

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТЫХ МЕЖЛИНЕЙНЫХ И ТРЕХЛИНЕЙНЫХ ГИБРИДОВ 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. Игнатев, 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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@yandex.ru

Отечественные межлинейные гибриды кукурузы по структуре преимущественно трехлинейные, зарубежные селекционно-семеноводческие фирмы отдают предпочтение простым межлинейным гибридам. Для повышения конкурентоспособности отечественной селекции необходима переориентация на простые гибриды, а это, в свою очередь, требует информации, имеют ли преимущество простые гибриды кукурузы в конкретных почвенно-климатических зонах. Цель исследования – провести сравнительное изучение новых простых межлинейных и трехлинейных гибридов кукурузы по урожайности зерна и выравненности хозяйственно-ценных признаков в условиях неустойчивого увлажнения. Исследования проводили в 2019–2021 гг. на опытном поле научного севооборота лаборатории селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «АНЦ Донской». Объектом исследования послужили 10 простых и 10 трехлинейных новых отечественных гибридов кукурузы, полученных методом полных топкроссов. Закладка полевых опытов, учеты, биометрические измерения и фенологические наблюдения выполнены согласно методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой. Установлено, что урожайность простых гибридов (3,49–4,65 т/га) оказалась существенно выше, чем урожайность трехлинейных (2,84–3,70 т/га), превышение в среднем составило 0,78 т/га, или 23,6 %. Простые гибриды отличались лучшей выравненностью по продолжительности вегетационного периода ($V = 0,58–2,13$ %), высоте прикрепления початка ($V = 5,0–11,3$ %), высоте растений ($V = 2,8–4,8$ %), а следовательно, и лучшей технологичностью при уборке. Между урожайностью зерна и варьированием признаков по созреванию, высоте растений и высоте прикрепления початка выявлена отрицательная связь средней силы ($r = -0,49 \dots -0,69$). Не выявлено зависимости между структурой межлинейных гибридов кукурузы и признаками: уборочная влажность зерна, устойчивость к полеганию, устойчивость к поражению пузырчатой головней. По комплексу признаков выделен новый простой межлинейный гибрид кукурузы Зерноградский 367.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea Mays* L.), простые гибриды, трехлинейные гибриды, самоопыленные линии, коэффициент вариации, размах варьирования.

Для цитирования: Кривошеев Г. Я., Игнатев А. С., Лупинога Д. Р., Арженовская Ю. Б. Сравнительное изучение простых межлинейных и трехлинейных гибридов кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 4. С. 70–77. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-70-77.



COMPARATIVE STUDY OF SIMPLE INTERLINE AND THREE-WAY CROSS MAIZE HYBRIDS

G. Y. 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;

Y. B. Arzhenovskaya, agronomist of the laboratory for maize breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-3855-372X

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Domestic interline maize hybrids are predominantly three-way cross hybrids in structure, and foreign breeding and seed companies prefer simple interline hybrids. In order to improve the competitiveness of domestic breeding, it is necessary to reorient to simple hybrids, which, in turn, requires information on whether simple maize hybrids have an advantage in specific soil and climatic areas. The purpose of the current study was to conduct a comparative study of new simple interline and three-way cross maize hybrids according to grain productivity and uniformity of economically valuable traits under unstable moisture supply. The study was carried out on the experimental field of crop rotation of the laboratory for maize breeding and seed production of the FSBSI "ARC Donskoy" in 2019–2021. The objects of the study were 10 simple and 10 three-way cross new domestic maize hybrids developed by the method of complete topcrosses. The establishment of field trials, records, biometric measurements and phenological observations were conducted in accordance with the methodological recommendations for conducting field trials with maize. There has been found that productivity of simple hybrids (3.49–4.65 t/ha) turned out to be significantly larger than that of three-way

cross hybrids (2.84–3.70 t/ha), the mean excess was 0.78 t/ha or 23.6 %. Simple hybrids were characterized with the best uniformity in a length of a vegetation period ($V = 0.58\text{--}2.13\%$), height of maize ear attachment ($V = 5.0\text{--}11.3\%$), plant height ($V = 2.8\text{--}4.8\%$), and, consequently, better harvesting adaptability. There has been found a negative mean correlation ($r = -0.49\text{--}-0.69$) between grain productivity and variation of traits in terms of maturation, plant height and height of maize ear attachment. There has been found no correlation between the structure of interline maize hybrids and such traits as grain harvest moisture, resistance to lodging and smut "virus". Due to a set of traits there has been identified a new simple interline maize hybrid 'Zernogradsky 367'.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea Mays* L.), простые гибриды, трехлинейные гибриды, самоопыленные линии, коэффициент вариации, размах варьирования.

