

ВЗАИМОСВЯЗЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ И УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА У ГИБРИДОВ ВОСКОВИДНОЙ КУКУРУЗЫ

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. Игнатъев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ignatev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600;
Д. Р. Лупинога, агроном лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ORCID ID: 0000-0002-4457-6146;
Ю. Б. Арженовская, агроном лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ORCID ID: 0000-0003-3855-372X;
Н. А. Шевченко, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, kscck-bass@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0001-5869-367X
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Подвид восковидной кукурузы (*Zea mays L. ceratina*) характеризуется тем, что его зерно на 100 % состоит из амилопектинового крахмала – ценного сырья для кондитерского производства, изготовления полимеров, заменителя крови. Отсутствие в Государственном реестре селекционных достижений отечественных гибридов восковидной кукурузы обуславливает необходимость проведения исследований по этому направлению селекции. Цель исследований: выявление зависимостей, позволяющих повысить эффективность селекционного процесса при создании гибридов восковидной кукурузы. Исследования проведены в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2020–2022 годах. В качестве объекта исследований взяты 36 гибридов восковидной кукурузы, созданных методом межлинейной гибридизации. Изученные признаки различались по степени варьирования. Высокие коэффициенты вариации отмечены у признаков «урожайность зерна» ($V = 30,1 \%$) и «масса 1 початка» ($V = 21,5 \%$). Слабо варьирующими оказались «количество рядов» ($V = 8,4 \%$) и «выход зерна при обмолаоте» ($V = 8,2 \%$). Увеличение значений у любого изученного признака приводило к увеличению урожайности зерна. Однако по влиянию на формирование урожая зерна у гибридов восковидной кукурузы признаки продуктивности оказались не равнозначны. Выделены признаки продуктивности, которые оказывали наибольшее влияние: «количество початков на 1 растении», «масса 1 початка» и «количество зерен на початке». Корреляционная связь между ними и урожайностью зерна положительная, тесная ($r = 0,73 \pm 0,12 - 0,82 \pm 0,10$). Выделенные признаки положительно сопряжены с остальными ($r = 0,30 \pm 0,16 - 0,74 \pm 0,12$), отбор образцов с высокими их значениями не снижает значений у других признаков продуктивности. Выявленные зависимости необходимо учитывать при отборе исходного материала и при создании восковидных гибридов кукурузы.

Ключевые слова: подвид восковидной кукурузы (*Zea mays L. ceratina*), амилопектиновый крахмал, самоопыленные линии, гибридные комбинации, корреляционные связи.

Для цитирования: Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С., Лупинога Д. Р., Арженовская 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.



CORRELATION BETWEEN QUANTITATIVE TRAITS AND GRAIN PRODUCTIVITY OF THE WAXY MAIZE HYBRIDS

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: 0000-0002-0319-4600;
D. R. Lupinoga, agronomist of the laboratory for maize breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4457-6146;
Yu. B. Arzhenovskaya, agronomist of the laboratory for maize breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-3855-372X;
N. A. Shevchenko, technician-researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, kscck-bass@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0001-5869-367X
FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

A subspecies of waxy maize (*Zea mays L. ceratina*) is characterized by the fact that its grain contains 100 % amylopectin starch, a valuable raw material for confectionery production, the manufacture of polymers, and a blood substitute. The absence of domestic waxy maize hybrids in the State List of Breeding Achievements necessitates the study in this area of breeding. The purpose of the current study was to identify dependencies that make it possible to increase the efficiency of the breeding process when developing waxy maize hybrids. The study was carried out at the FSBSI “ARC “Donskoy” in 2020–2022. The objects of the study were 36 waxy maize hybrids developed by the method of interline hybridization. The studied traits differed in the degree of variation. High coefficients of variation were identified in the traits ‘grain productivity’ ($V = 30.1 \%$) and ‘one cob weight’ ($V = 21.5 \%$). The traits ‘number of rows’ ($V = 8.4 \%$) and ‘grain yield during threshing’ ($V = 8.2 \%$) turned out to be slightly varying. An increase in the values of

any studied trait resulted in an increase in grain yield. However, the signs of productivity were not equivalent according to their effect on the formation of the grain productivity of the waxy maize hybrids. There have been identified the most influential traits of productivity, such as 'number of cobs per 1 plant', 'one cob weight' and 'number of seeds per cob'. The correlation between them and grain productivity is positive, close ($r = 0.73 \pm 0.12 - 0.82 \pm 0.10$). The identified traits have been positively associated with the rest ($r = 0.30 \pm 0.16 - 0.74 \pm 0.12$), the selection of samples with high values does not reduce the values of other productivity traits. The identified dependencies must be taken into account when selecting the initial material and when developing waxy maize hybrids.

