

## ИЗУЧЕНИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ПРОРАСТАНИИ СЕМЯН И ПРОДУКТИВНОСТЬ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В РАННИХ СРОКАХ ПОСЕВА

**А. Г. Горбачева**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела первичного семеноводства кукурузы, gorba4ewa.a@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-9936-4565;  
**В. В. Дридигер**, кандидат сельскохозяйственных наук, врио директора, 976067@mail.ru, ORCID ID: 0009-0003-4870-7232  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»,  
357528, Ставропольский край, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14 О, пом. 1;  
e-mail: 976067@mail.ru; Тел. 8(8793) 97-60-67

Исследования проводили в 2022–2023 гг. в Предгорном районе Ставропольского края при раннем и оптимальном сроках посева. Изучены 4 материнские и 4 отцовские формы гибридов кукурузы Машук 140, Машук 171, Байкал и Машук 250 СВ. Опыты закладывали по единой методике с использованием семян родительских форм урожая 2015–2022 годов. Хранение семян репродукций прошлых лет осуществляли в морозильной камере при температуре –18 °С. Статистическую обработку данных с целью определения существенности различий и доли влияния факторов проводили методом двухфакторного дисперсионного анализа с использованием программы AGROS-2.09. Установлено, что лабораторная всхожесть семян при температуре 20 °С вне зависимости от года производства семян была не ниже 90 %. При холодном методе проращивания только у родительских форм Крона С и Мальвина С урожая 2022 г. она составила 79–81 %. По показателям полевой всхожести выделены генотипы с высокой степенью стрессоустойчивости при прорастании в раннем сроке посева: Аврора С, РВ 197. С низкой степенью стрессоустойчивости оказались родительские формы Крона С, Мальвина С. Доля влияния фактора «генотип» при неблагоприятных условиях прорастания (ранний срок посева) в 2023 г. составила 54 %. При ранних сроках посева цветение участков гибридизации происходило при более благоприятном температурном режиме, что благоприятствовало опылению участков гибридизации и получению более высоких урожаев на семеноводческих посевах. Сроки посева оказали влияние на высоту растений и высоту прикрепления початков, особенно самоопыленных линий – отцовских форм. Ранние сроки посева участков гибридизации (конец первой декады апреля) в Предгорном районе Ставропольского края оказались предпочтительными для получения высоких урожаев семян.

**Ключевые слова:** родительские формы кукурузы, лабораторная всхожесть, полевая всхожесть, сроки посева, количество дней от всходов до цветения початка, урожай зерна.

**Для цитирования:** Горбачева А. Г., Дридигер В. В. Изучение стрессоустойчивости при прорастании семян и продуктивность родительских форм гибридов кукурузы в ранних сроках посева // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 1. С. 67–73. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-96-1-67-73.



## STUDY OF STRESS RESISTANCE DURING SEED GERMINATION AND PRODUCTIVITY OF PARENTAL FORMS OF MAIZE HYBRIDS AT EARLY SOWING PERIODS

**A. G. Gorbacheva**, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the department of primary maize seed productivity, gorba4ewa.a@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-9936-4565;  
**V. V. Dridiger**, Candidate of Agricultural Sciences, deputy director, 976067@mail.ru, ORCID ID: 0009-0003-4870-7232  
FSBSI All-Russian research scientific institute of corn,  
357528, Stavropol Krai, Pyatigorsk, Ermolova St., 14 O, pom. 1  
e-mail: 976067@mail.ru; tel. 8(8793) 97-60-67

