

ИЗ ФОНДОВ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ

Кудин, Сергей Михайлович

1. Адаптационный потенциал урожая зерна гибридов кукурузы различных групп спелости и приемы их возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья

1.1. Российская государственная библиотека

Кудин, Сергей Михайлович

Адаптационный потенциал урожая зерна гибридов кукурузы различных групп спелости и приемы их возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья [Электронный ресурс]: Дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 .-М.: РГБ, 2005 (Из фондов Российской Государственной Библиотеки)

Сельское хозяйство -- Специальное
растениеводство -- Зерновые культуры --
Кукуруза -- Агромехника. Сельское
хозяйство отдельных территорий -- Среднее
Поволжье -- Полеводство. Растениеводство

Полный текст:

<http://diss.rsl.ru/diss/05/0289/050289040.pdf>

Текст воспроизводится по экземпляру,
находящемуся в фонде РГБ:

Кудин, Сергей Михайлович

*Адаптационный потенциал урожая зерна
гибридов кукурузы различных групп спелости и
приемы их возделывания в условиях лесостепи
Среднего Поволжья*

Пенза 2004

Российская государственная Библиотека, 2005
эод (электронный текст).

61:05-6/151

Федеральное государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Пензенская государственная сельскохозяйственная академия»

на правах рукописи

М.Кудин

Кудин Сергей Михайлович

**АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УРОЖАЯ ЗЕРНА
ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ
И ПРИЕМЫ ИХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В УСЛОВИЯХ
ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность 06.01.09-растениеводство

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор
сельскохозяйственных наук,
профессор Кошелев В.В.

Пенза 2004

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1.1 ГИБРИДНАЯ КУКУРУЗА	8
1.1.1 История создания гибридной кукурузы	8
1.1.2 Генетический потенциал урожайности гибридной кукурузы	20
1.2 Методы оценки адаптационной способности и экологической стабильности	27
1.3 Вопросы использования минеральных удобрений при возделывании гибридов кукурузы	37
2. ОБЪЕКТ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	43
2.1 Климатические ресурсы места проведения исследований	43
2.2 Погодные условия проведения исследований	45
2.3 Схема опытов и методика исследований	52
3. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ	55
3.1 Особенности роста и развития гибридов кукурузы	55
3.2 Формирование структуры урожайности у гибридов кукурузы различных групп спелости	74
3.3 Оценка адаптационной способности и экологической стабильности раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы	81
4 ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ПРИЕМОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ	104

4.1 Особенности роста, развития и фотосинтетической деятельности растений кукурузы в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений	104
4.2 Продуктивность гибридов кукурузы различной спелости в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений	117
5. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГИБРИДНОЙ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО	129
ВЫВОДЫ	142
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	145
ЛИТЕРАТУРА	146

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность.

Кукуруза как важнейший источник кормов - фуражного зерна и сырья для приготовления высокопитательного силоса, признана и распространена во многих странах мира. При правильном соблюдении технологии возделывания она дает по сравнению с другими культурами наибольший выход кормовых единиц с 1 га.

В настоящее время в мире отмечена тенденция роста производства зерна кукурузы, как за счет повышения урожайности, так и увеличения площадей.

Противоположная картина в России: за последние годы площади посева кукурузы уменьшились почти втрое. Если в 1990 году кукурузу высевали на 10,97 млн. га., то в 2003 году на 2,9 млн. га. Тогда как минимальная потребность животноводства в зерне кукурузы в стране до 2010 года составляет 3 млн. тонн, с учетом развития - более 7,0 млн. тонн.

Таким образом, увеличение производства зерна кукурузы является одним из важнейших условий стабилизации кормовой базы России.

Однако эффективность выращивания кукурузы сдерживается высокой изменчивостью урожайности. Разработка и реализация задач, где особое внимание уделяется не только росту потенциальной продуктивности, но и экологической стабильности генотипов, их способности противостоять действию стрессовых факторов среды, является важным фактором роста урожая и валовых сборов зерна кукурузы.

С созданием новых гибридов кукурузы с коротким вегетационным периодом и высокой зерновой продуктивностью (6 - 8 т/га), пригодных к возделыванию в зонах с ограниченными тепловыми ресурсами, стало реальным значительное расширение площадей под этой культурой в Центральной Черноземной зоне, Поволжье и других регионах.

Лесостепь Среднего Поволжья, и в частности Пензенская область, не является традиционной для возделывания гибридной кукурузы на зерно. Однако исследования последних лет показывают, что можно подобрать гибриды кукурузы способные ежегодно формировать физиологически зрелое зерно [Кошеляев В.В., Серков В.А., 1998, 1999; Фирюлин И.И., 2002; Апарина Л.А., 2003].

Исходя из вышеизложенного, проведение исследований по испытанию гибридов кукурузы различных групп спелости и разработка приемов их возделывания на зерно в конкретных природно - климатических условиях в настоящее время является объективной необходимостью.

Цель исследований - изучить адаптационную способность, экологическую стабильность и роль среды для оценки гибридов кукурузы различных групп спелости, а также разработать наиболее эффективные приемы получения высоких урожаев зерна.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- изучить особенности роста и развития гибридов кукурузы различных групп спелости;
- показать формирование структуры урожая и определить урожайность зерна;

- определить общую, специфическую адаптационную способность, относительную экологическую стабильность и показать роль среды при оценке гибридов кукурузы различных групп спелости;

- изучить особенности роста и развития гибридов в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений;

- определить урожайность зерна в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений;

- дать энергетическую оценку возделывания гибридов кукурузы различных групп спелости на зерно;

Научная новизна.

Применительно к местным природно - климатическим условиям выявлены закономерности роста и развития гибридов кукурузы различных групп спелости при возделывании на зерно. Определены общая, специфическая адаптационные способности, относительная экологическая стабильность и показана роль среды при оценке гибридов кукурузы различных групп спелости. Установлено влияние уровня минерального питания и приемов использования удобрений на формирование зерновой продуктивности у гибридов кукурузы различных групп спелости.

Положения, выносимые на защиту:

- закономерности роста и развития растений, параметры адаптационной способности, стабильности и комплексной оценки среды у гибридов кукурузы групп спелости ФАО 100-150 и ФАО 150-200;

- закономерности роста, развития и формирования зерновой продуктивности гибридов кукурузы различных групп спелости в

зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений;

- энергетическая эффективность возделывания гибридов кукурузы различных групп спелости на зерно;

Практическая значимость результатов исследований.

Результаты исследований позволили дать всестороннюю оценку гибридов кукурузы различных групп спелости, выявить и рекомендовать координационному совету по селекции и семеноводству кукурузы передать на государственное сортоиспытание гибриды: Кр-106, Кр-108 селекции Краснодарского НИИСХ; Ки-184, Ки-186 селекции Поволжского НИИСС, как наиболее адаптированные к природно-климатическим условиям зоны, которые способны при оптимальном уровне минерального питания и приемах использования удобрений устойчиво формировать высокие урожаи зерна.

1.1 ГИБРИДНАЯ КУКУРУЗА

1.1.1 История создания гибридной кукурузы

Кукуруза – одно из наиболее древних культурных растений. Археологические раскопки в пещерах Нью – Мексико показывают, что на американском континенте она возделывается уже более 4500 лет. В Европу кукуруза была завезена впервые в конце XV века после открытия Колумбом Нового Света [Блинков М.В., 1961].

Таким образом, индейцы до прихода европейцев в Америку создали растение, которое стало настолько культурным, что утратило способность жить в диких условиях. Оно подверглось длительному отбору, в результате которого были выделены формы, приспособленные к произрастанию в совершенно различных условиях, на это указывает возделывание кукурузы в самых разных частях Северной и Южной Америки. Улучшение кукурузы шло непрерывно [Ф. Ричи., 1955].

Начальным этапом в работе по улучшению кукурузы является метод простого массового отбора початков кукурузы с наиболее урожайных и хорошо развитых растений. Отобранные початки обмолачивали, семена их смешивали и высевали. В следующем году отбор повторяли, и так продолжалось в течение многих лет. Большинство старых селекционных и все местные сорта кукурузы, как в нашей стране, так и в других странах, выведены таким методом [Соловьев Б.Ф., Кинш А.С., 1962].

Такой способ отбора имеет два недостатка. Первый из них заключается в том, что при этом методе остается неизвестной отцовская форма, которая оказывает влияние на свойства будущего потомства. В связи с этим в потомстве отобранного растения, наряду с признаками и свойствами, отвечающими поставленной селекцион

ером цели, могут появится нежелательные признаки, которые вновь участвуют в оплодотворении отобранных растений. Второй недостаток – неизвестно потомство отдельных растений, и нет возможности судить по нему о свойствах материнского растения.

Массовый отбор был эффективным при проведении его на скороспелость и определенную форму початка и зерна. Однако в большинстве случаев он был неэффективен в отношении признака урожайности [Р.У. Югенхеймер, 1969].

В настоящее время массовый отбор из селекционного процесса превратился в семеноводческий. Он применяется для повышения сортовой типичности созданных другими методами сортов кукурузы, особенно при выращивании семян суперэлиты и элиты.

Улучшенной разновидностью метода массового отбора является групповой массовый отбор, при котором проводят отбор желаемых початков или же его сочетают с отбором растений в поле. Отобранные растения в соответствии с определенными признаками и свойствами разделяют на группы. В каждой отобранной группе семена смешивают и высевают на поле так, чтобы каждая группа была изолирована от всех остальных, для того чтобы пыльца растений одной группы не могла опылять растения в остальных группах.

Групповым отбором до известной степени можно выровнять популяцию по некоторым признакам и свойствам и, пока урожайность коррелирует с определенным признаком или свойством, можно отделить более высокоурожайные формы от менее урожайных и при этом сохранить сорт с достаточно широкой генетической основой, то есть пластичностью [Грушка Я., 1962].

В конце XIX века в селекцию кукурузы был введен индивидуальный отбор, основные принципы которого разработали Вильморен во Франции и Лохов в Германии, исследовавшие не

кукурузу, а другие культуры. По данным Jugenheimer R.W. [1958], первоначально исследовалась возможность улучшения этим методом химического состава зерна. В этом отношении новый метод оказался очень эффективным.

Он применялся в виде непрерывного отбора и метода половинок. При непрерывном отборе семена некоторого количества початков высеваются отдельными рядками. С растений лучших рядков отбирают типичные початки, семена которых в следующем году вновь высеваются отдельными рядками; семена початков со всех остальных растений смешиваются, и они поступают в размножение.

При методе половинок высеваются отдельными рядками только часть зерен каждого початка, а остатки сохраняются до будущего года. В следующем году остатки семян тех початков, которые оказались лучшими по предварительному испытанию предыдущего года, высеваются на изолированном участке для размножения.

