

ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ САМООПЫЛЕННЫХ СЕМЕЙ КУКУРУЗЫ (S₅) СМЕШАННОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ**Н.А. Орлянская, Н.А. Орлянский, Д.С. Чеботарёв**

Реферат. С целью повышения эффективности гибридизации проведено изучение комбинационной ценности нового исходного материала. Представлены результаты оценки и отбора по комбинационной способности 33 раннеспелых фенотипически константных семей кукурузы в поколении S₅, полученных методом инцухта на базе специально созданного гибрида из элитных линий, принадлежащих к Европейской кремнистой плазме и плазме Ланкастер. Изучение комбинационной способности по признакам «урожайность зерна» и «уборочная влажность зерна» проведено в системе топкроссных скрещиваний в 2020 и 2021 гг. в условиях лесостепи Воронежской области. Обнаружена различная реакция тесткроссных гибридов на условия выращивания, средняя урожайность зерна в 2020 г. составила 7,84 т/га с размахом варьирования 6,08...9,91 т/га, в 2021 г. средняя урожайность снизилась до 5,52 т/га с колебаниями 3,53...6,99 т/га. Уборочная влажность зерна в 2020 г. была в пределах 15,5...25,6 %, в 2021 г. находилась в интервале 14,6...19,1 %, средняя влажность зерна в 2020 г. составила 20,3 %, в 2021 г. 16,3 %. Установлена изменчивость оценок эффектов общей комбинационной способности (ОКС) и варианс специфической комбинационной способности (СКС) от условий года. Практическую ценность для использования в программах создания высокоурожайных гибридов представляет семья ВК 79²/12-114 со стабильно высокой ОКС и низкой СКС и семья ВК 79²/12-45 со стабильно высокой СКС и высокой и средней ОКС. Наиболее ценными для селекции гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна оказались семья ВК 79²/12-17 со стабильно высокими ОКС и СКС и семьи ВК 79²/12-10, ВК 79²/12-22 со стабильно высокой ОКС и высокой и средней СКС. Выделена семья ВК 79²/12-114, обладающая селекционной ценностью для создания как высокоурожайных гибридов, так и гибридов с пониженной влажностью зерна.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays* L.), самоопыленные семьи, комбинационная способность, эффекты ОКС, вариансы СКС.

Введение. Задачи, стоящие перед селекционерами, постоянно усложняются и все больше возрастают требования к характеристикам исходного материала, используемого при гибридизации. Необходимым требованием к исходному материалу со стороны селекции на гетерозис, наряду с другими, считают подбор форм по наследственным факторам, определяющим комбинационную способность [1].

Наличие высоких значений ценных признаков у исходных линий не гарантия их проявления в гибридном потомстве, для выявления генотипов с высокой степенью экспрессии признаков в гибридах необходимо проводить оценку селекционной значимости [2]. Предварительная оценка комбинационной способности – эффективный прием, позволяющий концентрировать внимание на материале, обладающем, наряду с ценными хозяйственно полезными признаками, еще и высокой комбинационной способностью [3]. Этот метод – один из способов сокращения продолжительности селекционного процесса.

Единственно надежным методом оценки комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы давно было признано испытание их в гибридных комбинациях [4]. Термин «комбинационная способность» (КС) означает способность линии обеспечивать при скрещивании с другими линиями, простыми гибридами или сортами гетерозисное потомство, обладающее повышенной жизнеспособностью и

урожайностью. Различают общую (ОКС) и специфическую (СКС) комбинационную способность. ОКС – это среднее проявление инбредной линии в большом числе гибридных комбинаций, она дает информацию о том, какая из линий при скрещивании со многими другими линиями даст лучшие гибриды. СКС – индивидуальное проявление инбредной линии в отдельной специфической гибридной комбинации [5]. Комбинационная способность, как и другие селекционно ценные признаки, передается последующим поколениям и степень ее проявления в значительной степени зависит от условий выращивания [6, 7], причем ОКС в меньшей степени подвержена изменчивости, чем СКС [8]. Инбридинг и последующий отбор по мере увеличения гомозиготности не приводят к существенному изменению комбинационной ценности [9].