Keywords: waxy maize subspecies (*Zea mays* L. *ceratina*), amylopectin starch, self-pollinated lines, hybrid combinations, correlations.

Введение. Отличительной особенностью подвида восковидной кукурузы считается содержание высококачественного крахмала в зерне, состоящего на 100 % из амилопектина. Амилопектиновый крахмал представляет ценность в медицине, технической, крахмало-паточной и пищевой промышленности. В медицине важнейшее использование амилопектинового крахмала – в качестве заменителя плазмы крови «Волекам» (Сидоров и др., 2018).

Новые области применения крахмала восковидной кукурузы в кондитерской промышленности – эмульсии, пленки, покрытия, в технической промышленности – для получения полимеров (Šárka and Dvořáček, 2017).

Иностранные селекционеры ведут интенсивные работы по созданию гибридов восковидной кукурузы, разрабатывают методики отбора исходного материала для селекции высокопродуктивных восковидных гибридов (Dermail et. al., 2022). Изучают возможности целенаправленного отбора форм на основе прогнозирования гетерозиса в скрещиваниях между восковидными самоопыленными линиями (Dermail et. al., 2020). Некоторые исследователи акцентируют внимание на совмещении в генотипе важных полезнейших количественных признаков (Sukto et. al., 2021).

В России работа с подвигом восковидной кукурузы начата позже, чем за рубежом. Отмечено отставание отечественных научных учреждений от иностранных по этому направлению селекции и необходимость устранения этого отставания. Востребованность амилопектинового крахмала и отсутствие отечественных восковидных гибридов кукурузы обуславливают важность усиления работ по этому направлению селекции (Кривошеев и Игнатьев, 2017).

Причины, по которым затрудняется создание отечественных гибридов, – ограниченное количество исходного материала, слабая изученность подвида восковидной кукурузы. В частности, изучение признаков продуктивности у восковидной кукурузы, их сопряженности, зависимостей между ними может улучшить ситуацию (Бойко и Хатефов, 2021, Кагермезов и др., 2022).

Цель исследований: выявление зависимостей, позволяющих повысить эффективность селекционного процесса при создании гибридов восковидной кукурузы.

Материалы и методы исследований.

В качестве объекта исследований использованы 36 простых гибридов восковидной кукурузы. Исследования выполнены в 2020–2022 гг.

в ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области. Основной метод создания – межлинейная гибридизация с использованием гетерозиса в первом поколении (F_1). Восковидные гибридные комбинации получены от скрещивания новых константных (I_5) самоопыленных восковидных линий, созданных в «АНЦ «Донской». Полевые опыты заложены согласно Методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой (1980). Математическая обработка выполнена по Б. А. Доспехову (2014). Изучали урожайность зерна и 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 обмолоте».

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, карбонатный, тяжело суглинистый, мощность плодородного слоя до 140 см. Климат пункта проведения исследований – умеренно континентальный (ГТК = 0,7). Количество атмосферных осадков за период вегетации в среднем составляет 225,5 мм. Годы проведения эксперимента оказались в разной степени засушливыми. Так, в 2020 и 2021 гг. количество осадков за период вегетации примерно соответствовало среднемуголетней норме, однако распределение их в течение вегетации было крайне неравномерным, вследствие чего во второй половине вегетации кукурузы отмечалась сильная почвенная и воздушная засуха. Наиболее засушливым оказался 2022 г., когда за период вегетации кукурузы выпало лишь 123,1 мм атмосферных осадков, что значительно меньше среднемуголетней нормы (58,6 %). Учитывая, что по статистике два года из трех на юге области являются засушливыми, годы проведения эксперимента оказались типичными для этой зоны.