Впервые этот метод был применен в 1886 году Woodworth C.M., Lend E.R., Jugenheimer R.W., [1952] на сорте зубовидной кукурузы Берр Уайт, в зерне которого содержалось 4,70 % жира и 10,92% белка. Отбор был направлен на создание линий с высоким и низким содержанием жира и с высоким и низким содержанием белка и проводился в течение 50-ти лет.

При таком методе селекции не удалось сохранить урожайность на высоком уровне, как у свободноопыляющихся сортов [Грушка Я., 1962].

Многолетние опыты по селекции кукурузы на повышение урожайности с использованием этого метода успеха не имели.

В результате было установлено, что эффективность индивидуально – группового отбора в целях повышения урожайности сортов, приспособленных к местным природно – климатическим условиям, и в особенности селекционных сортов, не выше, а в ряде случаев и ниже, чем результативность массового отбора.

Таким образом, оба метода отбора, позволяя селекционеру создать разнообразные типы растений и початков, оказались малоэффективными при селекции на урожайность стандартных, приспособленных к данной местности сортов кукурузы. При этих методах нельзя было должным образом управлять природой родительских форм, так как отбор велся при отсутствии регулируемого опыления, и работа велась с фенотипами, генотип которых оставался неизвестным.

Для создания форм с высоким и устойчивым урожаем требуются другие, более активные методы селекции. Наиболее эффективным из них является гибридизация – использование в практических целях гетерозиса.

Гибриды, кроме обладания многими важными хозяйственными признаками, что является самым главным, отличаются также способностью давать устойчивый урожай зерна и зеленой массы. Несмотря на то, что эту способность гибридов можно сохранить только в первом поколении, такое увеличение продукции на единицу площади, даваемое гибридами, настолько велико, что экономически выгодно производить гибридные семена ежегодно [Грушка Я., 1962].

В широком смысле слова любая кукуруза представляет собой гибрид, потому что это растение является перекрестноопыляющимся видом, в котором непрерывно происходит скрещивание отдельных растений, сортов и рас. Эта естественная, более или менее случайная гибридизация сыграла главную роль в эволюции кукурузы под влиянием введения в культуру. Что касается гибридной кукурузы, то она возникла в результате планомерного использования человеком естественной тенденции к гибридизации.

В основе создания гибридной кукурузы лежит генетическое явление, известное под названием гибридной силы, или гетерозиса. Термин «гетерозис» означает способность гибрида превышать

родителей своей биологической активностью и был впервые предложен Шеллом в 1914 году.

Явление повышенной мощности гибридов, по сравнению с мощностью родительских форм, впервые было описано в 1761 году российским ученым Иосифом Кельрейтером. Он отметил среди гибридов махорки некоторые замечательные примеры исключительной мощности. Межвидовой гибрид табака оказался гораздо более мощным, чем родительские формы. Кельрейтеру пришла мысль использовать это явление на практике. Он разработал и предложил конкретную схему получения высокоурожайных гибридов табака путем ежегодного скрещивания указанных видов с целью однократного использования семян. Далее он указал на целесообразность получения и использования гибридов и у других культур [Гужов Ю.Л., 1969].

После И. Кельрейтера с явлением повышенной мощности гибридов сталкивались многие биологи и селекционеры, занимающиеся гибридизацией растений. Однако вопросы теории гетерозиса впервые наиболее обстоятельно были изложены Чарльзом Дарвином в его фундаментальном труде «Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире», опубликованном в 1876 году. Причину гетерозиса он объяснял неоднородностью половых элементов, сливающихся при оплодотворении [Дарвин Ч., 1950, Струнников В.А., 1983].

После теории гетерозиса Ч. Дарвина последовало много других теорий. Так, Д. Шелл объяснял явление гетерозиса как результат взаимодействия измененного ядра с относительно измененной цитоплазмой [Шелл Дж. Г., 1955].

Другие исследователи объясняли гетерозис действием доминантных генов, придавая большое значение взаимодействию аллелей [Jones D.F., 1917; Hull F. N., 1945; Gustafsson A., 1947].

Некоторые ученые считают, что объяснение природы гетерозиса нужно искать в сочетании гипотез Шелла и Джонса. Такую попытку сделал Ист в 1963 году [Ричи Ф., 1955].

Признавая наличие различных генетических механизмов гетерозиса, многие авторы пытаются объяснить его природу, опираясь на гипотезы физиолога – биохимических процессов, обуславливающих эффект гетерозиса [Федоров П.С., 1968; Симинел В.Д., Бабицкий А.Ф., 1982].

Несмотря на то, что ни одно из объяснений не является полным, это явление широко применяется в растительном и животном мире. Для практики сельского хозяйства достаточно того, что гетерозис повышает урожайность гибридного растения, ускоряет его созревание, повышает устойчивость к вредителям и болезням.

В настоящее время явление гетерозиса используется в разных типах гибридов. Наиболее простыми из них являются межсортовые гибриды, которые получают скрещиванием соответствующих сортов с последующей селекцией массовым или индивидуальным отбором. Иным типом являются гибриды, в которых были использованы так называемые самоопыленные линии; в этом случае при скрещивании комбинируют либо только самоопыленные линии, или же линии с сортом. В первом случае гибриды называются межлинейными, во втором случае – сортолинейными или линейно-сортовыми [Рар Е., 1952].

Межсортовая гибридизация представляет собой наиболее простой способ прямого использования гетерозиса у кукурузы на практике. Межсортовая гибридизация применялась еще индейскими племенами, они регулярно сеяли различные сорта кукурузы как можно ближе друг к другу, чтобы вызвать гибридизацию и тем самым увеличить урожайность. Коттон Матер в 1716 г. опубликовал наблюдения над естественным скрещиванием сортов кукурузы, а Джеймс Логан поставил

в 1735 г. опыты, которые выявили влияние естественного межсортового скрещивания кукурузы на урожай зерна [Sprague G.F., 1955].

Продуктивность межсортовых гибридов очень различна. Ричи [1955] указывает, что из 244 гибридов, которые испытывали Бил и другие исследователи в США, 56% оказались более урожайными, чем лучший из родителей, а 82 % - более урожайными в сравнении со средней урожайностью обоих родителей. Однако только небольшое число гибридов было урожайнее наилучшего сорта. Наивысший эффект гетерозиса давали гибриды между сортами кремнистой и зубовидной кукурузы, в то время как гибриды между сортами одной разновидности в подавляющем большинстве были менее урожайными, чем их родители.

Как подтверждают экспериментальные данные, лучшие межсортовые гибриды дают значительный хозяйственный эффект и являются крупным достижением в селекции кукурузы на урожайность по сравнению с улучшенными местными и селекционными сортами, полученными массовым и семейно – групповым отбором. Но гораздо больших успехов в повышении урожайности можно достигнуть методом селекции самоопыленных линий, позволяющих получать для производства первое поколение сортолинейных и межлинейных гибридов.

Самоопыленные линии получаются при опылении растений кукурузы своей собственной пыльцой. В первом же потомстве самоопыленное растение кукурузы резко снижает урожайность. При дальнейших повторных самоопылениях продуктивность продолжает снижаться, хотя и в меньшей степени, чем в первом году [Соловьев Б.Ф., Кинш А.С., 1962].

Самоопыленные линии представляют собой выравненный материал с относительно высокой гомозиготностью по всем важным признакам и свойствам, характеризующийся пониженней

жизненностью, но с хорошими наследственными свойствами в отношении способности давать высокий урожай и устойчивости к неблагоприятным условиям внешней среды, болезням, вредителям и т.д. Самоопыленные линии из-за своей пониженной жизненности непригодны для непосредственного возделывания, но благодаря своим хорошим наследственным свойствам они используются как родительские формы в различных типах гибридов. Таким образом, самоопыленные линии не являются конечной целью селекции, а используются для создания простых, трехлинейных, двойных, сортолинейных гибридов и для получения синтетических сортов или сложных гибридных комбинаций.

В настоящее время наиболее распространенным типом межлинейных гибридов являются двойные межлинейные гибриды, иногда называемые четырехлинейными. Они менее урожайны и выравнены, чем первые два типа, но производство их семян намного дешевле в сравнении с трехлинейными гибридами.

В результате селекции на гетерозис созданы высокопродуктивные гибриды и разработаны экономически целесообразные схемы получения гибридных семян в производстве. Так кукуруза стала одной из наиболее урожайных зерновых культур на планете. Средняя урожайность зерна кукурузы в мире колеблется от 34 до 35 ц/га.

Резервы повышения продуктивности кукурузы еще далеко не исчерпаны, поскольку только 63% посевных площадей в мире засевается наиболее продуктивными гибридными семенами первого поколения [Чучмий И.П., Моргун В.В., 1990; Крамарев С.М., 1999].

На территории России (в Молдавии и на Кавказе) кукурузу начали сеять в начале XVII века. Позднее она появилась на полях некоторых южных областей Украины и Северного Кавказа.

Пионером выращивания кукурузы на севере нашей страны был известный огородник К.А. Грачев. В «Земледельческой газете» [1875]

была напечатана его статья «О разведении кукурузы под Петербургом», в которой он сообщал, что возделывает кукурузу более 12 лет [Соловьев Б.Ф., Кинш А.С., 1962]. Таким образом, первые попытки выращивать кукурузу в северных районах нашей страны относятся к 1863 году.

В практику сельского хозяйства России кукуруза внедрялась сначала довольно медленно. Авторы «Руководства по возделыванию кукурузы» И. Кешко и И. Палимпестов [1862] пишут, что до 1851 года не было больших площадей, занятых посевами этой культуры.

К концу XIX столетия в южных областях страны посевная площадь кукурузы была еще невелика. Так, в бывшей Екатеринославской губернии (ныне Днепропетровская область) посевы этой культуры в 1888 году составляли всего 6 тысяч десятин. В последующие годы они расширялись: в 1908 году достигли 64,8 тыс. десятин; в 1916 году – 650 тыс. га., а к 1926 году увеличилась до 115 тыс. га.

Рост площадей под кукурузой объяснялся прежде всего высокой урожайностью этой культуры и весьма широким её использованием.

О.О. Горбатовский [1894], ссылаясь на сообщение практиков, пишет, что кукуруза при хорошем урожае дает от сам-100 до сам-150, а при неурожае - до сам-8 до сам-50.

Сведения о высокой урожайности кукурузы подтверждаются не только практиками сельского хозяйства, но и известными русскими агрономами – опытниками, много лет работавшими с этой культурой. Так, С.Ф. Третьяков [1904] пишет, что кукуруза принадлежит к числу самых урожайных культивируемых растений. Поздние сорта ее дают более 450 пудов с десятины.