The current study was conducted at early and optimal sowing periods in the Predgorny district of the Stavropol Krai in 2022–2023. There were studied four maternal and four paternal forms of maize hybrids 'Mashuk 140', 'Mashuk 171', 'Baikal' and 'Mashuk 250 SV'. The trials were carried out according to a unified methodology using seeds of parental forms of the 2015–2022 harvest. Seeds of past years were stored in a freezer at a temperature of –18 °C. Statistical processing of data to determine the significance of differences and the share of factors' effect was carried out by the method of two-factor dispersion analysis using the program AGROS-2.09. There was established that the laboratory seed germination at a temperature of +20 °C, regardless of the year of seed production, was not less than 90 %. With the cold germination method, the parental forms 'Krona S' and 'Malvina S' of the 2022 harvest had 79–81 % of germination. According to field germination indicators, there were identified the genotypes 'Aurora S', 'RV 197' with a high degree of stress resistance during germination at an early sowing period. The parental forms 'Krona S' and 'Malvina S' had a low degree of stress resistance. The share of the effect of the factor 'genotype' under unfavorable germination conditions (early sowing date) in 2023 was 54 %. At early sowing periods flowering of hybridization areas occurred under more favorable temperature conditions, which was favorable to pollination of hybridization areas and obtaining higher yields in seed crops. The sowing periods affected plant height and cob attachment height, especially for self-pollinated lines, i.e. paternal forms. Early sowing periods of hybridization areas (end of the first decade of April) in the Predgorny district of the Stavropol Krai turned out to be favorable for obtaining high seed yields.

**Keywords:** parental forms of maize, laboratory germination, field germination, sowing periods, number of days from germination to cob flowering, grain yield.

**Введение.** Успешное внедрение кукурузы в сельскохозяйственное производство зависит от налаженного технологического семеноводства и наличия высококачественных гибридных семян кукурузы. Выделение родительских форм с высокой семенной продуктивностью, устойчивостью к прикорневому полеганию, основным вредителям и болезням, отличающихся засухоустойчивостью, холодостойкостью, является важным элементом адаптивности родительских форм, используемых в семеноводстве (Горбачева и др., 2023, Кривошеев и др., 2023, Sotchenko et al., 2018,).

При выращивании участков гибридизации кукурузы характерны значительные колебания температуры воздуха и почвы. Холодостойкость кукурузы определяется в том числе через повышенный уровень непредельных жирных кислот в зародыше, высокое содержание проламинов и интенсивным гидролизом их в период прорастания семян, другими особенностями биохимии и физиологии растений (Zhao et al., 2019; Panfilov et al., 2020). Эти признаки варьируют в генофонде кукурузы и обеспечивают разнообразие исходного материала в селекционном процессе на холодостойкость (Сотченко и др., 2020, 2021).

Важным источником стресса для растений кукурузы в семеноводстве может быть и засуха (Кривошеев и др., 2014, 2018, Панфилова и др., 2020). Поэтому засухоустойчивость родительских форм является необходимым условием реализации генетического потенциала кукурузы. Этот признак варьирует и реализуется благодаря мощному стартовому росту корневой системы, высокой способностью к удержанию влаги в клетках паренхимы, повышенной концентрации хлорофилла «b», способности к быстрому переходу на различные по интенсивности уровни транспирации (Ao et al., 2020). С учетом вышеизложенного, изучение реакции гибридов на стресс является весьма актуальным вопросом. Поэтому задачу изучения нормы реакции генотипов на изменение внешних условий можно свести к оценке их экологической пластичности и стабильности (Рыбась, 2016).

Впервые изучена полевая всхожесть восьми родительских форм гибридов кукурузы в ранних сроках посева. Цель исследований – выявление стрессоустойчивости при прорастании семян в полевых условиях, используя ранние сроки посева и определение совпадения цветения материнских и отцовских форм для опыления гибридов в производственных посевах на участках гибридизации.

**Материалы и методы исследования.** Исследования выполнены на опытном поле отдела первичного семеноводства ФГБНУ ВНИИ кукурузы в Предгорном районе Ставропольского края в соответствии с «Методическими указаниями по проведе-

нию полевых опытов с кукурузой» (1980). Посевные качества семян определяли по методике Сотченко В.С. и др., (2021) при 20 °С и методом холодного проращивания (колд-тест 4 дня при 10 °С и 7 дней при 20 °С). В изучении находились 4 материнские и соответственно 4 отцовские формы гибридов кукурузы – Машук 140, Машук 171, Байкал и Машук 250 СВ. В 2022 г. высевали семена урожая 2015–2020 гг., которые все годы хранились в морозильной камере при температуре –18 °С; в 2023 г. в изучении использовали свежие репродукции урожая 2022 г. родительских форм Аврора С, Милена М, РВ 197, Крона С, Мальвина С и РГ 218 ВС.