При оценке селекционного материала на комбинационную способность чаще всего применяют методы топкроссных и диаллельных скрещиваний. Метод диаллельных скрещиваний считается более информативным [10, 11]. Однако, как правило, в селекционной практике этот метод применяется на более поздних этапах селекционного процесса для оценки специфической комбинационной способности небольшого числа линий, предварительно прошедших отбор по общей комбинационной способности, а чаще всего используется топкроссный метод, как наиболее экономичный. И, по мнению Пакудина В.З.,

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода кукурузы

Период	Среднесуточная температура воздуха, °С			Сумма осадков, мм		
	2020 г.	2021 г.	норма	2020 г.	2021 г.	норма
Май	13,3	16,2	17,0	71,7	60,9	46,9
Июнь	21,3	21,0	20,3	64,7	87,5	64,6
Июль	21,9	23,9	22,7	29,6	20,5	59,2
Август	20,2	23,9	21,4	6,5	9,9	43,7
Май–август	19,2	21,3	20,4	172,5	178,8	214,4

в топкроссных скрещиваниях достигается практически та же степень полноты информации, что и в диаллельных скрещиваниях [12]. Суть метода состоит в скрещивании изучаемых линий с 2...3 тестерами или более с последующим испытанием гибридного потомства [13].

Основным селекционным признаком, по которому определяют комбинационную способность линий, – урожайность зерна [14]. Но для исходного материала, используемого в программах создания зерновых гибридов кукурузы, особенно ориентированных для регионов с ограниченным периодом вегетации, где востребованы сорта и гибриды с низкой влажностью на момент уборки, наряду с этим, важно располагать и информацией о комбинационной ценности по уборочной влажности зерна [15, 16].

Цель исследований – оценить комбинационную способность по признакам «урожайность зерна» и «уборочная влажность зерна» новых самоопыленных семей кукурузы в поколении S₅, созданных на основе гибрида смешанной генетической плазмы, выявить перспективные генотипы и определить пути их дальнейшего использования.

Условия, материалы и методы. Работу проводили в 2020–2021 гг. на базе Воронежского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы», расположенном в лесостепной зоне Воронежской области. Полевые опыты выполняли в селекционном севообороте в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кукурузой» [17]. Применяли общепринятую для зоны агротехнику.

Изучение комбинационной способности проводили в системе топкроссных скрещиваний. В качестве объекта исследований были использованы 33 семьи в поколении S₅, созданные в результате самоопыления специально синтезированного беккроссного гибрида, объединяющего в той или иной мере ценные составляющие плазм Ланкастер и Европейской кремнистой плазмы. Гибрид получен от скрещивания элитных линий кукурузы К 79 и К 12 с 75 % и 25 % долями участия соответственно. Исходные линии имеют отличительные особенности, так, линия К 79 характери-

зуется высокой холодостойкостью, устойчивостью к полеганию и ломкости стебля, но медленно теряет влагу, а К 12 отличается более интенсивной скоростью влагоотдачи зерном при созревании. Предварительно в процессе селекции отбирали формы, характеризующиеся стабильным проявлением признаков и ранним цветением. В качестве тестеров использовали 3 простых гибрида: Рубин С (смешанная плазма), Антей М (плазма Айодент) и ПГ 108/11 С (плазма Айодент × смешанная), принадлежащих к различным гетерозисным плазмам, что способствовало проявлению высокого эффекта гетерозиса. Комбинационную способность фенотипически константных семей определяли по результатам испытания 99 тесткроссных гибридов. Испытание тесткроссов проводили в контрольном питомнике на двухрядковых делянках с учетной площадью 7 м² в 3-х кратной повторности.

Посев осуществляли в оптимальные для каждого года сроки. Густота стояния растений в контрольном питомнике изучения тесткроссных гибридов составляла 65,7 тыс. раст./га. Урожайность зерна определяли методом сплошного учета, влажность зерна – непосредственно при уборке путем 3-х кратного измерения каждого образца экспресс-влагомером.

Анализ комбинационной способности проводили согласно «Методических рекомендаций по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности» [18], расчет выполняли с использованием программы Microsoft Excel.

Метеорологические условия вегетационного периода в 2020 и 2021 гг. были не совсем благоприятными для растений кукурузы. В критические для развития кукурузы периоды (цветение и налив зерна) наблюдали значительный дефицит осадков. Так, в 2020 г. в июле выпало только половину месячной нормы, а в августе было всего 14,9 % осадков от среднепогодных показателей (табл. 1). Аналогичная ситуация складывалась и в 2021 г., когда обеспеченность растений влагой в июле составила всего 34,6 %, а в августе – 22,7 % от нормы. Но в 2021 г. ситуация ухудшилась тем, что наряду с недостатком влаги, отмечен повышенный температурный фон, среднесуточная температура воздуха в июле

была выше среднеголетних показателей на 1,3 °С, а в августе – даже на 2,5 °С. Это усилило неблагоприятное действие почвенной засухи. В таких условиях растения к началу сентября уже прекратили вегетацию. Уборку в оба года испытания осуществляли в начале 1 декады сентября до выпадения осадков.