Результаты и их обсуждение. Гибридные комбинации восковидной кукурузы характеризовались разнообразием по изучаемым признакам. В зависимости от комбинации скрещивания урожайность зерна варьировала от 1,0 до 3,24 т/га, количество початков на 1 растении – от 0,56 до 0,96 шт., масса початка – от 43,1 до 102,4 г, масса 1000 зерен – от 160 до 261 г, количество рядов зерен – от 14 до 19 шт., зерен в ряду – от 25 до 38 шт., зерен на початке – от 351 до 696 шт., выход зерна – от 59 до 82 % (табл. 1).

В связи с тем, что годы проведения исследований были засушливыми, гибридные комбинации восковидной кукурузы, неустойчивые

к региональному типу засух, снизили урожай зерна (до 1,0 т/га) и имели половину бесплод-

ных растений (количество початков, приходящихся на 1 растение – 0,56 шт.).

Таблица 1. Статистические показатели урожайности зерна и количественных признаков гибридов восковидной кукурузы (2020–2022 гг.)
Table 1. Statistical indicators of grain productivity and quantitative traits of waxy maize hybrids (2020–2022)

Показатель	Урожайность зерна, при 14 % влажности, т/га	Количество початков на 1 растении, шт.	Масса 1 початка, г	Масса 1000 зерен, г	Количество, шт.			Выход зерна, %
					рядов зерен	зерен в ряду	зерен на початке	
Среднее значение ($\bar{X}$)	1,9	0,7	68,6	203,6	15,9	31,6	493,5	74,6
Максимальное значение ($X_{\max}$)	3,24	0,96	102,4	261	19	38	696	82
Минимальное значение ($X_{\min}$)	1,00	0,56	43,1	160	14	25	351	59
Стандартное отклонение (S)	0,58	0,11	14,74	29,09	1,33	3,77	77,76	6,11
Коэффициент вариации (V)	30,1	15,8	21,5	14,2	8,4	11,9	15,8	8,2

Высокие коэффициенты вариации выявлены у признаков «урожайность зерна» ($V = 30,1\%$) и «масса 1 початка» ($V = 21,5\%$). Средние коэффициенты вариации отмечены у признаков «количество початков на 1 растении» ($V = 15,8\%$), «масса 1000 семян» ($V = 14,2\%$), «количество зерен в ряду» ($V = 11,9\%$) и «количество зерен на початке» ($V = 15,8\%$). Низкие коэффициенты вариации имели признаки «количество рядов зерен» ($V = 8,4\%$) и «выход зерна» ($V = 8,2\%$).

Наличие разнообразия по изучаемым признакам позволило установить зависимости между ними. Практический интерес представляет выявление признаков, которые оказывают наибольшее влияние на формирование урожая зерна у гибридов восковидной кукурузы. Результаты корреляционного анализа позволили выявить такие, которые тесно коррелировали с величиной урожайности зерна (рис. 1).

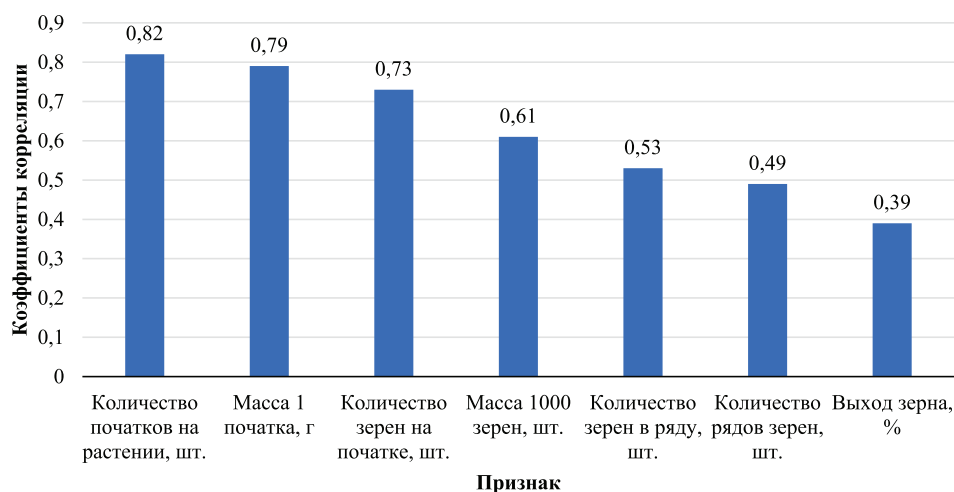


Рис. 1. Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и количественными признаками гибридов восковидной кукурузы (2020–2022 гг.)