Ранний срок посева был проведен в 2022 г. 11 апреля, оптимальный – 25 апреля, в 2023 г. – соответственно 11 и 26 апреля. Температура почвы в слое до 10 см составила соответственно по срокам посева в 2022 г. 9 и 14 °С, в 2023 г. – 8 и 12 °С, среднесуточная температура воздуха – 12,9 и 14,7 °С по срокам посева в 2022 г. и 9,1 и 13,7 °С в 2023 году. Полевую всхожесть определяли путем подсчета растений после появления всходов. Испытания проводили на 6-рядковых делянках с учетной площадью 23,5 м<sup>2</sup> в трехкратной повторности. В течение всей вегетации осуществляли фенологические наблюдения. Уборку урожая провели вручную с определением уборочной влажности зерна.

Почва опытного поля – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в слое почвы 0–20 см около 4 %. За вегетационный период с апреля по октябрь в 2022 г. выпало около 344 мм осадков, в 2023 г. – 342 мм. В 2022 осадки выпали преимущественно в первой декаде мая, третьей декаде июня и в октябре. В 2023 г. основное количество осадков выпало в мае, в первой и второй декадах июня. Гидротермический коэффициент рассчитали по месяцам. В 2022 г. он составил в мае 2,0, июне – 1,5, июле 0,1; в 2023 г. соответственно 1,3; 2,2 и 0,5. В июле в период цветения кукурузы сложились не очень благоприятные условия.

**Результаты и их обсуждение.** Для изучения посевных качеств семян перед посевом в 2022 и 2023 г. определяли лабораторную всхожесть семян при температуре 20 °С методом холодного проращивания. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Лабораторная всхожесть семян всех родительских форм в 2022 г. при 20 °С оказалась кондиционной и составила 91–99 % независимо от года репродукции. Более низкая лабораторная всхожесть была у родительской формы Крона С урожая 2019 г. (91 %). Высокие показатели лабораторной всхожести семян при холодном проращивании показали родительские формы Милена М урожая 2015 г. (98 %) и Аврора С урожая 2016 г. (95 %). Лабораторная всхожесть линий РД 4202 урожая 2020 г. и РВ 197 урожая 2018 г. при холодном про-

ращивании оказалась на уровне 89 %. В 2023 г. только линии РМ 146 и РД 4202 остались репродукции 2020 года. Лабораторная всхожесть этих семян при температуре 20 °С снизилась в сравнении с уровнем 2022 г. соответственно на 2 и 5 %. Различия по лабораторной всхожести семян между режимами

проращивания оказались достоверно ниже в 2022 г. у родительских форм РД 4202 и РВ 197, в 2023 г. – у родительских форм Крона С, Мальвина С и РГ 218 ВС. Коэффициент вариации по показателям лабораторной всхожести не превышал 7,4 %.

**Таблица 1. Лабораторная всхожесть семян родительских форм гибридов кукурузы (2022–2023 гг.)**

**Table 1. Laboratory seed germination of parental forms of maize hybrids (2022–2023)**

Название	Лабораторная всхожесть, %					
	2022 г.			2023 г.		
	год выращивания семян	при 20 °С	колд-тест	год выращивания семян	при 20 °С	колд-тест
Аврора С♀	2016	97	95	2022	96	96
РМ 146♂	2020	93	93	2020	91	90
Милена М♀	2015	99	98	2022	95	95
РВ 197♂	2018	95	89	2022	97	97
Крона С♀	2019	91	91	2022	95	79
РД 4202♂	2020	95	89	2020	90	90
Мальвина С♀	2016	95	91	2022	94	81
РГ 218 ВС♂	2016	93	91	2022	98	91
Коэффициент вариации, %		2,6	3,4	–	2,9	7,4
НСР <sub>05</sub> : Фактор А (режимы) – 2022 г. (–), 2023 г. – (2,65)						
Фактор В (генотип) – 2022 г. (–), 2023 г. – (5,30)						
Взаимодействие АВ – 2022 г. (–), 2023 г. – (7,50)						

Примечание. ♀ – материнская форма, ♂ – отцовская форма.