Результаты и обсуждения. Отмечен значительный размах варьирования урожайности зерна, который в условиях более благоприятного 2020 г. составил 6,08...9,91 т/га, а в 2021 г. был в пределах 3,53...6,99 т/га (табл. 2). Различная реакция тесткроссов на условия года отразилась на уровне средней урожайности, которая в 2020 г. составила 7,84 т/га, а в 2021 г. снизилась по сравнению с прошлым годом на 2,32 т/га. Размах варьирования уборочной влажности зерна в 2020 г. был в пределах 15,5...25,6 %, а в 2021 г. находился в интервале 14,6...19,1 %, уборочная влажность зерна в 2021 г. была в среднем ниже на 4,0 % и составляла 16,3 %.

Согласно результатам дисперсионного анализа ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$) установлены различия между самоопыленными семьями по комбинационной способности по изучаемым признакам. Общая комбинационная способность определена по величине эффектов ОКС (g_i). Распределение семей на группы ценности проводили с учетом НСР₀₅. По признаку «урожайность зерна» к 1 рангу с высокой КС отнесены образцы, эффекты ОКС которых существенно превышали НСР, к 3 рангу с низкой КС – ниже НСР, к 2 рангу со средней КС – на уровне НСР. По признаку «уборочная влажность зерна», наоборот, в группу с высокой КС (1 ранг) включены семьи с эффектами ОКС существенно ниже НСР, к 3 рангу с низкой КС – с эффектами ОКС выше НСР и к 2 рангу со средней КС – на уровне НСР.

Так как урожайность гибридов в большинстве случаев определяется как аддитивными, так и неаддитивными эффектами генетических взаимодействий, для определения специфической комбинационной способности для каждой семьи вычислялась дисперсия (варианса СКС (σ_{si})), которая

дает возможность выделять перспективные формы, обеспечивающие высокий результат в отдельных комбинациях. Ранжирование по СКС по обоим признакам производилось сопоставлением вариантов конкретного образца со средней вариансой по опыту.

В исследованиях обнаружена значительная изменчивость оценок эффектов ОКС и вариантов СКС по признаку «урожайность зерна» в зависимости от условий года. Установлено, что высокие эффекты ОКС (ранг 1) по урожайности зерна в оба года изучения показали 3 семьи (ВК 79²/12-19, ВК 79²/12-82 и ВК 79²/12-114), стабильно средними эффектами (ранг 2) характеризовалась 21 семья (табл. 3). Остальные семьи изменяли ранг, так, 5 образцов (ВК 79²/12-29, ВК 79²/12-45, ВК 79²/12-49, ВК 79²/12-103, ВК 79²/12-111) показали средние и высокие эффекты ОКС, 4 семьи (ВК 79²/12-56, ВК 79²/12-63, ВК 79²/12-73, ВК 79²/12-109) отличались средними и низкими эффектами ОКС.

Количество образцов со стабильными по годам значениями СКС меньше, чем по ОКС. Высокие варианты СКС по урожайности зерна в условиях 2020 и 2021 гг. установлены только для семьи ВК 79²/12-45, у 15 семей отмечены стабильно низкие варианты СКС, у 7 семей варианты СКС изменялись с высоких на низкие или наоборот, варианты СКС у 10 семей изменялись в пределах средние-низкие.

Анализ комбинационной способности семей по признаку «уборочная влажность зерна» показал, что стабильно низкими эффектами ОКС (ранг 1) по годам характеризовались 3 семьи (ВК 79²/12-10, ВК 79²/12-17 и ВК 79²/12-22) (табл. 4). Высокие значения эффектов ОКС (ранг 3) в оба года изучения показали семьи ВК 79²/12-19 и ВК 79²/12-49, у 10 образцов обнаружены стабильно средние значения эффектов ОКС (ранг 2). Остальные семьи характеризовались различным уровнем проявления эффектов ОКС по уборочной влажности зерна по годам исследований. Стабильно низкие значения вариантов СКС (1 ранг) показали 14 семей, стабильно высокие (3 ранг) обнаружены у 1 семьи, и у 1 семьи стабильно среднюю (2 ранг). Значения вариантов СКС у 17 семей были различными по годам.

