

УДК 631.15:631.527.5:631.811.98(470.630)

UDC 631.15:631.527.5:631.811.98(470.630)

**АДАПТИВНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ
ПРОЯВЛЕНИЯ УРОЖАЙНЫХ СВОЙСТВ
ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ФОНЕ
АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

**ADAPTIBILITY AND STABILITY OF
MANIFESTATIONS OF YIELD PROPERTIES
OF MAIZE HYBRIDS AT BACKGROUND
ANTHROPOGENOUS FACTORS**

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 адаптивных свойств гибридов кукурузы на зерно различных групп спелости на фоне антропогенных факторов. Обсуждаются вопросы практического применения результатов исследований для получения максимальных урожаев зерна с 1 га, экологически чистой продукции (в том числе при возделывании кукурузы на природоохранных территориях), экономически оправданного урожая с максимальной отдачей вложенных средств, а также возможность применения экстенсивных технологий возделывания кукурузы при ограниченных материально–денежных ресурсах производителей

The article reviews the results of studies of adaptive properties of the hybrid corn of different groups of maturity at the background of anthropogenic factors. It discusses the practical application of research results in order to maximize grain yields from 1 ha, environmentally friendly products (including at cultivation of corn on the protected areas), economically viable crop with maximum return on investment, as well as the possibility of extensive corn cultivation technology with limited material resources-money producers

Ключевые слова: АДАПТИВНОСТЬ,
АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ГИБРИДЫ
КУКУРУЗЫ, УРОЖАЙНОСТЬ,
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ

Keywords: ADAPTIBILITY, ANTHROPOGENIC
FACTORS, CORN HYBRIDS, YIELDS,
ECOLOGICAL PLASTICITY

Проблемы интенсификации растениеводства, повышения урожайности и создания новых продуктивных сортов и гибридов, то есть обеспечение людей пищей и растительным сырьём является жизненно важным для человечества, которое живёт только благодаря растительному покрову Земли. В этом плане необходимо обратить внимание на одну из ведущих зерновых культур – кукурузу (*Zea mays*). Наш подход к проблеме высокорентабельного производства дешевого зерна вытекает из посылки, что кукуруза является универсальной зерновой культурой с высоким продуктивным и адаптивным потенциалом, которая благодаря своей высокой пластичности способна продуктивно использовать почвенно-климатические факторы, хорошо отзываться прибавкой урожая на улучшение водного и пищевого режимов почвы, общего агротехнического состояния посевов [8].

Изменчивость количественных признаков, обусловленная условиями выращивания и взаимодействием «генотип-среда», всегда имеет место в процессе возделывания сельскохозяйственных культур [3, 4 5, 10, 14]. Причиной этого является то, что в селекции, в отличие от эволюции, движущие формы преобладают над стабилизирующими, которые способствуют возрастанию отзывчивости на регулируемые факторы и падению устойчивости к нерегулируемым факторам среды и, как следствие, наличие специфической реакции генотипов на среду, находящая своё отражение в экологической устойчивости растениеводства [2]. Рассматривая данный вопрос в комплексе, А.А. Жученко подчеркивал, что по мере роста потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур за счет селекции и агротехники, проблема устойчивости новых сортов и гибридов к действию абиотических и биотических стрессов становится все более острой [1].

Знание взаимодействия генетических систем с отдельными компонентами внешней среды необходимо для определения ареала их распространения (нерегулируемые условия среды) и правильного выбора соответствующих технологий возделывания (регулируемые условия среды), дифференцированных по уровню затрат антропогенной энергии – экстенсивной (I), энергоресурсосберегающей и почвозащитной (II), интегрированной (III), биологизированной экологически безопасной (IV), интенсивной (V) либо высокоинтенсивной (VI) [8].