При этом высокий уровень полевой всхожести в 2022 г. при раннем посеве имела материнская форма Аврора С урожая 2016 г. (92 %) (табл. 2). У других родительских форм этот показатель находился в пределах 84–86 %. При оптимальном сроке посева полевая всхо-

жесть родительских форм была выше на 3–7 % по сравнению с ранним сроком, и только родительские формы Крона С, Мальвина С и РГ 218 ВС имели полевую всхожесть ниже 90 %.

**Таблица 2. Полевая всхожесть семян родительских форм гибридов кукурузы (2022–2023 гг.)**

**Table 2. Field seed germination of parental forms of maize hybrids (2022–2023)**

Название	Полевая всхожесть, %			
	2022 г.		2023 г.	
	ранний посев	оптимальный посев	ранний посев	оптимальный посев
Аврора С♀	92	91	84	90
РМ 146♂	84	91	78	86
Милена М♀	86	93	82	89
РВ 197♂	86	92	88	92
Крона С♀	84	89	67	80
РД 4202♂	85	92	72	83
Мальвина С♀	86	84	68	80
РГ 218 ВС♂	86	89	77	85
Коэффициент вариации, %	2,9	3,2	9,8	5,3

В раннем сроке посева в 2022 г. всходы появились на 16–18-й день, в оптимальном – на 11–12-й, что на 5–6 дней меньше.

В 2023 г. в раннем посеве всходы появились на 20–25-й день, в оптимальном посеве – на 11–12-й день (табл. 3).

**Таблица 3. Количество дней от посева до появления всходов родительских форм гибридов кукурузы при двух сроках посева (2022–2023 гг.)**

**Table 3. Number of days from sowing to germination of parental forms of maize hybrids at two sowing periods (2022–2023)**

Название	Количество дней от посева до всходов			
	ранний посев		оптимальный посев	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Аврора С♀	16	20	11	11
РМ 146♂	18	24	12	12

Продолжение табл. 3

Название	Количество дней от посева до всходов			
	ранний посев		оптимальный посев	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Милена М♀	16	21	11	11
РВ 197♂	18	25	12	12
Крона С♀	16	22	11	11
РД 4202♂	18	24	12	12
Мальвина С♀	16	21	11	11
РГ 218 ВС♂	18	23	12	12

Примечание. Ранний посев: 11.04.22 г.; 11.04.23 г. Оптимальный посев: 25.04.22 г.; 26.04.23 г.

В этих обстоятельствах полевая всхожесть семян в раннем посеве не превышала 67–88 %. Лучшая устойчивость к стрессовым факторам прорастания семян отмечена для родительской формы РВ 197 (88 %) и Аврора С (84 %). У этих же родительских форм полевая всхожесть при оптимальном посеве составила соответственно 92 и 90 %. Очень низкие показате-

тели полевой всхожести при раннем посеве в 2023 г. имели родительские формы Крона С, Мальвина С, РД 4202 (67–72 %), при оптимальном сроке посева полевая всхожесть этих же семян была выше на 11–13 %. Доля влияния факторов на полевую всхожесть семян по годам представлена в таблице 4.

**Таблица 4. Результаты дисперсионного анализа изучения родительских форм кукурузы по полевой всхожести семян (2022–2023 гг.)**  
**Table 4. Results of the analysis of variance of parental forms of maize hybrids according to field germination of seeds (2022–2023)**

Источник варьирования	Полевая всхожесть семян					
	2022 г.			2023 г.		
	Фф	НСП	доля влияния фактора	Фф	НСП	доля влияния фактора
Сроки посева (А)	9,6*	2,41	24,9	78,3*	1,94	30,2
Генотип (В)	1,5	–	18,0	20,6*	3,88	54,0
Взаимодействие (АВ)	1,3	–	10,3	1,4	–	4,6
Остаток	–	–	46,8	–	–	11,2

Примечание. \* – достоверно при уровне значимости 0,05.

По F критерию в 2022 г. достоверное влияние на полевую всхожесть семян оказали только сроки посева, в 2023 г. – сроки посева и генотипы. В более благоприятных условиях для прорастания семян 2022 г. высокая доля влияния пришлась на остаток (46,8 %). Сроки посева оказали влияние на 24,9 %, генотипы – на 18 %. В более жестких для прорастания семян условиях 2023 г. большее влияние на полевую всхожесть (54 %) оказали генотипы. Доля влияния сроков посева составила 30,2 %.

