

УДК 631.15:631.527.5:631.811.98(470.630)

UDC 631.15:631.527.5:631.811.98(470.630)

**ВАРЬИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ (ГЕНОТИПОВ) ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕГУЛЯТОРА РОСТА**

**VARIATION IN ADAPTIVE TRAITS OF CORN HYBRIDS FIRST GENERATION (GENOTYPE) UNDER THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATOR**

Кравченко Роман Викторович  
д.с.-х.н., доцент  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Kravchenko Roman Viktorovich  
Dr.Sci.Agr., associate professor  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье дан обзор результатов изучения адаптивного потенциала гибридов кукурузы на зерно различных групп спелости в условиях Центрального Предкавказья. Обсуждаются вопросы варьирования адаптивных свойств гибридов кукурузы (экологической пластичности и стабильности проявления хозяйственно-ценных признаков), а также стабилизации урожайности кукурузы по годам при обработке их семян препаратом «ТМТД-плюс», содержащем в своем составе регулятор роста Крезацин

The article reviews the results of studying the adaptive potential of hybrids of corn maturity of different groups in the Central Caucasus. It discusses the variation of adaptive traits of maize hybrids (ecological plasticity and stability of the manifestations of agronomic traits), as well as stabilizing the yield of corn on an annual basis in the processing of seed preparation "TMTD-plus", which contains in its composition Krezatsin growth regulator

Ключевые слова: АДАПТИВНОСТЬ, ГИБРИДЫ КУКУРУЗЫ, КРЕЗАЦИН, СТАБИЛЬНОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ, ПРОТРАВИТЕЛЬ «ТМТД-ПЛЮС», ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ

Keywords: ADAPTIBILITY, CORN HYBRIDS, KREZATSIN, YIELD STABILITY, DISINFECTANTS «TMTD-PLUS», ECOLOGICAL PLASTICITY

Изменчивость количественных признаков, обусловленная условиями выращивания и взаимодействием «генотип – среда», всегда имеет место в процессе возделывания сельскохозяйственных культур, а также при проведении полевых испытаний сортов, гибридов, элементов технологии и так далее [3–7]. В связи с этим вопросы экологической стабильности растениеводства становятся наиболее актуальными. В этом плане А.А. Жученко считает, что возможность тех или иных видов растений противостоять действию местных стрессовых факторов, в конечном счете, предопределяет особенности их географического распределения, оказывая решающее влияние на структуру продовольственного обеспечения [1].

Поэтому в настоящее время актуальной задачей сельскохозяйственного производства является не просто достижение высоких показателей урожайных признаков, а стабильное их проявление. Решать задачи стабильного производства зерна, в общем, неосуществимо

без кукурузы и, в частности, без наличия набора гибридов с высокой потенциальной продуктивностью, обладающих экологической пластичностью и стабильностью в различных агроклиматических условиях произрастания.

Центральное Предкавказье характеризуется большим разнообразием природно-климатических зон, что обеспечивает практическую возможность с большой точностью определить адаптивность и стабильность проявления хозяйственно-ценных признаков гибридов кукурузы [8, 9, 13].

Предметом нашего исследования явились восемь гибридов и одна популяция кукурузы разных селекционных школ (Всероссийского НИИ кукурузы и Краснодарского НИИСХ) и групп спелости: раннеспелой (Машук 170 и Росс 199), среднеранней (Ньютон, Российская 1 (популяция) и Росс 299), среднеспелой (РИК 345 и Краснодарский 382) и среднепоздней (Эрик и Краснодарский 410).

Дифференциация исходных данных по фактору «нерегулируемые (экологические) условия среды» обеспечена изучением гибридов в годы с различными условиями вегетации (три года испытаний с 2004 по 2006 год) при разных сроках посева (три срока: ранний при  $t = + 8$  °С, рекомендуемый при  $t = + 10...12$  °С и поздний при  $t = + 15$  °С) в двух географических точках (пунктах исследований) Центрального Предкавказья, различающихся погодно-климатическими показателями (агроклиматическая зона достаточного увлажнения с ГТК = 1,1–1,3 и засушливая зона с ГТК = 0,7–0,9). Итого рассматриваются 18 сред. Оценку гибридов по влиянию регулятора роста Крезацина, содержащегося в составе протравителя семян «ТМТД-плюс», на их адаптивные свойства проводили по результатам полевых опытов, заложенных на учебно-опытной базе Ставропольского государственного аграрного университета. Статистическая обработка данных выполнена по методикам

регрессионного анализа [14, 15] с использованием пакета компьютерных программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS [12]. Генотипы оценивали по урожайности зерна как по наиболее экспрессивному (вариабельному) признаку. Полученный урожай гибридов кукурузы отражает воздействие на растение всех условий выращивания, следовательно, его можно считать главным критерием при оценке адаптивных свойств (экологической пластичности и стабильности проявления хозяйственно-ценных свойств).