Fig. 1. Correlation coefficients between grain yield and quantitative traits of waxy maize hybrids (2020–2022)

К ним относятся: «количество початков на 1 растении» ($r = 0,82 \pm 0,10$), «масса 1 початка» ($r = 0,79 \pm 0,11$), «количество зерен на початке» ($r = 0,73 \pm 0,12$).

Между признаками «масса 1000 зерен», «количество рядов зерен», «количество зерен в ряду», «выход зерна» и урожайностью зерна выявлены средние положительные корреляционные зависимости ($r = 0,39 \pm 0,16 - 0,61 \pm 0,15$).

Наименьшие значения коэффициентов корреляции имели признаки «количество рядов зерен» ($r = 0,49 \pm 0,15$) и «выход зерна» ($r = 0,39 \pm 0,16$).

Все признаки продуктивности вносили вклад в формирование урожая зерна. Накопление высоких значений этих признаков в генотипе способствует формированию высокого урожая зерна у гибридов восковидной ку-

курузы. Однако значение признаков различно, ранжирование их по степени важности позволит вести отбор наиболее ценного исходного материала и повысить эффективность селекционного процесса.

Графики рассеивания наглядно демонстрируют увеличение урожайности зерна с увеличением значений у наиболее важных признаков продуктивности: «количество початков на 1 растении», «масса 1 початка» и «количество зерен на початке» (рис. 2).