Введение. Отечественные межлинейные гибриды кукурузы по структуре преимущественно трехлинейные, материнская форма у которых простой гибрид, а отцовская – линия (Тютюнов и др., 2015). Зарубежные селекционно-семеноводческие фирмы отдают предпочтение простым межлинейным гибридам кукурузы, состоящим из двух самоопыленных линий.

Для создания простых гибридов методом топкроссов в качестве тестеров используют самоопыленные линии, а для создания трехлинейных тестерами служат простые гибриды (Лемешев и др., 2019).

Простые межлинейные гибриды, по сведениям зарубежных (Macías, 2019) и отечественных исследователей (Панфилова и др., 2016), более урожайны.

Широкому распространению в производстве простых гибридов кукурузы препятствует их низкая семенная продуктивность (Кривошеев, Игнатьев и др., 2015). Поэтому их модифицируют, то есть вместо самоопыленной линии (материнской формы) используют сестринский гибрид, что позволяет увеличить выход семян с участков гибридизации.

Повысить конкурентоспособность отечественных гибридов возможно именно благодаря созданию и внедрению в производство простых межлинейных гибридов кукурузы. Требуется создание нового исходного материала и усиление работ по этому направлению исследований. Для перехода от более сложных к простым по структуре гибридам кукурузы российским селекционерам необходимо знать, в каких почвенно-климатических зонах России это оправдано, то есть в каких зонах простые гибриды имеют преимущество по сравнению с другими типами гибридов. Есть сведения, что простые гибриды урожайнее в условиях Воронежской области (Орлянский и др., 2016), но при этом семеноводство их необходимо вести на орошении. Подобные результаты получены в условиях Волгоградской области (Панфилова и др., 2018). Однако не ясно, сохраняется ли преимущество простых гибридов в сравнении с более сложными в других зонах.

Практический интерес представляют не только высокие значения хозяйственно-ценных признаков, но и выравненность этих признаков у гибрида кукурузы. От выравненности некоторых признаков зависит технологичность уборки. Даже визуально простые межлинейные гибриды кукурузы чаще выглядят более выравненными по высоте растений, высоте прикрепления початка, созрева-

нию, чем гибриды более сложной структуры. Однако в научной литературе недостаточно сведений об этом.

Цель исследований – провести сравнительное изучение новых простых межлинейных и трехлинейных гибридов кукурузы по урожайности зерна и выравненности хозяйственно-ценных признаков в условиях неустойчивого увлажнения.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2019–2021 гг. на опытном поле научного севооборота лаборатории селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «АНЦ Донской».

Объект исследования – новые среднеспелые простые гибриды кукурузы: Зерноградский 361, Зерноградский 362, Зерноградский 363, Зерноградский 364, Зерноградский 365, Зерноградский 366, Зерноградский 367, Зерноградский 368, Зерноградский 369 и новый простой гибрид Сапсан МВ, изучаемый на госсортоиспытании, использованный в качестве стандарта. В качестве объекта исследований также взяты новые среднеспелые трехлинейные гибриды кукурузы: Зерноградский 350, Зерноградский 351, Зерноградский 353, Зерноградский 354, Зерноградский 355, Зерноградский 356, Зерноградский 357, Зерноградский 358, Зерноградский 359, Зерноградский 360 и стандарт – районированный трехлинейный гибрид Зерноградский 354 МВ.