Регрессионный анализ урожайных данных показал, что дисперсия относительно регрессии и экорегрессия у раннеспелого гибрида Машук 170 и среднеспелого гибрида Краснодарский 382 на обоих вариантах предпосевного протравливания имели средние показатели. Следовательно, они относятся к среднепластичным генотипам. Данная характеристика, по мнению А.Э. Панфилова, является наиболее оптимальной для гибридов кукурузы, и возделывание именно таких гибридов является необходимым условием повышения общей адаптивности кукурузы как культуры [11].

При использовании регуляторов роста при предпосевном протравливании семян у раннеспелого гибрида Росс 199 и среднеспелого гибрида РИК 345 наблюдались уменьшение отклонения от линии регрессии и слабая экорегрессия, поэтому данные гибриды перевели из высокопластичных в ранг пластичных. Аналогичная тенденция прослеживалась у сортообразцов Российской 1 и Эрика – высокопластичные генотипы можно было перевести в ранг низкопластичных. Гибриды Ньютон и Росс 299, изначально являющиеся низкопластичными, в данном случае также оказались низкопластичными со стабильным урожаем в различных условиях среды. Гибрид Краснодарский 410 имел экологически пластичный генотип с хорошей отзывчивостью на улучшение условий произрастания, со склонностью к снижению урожайности в неблагоприятных условиях.

Анализ показателей коэффициента регрессии урожайности каждого отдельного гибрида и популяции на изменение условий среды дал возможность дополнить характеристику их адаптивности (табл. 1). Так, наибольшей отзывчивостью на улучшение среды обладали генотипы раннеспелый Машук 170, среднеранний Краснодарский 382 и среднепоздний Краснодарский 410, со средней пластичностью, имеющие максимальный коэффициент адекватности (B). В то же время большей прогнозируемостью формируемой урожайности отличался среднеспелый гибрид РИК 345, в то время как среднеранние гибриды Ньютон и Росс 299 имели наибольшую толерантность к ухудшению среды с низкой адекватностью урожайности к условиям произрастания.

**Таблица 1 – Влияние экологических факторов на показатели пластичности гибридов кукурузы (по Мартынову, 1999)**

Гибрид, популяция	Предпосевная обработка семян	Коэффициент адекватности (B)	Коэффициент регрессии (bi)	Ошибка коэффициента регрессии (Sb)	Критерий значимости отклонения от 1 (t)
Машук 170	Контроль	0,89	1,08	0,13	0,66
	ГМТД-плюс	0,81	1,04	0,09	0,47
Росс 199	Контроль	0,86	1,20	0,21	0,98
	ГМТД-плюс	0,63	1,15	0,21	0,73
Ньютон	Контроль	0,55	0,79	0,11	5,99
	ГМТД-плюс	0,53	0,73	0,11	6,49
Росс 299	Контроль	0,53	0,58	0,11	4,96
	ГМТД-плюс	0,51	0,48	0,11	5,64
Российская 1	Контроль	0,80	0,67	0,19	1,71
	ГМТД-плюс	0,56	0,69	0,12	2,62
РИК 345	Контроль	0,82	1,44	0,16	2,66
	ГМТД-плюс	0,73	1,41	0,21	1,96
Краснодарский 382	Контроль	0,82	0,92	0,10	0,81
	ГМТД-плюс	0,90	0,89	0,07	1,49

Эрик	Контроль	0,81	1,12	0,13	0,91
	ТМТД-плюс	0,58	1,21	0,16	1,35
Краснодарский 410	Контроль	0,89	1,20	0,10	1,98
	ТМТД-плюс	0,90	1,19	0,11	3,53

Применение регулятора роста Крезацина в предпосевном протравливании (препарат ТМТД-плюс) снижало адекватность реакции растений кукурузы на условия произрастания у высокопластичных генотипов, наиболее ярко проявившейся у среднеранней популяции Российская 1 и среднепозднего гибрида Эрик.

Таким образом, изучаемые гибриды и популяция кукурузы имеют следующие характеристики. Раннеспелый гибрид Машук 170 является среднеинтенсивной фенотипически высокостабильной формой. Применение регулятора роста Крезацина в предпосевном протравливании семян препаратом ТМТД-плюс усиливал данное качество (критерий значимости отклонения от 1 увеличивается).

Раннеспелый гибрид Росс 199 характеризуется как интенсивный фенотипически высокостабильный генотип. Протравитель ТМТД-плюс увеличивал его пластичность, снижая стабильность.