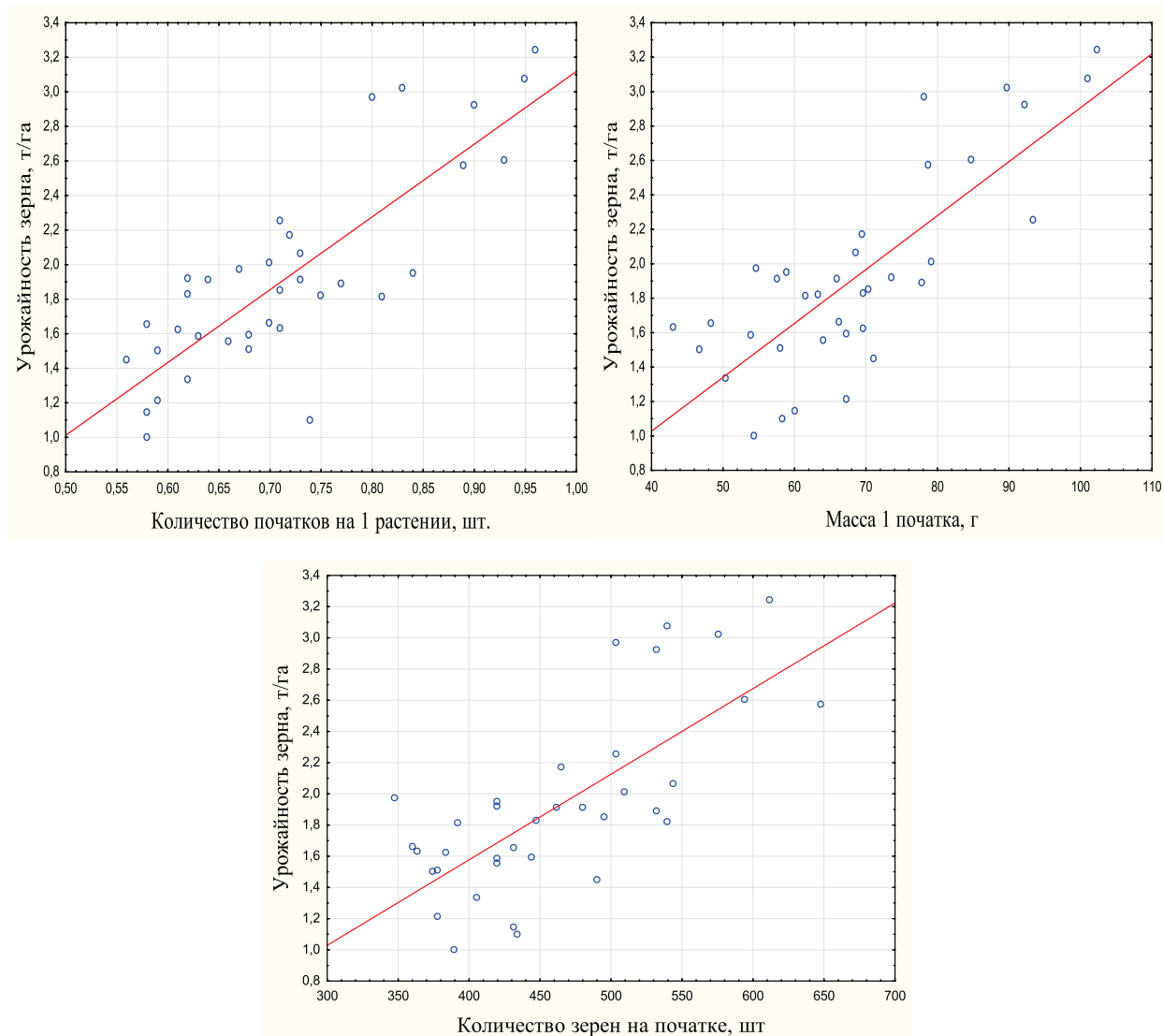


Рис. 2. Зависимость урожайности зерна от признаков: «количество початков на 1 растении», «масса 1 початка», «количество зерен на початке» (2020–2022 гг.)

Fig. 2. Dependence of grain productivity on such traits as 'number of cobs per 1 plant', 'one cob weight' and 'number of seeds per cob' (2020–2022)

В засушливых условиях, когда растения кукурузы формируют не более одного початка, показатель количества початков, приходящийся на одно растение, является обратным величине бесплодия. Чем выше значение признака «количество початков на 1 растении», тем меньше бесплодных растений. Естественно, гибриды с наименьшим количеством бесплодных растений формируют наибольший урожай зерна.

Признак «масса 1 початка» оказался на втором месте по влиянию на урожай зерна воскови́дных гибридов кукурузы в засушливых условиях, гибриды с крупным початком имели

выше урожай. При ранжировании по степени важности на третьем месте оказался признак «количество зерен на початке». В засушливых условиях гибриды подвита воскови́дной кукурузы с хорошо озерненной верхушкой початка и отсутствием через-зерницы имели большее количество зерен на початке и формировали больший урожай зерна.

Для практической селекции интерес представляет не только выявление влияния количественных признаков на урожайность зерна, но и выявление зависимостей между количественными признаками. Признак «количество початков на 1 растении» положи-

тельно коррелировал со всеми остальными признаками продуктивности – корреляционные зависимости средние, положительные ($r = 0,30 \pm 0,16 - 0,68 \pm 0,13$). Не выявлено отрицательных зависимостей, следовательно, отбор

исходного материала и гибридов с высокими значениями количества початков на 1 растении не вызывает снижения величины у других признаков продуктивности (рис. 3).