Простые и трехлинейные гибриды различаются по структуре (составу родительских форм). Простые гибриды получены по схеме скрещивания: $A \times B$, где A – материнская форма (самоопыленная линия), B – отцовская форма (самоопыленная линия). Трехлинейные гибриды получены по схеме скрещивания: $(A \times B) \times C$, где $(A \times B)$ – материнская форма (простой гибрид), C – отцовская форма (самоопыленная линия).

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый, мощность плодородного слоя до 140 см. Содержание гумуса в пахотном слое 3,6–4,0 % (по Тюрину), азота – 75–105 мг/кг (ГОСТ 26107-84), подвижного фосфора 20–23 мг/кг, обменного калия 300–400 мг/кг (по Мачигину).

Климат умеренно-континентальный с неустойчивым увлажнением ($ГТК = 0,7$). Среднегодовое количество осадков за период вегетации растений кукурузы (май – август) составляет 225,5 мм, за год – 582,4 мм. Метеорологические условия в годы проведения эксперимента оказались контрастными.

Погодные условия 2019 г. в целом были не очень благоприятны для роста и развития растений кукурузы. За период вегетации растений (с 1 мая по 1 сентября) выпало 129,7 мм атмосферных осадков, что составляет 70,8 % от среднемноголетней нормы. В 2020 г. за период вегетации кукурузы выпало 224,1 мм атмосферных осадков, что на уровне среднемноголетней нормы, однако распределение их в течение вегетации было крайне неравномерным. В 2021 г. в период вегетации кукурузы осадков выпало 244,6 мм, что составляет 108,5 % от среднемноголетней нормы. Большая часть их выпала в первой половине вегетации, а во второй половине вегетации, в критический период развития растений (цветение, опыление, завязывание семян), осадков было недостаточно.

Закладку опытов, учеты, биометрические измерения и фенологические наблюдения проводили согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кукурузой (Агафонов, 1999). Фазу полной спелости у растений кукурузы отмечали по появлению черного слоя в точке прикрепления зерновки к стержню початка. Простые и трехлинейные гибриды кукурузы были получены методом полных топ-кроссов (Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой, 1980). Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена по Б. А. Доспехову (2014).

Результаты и их обсуждение. Урожайность зерна простых гибридов кукурузы составила 3,49–4,65 т/га, средняя урожайность – 4,08 т/га. Уровень урожайности трехлинейных гибридов был значительно ниже: 2,84–3,70 т/га, в среднем – 3,30 т/га. Средняя урожайность десяти простых гибридов оказалась выше средней урожайности десяти трехлинейных гибридов на 0,78 т/га, или на 23,6 %. Стандарт (простой гибрид Сапсан МВ) сформировал урожай зерна 3,88 т/га. Существенное превышение над стандартом (0,50–0,77 т/га, или на 12,9–19,8 %) имели новые простые гибриды Зерноградский 361, Зерноградский 364 и Зерноградский 367. Стандарт (трехлинейный гибрид Зерноградский 354 МВ) сформировал урожай зерна 3,19 т/га, только один новый трехлинейный гибрид (Зерноградский 353) характеризовался существенной прибавкой (0,51 т/га) к стандарту.

Среди выделившихся гибридов наибольший практический интерес представляет новый простой гибрид Зерноградский 367. Урожайность зерна у него составила 4,53 т/га, что выше, чем у стандарта, на 0,65 т/га (16,7 %). Новый гибрид характеризовался низкой уборочной влажностью зерна (15,0 %), устойчивостью к полеганию (1,1 % полегших растений), не поражался на естественном фоне пузырчатой головней (табл. 1).

Таблица 1. Хозяйственно-ценные признаки простых и трехлинейных гибридов кукурузы (2019–2021 гг.)
Table 1. Economically valuable traits of simple interline and three-way cross maize hybrids (2019–2021)