Среднеранние гибриды Ньютон и Росс 299 являются экстенсивными формами, соответственно, с пониженной и с очень низкой фенотипической стабильностью. Протравитель ТМТД-плюс не влиял на показатели их пластичности и стабильности.

Среднеранняя популяция Российская 1 представляет собой экстенсивную форму с низкой фенотипической стабильностью. Протравитель ТМТД-плюс уменьшал показатели её пластичности, увеличивая стабильность.

Среднеспелый гибрид РИК 345 относится к интенсивной форме с очень низкой фенотипической стабильностью. Применение регулятора роста Крезацина в предпосевном протравливании семян препаратом

ТМТД-плюс снижало стабильность проявления хозяйственно-ценных свойств данного гибрида (критерий значимости отклонения от 1 уменьшался).

Среднеспелый гибрид Краснодарский 382 является среднеинтенсивной фенотипически высокостабильной формой. Протравитель ТМТД-плюс снижал его пластичность и увеличивал стабильность урожайных свойств, переводя его в ранг экстенсивного генотипа.

Среднепоздний гибрид Эрик относится к интенсивной фенотипически очень высокостабильной форме. Протравитель ТМТД-плюс увеличивал его фенотипическую стабильность.

Среднепоздний гибрид Краснодарский 410 также относится к интенсивной фенотипически высокостабильной форме. Применение регулятора роста Крезацина в предпосевном протравливании семян препаратом ТМТД-плюс усиливал стабильность проявления хозяйственно-ценных свойств данного гибрида (критерий значимости отклонения от 1 увеличивался).

Метод оценки стабильности проявления хозяйственно-ценных признаков гибридов и популяции кукурузы предназначен для подсчета интегрального показателя, позволяющего оценивать стабильность сортов или гибридов сельскохозяйственных культур [10, 16]. Анализ полученных данных позволяет ранжировать генотипы по их способности сочетать высокую потенциальную урожайность в благоприятных условиях с минимальным ее снижением в неблагоприятных условиях выращивания, что полностью соответствует понятию пластичности в практической селекции (табл. 2).

Анализ, проведённый по методу С.П. Мартынова [12], позволил уточнить некоторые стороны адаптивности изучаемых гибридов и популяции кукурузы, данные на основе оценки их пластичности по К.В.

Finley, Q.N. Wilkinson и S.A. Eberhart, W.A. Russel [14, 15]. Так, среднеспелый гибрид Краснодарский 382 и раннеспелый гибрид Машук 170, показавшие оптимальные показатели пластичности, характеризуются низкими показателями стабильности урожайности, что снижает их практическую значимость.

**Таблица 2 – Стабильность гибридов кукурузы по средней урожайности на фоне экологических факторов (по С.П. Мартынову, 1999)**

Гибрид, популяция (регулятор роста)	Средняя урожайность, т/га	Коэффициент стабильности	Степень выраженности стабильности
РИК 345 (б)	7,674	19,175	Выше средней
РИК 345 (а)	6,950	12,242	Выше средней
Ньютон (а)	6,844	8,228	Выше средней
Росс 299 (а)	6,763	6,873	Выше средней
Российская 1 (а)	6,434	2,841	Выше средней
Росс 199 (а)	6,389	1,335	Выше средней
Росс 299 (б)	6,925	1,077	Выше средней
Ньютон (б)	6,927	1,064	Выше средней
Краснодарский 410 (б)	6,833	0,091	Выше средней
Российская 1 (б)	6,875	-1,246	Ниже средней
Росс 199 (б)	6,822	-2,116	Ниже средней
Краснодарский 410 (а)	6,183	-3,233	Ниже средней
Краснодарский 382 (б)	6,660	-5,457	Ниже средней
Машук 170 (б)	6,596	-5,617	Ниже средней
Краснодарский 382 (а)	6,125	-6,463	Ниже средней
Эрик (б)	6,617	-6,970	Ниже средней
Машук 170 (а)	5,887	-9,141	Ниже средней
Эрик (а)	5,727	-12,682	Ниже средней
В среднем	6,624	0,000	
Доверительный интервал	0,391	0,074	

*Примечание. Обработка семян: а) ТМТД; б) ТМТД-плюс (содержащий в своем составе регулятор роста Крезацин).*

Применение регулятора роста Крезацина при предпосевном протравливании семян этих гибридов повышало стабильность проявления их хозяйственно-ценных признаков, соответственно, в 1,2 и 1,6 раза и увеличивало их привлекательность для сельскохозяйственного производства.

Аналогичные тенденции зафиксированы у среднепозднего гибрида Краснодарский 410: в варианте с предпосевным протравливанием семян изучаемым препаратом ТМТД-плюс стабильность его урожайности становится выше средней.