Таблица 2 – Варьирование показателей тесткроссных гибридов по признакам «урожайность зерна» и «уборочная влажность зерна»

Признак	Год	Среднее значение ± стандартное отклонение $(\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	Лимиты (min...max)
Урожайность зерна, т/га	2020	7,84 ± 0,35	6,08...9,91
	2021	5,52 ± 0,33	3,53...6,99
Уборочная влажность зерна, %	2020	20,3 ± 1,77	15,5...25,6
	2021	16,3 ± 0,50	14,6...19,1

Таблица 3 – Эффекты ОКС и варианты СКС самоопыленных семей кукурузы (S_5) по признаку «урожайность зерна»

Семья	Эффекты ОКС				Варианты СКС			
	2020 г.		2021 г.		2020 г.		2021 г.	
	(g_i)	ранг	(g_i)	ранг	(σ_{si})	ранг	(σ_{si})	ранг
ВК 79 ² /12-5	-0,05	2	-0,32	2	0,22	2	0,06	3
ВК 79 ² /12-10	-0,33	2	-0,11	2	0,22	2	0,10	3
ВК 79 ² /12-15	-0,22	2	0,03	2	0,06	3	0,03	3
ВК 79 ² /12-17	-0,24	2	-0,25	2	0,06	3	0,32	2
ВК 79 ² /12-18	0,06	2	-0,44	2	0,01	3	0,31	2
ВК 79 ² /12-19	0,42	1	0,40	1	0,01	3	1,67	1
ВК 79 ² /12-22	-0,32	2	-0,19	2	0,01	3	0,03	3
ВК 79 ² /12-29	0,55	1	-0,10	2	0,18	2	0,01	3
ВК 79 ² /12-30	0,14	2	-0,13	2	0,14	3	0,46	1
ВК 79 ² /12-32	0,33	2	-0,28	2	0,08	3	0,32	2
ВК 79 ² /12-41	0,04	2	-0,07	2	0,06	3	0,10	3
ВК 79 ² /12-45	0,09	2	0,51	1	0,41	1	1,02	1
ВК 79 ² /12-46	-0,34	2	0,09	2	0,24	2	0,16	3
ВК 79 ² /12-49	0,03	2	0,41	1	0,00	3	0,26	2
ВК 79 ² /12-56	-0,29	2	-0,52	3	0,09	3	0,01	3
ВК 79 ² /12-59	-0,25	2	-0,20	2	0,00	3	0,03	3
ВК 79 ² /12-63	0,07	2	-0,45	3	0,04	3	0,00	3
ВК 79 ² /12-64	-0,08	2	-0,38	2	0,29	2	0,08	3
ВК 79 ² /12-65	0,04	2	-0,06	2	0,41	1	0,01	3
ВК 79 ² /12-67	0,36	2	-0,12	2	0,06	3	0,11	3
ВК 79 ² /12-69	0,37	2	0,07	2	0,12	3	0,01	3
ВК 79 ² /12-71	-0,19	2	0,15	2	0,00	3	0,00	3
ВК 79 ² /12-72	0,35	2	0,00	2	0,00	3	0,01	3
ВК 79 ² /12-73	-0,42	3	0,36	2	0,01	3	0,01	3
ВК 79 ² /12-75	0,07	2	-0,34	2	0,01	3	0,05	3
ВК 79 ² /12-82	1,00	1	0,42	1	0,31	2	0,15	3
ВК 79 ² /12-84	-0,22	2	-0,03	2	0,45	1	0,08	3
ВК 79 ² /12-103	-0,40	2	0,49	1	0,02	3	0,04	3
ВК 79 ² /12-107	-0,28	2	-0,08	2	0,51	1	0,04	3
ВК 79 ² /12-108	-0,28	2	-0,02	2	0,53	1	0,01	3
ВК 79 ² /12-109	-0,49	3	0,29	2	0,44	1	0,00	3
ВК 79 ² /12-111	-0,19	2	0,42	1	0,03	3	0,04	3
ВК 79 ² /12-114	0,67	1	0,45	1	0,02	3	0,00	3
НСР ₀₅	0,42		0,40		-		-	
Среднее	-		-		0,18		0,17	

Наиболее ценными для селекционной практики считаются генотипы, объединяющие высокие значения ОКС и СКС с их стабильностью проявления в различных условиях вегетации [19]. В нашем опыте среди изученных не выявлено семей, стабильно проявлявших высокую ОКС и СКС по урожайности зерна, только семья ВК 79²/12-45 со стабильно высокой СКС и высокой и средней ОКС по годам приблизилась к указанным

характеристикам, ее включение в селекционные программы по созданию высокоурожайных гибридов будет перспективным. Для дальнейшего использования в селекционной работе по созданию высокогетерозисных гибридов также представляют интерес линии со стабильно высокой ОКС и низкой СКС, стабильно способствующие созданию высокоурожайных комбинаций, этим параметрам соответствует семья

