovchinnikov P. Yu. Mestnaya populyatsiya kak istochnik khozyaistvenno poleznykh priznakov v seleksii kukuruzy dlya Ural'skogo regiona [Local population as a source of economically useful traits in maize breeding for the Ural region] // Kormoproizvodstvo. 2019. № 10. S. 26–30.
9. Magar B.T., Acharya S., Gyawali B., Timilsena K., Upadhyaya J., Shrestha J. Genetic variability and trait association in maize (*Zea mays* L.) Varieties for growth and yield traits // Heliyon. 2021. Vol. 7, Iss. 10. Article number: e08144, DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e08144
10. Rahimi Jahangirlou M., Akbari G.A., Alahdadi I., Soufizadeh S., Kumar U., Parsons D. Phenotypic Traits, Grain Yield and Yield Components of Maize Cultivars Under Combinations of Management Practices in Semi arid Conditions of Iran // International Journal of Plant Production. 2021. Vol. 15, P. 459–471, DOI: 10.1007/s42106-021-00151-7
11. Fadhli N.U.R., Farid M.U.H., Effendi R.O.Y., Azrai M., Anshori M.F. Multivariate analysis to determine secondary characters in selecting adaptive hybrid corn lines under drought stress // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. 2020. Vol. 21, № 8. P. 3617–3624. DOI: 10.13057/biodiv/d210826

Поступила: 02.02.24; доработана после рецензирования: 19.03.24; принята к публикации: 19.03.24.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Кривошеев Г. Я. — концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Игнатьев А. С. — анализ данных и интерпретация, выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.