Гибрид	Урожайность зерна при 14 % влажности, %	± к стандарту		Уборочная влажность зерна, %	Полегание растений, %	Поражение пузырчатой головней, %
		т/га	%			
простые гибриды						
Сапсан МВ, стандарт	3,88			16,0	2,8	2,0
Зерноградский 361	4,65	+0,77	19,8	16,4	1,7	2,2
Зерноградский 362	4,27	+0,39	10,1	18,2	0	1,1
Зерноградский 363	3,49	−0,39	−10,1	18,2	4,4	2,8
Зерноградский 364	4,38	+0,50	12,9	17,2	5,0	1,1
Зерноградский 365	4,05	+0,17	4,4	15,9	1,1	4,9
Зерноградский 366	3,54	−0,34	−8,8	16,0	3,3	1,7
Зерноградский 367	4,53	+0,65	16,8	15,0	1,1	0
Зерноградский 368	4,04	+0,16	4,1	19,3	5,6	2,8
Зерноградский 369	4,00	+0,12	3,1	14,9	1,1	2,2
Среднее	4,08			16,7	2,6	2,1
трехлинейные гибриды						
Зерноградский 354 МВ	3,19			17,1	2,2	5,5
Зерноградский 350	2,84	−0,35	−11,0	16,8	1,1	5,0
Зерноградский 351	3,26	0,07	2,2	17,4	4,4	5,6
Зерноградский 353	3,70	0,51	16,0	17,2	2,2	3,6
Зерноградский 355	3,51	0,32	10,5	15,7	1,7	2,2
Зерноградский 356	3,35	0,16	5,0	15,0	3,3	4,4
Зерноградский 357	2,88	−0,31	−9,7	15,4	1,7	2,8
Зерноградский 358	3,16	−0,03	−0,94	17,4	0	2,2
Зерноградский 359	3,54	0,35	11,0	17,0	1,1	0,6
Зерноградский 360	3,53	0,34	10,7	17,4	2,8	5,0
Среднее	3,30			16,6	2,1	3,7
НСР _{0,5}	0,49					

Практический интерес представляет выявление различий между гибридами разной структуры по другим важнейшим хозяйственно ценным признакам, в том числе по уборочной влажности зерна. У простых гибридов она составила 14,9–18,2 %, у трехлинейных – 15,0–17,4 %, то есть значительных различий не было. Не выявлено различий между гибридами разной структуры по признаку «устойчивость к полеганию». У простых гибридов полегание составило 0–5,6 %, трех-

линейных – 0–4,4 %. Подобные результаты получены по устойчивости к пузырчатой головне (пораженных растений у простых гибридов от 0 до 4,9 %, у трехлинейных – от 0,6 до 5,6 %).

Выравненность некоторых признаков не менее важна, чем абсолютные их значения, в том числе и выравненность по созреванию. Продолжительность вегетационного периода простых гибридов кукурузы составила 114–116 дней, трехлинейных – 115–118 дней (табл. 2).

Таблица 2. Статистические параметры признака «продолжительность вегетационного периода» простых и трехлинейных гибридов кукурузы (2019–2021 гг.)
Table 2. Statistical parameters of the trait 'length of a vegetation period' of simple interline and three-way cross maize hybrids (2019–2021)

Гибрид	Продолжительность вегетационного периода, дней			S	V, %	$X_{\max} - X_{\min}$
	среднее	min	max			
простые гибриды						
Сапсан МВ, стандарт	114	111	118	2,36	2,07	7
Зерноградский 361	114	113	116	0,82	0,72	3
Зерноградский 362	114	112	117	1,66	1,45	5
Зерноградский 363	115	111	118	2,44	2,18	6
Зерноградский 364	115	114	117	1,05	0,91	3
Зерноградский 365	115	113	116	1,07	0,04	3
Зерноградский 366	114	111	118	2,42	2,12	7
Зерноградский 367	115	114	116	0,67	0,58	2
Зерноградский 368	116	114	118	1,31	1,14	4
Зерноградский 369	115	113	116	0,91	0,80	3
Среднее	115					
трехлинейные гибриды						
Зерноградский 354 МВ	116	112	119	2,29	1,99	7
Зерноградский 350	115	112	118	2,07	1,79	6
Зерноградский 351	115	112	118	1,89	1,64	6
Зерноградский 353	115	111	120	3,13	2,71	9
Зерноградский 355	115	112	119	2,50	2,17	7
Зерноградский 356	118	114	121	2,46	2,09	7
Зерноградский 357	116	112	120	2,58	2,22	8
Зерноградский 358	116	113	120	2,22	1,91	7
Зерноградский 359	116	113	120	2,16	1,86	7
Зерноградский 360	116	113	119	1,90	1,63	6
Среднее	116					