Об этом свидетельствуют полученные экспериментальные данные.

Наступление фазы цветения початков и метелок на участках гибридизации имеет большое значение для совпадения цветения материнских и отцовских форм на участках гибридизации. Цветение початков в опыте в 2022 г. в раннем сроке посева наступило с 21 июня по 6 июля. В оптимальном сроке посева эта фаза развития наступила с 27 июня по 14 июля, что на 6–7 дней позже по сравнению с ранним сроком посева (табл. 5).

**Таблица 5. Дата цветения метелок и початков родительских форм гибридов кукурузы при двух сроках посева (2022 и 2023 гг.)**  
**Table 5. Date of panicle and cob flowering of parental forms of maize hybrids at two sowing periods (2022, 2023)**

Название	Дата цветения							
	метелок				початков			
	ранний посев		оптимальный посев		ранний посев		оптимальный посев	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Аврора С♀	ст	ст	ст	ст	23.06	28.06	1.07	4.07
РМ 146♂	22.06	26.06	27.06	29.06	21.06	26.06	27.06	30.06
Милена М♀	ст	ст	ст	ст	29.06	5.07	5.07	9.07
РВ 197♂	26.06	3.07	3.07	7.07	26.06	4.07	4.07	8.07
Крона С♀	ст	ст	ст	ст	30.06	5.07	7.07	10.07
РД 4202♂	28.06	5.07	5.07	7.07	30.06	5.07	6.07	8.07
Мальвина С♀	ст	ст	ст	ст	30.06	7.07	8.07	11.07
РГ 218 ВС♂	5.07	10.07	12.07	15.07	6.07	10.07	14.07	16.07

Примечание. ст – стерильная метелка.

При цветении родительских форм в раннем сроке посева максимальные температуры воздуха не превышали 24–28 °С, при оптимальном сроке посева находились в пределах 28–32 °С. Цветение початков в 2023 г. при раннем сроке наступило с 26 июня по 14 июля, в оптимальном сроке – с 30 июня по 16 июля. При этом цветение початков при раннем посеве также проходило в более благоприятных температурных условиях. При оптимальном сроке посева максимальная температура воздуха была на уровне 30–32 °С. Таким образом, наиболее благоприятные условия для опыления родительских форм в оба года изучения складывались при раннем сроке посева.

Полученные данные позволяют рекомендовать сроки посева родительских форм для совпадения цветения початков материнской формы с метелками отцовской формы на участках гибридизации. Например, для гарантированного опыления гибрида Машук 140 (♀Аврора С х ♂РМ 146) материнская форма высевается без отцовской формы. Отцовскую форму необходимо всевать по всходам материнской формы. Для совпадения цветения родительских форм гибрида Машук 171 (♀Милена М х ♂РВ 197), гибрида Байкал

(♀Крона С х ♂РД 4202) одновременно с материнской формой сеют один ряд отцовской формы. Второй ряд отцовской формы всевают после появления всходов на материнской форме. Родительские формы гибрида Машук 250 СВ (♀Мальвина С х РГ 218 ВС) на участках гибридизации будут способствовать полному опылению материнской формы на участках получения гибридных семян кукурузы.

На участках гибридизации урожай семян собирают только с материнской формы гибрида, отцовскую форму выкашивают после цветения. В условиях 2022 г. у простых гибридов родительских форм не отмечено существенной разницы по урожаю зерна по срокам посева, наметилась лишь тенденция к снижению урожая в оптимальном сроке посева. Урожай зерна материнских форм гибридов составил 3,8–7,2 т с 1 га. У отцовских форм урожай зерна выше при ранних сроках посева по сравнению с оптимальным сроком (табл. 6). В 2023 г. урожай зерна материнских форм составил 3,8–8,3 т/га. При этом у родительских форм Аврора С, Милена М, Мальвина С показатель «урожай зерна» на 0,4–0,9 т/га оказался выше в раннем сроке посева.