В.В. Таланов [1911] в работе «Кукуруза и ее значение для юга России и мероприятия по массовому ее распространению» приводит данные, характеризующие высокую урожайность кукурузы по сравнению с наиболее распространенным в то время на юге России

хлебом – яровой пшеницей. «В условиях культурных приемов возделывания, - пишет он, - кукуруза дает урожай зерна вдвое больше, чем яровая пшеница; она, несомненно, является одним из главнейших растений, которому принадлежит будущее в хозяйстве юга России».

Одним из основных условий повышения урожайности является выращивание правильно подобранного сорта.

И. Кешко и И. Палимпестов [1851] пишут, что в Европе насчитывается 15 сортов кукурузы, в том числе 4 сорта в Бессарабии и в Херсонской губернии. Из этих сортов наибольшее внимание уделяется Гиганту, высокорослому сорту, высотой 2 – 3 метра, с желтым кремнистым зерном.

И Черкес, О.О. Горбачев, Н.Н. Кулешов пришли к выводам, что в 90-х годах прошлого столетия на Украине были распространены сорта кукурузы, относящиеся к кремнистой группе.

В начале XIX века кукуруза занимала незначительные площади – примерно 2 млн га.

В 50-х годах прошлого столетия было положено хорошее начало, площади под кукурузой увеличились в два раза, однако внедрение ее в сельскохозяйственное производство долгие годы сдерживалось, недооценивали возможности этой культуры.

Кукурузу выращивали только на сухое зерно, которое использовали на продовольствие и на корм животным, а стебли преимущественно на топливо. На силос ее не возделывали [Соловьев Б.Ф., Кинш А.С., 1962].

Одной из причин слабого внедрения кукурузы в производство являлось полное незнание ее лучших сортов. Сеяли сорта, которые попадали сюда не только потому, что они оказывались лучшими, а потому, что других не знали [Соколов Б.П., 1968].

Использование гетерозисных гибридов в производстве сыграло важную роль в повышении урожайности и валовых сборов зерна

кукурузы в нашей стране. С использование гетерозиса кукурузы были решены такие важные задачи, как продвижение культуры в более северные районы и приспособленность ее к новым почвенно-климатическим условиям, улучшение морфологических и биологических свойств растений (прямостоячий неполегающий стебель, хорошая облиственность, равномерная высота расположения початков и выравненность початков, повышенная холодостойкость и жаростойкость, а также улучшенная питательная ценность зерна).

Первые работы по изучению гибридов кукурузы относятся к 1910 году. Они были начаты В.В. Талановым в сети опытных участков, расположенных на территории Екатеринославской губернии. Две комбинации – Гушевская х Лиминг и Стерлинг х Король Филипп испытывались в сравнении с родительскими сортами в течение пяти лет (1912 – 1916) на Игрыньском, Каменском и Гушевском опытных участках.

Урожай зерна гибрида Грушевская х Лиминг в первом поколении оказался в среднем на 5,1 ц/га выше урожая сорта Грушевская и на 2 ц выше наиболее урожайного из родителей – Лиминга. Скороспелость гибрида была средней между двумя исходными сортами.

Гибрид Стерлинг х Король Филипп давал урожай в среднем почти такой же, как и Стерлинг, но созревал на пять дней раньше последнего. Однако, как показали опыты, возможность получения урожайных комбинаций межсортовых гибридов сравнительно невелика [Соловьев Б.Ф., Кинш А.С., 1962].

Опытами установлено, что наиболее хорошие результаты получаются от скрещивания сортов, относящихся к разным ботаническим группам. В исследованиях академика Б.П. Соколова самый высокий урожай давали гибриды, родители которых были

районированы для данной зоны выращивания [Соловьев Б.Ф., Кинш А.С., 1962].

В 1930 – 1937 г.г. была начата межсортовая гибридизация кукурузы и налажена селекционно – семеноводческая работа по сахарной (овощной) и кормовой кукурузе [Кожухов И.В., Ткаченко Н.Н., 1948; Соколов Б.П., 1956].

Существенный вклад в изучение гибридной кукурузы внесли работы отечественных ученых Н.В. Турбина [1969; 1974], Е. А. Тепловой [1976], И.К. Ткаченко [1974], Л.В. Хотылевой [1966; 1968], М.И. Хаджинова [1968], П.С. Федорова [1968а; 1968б].

В последние годы выведены новые высокопродуктивные гибриды зубовидной, кремнистой, восковидной, лопающейся и сахарной кукурузы для различных почвенно – климатических условий нашей страны. Разработана и внедрена в производство новая система семеноводства кукурузы, основанная на принципах межлинейной гибридизации.

В настоящее время в стране районировано большое количество гибридов и гибридных популяций, которые занимают более 95% всей посевной площади кукурузы.

В научно – исследовательских и селекционно-опытных учреждениях проводится дальнейшее изучение гетерозиса, выведение ценных самоопыленных линий, характеризующихся высокой комбинационной способностью, и создание урожайных иммунных простых межлинейных гибридов.

Таким образом, на основании выше изложенного можно сделать заключение, что дальнейшее увеличение производства гибридной кукурузы будет в основном происходить за счет роста и стабилизации урожая зерна этой культуры. Для этого требуется внедрять новые высокопродуктивные гибриды кукурузы, устойчивые к стрессовым

факторам среды, использовать современные технологии возделывания и средства химизации.

1.1.2 Генетический потенциал урожайности гибридной кукурузы

Как было сказано выше, реализация генетического потенциала во многом зависит от урожайных свойств семян, которые в свою очередь определяются наследственными и посевными качествами [М. Мишович, Л. Койич, М. Иванович и др., 1994].

Р.У. Югенхеймер [1979] подчеркивал, что кукуруза отличается исключительно широкими возможностями использования и ей свойственна предельно высокая изменчивость. С введением в производство гибридов кукурузы урожай их с каждым годом увеличивается за счет повышения генетического потенциала урожайности, улучшения технологии выращивания или за счет взаимодействия этих факторов.

Важным дополнением в использовании гибридной мощности кукурузы было предложение Jones D.F. [1920] о применении двойных гибридов вместо простых.

По данным Russel W.A. [1974], в штате Айова с 1930 по 1970 г. примерно 63 % годовой прибавки урожая зависело от генетического улучшения гибридов, а 37% — от улучшенных условий выращивания. Практически к такому же выводу пришел и Duvick D. [1977], у которого за тот же период и в тех же условиях, но на других гибридах, генетический вклад в повышение урожая составил от 57-и до 60-и %. По мнению указанных авторов, генетическое улучшение новых гибридов кукурузы объясняется главным образом улучшением корневой системы и устойчивости растений, что позволило более полно реализовать потенциал урожайности при большей густоте растений и увеличенном количестве азотных удобрений. Важную

роль при этом сыграла устойчивость гибридов к засухе и беспочатковости при повышенной густоте растений.

Значительное увеличение урожайности наблюдалось начиная с 50-х годов прошлого столетия. Сравнение урожайности при разной загущенности показало, что гибриды 1980 г. при высокой загущенности урожайнее на 66,4%, чем сорта прошлых лет, выращиваемые при низкой загущенности [Russel W.A., 1984].

О высоких потенциальных возможностях гибридной кукурузы свидетельствуют результаты изучения гибридов, включенных в национальный каталог Франции. Так, показано, что с 1950 по 1984 г. средний урожай зерна кукурузы увеличился с 15-и до 60-и ц/га. Половина прироста приходится на долю улучшения генотипа. Повышение устойчивости новых гибридов к полеганию позволило увеличить густоту посева, что также способствовало увеличению урожая. Коэффициент корреляции между урожайностью и густотой стояния растений возрос с 0,08 в 1950 до 0,59 в 1980 г [А.А. Якунин, С.М. Крамарев 1997].

Гибридная кукуруза отличается повышенной адаптивностью к низким температурам, полеганию, засухе и другим факторам среды, что обеспечивает более стабильную их урожайность [M. Derieux, M. Darrigrand, A. Gallais, Y. Barriere , 1987].

Благодаря большой генетической вариабельности большинства признаков кукурузы и наличию подходящих методов селекции для успешной рекомбинации желательных признаков, созданы ранеспелые гибриды кукурузы с высоким генетическим потенциалом урожайности, которые вызревают в районах с более коротким вегетационным периодом и меньшей суммой активных температур. Дальнейшее совершенствование селекции ранеспелых гибридов дает возможность расширения ареала возделывания

кукурузы в отдельных более северных частях мира [Филипович М, Койич Л, Шатарич И., 1993].

Данные Думановича [1980] показывают, что в период 1946 – 1979 гг. прирост урожайности зерна кукурузы в Югославии составлял 94 кг/га. Мишевич и др. [1987] указывают, что в течение двадцатилетнего периода средняя урожайность гибридной кукурузы ежегодно увеличивалась на 107 кг/га.

Рекордный урожай зерна — 248 ц /га получен в штате Иллинойс (США) в 1986 г., а в среднем по штату урожайность составила 163 ц/га. Для посева здесь использовались продуктивные гибриды, устойчивые к полеганию, вредителям и болезням, с высокой фотосинтетической активностью и большой площадью листьев, которые в течение 90 дней эффективно поглощают солнечную энергию. Для повышения урожая потребовались рациональное внесение удобрений, особенно азота, анализ почвы, растений, некорневые подкормки микроэлементами, орошение в критические для роста и развития фазы растений, обработка с учетом типа и структуры почвы.

По данным С.М. Крамарева [(1999)], в США производство зерна кукурузы сначала росло за счет расширения посевов и роста урожайности, а в последние годы – только за счет повышения урожайности, которая в 1930-1939 г.г. составила 15,2 ц/га, в 1940-1944 гг. – 20,2, в 1950-1954 гг. – 24,4, в 1960-1964 гг. – 39,3, в 1970-1974 гг. – 52,8, в 1980 г. – 57,1, в 1982 г. – 68,6, в 1990 г. – 74,8, в 1992 г. – 82,5, в 1993 г. – 63,2 ц/га.

Детальный анализ увеличения урожайности показал, что за счет применения средств интенсификации, то есть дополнительного вложения в агросистему кукурузы ресурсов энергии в виде удобрений, пестицидов, новых видов гибридов и усовершенствованной технологии, урожайность возросла почти в три раза.

В настоящее время в США сосредоточено 20% мировых посевов кукурузы, производится 34,2% ее зерна. Определена потенциальная урожайность гибридов кукурузы: в штате Айова – 163,7 ц/га, Иллинойс – 159,9, Индиана – 162,1, Огайо – 165,4 ц/га. Увеличение урожайности на 60% связано с улучшением генетических показателей качества семян. Семенные компании постоянно улучшают гибриды и создают новые. Сейчас внедряется в производство генетически модифицированная В_t – кукуруза. Так, В_t – кукуруза в 2000 году занимала 22 % посевых площадей (32 млн га), валовая продукция оценивалась в 18 млрд. долл. США, или 20 % от произведенной продукции растениеводства [Захаренко В.А., 2003]. Это произошло за счет сокращения посевов обычной кукурузы и снижения посевых площадей пшеницы. Новая кукуруза устойчива к сплошной обработке гербицидом раундапом.