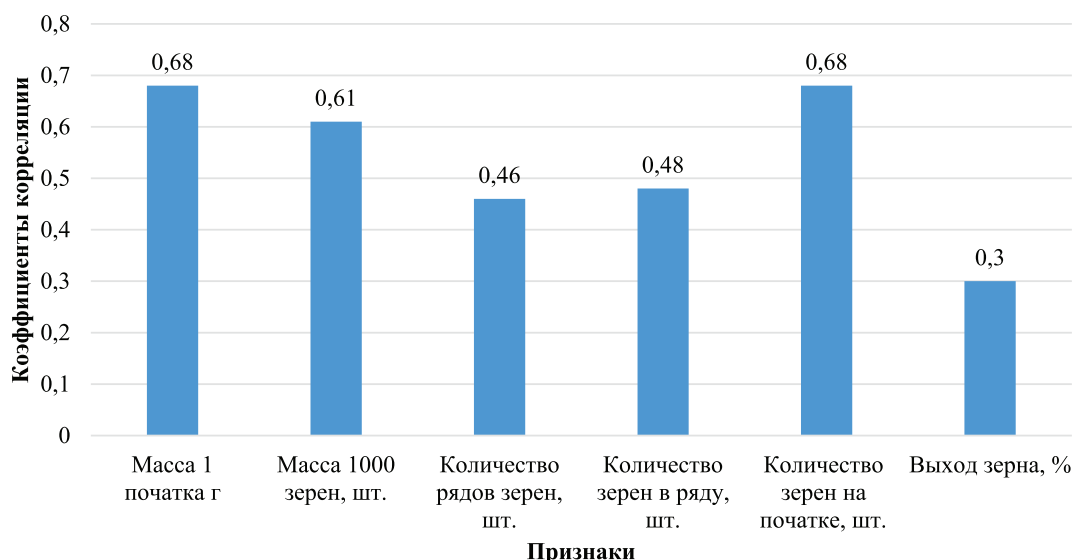


Рис. 3. Коэффициенты корреляции между количеством початков на 1 растении и количественными признаками гибридов восковидной кукурузы (2020–2022 гг.)

Fig. 3. Correlation coefficients between the trait 'number of cobs per 1 plant' and quantitative traits of waxy maize hybrids (2020–2022)

Подобные результаты были получены при анализе зависимостей массы 1 початка с другими количественными признаками.

Коэффициенты корреляции оказались положительными ($r = 0,31 \pm 0,16 - 0,74 \pm 0,12$), корреляционная связь средняя или тесная (рис. 4).

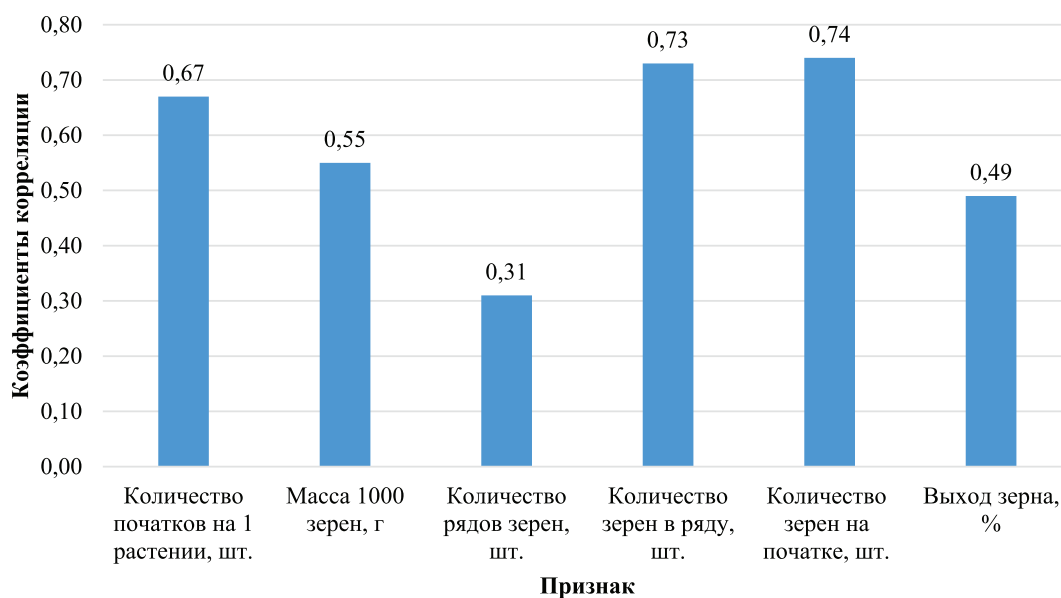


Рис. 4. Коэффициенты корреляции между массой 1 початка и количественными признаками гибридов восковидной кукурузы (2020–2022 гг.)

Fig. 4. Correlation coefficients between the trait 'one cob weight' and quantitative traits of waxy maize hybrids (2020–2022)

Наибольшее увеличение значений массы 1 початка происходило при увеличении коли-

чества зерен в ряду ($r = 0,73 \pm 0,13$) и количества зерен на початке ($r = 0,74$).