Простые гибриды характеризовались высокой выравненностью по созреванию. Коэффициент вариации по признаку «продолжительность вегетационного периода» в зависимости от гибридной комбинации составил от 0,58 до 2,18 %, размах варьирования ($X_{\max} - X_{\min}$) – от 2 до 7 дней. Высокую выравненность по созреванию имели и трехлинейные гибриды, однако показатели у них были хуже, чем у простых гибридов: коэффициенты вариации – от 1,63 до 2,71 %, размах варьирования – от 6 до 9 дней.

Наилучшие показатели отмечены у нового простого гибрида Зерноградский 367 ($V = 0,58$ %; $X_{\max} - X_{\min} = 2$ дня). Следует отметить, что выравненность (одновременность)

созревания очень важна для проведения механизированной уборки и является одной из составляющих технологичности гибрида при проведении уборки. Гибриды одной группы спелости с одинаковой продолжительностью вегетационного периода, но различной выравненностью имеют различные сроки готовности к уборке. В этом плане преимущество имели простые гибриды кукурузы.

Другой признак, характеризующий технологичность гибридов, – высота прикрепления початка. Значения признака у простых гибридов составили 75–84 см, среднее – 77 см, у трехлинейных гибридов 67–86 см, среднее – 80 см (табл. 3).

Таблица 3. Статистические параметры признака «высота прикрепления початка» простых и трехлинейных гибридов кукурузы (2019–2021 гг.)
Table 3. Statistical parameters of the trait 'height of maize ear attachment' of simple interline and three-way cross maize hybrids (2019–2021)

Гибрид	Высота прикрепления початка, см			S	V, %	X _{max} – X _{min}
	среднее	min	max			
простые гибриды						
Сапсан МВ, стандарт	75	63	88	8,50	11,33	25
Зерноградский 361	77	66	86	5,98	7,77	20
Зерноградский 362	79	69	89	5,28	6,68	20
Зерноградский 363	73	60	86	8,11	11,10	26
Зерноградский 364	81	72	90	6,48	8,00	18
Зерноградский 365	68	60	75	4,51	6,63	15
Зерноградский 366	84	73	94	8,30	9,88	21
Зерноградский 367	82	75	89	4,12	5,02	14
Зерноградский 368	69	61	78	7372	5,33	17
Зерноградский 369	80	69	89	8,14	6,51	20
Среднее	77					
трехлинейные гибриды						
Зерноградский 354 МВ	67	54	81	8,9	13,28	27
Зерноградский 350	78	66	88	7,92	10,15	22
Зерноградский 351	84	75	94	8,01	9,54	19
Зерноградский 353	83	67	97	10,19	12,28	30
Зерноградский 355	75	64	86	7,15	9,53	22
Зерноградский 356	85	70	100	9,91	11,66	30
Зерноградский 357	86	72	101	8,80	10,20	29
Зерноградский 358	74	67	83	6,45	8,70	16
Зерноградский 359	83	74	92	6,30	7,59	18
Зерноградский 360	84	75	93	6,18	7,36	18
Среднее	80					

Коэффициент вариации признака у простых гибридов составил 5,0–11,3 %, размах варьирования – 14–26 см. Трехлинейные гибриды характеризовались более высокими коэффициентами вариации ($V = 7,4\text{--}13,3\%$) и размаха варьирования (16–30 см). Как простые, так и трехлинейные гибриды различались по выравненности признака «высота прикрепления початка», и у некоторых трехлинейных гибридов этот показатель был даже лучше, чем у простых. Однако в целом коэффициенты вариации и размах варьирования были меньше у простых гибридов, самые низкие значения отмечены

у простого гибрида Зерноградский 367 (5,02 % и 14 см соответственно), самые высокие – у трехлинейного гибрида Зерноградский 354 МВ (13,3 % и 30 см соответственно). Коэффициент вариации у пяти трехлинейных гибридов превысил уровень 10 %, то есть изменчивость признака у этих гибридов следует характеризовать как среднюю, и лишь у двух простых гибридов коэффициент вариации был выше 10 %.