**Таблица 6. Урожай зерна и ломкость стебля ниже початка родительских форм гибридов кукурузы (2022, 2023 гг.)**  
**Table 6. Grain yield and stem fragility below a cob of parental forms of maize hybrids (2022, 2023)**

Название	Урожай зерна, т/га				Ломкость стебля ниже початка, %			
	1		2		1		2	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Аврора С♀	5,6	6,9	5,1	6,0	7,7	0,7	5,2	1,4
РМ 146♂	1,4	2,0	0,4	1,8	6,8	3,6	12,0	4,9
Милена М♀	6,8	7,6	5,8	6,8	5,8	1,3	7,5	0,7
РВ 197♂	3,2	4,5	2,9	4,1	2,6	0	4,0	2,0
Крона С♀	3,8	4,9	3,8	5,0	6,1	0,8	1,3	0,7
РД 4202♂	3,3	3,9	2,8	3,8	9,9	0,7	7,4	2,0
Мальвина С♀	7,2	8,3	7,2	7,9	2,0	0,7	4,6	2,7
РГ 218 ВС♂	4,3	5,1	3,8	4,8	0,6	0	2,0	3,5
НСР <sub>05</sub> : Фактор А (сроки) – 2022 г. (0,37), 2023 г. – (0,18)								
Фактор В (генотип) – 2022 г. (0,75), 2023 г. – (0,37)								
Взаимодействие АВ – 2022 г. (1,06), 2023 г. – (–)								

*Примечание. Дата уборки 2022 г.: ранний срок – 30.08, оптимальный срок – 8.09. 2023 г.: ранний срок – 28.08, оптимальный срок – 4.09; 1 – ранний посев, 2 – оптимальный посев.*

Однако фактически урожай зерна на участках гибридизации получается меньше, в том числе и в зависимости от ломкости стебля ниже початка. При перестое растений (уборочная влажность в пределах 12–20 %) ломкость стебля достигала 12 % при оптимальном посеве в 2022 г. и до 4,9 % в 2023 году. Это приводит к потерям урожая зерна при механизированной уборке. Следовательно, уборку семян на участке гибридизации необходимо проводить при влажности зерна до 25 %.

Высота растений и высота прикрепления початка имеют значение для механизирован-

ной уборки семян на участках гибридизации. Эти показатели варьируют как по срокам посева, так и годам изучения. Разница по отдельным родительским формам составила до 50 см по высоте растений и до 27 см по высоте прикрепления початков. В 2022 г. высота растений при раннем сроке посева была значительно выше по сравнению с оптимальным сроком посева, в 2023 г. была незначительной или отсутствовала. Особое значение высота растений имеет для отцовских форм линий. В 2022 г. отцовская линия РМ 146 в раннем сроке посева имела высоту растений 156 см, в оптималь-

ном – всего 114 см, в 2023 г. – соответственно 128 и 125 см. Чем выше растение, тем дальше полетит пыльца для опыления материнской

формы. Эта же линия отличается очень низким прикреплением початка – 20–37 см (табл. 7).

**Таблица 7. Высота растений и высота прикрепления початков родительских форм гибридов кукурузы при двух сроках посева (2022, 2023 гг.)**  
**Table 7. Plant height and cob attachment height of parental forms of maize hybrids at two sowing periods (2022, 2023)**

Название	Высота растений, см				Высота прикрепления початков, см			
	ранний		оптимальный		ранний		оптимальный	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Аврора С♀	251	210	198	190	88	70	68	72
РМ 146♂	156	114	128	125	37	20	28	25
Милена М♀	267	211	236	217	99	76	84	79
РВ 197♂	187	169	176	165	67	48	53	47
Крона С♀	206	175	187	173	79	62	66	64
РД 4202♂	203	186	184	183	68	51	68	55
Мальвина С♀	244	213	228	216	89	75	81	77
РГ 218 ВС♂	197	176	179	170	83	71	74	55

**Выводы.** Родительские формы линии и стерильные простые гибриды урожая 2015–2020 гг. сохранили лабораторную всхожесть семян после холодного хранения на уровне 91–99 %. Высокие значения лабораторной всхожести семян при холодном проращивании показали родительские формы Милена М урожая 2015 г. (98 %) и Аврора С урожая 2016 г. (95 %). Лабораторная всхожесть линий РД 4202 урожая 2020 г. и РВ197 урожая 2018 г. при холодном проращивании оказалась на уровне 89 %. Таким образом, холодное хранение некоторых партий семян позволяет сохранять посевные качества семян минимум до восьми лет. Ранние сроки посева могут выявить стрессоустойчивые к пониженным температурным условиям генотипы родительских форм. По показателям полевой всхожести выделены генотипы с высокой степенью стрессоустойчивости при прорастании на раннем сроке посева: Аврора С, РВ 197. С низкой степенью стрессоустойчивости оказались родительские формы Крона С,