Современные гибриды отличаются повышенной адаптивностью к низким температурам, полеганию, засухе и другим факторам среды, что обеспечивает их более стабильную урожайность.

Давно установлено, что меньший урожай на одно растение у раннеспелых гибридов можно возместить увеличением числа растений на единице площади. Troyer и Resenbrook [1983], Cross et al. [1987] сообщают, что с ростом густоты посева повышалась и урожайность раннеспелых гибридов.

Однако экспериментальные данные А.Н. Ивахненко, Г.К. Бурлай, Е.А. Климова [1988] свидетельствуют о том, что гибриды с более продолжительным вегетационным периодом в условиях низкой обеспеченности теплом не могут формировать продуктивные початки, что существенно сказывается на урожае зеленой массы и сухого вещества. При этом среднепоздние гибриды по потенциальной продуктивности зеленой массы превосходили гибриды других групп созревания, но по сбору сухого вещества с 1 га

они уступали гибридам более ранних групп созревания [Зубко Д.Г., Орлянский Н.А., 1999].

Теоретически расчетный потенциал продуктивности гибридов кукурузы, имеющих прямостоячие листья и хорошую эффективность фотосинтеза, при благоприятных погодных условиях и высоком уровне агротехники может составить 313 ц/га [Томов Н., Митеев С., 1980; M. R. Car lone и W.A. Russel, 1987; Nguyen L., 1997].

В России систематически не исследовался генетический вклад в увеличение урожая кукурузы, но уже ясно, что этот вклад способствует повышению урожайности кукурузы в различных почвенно-климатических зонах страны. Так, средний урожай новых районированных гибридов на сортоучастках Черкасской области за 1967—1983 гг. по сравнению с гибридом Буковинский 3 ТВ вырос на 9,4 ц/га, или 16,4 %. Средний ежегодный прирост составлял 0,55 ц/га. Особенno увеличился генетический потенциал с районированием в 1982 г. новых высокопродуктивных гибридов Коллективный 244 и Юбилейный 60, которые в среднем за 1982—1984 гг. превысили гибрид Буковинский 3 ТВ на 19,5—25,4 ц/га, или 31,4—40,2%, и дали максимальный урожай зерна на Маньковском ГСУ 121,8 ц/га [Э.А. Адиньяев, 1988].

Благодаря посеву гибридными семенами, потенциал урожайности кукурузы повышается до 10 – 12 т/га зерна с 1 га.

Однако генетический потенциал урожая кукурузы в нашей стране, как и во многих других странах, используется пока неполно [Думатович Я., Шатарич И., 1983].

Внедрение в производство гибридов кукурузы увеличивает с каждым годом урожай за счет их потенциала и улучшения технологии выращивания.

Ежегодный генетический вклад гибридов составляет не менее 0,5 ц/га, но при этом следует иметь в виду элементы современной

технологии выращивания, большее количество растений на единицу площади, высокий уровень удобрений, хорошую защиту от сорняков, своевременный посев, т. е. необходимые условия для проявления потенциальной урожайности.

Внедрение в производство новых гибридов кукурузы способствует повышению урожайности в различных почвенно-климатических зонах нашей страны. Раннеспелый гибрид Росс 145 МВ, включенный в реестр по Центрально-Черноземному, Уральскому, Нижневолжскому регионам России с 1993 года, в среднем показал продуктивность зерна 58,5 ц/га, что на 12,3 ц/га больше ранее районированного гибрида Днепровский 141. Районированный в 2000 году Краснодарский 194 МВ, гибрид раннеспелого типа, за годы испытания показал урожайность 55,8-69,8 ц/га. Средняя урожайность нормализованного сухого вещества в Центральном регионе – 94,4 ц/га, Волго-Вятском – 65,2 ц/га, Северо-Кавказком – 128,7 ц/га, Нижневолжском – 68,9 ц/га, что выше возделываемого гибрида на 4,9; 16,0; 10,3 ц/га соответственно [Хаджинов М.И, Лавренчук Н.Ф. и др., 2001].

В 1993 г. районированы модифицированные гибриды Молдавский 226 АСВ (среднеранний) и Молдавский 456 МВ (среднепоздний). В среднем за 1989 – 1992 гг. конкурсного испытания Молдавский 226 АСВ созревал раньше стандарта на 5 дней и превысил его по сбору зерна на 10 ц/га. Молдавский 456 МВ районирован для выращивания на орошении и в среднем за 1990 – 1992 гг. сформировал 140 ц/га зерна, что на 1,4 – 3,7 ц/га выше стандарта Молдавский 450 МВ [Каравайнов Г.П., Мустяца С.И., Боровский М.И., Чалык Т.С., 1994].

По данным А.А. Романовой и О.Н. Панфиловой [2000], новый раннеспелый гибрид Поволжский 107 СВ за последние 5 засушливых лет в условиях северо-западной зоны Волгоградской области показал

среднюю урожайность 47,8 ц/га, что на 5-8 ц/га выше гибрида, районированного в этой зоне. Новый гибрид очень пластичный, что подтверждается результатами экологического испытания. В Белгородской СХА его урожай составил 60,9 ц/га, в Сибирском опорном пункте – 43,5 ц/га, что на 6-12; 18-20; 5-12 ц/га выше стандартов соответственно.

С 2003 года внесен в Госреестр по 3-8 регионам новый гибрид Поволжский 187 СВ – раннеспелый (ФАО 170). За годы испытаний (1999-2001 гг.) средний урожай гибрида составил 48,4 ц/га. При этом необходимо отметить, что в благоприятном по увлажнению 2000 году этот гибрид сформировал урожайность 64,7 ц/га [Панфилова О.Н., Мелихов В.В., 2003].

Бзиков М.А., Битаров К.М. и др. [2002] испытали 14 гибридов кукурузы, которые различались по продолжительности периода вегетации, урожайности и качеству зерна. Гибрид Порумбель 170 СВ, очень ранней группы созревания, в среднем за 1998 – 2001 гг. обеспечил урожай сухого зерна 41,7 ц/га. В среднеранней группе спелости более высокий урожай зерна дали гибриды Порумбель 295 СВ (46,6 ц/га) и Молдавский 291 МВ (60,4 ц/га). В среднеспелой группе отличались высокой урожайностью гибриды Молдавский 348 МВ (67,2 ц/га) и Молдавский 388 АМВ (69,6 ц/га). Из среднепоздних гибридов наиболее урожайными оказались гибриды Молдавский 456 МВ (83,2 ц/га), Молдавский 450 МВ (72,6 ц/га), Порумбель 458 МВ и Порумбель 459 МВ (61,9 ц/га). Все перечисленные гибриды пригодны для широкого возделывания на зерно и силос.

В последнее время в производство внедряются новые раннеспелые гибриды СТК 189, Прогноз 132 СВ, Каскад 195 СВ, Каскад 235 МВ, Каскад 282 МВ, обладающие высокой урожайностью (60-80 ц/га) и превышающие ранее районированные гибриды по урожаю зерна на 1-12 ц/га [Орлянский Н.А., Зубко Д.Г., 2000;

Миленин В.В., 2001; Асыка Ю.А., Журба Г.М. и др., 2001; Орлянский Н.А., Зубко Д.Г., Орлянская Н.А., 2002].

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать заключение, что дальнейшее увеличение производства кукурузы будет в основном происходить за счет роста урожая этой культуры. Для решения этой проблемы необходимы применение зональных научно обоснованных систем удобрения и других средств химизации, использование современных технологий возделывания кукурузы. В Пензенской области неиспользованным резервом развития кукурузосеяния является подбор новых гибридов кукурузы, дающих стабильные урожаи зерна и оптимально адаптированных к местным природно-климатическим условиям.

1.2 Методы оценки адаптационной способности и экологической стабильности

Сорт или гибрид - один из ведущих факторов повышения урожайности, на долю которого в настоящее время приходится свыше 40% ее прироста. Тот или иной уровень урожайности формируется в процессе взаимодействия генотипа с условиями среды, характер которых в большинстве регионов не позволяет реализовать потенциальные возможности районированного сортимента в связи с низким адаптивным потенциалом последнего.

В настоящее время достигнут высокий уровень потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур, определяющую роль в повышении реальной урожайности играет приспособленность сортов к варьирующим условиям внешней среды. Оценка на комплексную устойчивость гибридов кукурузы к неблагоприятным условиям внешней среды будет способствовать решению этой

актуальной проблемы сельскохозяйственного производства [Гурьев В.П., 1986, Чекалин Н.М. 1982, Жученко А.А., 2001].

В последние годы посевы кукурузы выходят за пределы традиционных районов возделывания. Разнообразие условий возделывания предъявляет соответствующие требования к экологическим характеристикам гибридов кукурузы. Требуются гибриды, сочетающие высокую потенциальную продуктивность с генетической защитой от лимитирующих факторов среды [Алтухов Ю.П., 1983, Жученко А.А. 1980].

Значительно снижает эффективность выращивания кукурузы высокая изменчивость урожайности. Разработка и реализация задач, где особое внимание уделяется не только росту потенциальной продуктивности но и экологической стабильности генотипов, их способности противостоять действию стрессовых факторов среды, являются важным фактором роста валовых сборов зерна кукурузы [Орлянский Н.А., 2004].

Основным методом выделения генотипов с широкими приспособительными возможностями в настоящее время является параллельный посев и оценка изучаемого материала в нескольких пунктах, различающихся почвенно-климатическими и другими условиями [Созинов А.А., 1985, Неттевич Э.Д., 1985].

Этот метод позволяет не только изучить реакцию генотипов на условия внешней среды, но и применить математические методы оценки параметров экологической стабильности и пластичности генотипов [Eberhart S.A., 1966, Хангильдин В.В. 1978].

Помимо оценки адаптивной способности и стабильности генотипов изучение взаимодействия «генотип – среда» включает в себя и подбор генотипов в качестве фона для испытания и отбора [Жученко А.А. 1980].