Высота растений простых гибридов составила 179–196 см, среднее значение – 188 см, трехлинейных – от 186 до 201 см, средняя высота растений – 193 см (табл. 4).

Таблица 4. Статистические параметры признака «высота растений» простых и трехлинейных гибридов кукурузы (2019–2021 гг.)
Table 4. Statistical parameters of the trait 'plant height' of simple interline and three-way cross maize hybrids (2019–2021)

Гибрид	Высота растений, см			S	V, %	$X_{\max} - X_{\min}$
	среднее	min	max			
простые гибриды						
Сапсан МВ, стандарт	186	174	204	9,21	4,95	30
Зерноградский 361	190	182	202	6,83	3,59	20
Зерноградский 362	189	181	199	5,30	2,80	18
Зерноградский 363	185	170	201	8,84	4,78	31
Зерноградский 364	196	183	208	6,14	3,13	25
Зерноградский 365	179	172	198	5,15	2,88	17
Зерноградский 366	195	183	206	7,94	4,07	23
Зерноградский 367	193	182	203	5,94	3,08	21
Зерноградский 368	178	166	194	8,25	4,63	28
Зерноградский 369	187	183	196	4,71	2,52	13
Среднее	188					

Продолжение табл. 4

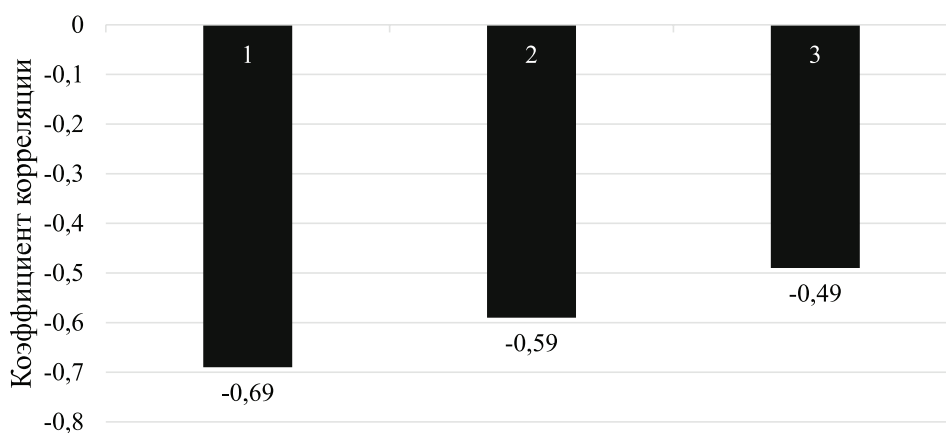
Гибрид	Высота растений, см			S	V, %	X _{max} – X _{min}
	среднее	min	max			
трехлинейные гибриды						
Зерноградский 354 МВ	188	167	202	11,67	6,20	35
Зерноградский 350	191	174	204	8,76	4,59	30
Зерноградский 351	196	187	210	6,94	3,54	23
Зерноградский 353	195	171	216	12,80	6,56	45
Зерноградский 355	186	163	194	10,10	5,43	31
Зерноградский 356	195	174	221	13,10	6,72	47
Зерноградский 357	201	191	219	9,76	4,86	28
Зерноградский 358	189	178	200	7,01	3,71	22
Зерноградский 359	196	184	211	9,88	5,04	27
Зерноградский 360	194	183	208	8,08	4,16	25
Среднее	193					

Значения коэффициентов вариации у простых гибридов равнялись 2,8–4,8 %, размах варьирования – 13–30 см, у трехлинейных соответственно 3,7–6,7 % и 22–47 см. То есть выравненность по высоте растений в целом у простых гибридов была также лучше, чем у трехлинейных.

Показатель выравненности растений по высоте менее значим для технологичности гибрида при уборке, чем показатель выравненности по созреванию и высоте прикрепления початка. Тем не менее, посевы простых гибридов

из-за лучшей выравненности по высоте растений выглядят привлекательнее (эстетичнее), на что обращают внимание сельхозпроизводители.