Мальвина С. Доля влияния фактора «генотип» при неблагоприятных условиях прорастания (ранний срок посева) в 2023 г. составила 54 %. Сроки посева существенно влияют на развитие растений родительских форм и в опыте. С учетом изученных показателей для родительских форм четырех гибридов кукурузы в условиях 2022 и 2023 гг. предпочтительны ранние сроки посева.

**Финансирование.** Работа по материалам статьи проводилась за счет средств федерального бюджета по госзаданию № 1023071800011-8-4.1.1: «Создать гибриды кукурузы нового поколения разных групп спелости и направления использования, с ценными хозяйственно-полезными признаками, адаптивными к био и абио факторам различных регионов Российской Федерации и изучить элементы технологии выращивания семян кукурузы для их внедрения в сельскохозяйственное производство с целью импортозамещения».

#### Библиографический список

1. Горбачева А. Г., Орлянская Н. А., Ветошкина И. А., Чеботарев Д. С. Результаты оценки адаптивности родительских форм – линий кукурузы // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 4–10. DOI: 10.28983/asj.y2023i1pp4-10
2. Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С., Горбачева А. Г., Ветошкина И. А., Орлянская Н. А., Панфилова О. Н. Параметры экологической пластичности и стабильности родительских форм гибридов кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 1. С. 83–88. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-84-1-82-88
3. Кривошеев Г. Я., Ионова Е. В., Шевченко Н. А., Газе В. Л. Новые среднеспелые инбредные линии кукурузы для селекции на засухоустойчивость // Земледелие. 2018. № 8. С. 41–44. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10812
4. Кривошеев Г. Я., Шевченко Н. А., Ионова Е. В. Критерии оценки засухоустойчивости самоопыленных линий кукурузы // Аграрный вестник Урала. 2014. № 11 (129). С. 6–11.
5. Панфилова О. Н., Чугунова Е. В., Дерунова С. В. Исходный материал для селекции кукурузы на засухоустойчивость // Аграрный научный журнал. 2020. № 2. С. 29–37. DOI: 10.28983/asj.y2020i2pp29-37
6. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 5(51). С. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617
7. Сотченко В. С., Горбачева А. Г., Ветошкина И. А., Орлянский Н. А., Орлянская Н. А., Соломко В. И. Сохранение жизнеспособности элитных семян линий кукурузы в процессе хранения // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 4. С. 65–71. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-4096-65-71

8. Сотченко В. С., Горбачева А. Г., Ветошкина И. А., Соломко В. И. Методика определения лабораторной всхожести и силы роста семян. Кукуруза и сорго. 2021. № 1. С. 12–24. DOI: 10.25715/o8981-6773-2383-a
9. Ao S., Russelle M. P., Varga T., Feyereisen G. W., Coulter J.A. Drought tolerance in maize is influenced by timing of drought stress initiation // *Crop Science*. 2020. Vol. 60(3), P. 1591–1606. DOI: 10.1002/csc2.20108
10. Panfilov A. E., Zezin N. N., Kazakova N. I., Namyatov M. A. Adaptive approach in maize breeding for the Urals Region // *International Journal of Biology and Biomedical Engineering*. 2020. Vol. 14, P. 55–62. DOI: 10.46300/91011.2020.14.9
11. Sotchenko V. S., Gorbacheva A. G., Panfilov A. E., Vetoshkina I. A. Seed sowing qualities of corn parental forms depending on the storage conditions and terms // *Russian Agricultural Sciences*. 2018. Vol. 44(6), P. 3505–509. DOI: 103103/S1068367418060162
12. Zhao X., Wei J., He L., Zhang Y., Zhao Y., Xu X., Wei Y., Ge S., Ding D., Liu M., Gao S., Xu J. Identification of fatty acid desaturases in maize and their differential responses to low and high temperature // *Genes*. 2019. Vol. 10(6), P. 445. DOI: 10.3390/genes10060445