Признак «количество зерен на початке» в первую очередь зависит от компонентов, составляющих его: количества зерен в ряду по-

чатка ($r = 0,71 \pm 0,12$) и количества рядов зерен ($r = 0,69 \pm 0,12$) (рис. 5).

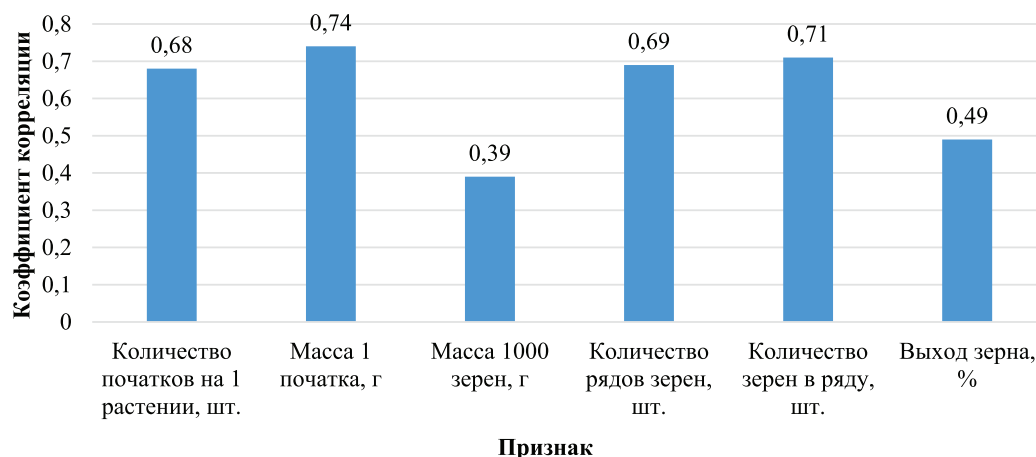


Рис. 5. Коэффициенты корреляции между количеством зерен на початке и количественными признаками гибридов восковидной кукурузы (2020–2022 гг.)

Fig. 5. Correlation coefficients between the trait 'number of seeds per cob' and quantitative traits of waxy maize hybrids (2020–2022)

Выводы. Гибриды подвида восковидной кукурузы характеризовались разнообразием по изучаемым признакам. Наиболее высокие значения коэффициентов вариации отмечены у признаков «урожайность зерна» ($V = 30,1\%$) и «масса 1 початка» ($V = 21,5\%$).

Все признаки продуктивности положительно коррелировали с урожайностью зерна, имея тесную или среднюю связь. Выявлены признаки продуктивности, которые оказывали наибольшее влияние на формирование урожая зерна у гибридов восковидной

кукурузы: «количество початков на 1 растении», «масса 1 початка» и «количество зерен на початке». Корреляционная связь между ними и урожайностью зерна положительная, тесная ($r = 0,73 \pm 0,12 - 0,82 \pm 0,10$).

Выделенные количественные признаки положительно сопряжены с остальными признаками. Отбор исходного материала и гибридов кукурузы с высокими значениями количества початков на 1 растении, массы 1 початка и количества зерен на початке не снижает значений других признаков продуктивности.

Библиографические ссылки

1. Бойко В. Н., Хатефов Э. Б. Исходный материал для гибридной селекции кукурузы на многопочатковость из коллекции ВИР // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182, № 4. С. 27–35. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-27-35.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 издание, перераб. и доп., стереотип. М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Кагермазов А. М., Хачидогов А. В., Яндиева А. Р. Изучение самоопыленных линий кукурузы по хозяйственно ценным признакам и устойчивости к биотическим факторам в предгорной зоне Кабардино-Балкарии // Вестник НГА. 2022. № 4(65). С. 50–55. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-65-4-50-55.
4. Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С. Селекционная ценность образцов подвида восковидной кукурузы (*Zea mays* L. *ceratina*) // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 1. С. 39–43.
5. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / Д. С. Филев, В. С. Циков, В. И. Золотов и др. Днепропетровск, 1980. 54 с.
6. Сидорова В. В., Керв Ю. А., Матвеева Г. В., Конарев А. В. Перспективы использования зерновых маркеров в селекции линий и сортов восковидного подвида кукурузы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179, № 3. С. 240–249. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-3-240-249.
7. Dermail A., Fuengtee A., Lertrat K., Bayuardi Suwarno W., Lübberstedt T. Simultaneous Selection of Sweet-Waxy Corn Ideotypes Appealing to Hybrid Seed Producers, Growers, and Consumers in Thailand // Agronomy. 2022. Vol. 12(1), Article number: 87. DOI: 10.3390/agronomy12010087.
8. Dermail A., Suriharn B., Chankaew S., Sanitchon J., Lertrat K. Scientia Horticulturae. 2020. Vol. 259. Article number: 108817. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108817.
9. Sukto S., Lomthaison K., Sanitchon J., Chankaew S., Falab S., Lübberstedt T., Lertrat K., Suriharn K. Breeding for prolificacy, total carotenoids and resistance to downy mildew in small-ear waxy corn by modified mass selection // Agronomy. 2021. Vol. 11, Article number: 1793. DOI: 10.3390/agronomy11091793.
10. Sárka E., Dvořáček V. Waxy starch as a perspective raw material (a review) // Food Hydrocolloids. 2017. Vol. 69, P. 402–409. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.03.001.