Таблица 4 – Эффекты ОКС и варианты СКС самоопыленных семей кукурузы (S₅) по признаку «уборочная влажность зерна»

Семья	Эффекты ОКС				Варианты СКС			
	2020 г.		2021 г.		2020 г.		2021 г.	
	(g _i)	ранг	(g _i)	ранг	(σ _{si})	ранг	(σ _{si})	ранг
ВК 79 ² /12-5	-1,97	1	-0,77	2	4,52	2	1,65	2
ВК 79 ² /12-10	-1,29	1	-1,08	1	0,48	1	1,47	2
ВК 79 ² /12-15	-1,74	1	-0,35	2	0,11	1	0,21	1
ВК 79 ² /12-17	-2,91	1	-1,10	1	0,51	1	0,03	1
ВК 79 ² /12-18	-0,74	2	-0,60	2	0,04	1	0,00	1
ВК 79 ² /12-19	3,88	3	2,57	3	0,02	1	5,84	3
ВК 79 ² /12-22	-1,19	1	-1,13	1	3,27	2	0,33	1
ВК 79 ² /12-29	-0,19	2	-0,05	2	0,00	1	0,26	1
ВК 79 ² /12-30	-2,24	1	-0,85	2	0,37	1	2,10	2
ВК 79 ² /12-32	-3,24	1	-0,15	2	0,43	1	0,87	1
ВК 79 ² /12-41	-0,61	2	-0,05	2	3,44	2	0,21	1
ВК 79 ² /12-45	1,66	3	0,30	2	0,23	1	1,53	2
ВК 79 ² /12-46	0,98	3	-0,23	2	0,00	1	1,10	1
ВК 79 ² /12-49	1,23	3	1,00	3	0,81	1	0,17	1
ВК 79 ² /12-56	-1,87	1	-0,18	2	0,02	1	0,01	1
ВК 79 ² /12-59	0,49	2	0,25	2	2,93	2	1,00	1
ВК 79 ² /12-63	-0,12	2	2,42	3	8,40	3	11,60	3
ВК 79 ² /12-64	1,24	3	0,00	2	1,32	1	1,15	2
ВК 79 ² /12-65	-0,19	2	0,02	2	5,64	3	0,45	1
ВК 79 ² /12-67	-1,66	1	0,88	2	3,10	2	1,00	1
ВК 79 ² /12-69	-1,37	1	-0,23	2	7,97	3	0,36	1
ВК 79 ² /12-71	-1,07	1	-0,40	2	0,08	1	0,33	1
ВК 79 ² /12-72	2,26	3	0,32	2	0,14	1	0,23	1
ВК 79 ² /12-73	0,29	2	0,50	2	1,29	1	0,78	1
ВК 79 ² /12-75	-0,34	2	0,47	2	0,00	1	1,47	2
ВК 79 ² /12-82	2,88	3	-0,23	2	2,87	2	0,19	1
ВК 79 ² /12-84	3,14	3	0,35	2	6,87	3	0,09	1
ВК 79 ² /12-103	0,14	2	0,32	2	2,83	2	0,05	1
ВК 79 ² /12-107	3,04	3	0,02	2	8,08	3	0,26	1
ВК 79 ² /12-108	0,33	2	-0,18	2	1,29	1	0,70	1
ВК 79 ² /12-109	1,18	3	-0,65	2	7,12	3	1,25	2
ВК 79 ² /12-111	-0,14	2	-1,17	1	0,88	1	0,59	1
ВК 79 ² /12-114	0,14	2	-0,02	2	0,15	1	0,00	1
НСР ₀₅	0,94		0,90		-		-	
Среднее	-		-		2,48		1,13	

ВК 79²/12-114. Ее использование также возможно в программах создания новых самоопыленных линий. Вовлечение в скрещивания семей ВК 79²/12-19 и ВК 79²/12-82 со стабильно высокой ОКС и нестабильным проявлением СКС менее перспективно, но может принести успешный результат. Самоопыленные семьи с высокой или средней ОКС и средней или низкой СКС способны генерировать отдельные высокоурожайные гибридные комбинации. Привлечение в скрещивания семей ВК 79²/12-73 и ВК 79²/12-109, показавших низкую ОКС в более благоприятных условиях, не будет иметь успеха в плане получения высокогетерозисных комбинаций.