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют, что урожайность зерна гибридов кукурузы зависела от их выравненности и отрицательно коррелировала с коэффициентами вариации по продолжительности вегетационного периода ($r = -0,69 \pm 0,17$), высоте прикрепления початка ($r = -0,59 \pm 0,19$), высоте растений ($r = -0,49 \pm 0,21$) (см. рисунок).



Коэффициенты вариации: 1 – продолжительность вегетационного периода, 2 – высота прикрепления початка, 3 – высота растений

Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и варьированием количественных признаков простых и трехлинейных гибридов кукурузы (2019–2021 гг.)

Correlation coefficients between grain productivity and variation of quantitative traits of simple interline and three-way cross maize hybrids (2019–2021)

Полученные результаты подтверждают, что более урожайные простые гибриды кукурузы отличаются лучшей выравненностью по сравнению с трехлинейными.

Выводы. Сравнительное изучение простых и трехлинейных гибридов кукурузы позволило установить, что простые гибриды сформировали более высокий урожай зерна (4,08 т/га), чем трехлинейные (3,30 т/га). В среднем они превысили по урожайности трехлинейные на 0,78 т/га, или на 23,6 %.

Простые гибриды характеризовались лучшими показателями выравненности по про-

должительности вегетационного периода ($V = 0,58$ – $2,13$ %; $X_{\max} - X_{\min} = 2$ – 7 дней), высоте прикрепления початка ($V = 5,0$ – $11,3$ %; $X_{\max} - X_{\min} = 14$ – 26 см), высоте растений ($V = 2,8$ – $4,8$ %; $X_{\max} - X_{\min} = 13$ – 30 см). Урожайность зерна отрицательно коррелировала с выравненностью по созреванию, высоте растений и высоте прикрепления початка ($r = -0,49 \dots -0,69$).

Не выявлено зависимости между структурой междоузлий гибридов кукурузы и значениями признаков: «уборочная влажность зерна», «устойчивость к полеганию», «устой-

чивость к поражению пузырчатой головней».

Среди выделившихся гибридов наибольший практический интерес представляет

новый простой гибрид Зерноградский 367 с урожайностью зерна 4,53 т/га, высокими значениями других важнейших признаков и выравненностью по ним.

Библиографические ссылки

1. Агафонов Е. В., Полуэктов Е. В. Почвы и удобрения Ростовской области. Учебное пособие. Персиановка, 1999. 90 с.
2. Вольф В. Г., Литун П. П. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности. Харьков, 1980. 76 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Шевченко Н. А. Среднеспелые гибриды кукурузы Зерноградский 354 МВ и Гефест МВ // Зерновое хозяйство России. 2015. № 6. С. 53–61.
5. Лемешев Н. А., Новичихин А. П., Гульняшкин А. В. Оценка новых линий кукурузы на комбинационную способность по признаку «уборочная влажность зерна» // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 77. С. 117–121. DOI: 10.21515/1999-1703-77-117-121.
6. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. 54 с.
7. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А., Маслиев С. В. Сравнительное изучение урожайности и эффективности семеноводства трехлинейных и простых модифицированных гибридов кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2016. № 4. С. 14–17.
8. Панфилова О. Н., Сергеев С. Ю., Чугунова Е. В., Авилова Ю. А., Дерунова С. Н. Влияние отцовских форм на уборочную влажность зерна у простых гибридов кукурузы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (58). С. 54–61.
9. Панфилова О. Н., Чугунова Е. В., Васильева Е. И. Селекционная оценка простых межлинейных гибридов кукурузы по комплексу хозяйственно ценных признаков на богаре и при орошении в условиях Волгоградской области // Кукуруза и сорго. 2016. № 1. С. 14–18.
10. Тютюнов С. И., Воронин А. Н., Хорошилов С. А., Журба Г. М., Клименко М. В., Бирюкова Т. В. Новые гибриды кукурузы для условий Центрального Черноземья // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 10. С. 69–71.
11. Macías M. S., Montalvo F.A.R., Calderón A. E., Robledo M.T., Montiel N. O. G., Carrillo M. G. V., Acosta F. J. U., Freyre S. B., Del Rosario Arellano J. L., Ovalle O. R. L., Lagunes R. S., Meza P. A. Seed yield of simple and tri-linear corn (Zeamays L.) hybrids for the mexican humid tropics //Acta Agronomica. 2021. Vol. 70, Is. 2. P. 180–188. DOI: 10.15446/acag.v70n2.93761.