### References

1. Gorbacheva A. G., Orlyanskaya N. A., Vetoshkina I. A., Chebotarev D. S. Rezul'taty otsenki adaptivnosti roditel'skikh form – linii kukuruzy [Estimation results of estimating adaptability of parental maize forms and lines] // *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. 2023. № 1. S. 4–10. DOI: 10.28983/asj.y2023i1pp4-10
2. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Gorbacheva A. G., Vetoshkina I. A., Orlyanskaya N. A., Panfilova O. N. Parametry ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti roditel'skikh form gibridov kukuruzy [Parameters of ecological adaptability and stability of parental forms of maize hybrids] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2023. T. 15, № 1. S. 83–88. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-84-1-82-88
3. Krivosheev G. Ya., Ionova E. V., Shevchenko N. A., Gaze V. L. Novye srednespelye inbrednye linii kukuruzy dlya seleksii na zasukhoustoichivost' [New middle-maturing inbred maize lines for breeding for drought resistance] // *Zemledelie*. 2018. № 8. S. 41–44. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10812
4. Krivosheev G. Ya., Shevchenko N. A., Ionova E. V. Kriterii otsenki zasukhoustoichivosti samoopylennykh linii kukuruzy [Estimation criteria of drought resistance of self-pollinated maize lines] // *Agrarnyi vestnik Urala*. 2014. № 11(129). S. 6–11.
5. Panfilova O. N., Chugunova E. V., Derunova S. V. Iskhodnyi material dlya seleksii kukuruzy na zasukhoustoichivost' [Initial material for breeding maize for drought resistance] // *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. 2020. № 2. S. 29–37. DOI: 10.28983/asj.y2020i2pp29-37
6. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v seleksii zernovykh kul'tur [Improving adaptability in breeding grain crops] // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2016. № 5(51). S. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617
7. Sotchenko V. S., Gorbacheva A. G., Vetoshkina I. A., Orlyanskii N. A., Orlyanskaya N. A., Solomko V. I. Sokhranenie zhiznesposobnosti elitnykh semyan linii kukuruzy v protsesse khraneniya [Preserving the viability of basic seeds of maize lines during storage] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2020. № 4. S. 65–71. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-4096-65-71
8. Sotchenko V. S., Gorbacheva A. G., Vetoshkina I. A., Solomko V. I. Metodika opredeleniya laboratornoi vskhozhesti i sily rosta semyan [Methodology for determining the laboratory germination and growth power of seeds]. *Kukuруза и сорго*. 2021. № 1. С. 12–24. DOI: 10.25715/o8981-6773-2383-a
9. Ao S., Russelle M. P., Varga T., Feyereisen G. W., Coulter J.A. Drought tolerance in maize is influenced by timing of drought stress initiation // *Crop Science*. 2020. Vol. 60(3), P. 1591–1606. DOI: 10.1002/csc2.20108
10. Panfilov A. E., Zezin N. N., Kazakova N. I., Namyatov M. A. Adaptive approach in maize breeding for the Urals Region // *International Journal of Biology and Biomedical Engineering*. 2020. Vol. 14, P. 55–62. DOI: 10.46300/91011.2020.14.9
11. Sotchenko V. S., Gorbacheva A. G., Panfilov A. E., Vetoshkina I. A. Seed sowing qualities of corn parental forms depending on the storage conditions and terms // *Russian Agricultural Sciences*. 2018. Vol. 44(6), P. 3505–509. DOI: 103103/S1068367418060162
12. Zhao X., Wei J., He L., Zhang Y., Zhao Y., Xu X., Wei Y., Ge S., Ding D., Liu M., Gao S., Xu J. Identification of fatty acid desaturases in maize and their differential responses to low and high temperature // *Genes*. 2019. Vol. 10(6), P. 445. DOI: 10.3390/genes10060445

Поступила: 22.10.24; доработана после рецензирования: 19.12.24; принята к публикации: 19.12.24.

**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.** Горбачева А. Г. – проектирование исследования, выполнение полевых опытов, сбор и математическая обработка данных, анализ и интерпретация данных, подготовка рукописи, оформление статьи; Дридигер В. В. – проектирование исследования, выполнение полевых опытов, анализ и интерпретация данных, подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**