References

1. Boiko V. N., Khatefov E. B. Iskhodnyi material dlya gibridnoi selektsii kukuru-zy na mnogopochatkovost' iz kollektsii VIR [Initial material for hybrid breeding of maize for multicrobs from the VIR collection] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2021. T. 182, № 4. S. 27–35. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-27-35.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 5 izdanie, pererab. i dop., stereotip. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
3. Kagermazov A. M., Khachidogov A. V., Yandieva A. R. Izuchenie samoopylennykh linii kukuruzy po khozyaistvenno-tsennym priznakam i ustoichivosti k bioticheskim fak-toram v predgornoi zone Kabardino-Balkarii [Study of self-pollinated maize lines for economically valuable traits and resistance to biotic factors in the foothill zone of Kabardino-Balkaria] // Vestnik NGA. 2022. № 4(65). S. 50–55. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-65-4-50-55.
4. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S. Seleksionnaya tsennost' obraztsov podvida vos-kovidnoi kukuruzy (*Zea mays* L. ceratina) [Breeding value of samples of the waxy maize subspecies (*Zea mays* L. ceratina)] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. T. 31, № 1. S. 39–43.
5. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh opytov s kukuruzoi [Methodical recommendations for conducting field trials with corn] / D. S. Filev, V. S. Tsikov, V. I. Zolotov i dr. Dnepropetrovsk, 1980. 54 s.
6. Sidorova V. V., Kerv Yu. A., Matveeva G. V., Konarev A. V. Perspektivy ispol'-zovaniya zeinovykh markerov v selektsii linii i sortov voskovidnogo podvida kukuruzy [Prospects for the use of zein markers in breeding of lines and varieties of waxy maize subspecies] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2018. T. 179, № 3. S. 240–249. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-3-240-249.
7. Dermail A., Fuengtee A., Lertrat K., Bayuardi Suwarno W., Lübberstedt T. Simultane-ous Selection of Sweet-Waxy Corn Ideotypes Appealing to Hybrid Seed Producers, Growers, and Consumers in Thailand // Agronomy. 2022. Vol. 12(1), Article number: 87. DOI: 10.3390/agronomy12010087.
8. Dermail A., Suriharn B., Chankaew S., Sanitchon J., Lertrat K. Scientia Horticulturae. 2020. Vol. 259, Article number: 108817. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108817.
9. Sukto S., Lomthaison K., Sanitchon J., Chankaew S., Falab S., Lübberstedt T., Lertrat K., Suriharn K. Breeding for prolificacy, total carotenoids and resistance to downy mildew in small-ear waxy corn by modified mass selection // Agronomy. 2021. Vol. 11, Article number: 1793. DOI: 10.3390/agronomy11091793.
10. Šárka E., Dvořáček V. Waxy starch as a perspective raw material (a review) // Food Hydrocolloids. 2017. Vol. 69, P. 402–409. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.03.001.

Поступила: 02.05.23; доработана после рецензирования: 06.06.23; принята к публикации: 06.06.23

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, подготовка рукописи; Лупиного Д. Р., Арженовская Ю. Б., Шевченко Н. А. – выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.