Среднепоздний гибрид Эрик имеет самую низкую стабильность урожайности, которая увеличивается в 1,8 раза при использовании регулятора роста в предпосевном протравливании семян.

Среднеспелый гибрид РИК 345 на обоих вариантах предпосевого протравливания, но особенно при применении регулятора роста, показал высокую стабильность урожайности. Это в сочетании с оптимальными показателями пластичности делает его наиболее перспективным для получения зерна кукурузы.

Среднеранние гибриды Ньютон и Росс 299 также продемонстрировали высокую стабильность урожайности, но низкие показатели экологической пластичности несколько снижают значимость их для высокотехнологичных производств.

Выше средней оценивалась стабильность урожайности среднеранней популяции Российская 1 и раннеспелого гибрида Росс 199. Использование в предпосевном протравливании семян регулятора роста способствовало росту урожайности, но приводило к её дестабилизации.

После оценки значимости регулятора роста Крезацина при предпосевном протравливании семян гибридов и популяции кукурузы необходимо подтвердить его положительное влияние на стабилизацию урожайности кукурузы на вариантах, где она изначально была низкой. Это в основном гибриды с продолжительным периодом вегетации, такие как среднепоздние Краснодарский 410 и Эрик, среднеспелый Краснодарский 382 и раннеспелый гибрид Машук 170, а также среднеспелый гибрид РИК 345, характеризующийся наибольшей стабильностью урожайности. В то же время, у генотипов с коротким периодом вегетации (раннеспелый

гибрид Росс 199, среднеранние гибриды Ньютон и Росс 299, а также популяция Российская 1), обладающих высокими показателями стабильности формирования урожая зерна, использование регулятора роста приводило к некоторому уменьшению стабильности урожайности.

#### Список литературы

1. Жученко А.А. Роль адаптивной системы селекции в растениеводстве XXI века // Коммерческие сорта полевых культур Российской Федерации. М.: ИКАР, 2003. С. 10–15.
2. Кильчевский А.В., Хотылёва Л.В. Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372 с.
3. Кравченко Р.В. Реализация продуктивного потенциала гибридов кукурузы по технологиям различной интенсивности // Вестник БСХА. 2009. № 2. С. 56–60.
4. Кравченко Р.В. Влияние полного минерального удобрения на продуктивный потенциал гибридов кукурузы на чернозёме выщелоченном // Агрехимия. 2009. № 8. С. 15–18.
5. Кравченко Р.В. Реализация продуктивного потенциала гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева // Аграрная наука. 2009. № 2. С. 27–28.
6. Кравченко Р.В., Пивоваров В.Ф. Оценка параметров адаптивности и стабильности проявления хозяйственно-ценных признаков гибридов кукурузы // Генетика и биотехнология на рубеже тысячелетий: Материалы Международной научной конференции. Минск, 2010. С. 59.
7. Кравченко Р.В., Добруцкая Е.Г., Шевцова Е.В. Сравнительная оценка гибридов кукурузы по отзывчивости к регулируемым факторам среды и устойчивости к нерегулируемым // Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы: Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. посв. 90-летию ВНИИССОК. М.: Изд-во ВНИИССОК, 2010. Т. 2. С. 347–351.
8. Кравченко Р.В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография. Ставрополь, 2010. 208 с.
9. Кравченко Р.В., Тронева О.В. Влияние основной обработки почвы на эффективность возделывания кукурузы в условиях Ставропольского края // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ, 2011. – № 71 (07). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/43.pdf>
10. Мартынов С.П. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1989. – № 3. – С. 124–128.
11. Панфилов А.Э. Продуктивный потенциал кукурузы и факторы его реализации в лесостепи Южного Зауралья: Дисс... док. с.-х. наук 06.01.09 // Российская государственная библиотека : [Офиц. сайт]. 2005. – Режим доступа : <http://diss.rsl.ru/diss.aspx?orig=/rsl01002000000/rsl01002932000/rsl01002932297/rsl01002932297.pdf>
12. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ AGROS, версия 2.09.: Руководство пользователя / С.П. Мартынов. – Тверь, 1999. – 90 с.
13. Тронева О.В., Кравченко Р.В., Прохода В.И. Продуктивность гибридов кукурузы в условиях различных агроклиматических зон Ставропольского края // Междунар. конф.

молодых ученых и спец., посвящ. 145-летию РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева: Сборник статей. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. Т. 1. С. 127–130.

14. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. 1966. № 1 (6). P. 36-40.

15. Finley K.W., Wilkinson Q.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme // Austr. J. Agric, 1963. Vol. 14. P. 742–754.

16. Martynov S.P. A method for the estimation of crop varieties stability // Biometrical J. 1990. – Vol. 32. – P. 887–893.