References

1. Agafonov E. V., Poluektov E. V. Pochvy i udobreniya Rostovskoi oblasti [Soil and fertilizers of the Rostov region]. Uchebnoe posobie. Persianovka, 1999. 90 s.
2. Vol'f V. G., Litun P. P. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu matema-ticheskikh metodov dlya analiza eksperimental'nykh dannyykh po izucheniyu kombinatsionnoi sposobnosti [Methodical recommendations on the use of mathematical methods to analyze experimental data on the study of combining ability]. Khar'kov, 1980. 76 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a fields trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
4. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Shevchenko N. A. Srednespelye gibridy kukuruzy Zernogradskii 354 MV i Gefest MV [Middle-maturing maize hybrids 'Zernogradsky 354 MV' and 'Gefest MV'] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2015. № 6. S. 53–61.
5. Lemeshev N. A., Novichikhin A. P., Gul'nyashkin A. V. Otsenka novykh linii kuku-ruzy na kombinatsionnuyu sposobnost' po priznaku «uborochnaya vlazhnost' zerna» [Evaluation of new corn lines for combination ability by the «grain cleaning humidity» sign] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 77. S. 117–121. DOI: 10.21515/1999-1703-77-117-121.
6. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh opytov s kukuruzoi [Methodological recommendations for conducting field trials with maize]. Dnepropetrovsk: VNII kukuruzy. 1980. 54 s.
7. Orlyanskii N. A., Orlyanskaya N. A., Masliev S. V. Sravnitel'noe izuchenie uro-zhainosti i effektivnosti semenovodstva trekhlineinykh i prostykh modifitsirovannykh gibridov kukuruzy [Comparative study of productivity and efficiency of seed-growing of the three-way cross and the single-cross modified hybrids of maize] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2016. № 4. S. 14–17.
8. Panfilova O. N., Sergeev S. Yu., Chugunova E. V., Avilova Yu. A., Derunova S. N. Vliyanie otsovskikh form na uborochnuyu vlazhnost' zerna u prostykh gibridov kukuruzy [Male parent forms influence on the harvesting moisture of grain of single-cross corn hybrids] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 3 (58). S. 54–61.
9. Panfilova O. N., Chugunova E. V., Vasil'eva E. I. Seleksionnaya otsenka prostykh mezhlineinykh gibridov kukuruzy po kompleksu khozyaistvenno tsennykh priznakov na bogare i pri oroshenii v usloviyakh Volgogradskoi oblasti [Breeding estimation of common interline maize hybrids according to a complex of economically valuable traits on rainfed and irrigated lands in the conditions of the Volgograd region] // Kuku-ruza i sorgo. 2016. № 1. S. 14–18.

10. Tyutyunov S. I., Voronin A. N., Khoroshilov S. A., Zhurba G. M., Klimenko M. V., Biryukova T. V. Novye gibridy kukuruzy dlya uslovii Tsentral'nogo Chernozem'ya // Do-stizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29, № 10. S. 69–71.

11. Macías M. S., Montalvo F. A. R., Calderón A. E., Robledo M. T., Montiel N. O. G., Carrillo M. G. V., Acosta F. J. U., Freyre S. B., Del Rosario Arellano J. L., Ovalle O. R. L., Lagunes R. S., Meza P. A. Seed yield of simple and tri-linear corn (*Zea mays* L.) hybrids for the mexican humid tropics // ActaAgronomica. 2021. Vol. 70, Is. 2.P. 180–188. DOI: 10.15446/acag.v70n2.93761.

Поступила: 29.07.22; доработана после рецензирования: 04.08.22; принята к публикации: 09.08.22.

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, подготовка рукописи, Игнатъев А. С. – анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи. Лупинога Д. Р., Арженовская Ю. Б. – выполнение полевых опытов, сбор данных, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.