По параметру адаптивной способности все гибриды подразделяются на экологически адаптивные низкопластичные с широким набором генов внутренней защиты от неблагоприятных условий (устойчивые к нерегулируемым факторам среды), которые, как правило, не окупают затраты на интенсификацию (им соответствует с I по IV варианты технологий) и высокопластичные со стабильным проявлением признаков, которые отзывчивы на улучшение условий произрастания (общего

агрофона) за счет лучшей адаптивной возможности в варьирующих условиях регулируемой среды (V и VI варианты технологий – высокочувствительные с большим экономическим эффектом) [8].

В последний период направленность селекционного процесса была в сторону создания современных гибридов, которым бы было присуще свойство адаптивности к условиям произрастания. По результатам экспериментальных данных осуществимо определить наиболее важные признаки, по которым можно судить об адаптивном потенциале генотипов. Среди них О.М. Сидорова, Т.С. Чалык и Г.П. Каравайнов к наиболее важным критериям адаптивности относят пластичность и стабильность по урожайности гибридов кукурузы [12]. А А.В. Кильчевский и Л.В. Хотылёва добавляют, что здесь очень важно выделение отзывчивости к регулируемым факторам среды и устойчивости к нерегулируемым [2]. То есть, необходима оценка генотипов не только на фоне экологических (нерегулируемых) факторов, так на фоне антропогенных (регулируемых) факторов [9]. Здесь также следует иметь в виду, что разные методы оценивают различные стороны этого явления. Основой методик является регрессионный анализ, который выполнялся по S.F. Eberhart, W.A. Russel [16]. В дальнейшем были выбраны две основные методики: С.П. Мартынова [13] и А.В. Кильчевского с Л.В. Хотылёвой [2]. С.П. Мартынов доработал интерпретацию В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной [11] методик регрессионного анализа К.В. Finley, Q.N. Wilkinson [17], S.A. Eberhart, W.A. Russel [16] и Q.C.C. Tai [18]. Данная методика применима для оценок полевых опытов технологического характера. Методика А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылёвой имеет применение в основном в селекционно-семеноводческом направлении. То есть, эти две методики органично добавляют друг друга.

Поэтому целесообразна всесторонняя оценка адаптивного потенциала генотипов и параметров различных сред по разным методикам,

что и было проведено в наших исследованиях. Оценку гибридов по экологической пластичности проводили по результатам полевых опытов 2004 – 2006 годов. Гибриды были представлены основными группа спелости, такими как : раннеспелая (Машук 170 и Росс 199), среднеранняя (Ньютон, Российская 1 (популяция) и Росс 299), среднеспелая (РИК 345 и Краснодарский 382) и среднепоздняя (Эрик и Краснодарский 410). Дифференциация исходных данных по фактору «регулируемые условия среды» наличием пяти уровней затрат антропогенной энергии (интенсивности технологий возделывания), изучаемых в течение трёх лет (табл. 1). Итого 15 сред.

Таблица 1 – Блок-схема опыта (разноуровневые технологии)

Технология	Базовые элементы технологии		
	основная обработка почвы	система удобрений	система защиты от сорняков
Экстенсивная	минимальная	отсутствует	механическая
Энергосберегающая	минимальная	отсутствует	гербициды
Интегрированная	вспашка	отсутствует	гербициды
Биологизированная	вспашка	биогумус (6 т/га)	механическая
Интенсивная	вспашка	N ₁₁₀ P ₈₀ K ₈₀	гербициды

Пластичность и стабильность генотипов оценивали по урожайности зерна как по наиболее экспрессивному (вариабельному) признаку. Полученный урожай гибридов кукурузы отражает действие на растение всех условий выращивания, следовательно, его можно считать главным критерием при оценке по экологической пластичности и стабильности.

Статистическая обработка данных выполнена в отделе экологической селекции Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур по методикам регрессионного анализа с использованием

пакета компьютерных программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS и SONA.

Под экологической пластичностью сорта или гибрида на практике понимают отзывчивость к улучшению условий произрастания наряду со склонностью к снижению урожайности в неблагоприятных условиях. По сочетаемости признаков «экологическая пластичность» и «урожайность» все гибриды можно разделить на три типа: совмещение высокой экологической пластичности и урожайности (особо ценные); высокая урожайность и низкая пластичность; гибриды с низкой урожайностью и пластичностью (не имеют практического значения). Зная параметры экологической пластичности гибрида, по мнению И.П. Чучмий и В.В. Моргун, можно судить не только о возможности его распространения, но, что особенно важно, и о стабильном получении урожаев по годам в определенной агроклиматической зоне [15].