Проблема взаимодействия генотипа и среды имеет большое значение для теории и практики сельскохозяйственной науки. На количественные признаки растений оказывают влияние наследственные и средовые факторы, соотношение которых определяет долю фенотипической вариации, возникающей из-за несоответствия генетических и негенетических эффектов. Генотип – средовые взаимодействия могут приводить к затруднениям на ранних этапах отбора ценных растений. Существует опасность, что отобранные по фенотипу растения не будут обладать ценным генотипом и не могут иметь преимуществ в других экологических условиях. Вопросы взаимодействия генотипа и среды широко обсуждались во многих отечественных и зарубежных работах [Паскудин В.З., Лопатина Л.М., 1979; Жученко А.А., 1988, Жученко А.А., 1994, Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1997, Баталова Г.А., 2002].

При разработке теоретической базы отбора ценных генотипов экологическая устойчивость рассматривалась как главное условие реализации их потенциальной продуктивности в варьирующих условиях среды. Поэтому центральной задачей при отборе является сочетание высокой продуктивности с устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессов. Отобрать сорта, сочетающие высокую продуктивность со стабильностью, реально лишь в том случае, если обе контролирующие их генетические системы (наследуемые относительно независимо) будут реализованы в фенотипе, что возможно при испытании генотипов в нескольких контрастных средах [Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1997, Жученко А.А., 2001].

Сложность, с которой сталкивается исследователь – это отсутствие универсального параметра, адекватно оценивающего биологическую сущность понятий «экологическая стабильность», «пластичность» и др. Статистические оценки преобразуют

многомерную систему ответа генотипа на среду в унивалентную, что порой искажает сущность взаимодействия «генотип х среда». Однако, по мнению ряда авторов, целесообразно использовать комплекс параметров для оценки стабильности [Зыкин В.А., Белан И.А., 1993; Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1997; Сюков В.В., 2002 и др].

В первую очередь взаимодействие «генотип х среда» является статистическим феноменом, хотя и имеет вполне реальное биологическое содержание (различие в нормах реакции генотипов) и реализуется только на популяционном уровне в результате различных способов статистической обработки данных (дисперсионный, регрессионный анализ и. др.). Поэтому информация о доле взаимодействия в фенотипической вариансе приложима в первую очередь к изучаемой популяции.

Взаимодействие «генотип х среда» имеет сложную природу, в нем нельзя выделить долю генотипов или сред [Hill, 1975; Глотов, 1983]. Кроме того, как показал J. Hill [1975], оно частично наследуется. При анализе причин, его определяющих, необходим учет конкретных особенностей генотипов и факторов среды.

В настоящее время нет недостатка в статистических подходах к анализу взаимодействия «генотип х среда». Задача состоит в том, чтобы адаптировать их к различным этапам оценки для получения оперативной информации о генотипах и средах (среде) и повышения эффективности отбора сортов с заданными экологическими параметрами (с общей или специфической адаптивной способностью) для конкретных регионов.

Экологическая стабильность сортов, их устойчивость к лимитирующим факторам среды и способность давать высокий и стабильный урожай привлекают все большее внимание исследователей. Понятия «стабильность» и «пластичность» в отечественной и зарубежной литературе трактуются по-разному, что затрудняет оценку

этих параметров и их использование при отборе. A.D. Bradshaw [1965] определил пластичность как свойство генотипа изменять значения признаков в различных условиях среды, а стабильность — как отсутствие пластичности. Им выделена морфологическая и физиологическая пластичность, показано, что морфологическая стабильность может быть результатом физиологической пластичности. R.W. Allard, P.E. Hansche [1964] считают, что стабильность в агрономическом понимании не означает общее фенотипическое постоянство в различных условиях среды, а касается в первую очередь хозяйственно ценных признаков, в особенности урожая, его качества, вегетационного периода. Такая стабильность может быть связана с широкой изменчивостью некоторых морфологических и физиологических признаков. Растения, способные эффективно использовать солнечную энергию, удобрения, воду, переносить стрессовые ситуации, преодолевать неблагоприятное воздействие биологических и антропогенного факторов среды, определяют энергоемкость и природоохранность сельскохозяйственного производства [Пивоваров В.Ф., Дубруцкая Е.Г., 2000].

Ученые, как правило, понимают под пластичностью способность сорта давать высокий и устойчивый урожай в различных условиях произрастания [Мамонтова, 1980; Моргунов, 1985].

Экологическая приспособляемость — один из важнейших элементов урожайности [Ацци, 1932], поэтому изучение защитно-приспособительных свойств и реакций культуры следует рассматривать как основную предпосылку для научного обоснования выбора признаков и направлений при оценке сортов на устойчивость к болезням, урожайность и другие хозяйственно ценные признаки. В нашей стране и за рубежом эколого-географическую изменчивость растений изучали многие исследователи [Синская, 1948; Эдельштейн, 1962; Тараканов Г.И., 1964; Казакова А.А., 1970; Жуковский, 1971;

Комиссаров В.А., 1971; Зимина Т.А., 1976; Hardh Т.Е., 1977; Жученко А.А., 1980; Тараканов И.Г. 1986; Clanton, 1988 и др].

Методы оценки экологической стабильности отличаются как по степени сложности вычислений, так и по применяемым подходам (регрессионный, дисперсионный, кластерный и др.).

Предложены различные методы расчета количественных показателей, основанные на регрессионном и дисперсионном анализах [Паскудин В.З., Лопатина Л.М., 1979, Eberhart S.A., Russell W.A., 1966, Литун П.П., 1980, Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1985 и др].

Метод D.Lewis [1954] основан на использовании отношения значения признака в высокопродуктивной и низкопродуктивной средах.

I.L. Langer et al. [1979] предложил для оценки стабильности два индекса: R_1 - разница между минимальным и максимальным урожаями сорта в серии сред; R_2 — разница между урожаями сорта в лучшей и худшой средах, - указывая на большую точность индекса R_1 . Недостатком этого метода можно считать отсутствие относительных оценок стабильности, поскольку высокопродуктивные генотипы могут иметь и большую прибавку урожая при улучшении среды.

Н.А. Соболев [1980] оценивает экологическую стабильность по показателю относительной стабильности признака (st^2).

В.В. Хангильдин и др. [1979] определяют общую гомеостатичность сорта по урожаю зерна.

Э. М. Григорян [1981] считает, что экологическая стабильность может быть выражена дисперсией отклонений значения признака генотипа от межсортовых средних значений во всех пунктах испытания:

R.L. Plaisted, L.S. Peterson [1959] применили метод оценки стабильности на основе анализа вариансы взаимодействия для каждой комбинации из двух генотипов. Среднее значение вариансы

взаимодействия для каждого генотипа рассматривалось как показатель вклада его в общее взаимодействие генотип х среда. Недостаток метода — большой объем вычислений.

Близкий подход к оценке стабильности использован G. Wricke [1962, 1964] путем расчленения общей вариансы взаимодействия на вклады каждого сорта; чем меньше экологическая валентность (ecovalence), тем более стабилен, по мнению автора, генотип. В понимании A. D. Bradshaw [1985], недостаток этого метода состоит в отсутствии связи между экологической валентностью и экологической стабильностью.

Ряд методов оценки экологической стабильности основан на регрессионном анализе. Первыми предложили использовать регрессию сортов на индексы среды (среднее значение всех сортов в данной среде) F. Yates, W.G. Cochran [1938]. Изучение проводилось на основе данных испытания пяти сортов ячменя на шести станциях штата Миннесота.

K.W. Finlay, G.N. Wilkinson [1963] применили метод регрессии на средовые средние при изучении 277 сортов мировой коллекции ячменя, выращенной в трех местностях Южной Австралии. Авторы для оценки приспособленности сортов использовали два параметра: среднее значение сорта во всех средах и линейную регрессию урожая на средний урожай всех сортов для каждого места выращивания и сезона. Коэффициент регрессии при этом служил мерой фенотипической стабильности. Если коэффициент регрессии больше единицы, то сорт обладает повышенной чувствительностью к изменениям среды (стабильность ниже средней); если близок к единице - сорт среднестабилен; если коэффициент регрессии ниже единицы - стабильность выше средней; при абсолютной фенотипической стабильности коэффициент регрессии равен нулю. Идеальным считался сорт, имеющий высокую общую адаптационную

способность (средний урожай в средах), максимальный потенциал урожая в наиболее благоприятных условиях и максимальную фенотипическую стабильность.

S.A. Eberhart, W. A. Russel [1966] усовершенствовали регрессионный анализ и несколько изменили трактовку параметров стабильности. Взаимодействие генотип х среда при этом методе расчленяется на две части: линейную реакцию сорта на среду и нелинейные отклонения от линии регрессии. Данный подход к изучению получил наиболее широкое распространение.

На регрессионном анализе основаны близкие к нему методы оценки стабильности J.M. Perkins, J.L. Jinks [1968], G.H. Freman J.M. Perkins, [1971], П.П. Литуна [1980], Лыу Нгок Чинь [1984] и др. В то же время высказываются замечания относительно разрешающей способности этих методов и особенно их селекционной интерпретации.

L. Gusmao [1985] предлагает использовать для регрессионного анализа полностью рандомизированную схему оценки генотипов и заменить регрессию сорта на общую среднюю регрессией урожая на делянке на среднюю блока. По мнению автора, благодаря увеличению числа степеней свободы t-критерия и уменьшению стандартной ошибки достигается повышение точности оценки коэффициента регрессии. Установлено слабое влияние различных средовых индексов на общую интерпретацию регрессионного анализа.

Главный недостаток регрессионного метода оценки стабильности заключается в том, что взаимодействие генотип х среда рассматривается как линейная функция индекса среды [Byth, 1977]. Поскольку реакция организма на изменение какого-либо фактора среды подчиняется общебиологическому закону оптимума, выраженному колоколообразной кривой, 'линейность есть результат сложения точек на кривой оптимума в одну кривую, на которой

расположены значения признаков при изменении сред от оптимальных к неоптимальным [Knight, 1970].

А.И. Моргунов [1985] пришел к выводу, что при оценке, пластичности сортообразцов по методике S.A. Eberhart, W.A. Russel [1966] необходимо учитывать величину коэффициента вариации урожайности, который независим от среднего значения признака.

По мнению отечественных исследователей, пластичность, оцениваемая по коэффициенту регрессии, и стабильность, определяемая по вариансе отклонений от линии регрессии, являются независимыми параметрами (сорт может быть пластичным, но стабильным и т. д.) [Пакудин, 1976; Литун, 1980].

Для оценки экологической стабильности наряду с регрессионным используется дисперсионный анализ.

G.C.C. Tai [1971] разделил эффект взаимодействия генотип х среда для генотипа на два компонента генотипической стабильности: линейный ответ на средовые эффекты и отклонение от линейного ответа.

Q. Zhang, S. Geng [1986] предложили метод : анализа стабильности сортов в долговременных опытах, где имеется единый стандартный сорт и меняются наборы испытуемых форм. Данный метод включает следующие ступени: регрессию стандартного сорта на средовые средние, регрессию испытуемых сортов на стандартный сорт, трансформацию регрессии, подсчитанной для каждого испытуемого сорта на стандартный сорт, в регрессию сорта на средовой индекс [В.О. Островерхов, 1978].