Для включения в программы селекции зерновых гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна наиболее перспективными из числа изученных будут генотипы со

стабильно высокой общей (с низкими эффектами ОКС) и специфической (с низкими вариантами СКС) комбинационной способностью по этому признаку, таким требованиям соответствует семья ВК 79²/12-17. Образцы ВК 79²/12-10 и ВК 79²/12-22, показавшие стабильно высокую ОКС и среднюю и высокую СКС, также пригодны для создания гибридов с интенсивной влагоотдачей. Семьи со средней ОКС, характеризующиеся при этом высокой СКС, также имеют селекционную ценность, к этой группе отнесены ВК 79²/12-18, ВК 79²/12-29, ВК 79²/12-73, ВК 79²/12-108 и ВК 79²/12-114, с их участием возможно получение отдельных ценных гибридных комбинаций. Имеют определенную селекционную ценность также семьи с высокой или средней по годам ОКС и низкой СКС по данному признаку: ВК 79²/12-15, ВК 79²/12-32, ВК 79²/12-56, ВК

79²/12-71, ВК 79²/12-111. Невысока вероятность получения гибридов с низкой уборочной влажностью с 10 образцами (ВК 79²/12-19, ВК 79²/12-45, ВК 79²/12-46, ВК 79²/12-49, ВК 79²/12-63, ВК 79²/12-64, ВК 79²/12-72, ВК 79²/12-82, ВК 79²/12-107, ВК 79²/12-109), показавших по годам низкую и среднюю ОКС по этому признаку.

Совместный анализ результатов изучения комбинационной способности по урожайности и уборочной влажности зерна позволил выявить только одну семью ВК 79²/12-114, представляющую ценность для создания гибридов, одновременно обладающих как высокой урожайностью, так и низкой уборочной влажностью зерна. Причиной такого низкого результата является сложность сочетания в одном генотипе вышеназванных признаков.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено значительное влияние условий среды на степень проявления комбинационной способности, как по урожайности, так и по уборочной влажности зерна. Применение топкроссного метода оценки ком-

бинационной способности новых самоопыленных семей кукурузы (S₅) позволило дифференцировать их по селекционной ценности, выявить наиболее перспективные генотипы и наметить пути их дальнейшего использования. Наиболее ценными для использования в программах создания высокоурожайных гибридов представляет семья ВК 79²/12-114 со стабильно высокой ОКС и низкой СКС и семья ВК 79²/12-45 со стабильно высокой СКС и высокой и средней ОКС. Практическую значимость для селекции гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна имеет семья ВК 79²/12-17 со стабильно высокими ОКС и СКС и семьи ВК 79²/12-10 и ВК 79²/12-22 со стабильно высокой ОКС и высокой и средней СКС. Выделена семья ВК 79²/12-114, обладающая селекционной ценностью как в плане создания высокоурожайных гибридов, так и гибридов с пониженной влажностью зерна.

Использование нового исходного материала с установленной комбинационной способностью будет способствовать эффективности гибридизации.

Литература

- Капустян М. В., Чернобай Л. Н., Сикалова Е. В. Анализ комбинационной способности новых линий кукурузы различного происхождения в тестерных скрещиваниях // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 62–66.
- Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С. Комбинационная способность раннеспелых самоопыленных линий кукурузы и тестеров в системе топкроссных скрещиваний // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 114 (10). URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/102.pdf>. (дата обращения: 5.06.2022).
- Combining ability analysis in complete diallel cross of waxy corn for starch pasting viscosity characteristics / D. Kethaisong, B. Suriham, R. Tangwongchai, et al. // Scientia Horticulturae. 2014. Vol. 175. P. 229–235.
- Sprague G. F., Jenkins M. T. A comparison of synthetic varieties, multiple crosses and double crosses in corn // Agron. J. 1943. Vol. 35. P. 137–147.
- Югенхеймер Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование / Пер. с англ. Г. В. Дерягина, Н. А. Емельяновой; под ред. Г. Е. Шмараева. М.: Колос, 1979. 519 с.
- Перевязка Д. С., Перевязка Н. И., Супрунов А. И. Изучение специфической комбинационной способности новых раннеспелых и среднеранних автодиплоидных линий кукурузы // Научный журнал КубГАУ. 2021. № 166 (02). URL: <http://ej.kubagro.ru/2021/02/pdf/08.pdf>. (дата обращения: 5.06.2022).
- Чилашвили И. М., Супрунов А. И., Слащев А. Ю. Изучение комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края // Зерновое хозяйство России. 2015. № 4. С. 46–49.
- Абельмасов О. В. Селекційна оцінка самозапилених ліній та сестринських гібридів кукурудзи генетичної плазми айодент // Зернові культури. 2017. Т. 1. № 1. С. 35–39.
- Борозан П. А., Мустьяца С. И., Спыну В. Г. Изучение инбредных линий кукурузы на комбинационную способность // Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы: Материалы IV междунар. конф., посвящ. 55-летию основания Института генетики и цитологии НАН Беларуси (Минск, 3-4 ноября 2020 г.). Минск: Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, 2020. С. 38.
- Зайцев С. А. Применение диаллельного анализа при изучении комбинационной способности кукурузы // Аграрный научный журнал. 2020. № 8. С. 16–19.
- Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных скрещиваниях по высоте прикрепления початка / В. И. Жужукин, С. А. Зайцев, Д. П. Волков и др. // Успехи современного естествознания. 2018. № 10. С. 50–55.
- Пакудин В. З. Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных и анализирующих скрещиваниях // Бюлл. ВИР. 1974. № 43. С. 73.
- Палилова А. Н., Желудева В. П. Методы предварительной оценки исходного материала на комбинационную способность // Гетерозис: теория и методы практического использования. Минск: Наука и техника, 1961. С. 204–210.
- Дзюбецький Б. В., Абельмасов О. В. Характеристика тесткросів ранньостиглих ліній кукурудзи плазми Айодент в умовах північної зони степу України // Зернові культури. 2018. Т. 2. № 1. С. 5–13.
- Орлянская Н. А., Орлянская Н. А. Оценка комбинационной способности новых линий кукурузы Европейской кремнистой плазмы // АПК России. 2020. Т. 27. № 4. С. 629–634.
- 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.
- Методические указания по проведению полевых опытов с кукурузой / Д. С. Филев, В. С. Циков, В.