Метод оценки пластичности основан на регрессионном анализе [16, 17]. Реакция гибрида на изменение условий выращивания (пластичность) характеризуется коэффициентом линейной регрессии признака на индексы среды. Дисперсия относительно регрессии характеризует стабильность урожая в различных условиях среды.

Важно отметить, что оценка стабильности или пластичности сортов или оценка опытов любым методом имеют смысл только тогда, когда имеет место значимое взаимодействие генотип-среда, которое может быть установлено двухфакторным дисперсионным анализом экологического и/или многолетнего испытания. Кроме этого, сравнение сортов по пластичности значимо, когда дисперсия относительно регрессии примерно одинакова.

Поэтому, на первом этапе методами дисперсионного анализа проверили факт наличия взаимодействия «генотип – среда» для всей группы изучаемых гибридов и популяции. Результаты дисперсионного

анализа подтвердили достоверное влияние условий среды и взаимодействия «генотип - условия среды» на урожайность изучаемой группы гибридов. F-критерий показал, что градации фактора «условия» различаются достоверно, влияние повторений не обнаружено, ошибка опыта в допустимых пределах и, следовательно, опыт считается корректным (условия взяты неодинаковые). А раз достоверно влияние взаимодействия «генотип – условия», то имеет смысл продолжить анализ поведения гибридов и популяции кукурузы различных групп спелости и возможно переходить ко второму этапу анализа – оценке параметров экологической пластичности и стабильности каждого гибрида и популяции в отдельности, то есть их адаптивных свойств.

Проведённый регрессионный анализ взаимодействия «генотип-среда», где среда – это вариант технологии возделывания кукурузы на зерно (регулируемый антропогенный фактор), проведенный по методике С.П. Мартынова [13], во многом подтвердил характеристику пластичности гибридов, данную на основе изучения взаимодействия «генотип-среда», где в роли среды выступают климатические показатели пункта посева (зоны возделывания), сроки посева и годы исследования, то есть нерегулируемые факторы [6 – 8]. Это относится к раннеспелым гибридам Машук 170 и Росс 199, среднеранним гибридам Ньютон и Росс 299 и среднеспелым гибридам РИК 345 и Краснодарский 382.

Особенности взаимодействия «генотип-среда» выявлены в отношении гибридов с продолжительным периодом вегетации – среднепоздних Эрика и Краснодарского 410, а также среднеранней популяции Российская 1. На фоне разноуровневых технологий возделывания экологическая пластичность данных генотипов понизилась: в меньшей мере – у пластичного Краснодарского 410, который перешел в ранг среднепластичного гибрида (дисперсия относительно регрессии и экорегрессия имеют средние показатели), и существенно – у

высокопластичных популяции Российская 1 и гибрида Эрик, которые под воздействием антропогенного фактора проявили себя как низкопластичные.

Анализ других показателей регрессии урожайности каждого отдельного гибрида и популяции на изменение уровня интенсивности технологии возделывания дополнил характеристику их адаптивности (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние контролируемых агротехнических факторов на показатели пластичности гибридов кукурузы (по Мартынову, 1999)

Гибрид, популяция	Коэффициент адекватности (B)	Коэффициент регрессии (b _i)	Ошибка коэффициента регрессии (Sb)	Критерий значимости отклонения от 1 (t)
Машук 170	0,94	0,94	0,11	1,16
Росс 199	0,78	1,11	0,28	0,93
Ньютон	0,84	0,38	0,09	13,04
Росс 299	0,97	1,23	0,11	3,22
Российская 1	0,80	0,69	0,07	5,58
РИК 345	0,90	1,66	0,27	2,51
Краснодарский 382	0,88	0,90	0,16	2,03
Эрик	0,98	1,11	0,08	0,71
Краснодарский 410	0,93	1,01	0,13	0,45

Так, у всех генотипов выявлен высокий коэффициент адекватности (B) уровня урожайности интенсивности технологии возделывания. Самой высокой отзывчивостью на улучшение среды (в данном случае – агрофона) характеризуются среднепоздний гибрид Эрик и среднеранний гибрид Росс 299.