Последующие способы оценки реакции генотипа на средовые изменения являются модификациями кластерного анализа. Кластерный анализ позволяет сгруппировать генотипы по их реакции на среду или среды по однотипности реакции генотипов в них, уменьшить объем данных для упрощения сравнений,

идентифицировать общие или специфические различия между генотипами или средами [Buth, 1977]. Одними из первых применили этот подход в экологии и ботанике для классификации объектов исследований D.W. Goodall [1953], W.T. Williams, J.M. Lambetrт, [1960], P.P. Sokal, R.H. A. Sneath [1963].

Недостаток метода заключается в наличии большого количества подходов к установлению меры несходства между генотипами (средами), а также стратегии их группировки [Cormack, 1971; Westcott, 1986].

Кильчевским А.В. и Хотылевой Л.В. [1989] разработан метод генетического анализа, основанный на испытании генотипов в различных средах и позволяющий выявить общую и специфическую адаптационную способность генотипов, их стабильность, селекционную ценность и вести отбор по адаптационной способности в зависимости от поставленной задачи. Наряду с оценкой ОАС и САС метод позволяет получить информацию о средах как фонах для отбора, а также расчленить фенотипическую вариансу популяции на вариансы общей и специфической адаптивной способности с целью сравнения популяции и выбора методов работы с ними.

Предлагаемая методика оценки стабильности основана на объединении линейной и нелинейной частей реакции генотипа на среду. Этим она отличается от метода K.W. Finlau, G.N. Wilkinson, [1963], где за меру стабильности принимается линейная реакция, метода G. Wricke [1962], где стабильность оценивается по нелинейной реакции, и методов S.A. Eberhart, W.A. Russel [1966], G.C.C. Tal [1971], где введены соответствующие параметры линейной и нелинейной реакций генотипа.

Орлянский Н.А. [2004] усовершенствовал расчеты для определения селекционной ценности сортов и гибридов, предложенные В.В Хангильдиным в 1978 году.

При анализе результатов экологического сортоиспытания, проводимого в пяти – шести пунктах и более, Орлянский Н.А.[2004] предложил использовать средний урожай не одного, а двух – трех оптимальных и лимитированных пунктов, определяемых по величине индексов условий среды или средней урожайности.

Положительным свойством новой формулы является то, что она больше учитывает уровень урожайности гибридов.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать заключение, что, используя комплексные показатели селекционной ценности генотипа и предсказуемости среды, можно выделить гибриды кукурузы сочетающие величину и стабильность проявления элементов структуры урожая, прогнозировать результативность и проводить объективную оценку адаптационной способности и стабильности перспективных гибридов кукурузы в зонах, не являющихся традиционными для выращивания этой культуры.

1.3 Вопросы использования минеральных удобрений при возделывании гибридов кукурузы

Получение высоких урожаев кукурузы возможно при обеспечении потребности растения питательными веществами.

Кукуруза - высоко требовательная к почвенному плодородию культура. При благоприятных условиях хорошо отзывается на внесение удобрений. По данным И.Ф. Саришвили, А.Д. Менагарашвили, И.А. Накаидзе [1958], она при урожае зерна 60 – 70 ц/га выносит с урожаем около 150 – 180 кг N 50 – 60 P₂O₅ и 150 кг K₂O. Расчеты показывают, что на 1 кг зерна она потребляет около 25 кг азота 8 кг фосфора и 25 кг калия [Гогмачадзе Г.Д., 1999].

Эффективность использования минеральных удобрений зависит от сроков и способов их применения. Удобрения высокоэффективны

при использовании их с учетом почвенно-климатических условий, уровня плодородия, в нормах, наиболее полно удовлетворяющих потребность различных биологических типов гибридов кукурузы.

При весеннем внесении удобрений лучшие результаты дает локальное внесение их с помощью культиватора – растениепитателя на глубину 10–12 см. Это создает хорошие условия питания растений на протяжении всего вегетационного периода, так как удобрения размещаются во влажном слое почвы и питательные вещества полнее используются растениями.

По данным Эрастовской опытной станции, при локальном внесении $N_{40}P_{60}K_{40}$ урожайность кукурузы повышалась в среднем на 0,53 т/га зерна, что на 0,15 т, или почти на 30% больше, чем при внесении его вразброс под культивацию [Циков В.С., Матюха Л.А., 1989].

Потребность кукурузы в основных элементах питания существенно изменяется в зависимости от почвенных, погодных условий, приемов агротехники и других факторов. Кукуруза хорошо реагирует прежде всего на внесение азотных удобрений. На черноземах обыкновенных она хорошо отзывается на применение фосфорных удобрений.

В опытах Ю.А. Слюдеева [2003] на черноземах выщелоченных отмечено, что в условиях жаркого лета минеральные удобрения не повлияли на урожайность зерна гибридов Порумбень 140МВ (ФАО 140), Порумбень 173СВ (ФАО 170), Нарт 150 СВ (ФАО 170). При более благоприятных погодных условиях вегетационного периода внесение $N_{70}P_{70}K_{70}$ позволило повысить урожайность зерна на 5,6 ц по сравнению с контролем. При увеличении дозы NPK до 90 кг урожайность снизилась, что объясняется расходом ресурсов влаги и питательных веществ на формирование вегетативной массы.

На слабовыщелоченных черноземах для раннеспелого гибрида Коллективный 100 оптимальной явилась доза $N_{90}P_{90}K_{90}$. Урожайность зерна на этом фоне составила 66,3 ц/га, а в варианте без удобрений - 49,4 ц/га. Дальнейшее увеличение дозы удобрений не дало существенной прибавки урожайности [Иншин Н.А., 1998].

В опытах Ю.П. Даниленко и Т.А. Любименко [2003] на светлокаштановых почвах максимальная зерновая продуктивность получена у среднеспелого гибрида РОСС 331 МВ - 8,8 – 9,39 т/га на фоне $N_{200}P_{105}K_{60}$.

К.М. Телихом [2002] установлено, что в условиях Тульской области максимальная урожайность зерна у раннеспелого гибрида Светоч получена при $N_{90}K_{66}P_{60}$ – 86,4 ц/га.

На среднесуглинистых лугово-болотных почвах приморской зоны Грузии максимальная урожайность зерна кукурузы получена при дробном внесении азотных удобрений в дозе 140 кг в составе полного минерального удобрения, прибавка составила 28,4 ц/га. Следует отметить, что исключение калия из состава удобрения не снижало урожайности [Гогмачадзе Д.Г., 1999].

Е.В. Агафонов и А.А. Батаков [2000], изучая на каштановых почвах отзывчивость гибридов различных групп спелости, отметили, что для среднеспелого гибрида оптимальной является доза $N_{60}P_{60}$, для среднепозднего - $N_{60}P_{60}K_{60}$, а для позднеспелого - $N_{30}P_{60}$, что обеспечивает прибавку зерна кукурузы 0,8 – 1,2 т/га и максимальный сбор переваримого протеина.

Как отмечают Г.В. Веретенников, Т.Р. Толорая [1993], для полной реализации биологических возможностей родительских форм гибридной кукурузы в Центральной зоне Краснодарского края в условиях орошения следует вносить полное минеральное удобрение в дозах $N_{120}P_{120}K_{120}$ для самоопыленных линий ОВИ 116 ВЛ, ИГ 15 ВЛ и $N_{90}P_{90}K_{90}$ для линии Краснодарская 2543 ВЛ, которые в сочетании с

оптимальной густотой стояния способствуют повышению семенной продуктивности участков гибридизации культуры.

Для позднеспелых гибридов азотные удобрения в дозе 60 кг/га в засушливый год значительно снизили урожайность. Несмотря на положительный эффект во влажный год, в целом они действовали отрицательно. Для раннеспелых первостепенное значение имеет азот, который в дозе 60 кг/га даже в засушливые годы обеспечивает достоверные прибавки урожая [Агафонов Е.В., Батаков А.А., 2002].

Установлено, что для позднеспелых гибридов американской селекции большое значение имеет фосфор, который способствует ускорению вегетации [Агафонов Е.В., Батаков А.А., 2002].

Асмолов Т.И. [2001] показал, что на светло-каштановой тяжелосуглинистой почве со средним содержанием доступного азота, повышенным содержанием подвижного фосфора и высоким содержанием обменного калия для гибрида Коллективный 150 ТВ можно ограничиться внесением только одного азотного удобрения в дозе 70 – 210 кг/га действующего вещества.

Азотное удобрение способствует сокращению разрыва в сроках зацветания мужских и женских соцветий. Если при оптимальных условиях увлажнения разрыв в зацветании метелок и початков без внесения азота достигает 4 – 6 дней, то при внесении азота он сокращается на 1 – 2 дня. Азотное удобрение способствует более дружному развитию и цветению растений, более быстрому формированию початков. Початки становятся более крупными, увеличивается число хорошо выполненных зерен и масса 1000 зерен, их выход с початка [Стулин А.Ф., 1999].

Исследованиями С.М. Крамарева [2000] с соавторами установлено, что корневые азотные подкормки гибридов кукурузы различных групп спелости больше, чем некорневые, влияют на

урожайность зерна. Так, корневая подкормка N₂₀ повышала урожайность на 3,2 – 4,5 ц/га.

Установлено, что минеральные удобрения оказывали положительное влияние на темпы роста и конечную высоту кукурузы. Она увеличивалась на 8 – 14 см при внесении N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ по сравнению с дозой N₆₀P₆₀K₆₀.

Г.Д. Гогмачадзе [1999] отмечает, что при увеличении дозы удобрения с N₆₀P₆₀ до N₁₄₀P₉₀K₁₄₀ масса 1000 зерен возросла до 481–488 г при 465 г на контроле, выход зерна с одного початка при внесении удобрений увеличился почти вдвое – с 84 г до 133,1–157,6 г.

Е.М. Лебедь и Н.Ф. Сокрута [1985] также отмечают закономерное увеличение высоты растений кукурузы по мере роста дозы удобрений. Так, в варианте без удобрений высота растений достигает 227 см, на фоне N₉₀P₆₀K₄₅ высота составила 239 см.