И. Золотов и др. Днепропетровск: Городская типография № 3. 1980. 54 с.

18. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / Сост.: В. Г. Вольф, П. П. Литун, А. В. Хавелова и др. Харьков: УНИИРСИГ, 1980. 74 с.

19. Hallauer A. R. Development of corn breeding methods // Proceedings of the XVth Congress of the Maize and Sorghum section of Eucarpia (Baden, Austria, 4-8 June 1990). Baden, 1990. P. 31-71.

Сведения об авторах:

Орлянская Наталья Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства кукурузы;
e-mail: vf-nauka@yandex.ru

Орлянский Николай Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, и. о. директора

Чеботарёв Дмитрий Сергеевич, младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства кукурузы,
vf-nauka@mail.ru

Воронежский филиал Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы, Воронежская обл., Россия.

EVALUATION OF COMBINING ABILITY OF CORN INBREDS (S5) DEVELOPED FROM GENETICALLY DIVERSE GERmplasm

Orlyanskaya N.A., Orlyanskiy N.A., Chebotarev D.S.

Abstract. We studied combining ability of new source material with the aim of increasing effectiveness of hybridisation. The article presents the results of evaluation and selection of 33 early maturing inbred lines S5, which were developed by a corn hybrid that originated from a few elite European flint and Lancaster lines, for combining ability. The combining ability studies were conducted using the top-crossing method for grain yield and grain moisture at harvest in 2020 and 2021 in the forest steppe of Voronezh region. The research has shown that grain yield and grain moisture at harvest of the testcrosses had different reactions to environmental conditions. Thus, the average grain yield was 7.84 t/ha with a range of variation from 6.08 to 9.91 t/ha in 2020, the average yield decreased to 5.52 t/ha with fluctuations from 3.53 to 6.99 t/ha in 2021. The grain moisture at harvest was in a range from 15.5 to 25.6 % in 2020 and it was between 14.6 and 19.1 % in 2021, the average grain moisture at harvest was 16.3 %. The studies show that general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) effects varied among environmental conditions. VK 792/12-114 with high general combining ability and low specific combining ability and VK 792/12-45 with high specific combining ability and high and medium general combining ability have practical value for grain yield improvement. The most suitable inbred lines as components of breeding programmes for low grain moisture at harvest are VK 792/12-17 with high general combining ability and specific combining ability and VK 792/12-10, VK 792/12-22 with high general combining ability and high and medium specific combining ability. We found that an inbred line VK 792/12-114 is able to produce high yielding hybrids with low grain moisture at harvest.

Key words: maize (*Zea mays* L.), inbred lines, combining ability, GCA effects, SCA variances.