Но это не значит, что раннеспелый гибрид Машук 170, среднеранний гибрид Краснодарский 382 и среднепоздний гибрид Краснодарский 410, имеющие максимальный коэффициент адекватности (В) на фоне абиотических факторов, понизили его. В данном случае гибриды Эрик и Росс 299 более подвержены действию антропогенного фактора.

Максимальным коэффициентом регрессии, то есть большей прогнозируемостью формируемого урожая зерна, также отличается среднеспелый гибрид РИК 345. А наибольшей толерантностью к ухудшению среды с низкой адекватностью урожайности к условиям произрастания – среднеранние гибрид Ньютон и популяция Российская 1.

Анализ стабильности проявления урожайных признаков гибридов и популяции кукурузы, проведённый по методу С.П. Мартынова [13] дополнил некоторые стороны адаптивности изучаемых гибридов и популяции кукурузы, данные на основе оценки их пластичности по K.W. Finley, Q.N. Wilkinson и S.A. Eberhart, W.A. Russel [16, 17] на фоне действия нерегулируемых факторов (табл. 3).

Так, среднеспелый гибрид РИК 345 и здесь показал высокую стабильность урожайности. Это, в сочетании с высокой стабильностью на фоне действия естественных экологических факторов, а также с оптимальными показателями пластичности, делает его наиболее перспективным для производства зерна кукурузы.

Среднеранний гибрид Росс 299 также характеризуется высокими показателями стабильности проявления хозяйственно-ценных признаков как на фоне действия естественных экологических, так и антропогенных факторов.

Выше средней оценивается стабильность урожайности популяции Российская 1, а также раннеспелого гибрида Росс 199, имевших выше средней стабильность урожайности и на фоне действия естественных экологических факторов.

Таблица 3 – Стабильность гибридов кукурузы по средней урожайности на фоне различных технологий возделывания (по Мартынову, 1999)

Название	Средняя урожайность, т/га	Коэффициент стабильности	Степень выраженности стабильности
РИК 345	7,28	4,225	выше средней
Росс 299	7,03	2,890	выше средней
Российская 1	6,57	0,789	выше средней
Росс 199	6,50	0,239	выше средней
Ньютон	6,36	-0,149	ниже средней
Машук 170	6,12	-1,368	ниже средней
Краснодарский 382	6,02	-1,815	ниже средней
Эрик	5,93	-2,308	ниже средней
Краснодарский 410	5,87	-2,508	ниже средней
В среднем	6,41	0,000	
Доверительный интервал	0,66	0,079	

У среднераннего гибрида Ньютон отмечена низкая стабильность урожайности, в то время как на фоне действия естественных экологических факторов она была выше средней.

Среднепоздние гибриды Краснодарский 410 и Эрик, среднеспелый гибрид Краснодарский 382, а также раннеспелый гибрид Машук 170, показавшие оптимальные показатели пластичности и обладающие высокой фенотипической стабильностью, характеризуются низкими показателями стабильности урожайности.

Таким образом, на основании выводов по данной главе можно уточнить характеристику и рекомендации по использованию испытываемых гибридов и популяции кукурузы.

Раннеспелый гибрид Машук 170, среднеспелый гибрид Краснодарский 382 и среднепоздний гибрид Краснодарский 410 обладают высокими показателями прогнозируемости урожайности, фенотипической стабильности и адаптивности со средней отзывчивостью на улучшение среды и низкой стабильностью урожайности по годам. Рекомендуются для возделывания по среднезатратным технологиям, в том числе экологически безопасным и почвозащитным.