Д.А. Алтунин, Л.Н. Салмин, Л.Т. Шушарина [2001] подсчитали коэффициенты использования питательных веществ из внесенных удобрений на формирование урожая зеленой массы кукурузы. Установлено, что азот из азотных удобрений использовался на 45 – 68%, фосфор из фосфорных удобрений – на 4,0 – 13,6%, а калий из калийных удобрений – на 86 – 100%

Результаты, полученные Г.Агладзе [2003], Г.С. Местешовым, Ю.В. Соколовым, В.А. Сечиным [2003] в опытах на осушенных землях, свидетельствуют, что при возделывании сортов и гибридов кукурузы минеральные удобрения в дозе N₁₅₀P₉₀K₉₀ увеличивали высоту растений на 43 см по сравнению с контролем, также выше закладывались початки. При возделывании гибридов различных групп спелости более поздние гибриды имели большую урожайность зеленой массы и зерна: у ранних - 240 – 280 ц/га зеленой массы и 45 – 55 ц/га зерна, а у более поздних - 280 – 310 ц/га и 55 – 65 ц/га соответственно.

В.Б. Хамуков, З.М. Тхамоков [1993] провели изучение влияния различных способов и доз внесения минеральных удобрений под кукурузу в экономическом аспекте. В опытах использовались рекомендуемые дозы удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$), а также расчетные для получения 80 ц/га ($N_{122}P_{116}$) и 100 ц/га зерна ($N_{199}P_{162}K_{46}$), вносимые разбросным и локальным способами. Самый высокий уровень производственных затрат (799,6 руб. на 1 га) отмечен при локальном внесении удобрений, рассчитанных на получение 100 ц/га зерна. На этом варианте и зафиксирован самый высокий чистый доход с 1 га – 1566,7 руб. (опыты проводились в 1990 – 1991 г.г., и цены относятся к этому периоду).

Таким образом, учитывая вышеизложенные данные, можно сделать заключение о том, что в почвенно-климатических условиях Пензенской области неиспользованным резервом возделывания гибридной кукурузы на зерно является применение оптимальных способов и доз внесения минеральных удобрений. Ранее предложенные рекомендации требуют обстоятельного уточнения, так как Пензенская область не является традиционной зоной выращивания кукурузы на зерно.

2. ОБЪЕКТ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Климатические ресурсы места проведения исследований

Климат Пензенской области умеренно-континентальный, причем континентальность постепенно нарастает с запада на восток.

Основными факторами, определяющими формирование урожая сельскохозяйственных культур в области, являются тепло и влага. Оба этих фактора лежат в основе агроклиматического районирования. Самым неустойчивым элементом из них являются осадки. Они значительно колеблются как по годам и месяцам, так и по отдельным периодам вегетации.

Степень влагообеспеченности вегетационного периода территории характеризуется гидротермическим коэффициентом (ГТК), который представляет собой отношение суммы осадков за период с температурой выше 10° , деленной на сумму температур за этот период, уменьшенную в 10 раз:

$$ГТК = \frac{\sum \text{осадков}}{\sum t > 10} \cdot 10.$$

Гидротермический коэффициент показывает, что при одном и том же количестве осадков степень влагообеспеченности растений зависит от температуры воздуха: чем выше температура воздуха, а следовательно, непродуктивный расход влаги на испарение, тем меньше влагообеспеченность растений.

ГТК в пределах области изменяется от 0,9 и менее на юге до 1,1 на севере. Величина гидротермического коэффициента колеблется от 0,4 в засушливые годы до 1,5-1,7 во влажные.

По условиям увлажнения территория области делится на три агроклиматических района:

I – достаточно увлажненный ($\Gamma\text{TK} = 1,1-1,0$);

II – умеренно увлажненный ($\Gamma\text{TK} = 1,0-0,9$);

III – недостаточно увлажненный ($\Gamma\text{TK} < 0,9$)

Показателем теплообеспеченности взята сумма средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 10° (период активной вегетации большинства сельскохозяйственных культур).

По теплообеспеченности агроклиматические районы делятся на подрайоны:

а – прохладный с суммой температур выше $10^{\circ} < 2300^{\circ}$;

б – умеренно теплый с суммой температур выше $10^{\circ} 2300-2400^{\circ}$;

в – теплый с суммой температур $10^{\circ} > 2400^{\circ}$.

Настоящие исследования проводились в Мокшанском административном районе области. Этот район входит в первую агроклиматическую зону (Вадинско - Мокшанскую), которая занимает центральную и северо-западную части области и характеризуется достаточным увлажнением, включая в себя подрайоны: а) прохладный, б) умеренно теплый. По природным условиям она включает в себя лесную и переходную от лесной к лесостепной зоне.

Это наиболее влажный агроклиматический район области. За год выпадает 450-500 мм осадков, на возвышенных местах - более 500 мм, сумма осадков за вегетационный период (май – сентябрь) составляет 250-280 мм. В течение 136-142 дней растения активно вегетируют.

Продолжительность безморозного периода в среднем 125-138 дней.

В конце ноября образуется постоянный снежный покров, который сохраняется 128-136 дней. Разрушение устойчивого снежного покрова происходит в первой декаде апреля, а сход его -

10-15 апреля. Средняя из наибольших высот снежного покрова составляет 30-40 см.

Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха на ровных и возвышенных местах – 33, - 35⁰ и – 35, - 37⁰ в пониженных местах рельефа.

Средние суммы температур по территории составляют 2200-2400⁰, что обеспечивает ежегодное созревание таких культур как озимая рожь и пшеница, ранние яровые зерновые культуры, гречиха, картофель, просо, ранние и среднеранние гибриды кукурузы, подсолнечника. Позднеспелые гибриды кукурузы обеспечены теплом до фазы «выметывания метелки» [Агроклиматические ресурсы Пензенской области, 1972].

2.2 Погодные условия проведения исследований

Погодные условия 2001 года характеризовались как прохладные с достаточным увлажнением. Сумма активных температур составляла 2200⁰ С, что ниже средней многолетней на 4,5%. Сумма осадков за период вегетации была 275 мм, что выше средней многолетней на 26 мм.

В период посева и прорастания семян, в мае месяце, среднесуточная температура воздуха составила 11,8⁰ С, что ниже многолетней на 1,8⁰. В июне стояла прохладная погода, температура воздуха была ниже многолетней на 3,3⁰. В июле среднесуточная температура возросла до 21,7⁰ С, что выше многолетней на 2,4⁰. Учитывая достаточную влагообеспеченность и биологические особенности развития кукурузы, можно сказать, что образование репродуктивных органов и зерна протекало в благоприятных условиях. В августе среднесуточная температура воздуха была 16,8⁰ С, это ниже многолетней на 1,3⁰. Но в первой половине сентября

Метеорологические условия вегетационного периода 2001 года

Таблица 2.2.1

Показатели	Месяц, декады														
	V			VI			VII			VIII			IX		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Средняя температура воздуха, °C	12,1	13,6	9,8	12,2	15,4	15,7	19,2	21,7	23,7	16,3	20,6	13,5	11,3	15,2	7,8
Средняя многолетняя температура воздуха, °C	12,1	13,8	15,0	16,0	18,1	18,9	18,8	19,7	19,4	18,7	17,8	17,7	14,3	11,6	9,2
Сумма осадков, мм	5,6	14,8	37,9	15,9	11,4	55,0	20,4	0,0	12,0	13,8	37,0	35,5	4,5	0,0	11,2
Средняя многолетняя сумма осадков, мм	14,4	13,0	16,0	14,7	17,1	18,1	18,3	22,6	20,9	19,3	15,3	15,0	14,4	14,6	15,3

температура воздуха соответствовала многолетним данным - 13,3[°]C (табл. 2.2.1).

В целом можно считать, что погодные условия 2001 года были благоприятными для роста и развития кукурузы

2002 год по погодным условиям характеризовался как прохладный с недостаточным увлажнением. За период вегетации сумма осадков составила 226,4 мм, что на 8,6 % ниже по сравнению со средней многолетней. Сумма активных температур была на 4,3 % ниже средней многолетней и составила 2140[°]C

Среднесуточная температура мая была 10,2[°]C, что на 25 % ниже многолетней. В июне температура воздуха была на 2[°]C ниже многолетней. Июль характеризовался повышением температуры воздуха до 22,6[°]C, что выше многолетней на 3,3[°]C. В августе наблюдалось снижение среднесуточной температуры по сравнению с многолетней на 15 %. Температурные условия сентября соответствовали среднемноголетним показателям (табл.2.2.2).

Прохладным но с достаточным увлажнением характеризовался 2003 год. Сумма активных температур составила 2074[°] C, что на 7% ниже средней многолетней. Сумма осадков за вегетационный период кукурузы была 419,5 мм, этот показатель выше средней многолетней суммы осадков на 170,5 мм (табл. 2.2.3).

В мае среднесуточная температура воздуха равнялась 14,3[°] – выше средней многолетней на 0,7[°]. В июне температура воздуха была ниже среднесуточной многолетней на 5,3[°] и составляла 12,4[°] C. Только в июле среднесуточная температура соответствовала средним многолетним данным – 19,3[°] C (19,3[°] C – средняя многолетняя). Формирование репродуктивных органов проходило при пониженных температурах, а цветение и образование зерна - в нормальных условиях. Так же близко к средним многолетним показателям проходил налив зерна в августе и начале сентября – 18,8 и 12,7[°]C

Метеорологические условия вегетационного периода 2002 года

Таблица 2.2.2

Показатели	Месяц, декады														
	V			VI			VII			VIII			IX		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Средняя температура воздуха, °C	12,3	9,3	8,9	13,5	16,2	17,4	22,0	21,5	24,3	17,6	16,2	12,0	16,5	9,5	9,2
Средняя многолетняя температура воздуха, °C	12,1	13,8	15,0	16,0	18,1	18,9	18,8	19,7	19,4	18,7	17,8	17,7	14,3	11,6	9,2
Сумма осадков, мм	1,7	33,0	12,8	20,6	22,8	23,4	1,2	3,0	0,0	13,1	0,5	11,7	1,4	34,3	48,1
Средняя многолетняя сумма осадков, мм	14,4	13,0	16,0	14,7	17,1	18,1	18,3	22,6	20,9	19,3	15,3	15,0	14,4	14,6	15,3

Таблица 2.2.3

Метеорологические условия вегетационного периода 2003 года

Показатели	Месяц, декады														
	V			VI			VII			VIII			IX		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Средняя температура воздуха, °C	12,4	14,4	16,2	10,8	12,6	13,9	18,9	19,2	19,8	21,0	18,1	17,3	11,4	14,4	12,2
Средняя многолетняя температура воздуха, °C	12,1	13,8	15,0	16,0	18,1	18,9	18,8	19,7	19,4	18,7	17,8	17,7	14,3	11,6	9,2
Сумма осадков, мм	17,7	4,3	9,6	17,1	64,4	30,1	84,7	21,1	19,7	5,8	74,7	27,7	42,6	-	-
Средняя многолетняя сумма осадков, мм	14,4	13,0	16,0	14,7	17,1	18,1	18,3	22,6	20,9	19,3	15,3	15,0	14,4	14,6	15,3

(средняя многолетняя температура воздуха - 18,1, 11,7⁰С соответственно). Анализ погодных условий 2003 года показал, что рост и развитие кукурузы протекали при неблагоприятных условиях для этой культуры.