References

1. Kapustyan MV, Chernobai LN, Sikalova EV. [Analysis of the combination ability of new maize lines of different origin in test crosses]. Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2018; 3. 62-66 p.
2. Krivosheev GYA, Ignat'ev AS. [Combining ability of early maturing self-pollinated maize lines and testers in the system of topcross crossings]. Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2015; 114 (10). <http://ej.kubagro.ru/2015/10pdf/102.pdf>.
3. Kethaisong D, Suriharn B, Tangwongchai R, Lertrat K. Combining ability analysis in complete diallel cross of waxy corn (*Zea mays* var. ceratina) for starch pasting viscosity characteristics. Scientia Horticulturae. 2014; 175. 229-235 p.
4. Sprague GF, Jenkins MT. A comparison of synthetic varieties, multiple crosses and double crosses in corn I. Agronomy Journal. 1943; 35. 137-147p.
5. Yugenkheymer RU. Kukuruz: uluchshenie sortov, proizvodstvo semyan, ispol'zovanie. [Corn: improved varieties, seed production, use]. Moscow: Kolos. 1979; 519 p.
6. Perevyazka DS, Perevyazka NI, Suprunov AI. [Study of the specific combination ability of new early and mid-early autodiploid maize lines]. Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2021; 166 (02). <http://ej.kubagro.ru/2021/02/pdf/08.pdf>.
7. Chiliazhvili IM, Suprunov AI, Slashchev AYU. [The study of combining ability of the new self-pollinated lines of maize in central part of Krasnodar krai]. Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015; 4. 46-49 p.
8. Abel'masov OV. [Breeding evaluation of self-pollinated lines and sister hybrids of maize genetic plasma Iodent]. Zernovi kul'turi. 2017; 1 (1). 35-39 p.
9. Borozan PA, Mustyatsa SI, Spynu VG. [Study of inbred maize lines for combining ability]. Genetika i biotekhnologiya XXI veka: problemy, dostizheniya, perspektivy: Materialy IV mezhd. konf., posvyashch. 55-letiyu osnovaniya Instituta genetiki i citologii NAN Belarusi (Minsk, 3-4 noyabrya 2020 g.). Minsk. 2020; 38 p.
10. Zaytsev SA. [The use of diallel analysis in the study of the combination ability of corn]. Agrarnyj nauchnyy zhurnal. 2020; 8. 16-19 p.
11. Zhuzhukin VI, Zaytsev SA, Volkov DP, Gudova LA. [Evaluation of the combination ability of corn lines in diallel crosses according to the height of attachment of the maize ear]. Uspekhi sovremennoy estestvoznaniya. 2018; 10. 50-55 p.
12. Pakudin VZ. Otsenka kombinatsionnoi sposobnosti linii kukuruzy v diallel'nykh i analiziruyushchikh skreshchivaniyakh [Evaluation of the combination ability of maize lines in diallelic and analyzing crosses]. Byull. VIR. 1974; 43. 73 p.
13. Palilova AN, Zheludeva VP. [Methods for preliminary assessment of the starting material for combining ability]. Geterozis: teoriya i metody prakticheskogo ispol'zovaniya. Minsk: Nauka i tekhnika. 1961. 204-210 p.
14. Dzyubec'kii BV, Abel'masov OV. [Characteristics of test crosses of early maturing Iodent plasma maize lines in the conditions of the northern steppe zone of Ukraine]. Zernovi kul'turi. 2018; 2 (1). 5-13 p. Ukrainian.
15. Orlyanskiy NA, Orlyanskaya NA. Otsenka kombinatsionnoi sposobnosti novykh linii kukuruzy Evropeiskoi kremnistoi plazmy. [Evaluating the combining ability of the new corn lines of European flint plasma]. APK Rossii. 2020; 27 (4). 629-634 p.
16. Lemeshev NA, Novichikhin AP, Gul'nyashkin AV. [Evaluation of new corn lines for combining ability on the basis of 'grain moisture at harvest']. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; 77. 117-121 p.
17. Filev DS, Tsikov VS, Zolotov VI. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kukuruzoi.

[Guidelines for conducting field experiments with corn]. Dnepropetrovsk: Gorodskaya tipografiya. 3. 1980; 54 p.

18. Vol'f VG, Litun PP, Khavelova AV. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu matematicheskikh metodov dlya analiza eksperimental'nykh dannykh po izucheniyu kombinatsionnoi sposobnosti. [Guidelines for the use of mathematical methods for the analysis of experimental data on the study of combination ability]. Khar'kov. 1980; 74 p.

19. Hallauer AR. Development of corn breeding methods. Proceedings of the XVth Congress of the Maize and Sorghum section of Eucarpia (Baden, Austria, 4-8 June 1990). Baden. 1990; 31-71 p.

Authors:

Orlyanskaya Natalia Alekseevna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, e-mail: vf-nauka@yandex.ru

Orlyansky Nikolay Alekseevich, Doctor of Agricultural Sciences, Director

Chebotarev Dmitry Sergeevich., Junior Researcher; e-mail: vf-nauka@mail.ru

Voronezh branch of the All-Russian Scientific Research Institute of corn/

Voronezh region, Russia