Раннеспелый гибрид Росс 199 относится к высокопластичным гибридам интенсивного типа с пониженной фенотипической стабильностью, с низкой адекватностью к улучшению условий произрастания и высокой стабильностью урожайности по годам. Рекомендуется для возделывания по полуинтенсивным технологиям (с высокой насыщенностью средствами защиты растений без применения удобрений).

Среднеранний гибрид Ньютон является низкопластичными гибридом со стабильным и неадекватным урожаем в различных условиях среды, низкой нормой реакции и фенотипической стабильностью. Рекомендуется для возделывания по экстенсивным технологиям.

Среднеранняя популяция Российская 1 представляет собой низкокопластичный генотип экстенсивного типа с низкой фенотипической стабильностью, средней прогнозируемостью и высокой стабильностью урожайности по годам. Рекомендуется для возделывания по экстенсивным и энегроресурсосберегающим технологиям.

Среднеспелый гибрид РИК 345 и среднеранний гибрид Росс 299 характеризуются самыми высокими показателями адаптивности, высокой прогнозируемостью урожайности в контролируемых условиях, со

стабильной по годам урожайностью. Рекомендуется для возделывания по высокоинтенсивным и интенсивным технологиям.

Среднепоздний гибрид Эрик имеет высокие показатели экологической пластичности и фенотипической стабильности с высокой прогнозируемостью урожайности и нормой реакции на улучшение среды, а также низкой стабильностью урожайности. Рекомендуется для возделывания только по интенсивным технологиям. Такого типа гибриды способны значительно повышать урожайность при улучшении условий выращивания (высокая культура земледелия, полив, удобрения и так далее), но в то же время на низком агрофоне их урожайность резко падает.

Анализ параметров адаптивности изучаемых гибридов на фоне действия регулируемых антропогенных факторов, проведенный по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылёвой [2] во многом подтвердил характеристику, данную гибридам по результатам анализа по методике С.П. Мартынова [13], а также на основании изучения действия на них нерегулируемых (экологических) факторов, и позволил выделить гибриды, обладающие высокой отзывчивостью на улучшение общего агрофона и устойчивостью к действию нерегулируемых факторов (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние контролируемых агротехнических факторов на показатели пластичности гибридов кукурузы (по Кильчевскому, Хотылёвой, 1997)

Гибрид	X_i , т/га	OAC_i	CAC_i	Sc_i	B_i	CZG_i
1. Машук 170	6,12	-0,29	2,01	23,17	0,93	3,13
2. Росс 199	6,50	0,08	2,99	26,60	1,07	2,86
3. Ньютон	6,35	-0,06	0,34	9,15	0,37	5,13
4. Российская 1	7,09	0,68	3,80	27,47	1,29	2,99
5. Росс 299	6,57	0,16	1,24	16,97	0,74	4,22
6. РИК 345	7,28	0,86	6,49	35,00	1,64	1,91
7. Краснодарский 382	6,04	-0,37	1,88	22,71	0,90	3,15
8. Эрик	5,93	-0,49	2,54	26,91	1,07	2,57
9. Краснодарский 410	5,87	-0,55	2,26	25,62	0,99	2,70

Так, к генотипам интенсивного направления с высокой отзывчивостью на улучшение условий произрастания как на фоне нерегулируемых, так и регулируемых факторов относятся среднепоздние гибриды Краснодарский 410 и Эрик, раннеспелый гибрид Росс 199, обладающие высокой специфической адаптивной способностью ($САС_i$) и низкими общей адаптивной способностью ($ОАС_i$) и относительной стабильностью (высокие показатели Sg_i). Поэтому они ориентированы на высокий агрофон (интенсивную агротехнику).

К экологически стабильным, низкопластичным (по Sg_i) генотипам экстенсивного направления относятся раннеспелый гибрид Машук 170, среднеранний гибрид Ньютон и популяция Российская 1, а также среднеспелый гибрид Краснодарский 382. Их рекомендуется возделывать по низкочувствительным технологиям.

Самыми перспективными в деле решения вопроса стабилизации и повышения сборов зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья, по нашему мнению, являются гибриды с различной нормой реакции на регулируемые и нерегулируемые факторы, обладающие высокой отзывчивостью на улучшение общего агрофона и устойчивостью к действию природных факторов. К ним относятся среднеспелый гибрид РИК 345 (применительно к условиям зоны достаточного увлажнения) и среднеранний гибрид Росс 299. Данные гибриды обладают самыми высокими потенциалами продуктивности (X_i) и общей адаптивной способности ($ОАС_i$), но при этом отличаются низкой или пониженной селекционной ценностью генотипа ($СZG_i$) и стабильностью урожайности, что подтверждается высоким уровнем параметров специфической адаптивной способности ($САС_i$), а также экологической устойчивостью

(Sg_i) и пластичностью или отзывчивостью генотипа (b_i), отражающих, соответственно, способность генотипа в результате регуляторных механизмов поддерживать определенный генотип в различных условиях среды и реакцию генотипа на изменение условий среды, проявляющуюся в фенотипической изменчивости. Таким образом, РИК 345 и Росс 299 являются высокопластичными гибридами интенсивного типа с высокой экологической устойчивостью.

Таким образом, комплексная оценка по параметрам адаптивности и стабильности гибридов и популяции кукурузы позволяет оптимизировать производство зерна кукурузы применительно агроклиматическим и агротехническим условиям возделывания кукурузы для стабильного по годам получения продукции, а также дать практические рекомендации для различных целей сельскохозяйственного производства.

Так, для получения максимальных урожаев зерна с 1 га возделывать кукурузу по интенсивной технологии, используя среднеранний гибрид Росс 299, среднеспелый РИК 345 и среднепоздний гибрид Эрик. Для получения экологически чистой продукции, а также при возделывании кукурузы на природоохранных территориях выращивать раннеспелый гибрид Росс 199, среднеранний гибрид Росс 299 и среднеспелый РИК 345 по биологизированной технологии. Для получения экономически оправданного урожая с максимальной отдачей вложенных средств использовать энергосберегающую технологию возделывания раннеспелого гибрида Машук 170, среднеранних Ньютона и популяции Российская 1, среднеспелого гибрида Краснодарский 382 и среднепозднего гибрида Краснодарский 410. При ограниченных материально–денежных ресурсах

применять экстенсивную технологию возделывания среднеранних гибрида Ньютон и популяции Российская 1.

Библиографический список

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: Техналогія, 1997. 372 с.
3. Кравченко Р.В. Влияние полного минерального удобрения на продуктивный потенциал гибридов кукурузы на чернозёме выщелоченном // Агрохимия, 2009. №8. С. 15-18.
4. Кравченко Р.В. Реализация продуктивного потенциала гибридов кукурузы по технологиям различной интенсивности // Вестник БСХА, 2009. № 2. С. 56 – 60.
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., Пивоваров В.Ф. Адаптивность и стабильность гибридов кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья // Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы : матер. II Междунар. науч.-практ. конф. посв. 90-летию ВНИИССОК. М. : Изд-во ВНИИССОК, 2010. Т.1. С. 367 – 370.
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., 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 : матер. II Междунар. науч.-практ. конф. посв. 90-летию ВНИИССОК. М. : Изд-во ВНИИССОК, 2010. Т.2. С. 347 – 351.
10. 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>
11. Пакудин В.З. Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология, 1984. № 4. С. 109 - 113.
12. Сидорова О.М., Чалык Т.С., Карайванов Г.П. Адаптивность гибридов кукурузы молдавской селекции // Селекционно-генетические исследования кукурузы и сорго в Молдавии. Кишинев : Штиинца, 1989. С. 38 - 45.
13. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ AGROS, версия 2.09. : руководство пользователя / С.П. Мартынов. – Тверь, 1999. – 90 с.
14. 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.

15. Чучмий И.П., Моргун В.В. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. Киев: Наукова думка, 1990. 284 с.

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

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

18. Tai Q.C.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials / Q.C.C.Tai // Crop Science . - 1971. № 11, 2. - P. 184 - 190.