В 2004 году погодные условия характеризовались как умеренно теплые и влажные. Сумма осадков за вегетационный период кукурузы составила 327,9 мм, при средней многолетней сумме 249 мм, что на 31,7% выше нормы. Сумма активных температур составила 2109,4⁰С и была ниже средней многолетней на 9% (2300⁰ С).

В мае средняя температура воздуха составила 14,6⁰С, что выше нормы на 1⁰. В июне и июле стояла теплая погода, температура воздуха равнялась 17,5 и 20,2, что было равно обычной температуре (17,7⁰ и 19,3⁰). Учитывая достаточную влагообеспеченность и биологические особенности развития кукурузы, можно констатировать, что образование репродуктивных органов, их формирование и образование зерна протекало в благоприятных условиях. В августе и первой половине сентября, когда проходил налив зерна, средняя температура воздуха составляла 21,0 и 14,5⁰, что немного выше средних многолетних данных (2,3-0,2⁰ С).

В целом можно считать, что погодные условия 2004 года были благоприятными для роста и развития кукурузы (табл. 2.2.4).

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать заключение, что из всех лет исследований благоприятные погодные условия для роста и развития кукурузы складывались в 2001 и 2004 годах. Погодные условия других лет оказывали негативное влияние на реализацию потенциальной продуктивности гибридной кукурузы.

В целом, принимая во внимание биологические особенности кукурузы и природно-климатические условия Пензенской области, можно подобрать раннеспелые и среднеранние гибриды, способные давать стабильные урожаи зерна.

Таблица 2.2.4

Метеорологические условия вегетационного периода 2004 года

Показатели	Месяц, декады														
	V			VI			VII			VIII			IX		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средняя температура воздуха, °C	15,1	12,4	16,2	16,2	14,3	22,0	18,2	20,7	21,8	21,0	17,7	17,9	14,5	13,8	13,7
Средняя многолетняя температура воздуха, °C	12,1	13,8	15,0	16,0	18,1	18,9	18,8	19,7	19,4	18,7	17,8	17,7	14,3	11,6	9,2
Сумма осадков, мм	2,2	21,2	25,4	18,3	36,5	6,7	58,4	47,8	64,5	8,0	14,2	11,6	11,2	4,1	72,4
Средняя многолетняя сумма осадков, мм	14,4	13,0	16,0	14,7	17,1	18,1	18,3	22,6	20,9	19,3	15,3	15,0	14,4	14,6	15,3

2.3 Схема опытов и методика исследований

Исследования по сравнительной оценке гибридов кукурузы проводились в 2001 - 2003 гг. в учебно-опытном хозяйстве Пензенской государственной сельскохозяйственной академии.

Объектами исследований служили гибриды кукурузы, присланные учреждениями - соисполнителями Всероссийской программы по селекции и семеноводству кукурузы, групп спелости:

ФАО 100-150: Са-121; Са-122; Са-123; Ки-124; Ки-125; Ки-126; Бе-118; Бе-119; Бе-120; Кр-106; Кр-107; Кр-108; Во-112; Во-113; Во-114; Ик-103; Ик-104; Ик-105; К-180.

ФАО 150-200: Ик – 163; Ик – 164; Ик – 165; Са – 178; Са – 179; Са – 180; Ки – 184; Ки – 185; Ки – 186; Бе – 175; Бе – 176; Бе – 177; Кр – 166; Кр – 167; Кр – 168; Во – 172; Во – 173; Во – 174.

Исследования по изучению влияния различного уровня минерального питания и приемов использования удобрений на гибриды кукурузы различных групп спелости проводились в учебно-опытном хозяйстве ПГСХА в 2002 – 2004 годах.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое – 6,8%, легкогидролизуемого азота - 12,5-13,0, подвижного фосфора – 7,5-8,2, обменного калия – 16,5-18,7 мг на 100 г почвы, реакция почвенного раствора слабокислая, гидролитическая кислотность – 3,65 мг-экв на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 37,0 мг-экв на 100 г почвы.

Площадь делянки составила 14 м², повторность в опыте трехкратная. Размещение делянок – систематическое. Предшественник - озимая пшеница.

Решение поставленных задач осуществлялось по схеме двухфакторного опыта.

Фактор А – гибриды кукурузы: ФАО 100-150; ФАО 150-200; ФАО 200-250.

Фактор Б: 1) фон без удобрений; 2) $N_{100}P_{70}K_{45}$; 3) $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ (азот в дозе 30 кг д.в. вносили в подкормку в фазу 4-5 листьев). Уровень минерального питания рассчитывали на планируемую урожайность 5 т/га балансовым методом (табл. 2.3.5).

Фенологические наблюдения и биоморфологические промеры растений (высота, прикрепление початков, их число и т.п.) проводили по методике госкомиссии по сортоиспытанию (ГОСТ – 10842 - 64) [1977].

Структуру урожая – длину початков, число рядов зерен и число зерен в ряду, массу зерна с початка – определяли общепринятыми методами.

Площадь листьев замеряли на 10 растениях каждого варианта в двух несмежных повторениях. Листовую поверхность рассчитывали путем перемножения длины листа на максимальную ширину и на коэффициент 0,75 [Ермаков Е.С., 1982]. Фотосинтетический потенциал посевов и хозяйствственно-ценную чистую продуктивность фотосинтеза вычисляли по формулам, приведенным М.К. Каюмовым [1989].

Урожай зерна учитывали в фазе полной биологической спелости методом поделяночного взвешивания всех собранных початков. Из всех вариантов опыта в двух несмежных повторениях при уборке брали пятикилограммовые пробы початков, по которым определяли уборочную влажность и выход зерна. Урожай зерна пересчитывали на 14%-ную влажность и на один гектар посева. Полученный цифровой материал обрабатывали математическими методами корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализов [Филев Д.С. и др., 1980; Доспехов Б.А., 1985] на ПЭВМ с использованием пакета прикладных программ Excel 2000, Statistica 4.5, Statgraphics Plus for Windows 2.1.

Таблица 2.3.5

Потребность в удобрениях гибридов кукурузы с учетом
обеспеченности почв элементами питания

Показатели	Планируемая урожайность: зерна 5 т/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Вынос N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O на 1 т зерна с га	25	8	20
Вынос питательных веществ урожаем, кг/га	125	40	100
Содержится в почве, мг на 100 г	12,5	8,6	11,6
Содержится в пахотном слое почвы, кг/га	375	258	348
Коэффициент использования питательных веществ почвы, %	20	10	20
Кукуруза получит из почвы для формирования урожая	75	25,8	69,6
Необходимо внести удобрений, кг/га	50	14,2	30,4
Коэффициент использования питательных веществ удобрений, %	50	20	60
Следует внести с учетом коэффициентов, кг/га	100	71	42,6

Энергетическая эффективность определялась по результатам анализа трудовых, материальных ресурсов и выхода продукции, соответственно в стоимостном и энергетическом выражениях, на основе технологических карт по нормативам и расценкам, действующим в регионе на 2004 год [Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., 1995; Михайличенко Б.П. и др., 1996; Васин В.Г., Зорин А.В., 1998].

3. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

3.1 Особенности роста и развития гибридов кукурузы

Продолжительность периода вегетации растений – важный признак, определяющий не только уровень продуктивности, но часто и возможность возделывания того или иного гибрида кукурузы в определенном регионе.

Признак «продолжительность вегетационного периода» может характеризоваться различными показателями. Н.Н. Кулешов [1931] отмечает, что число листьев на главном стебле служит достаточно точным показателем длины вегетационного периода гибрида. Этот признак весьма устойчив, мало изменяется под влиянием внешних условий.

M. Hillson, L. Penny [1965] сделали большой обзор работ, в которых показано, что для характеристики вегетационного периода различных форм кукурузы можно использовать время появления нитей початка или цветения метелок. Вместе с тем авторы подчеркивают, что продолжительность периода «посев – появление нитей початка» очень сильно варьирует под влиянием условий выращивания.

По данным А. Mohamed [1959], продолжительность периода «посев – цветение метелки» контролируется двумя, а периода «посев – появление нитей» - тремя главными генами.

Длина вегетации, прохождение межфазных периодов и продуктивность растений тесно взаимосвязаны. Поэтому важно знать, как меняются эти показатели в зависимости от погодных условий года и в различных зонах возделывания этой культуры. Так,

M. Hillson и L. Penny [1965] утверждают, что для определения продолжительности периода вегетации различных гибридов кукурузы можно использовать время появления пестичных нитей початка или цветения метелок.

С учетом вышеизложенного, была поставлена задача установить у гибридов кукурузы групп спелости ФАО 100–150 и ФАО 150–200 длину периода вегетации и сроки прохождения отдельных фаз роста и развития растений в разных природно-климатических условиях. Полученные данные представлены в таблицах 3.1.6 и 3.1.7

Как видно из таблицы 3.1.6, на наступление фазы «всходы – цветение початков» оказывали влияние погодные условия пунктов, где проводились испытания.

Так, в 2002 во всех пунктах испытания кроме, Пензенской ГСХА, период «всходы – цветение початков» у испытуемых гибридов наступил на 1 – 2 дня раньше чем в 2001 и 2003 годах. Это связано с тем, что погодные условия 2001 и 2003 годов в условиях Самарской и Воронежской областей были неблагоприятными для возделывания гибридной кукурузы.

В Пензенской области цветение початков наступило раньше в 2001 году. Погодные условия этого года характеризовались как прохладные с достаточным увлажнением, а 2002 и 2003 годы характеризовались как прохладные с недостаточным увлажнением.

Период «всходы - цветение початков» в 2002 году наступил у раннеспелых гибридов кукурузы в Поволжском НИИСС на 52-й – 55-й день. Посев был произведен 18 мая, а всходы появились на 19-й день. Позже всех этот период наступил у испытуемых гибридов кукурузы, высаженных в Пензенской ГСХА в 2003, году и составил 65–72 дня, хотя посев был произведен раньше, чем в других точках испытания, 11-ого мая, а всходы появились на 15-й день.

Таблица 3.1.6

Прохождение фазы цветения початка у гибридов
кукурузы ФАО 100–150

Гибрид	Число дней всходы – цветение початков											
	Самарский НИИСХ			Воронежская ОС			Поволжский НИИСС			Пензенская ГСХА		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Са-121	59	56	65	56	50	61	58	53	60	64	67	65
Са-122	59	56	64	56	51	61	57	55	60	61	69	70
Са-123	59	56	65	-	50	62	-	53	59	61	64	68
Ки-124	59	57	62	55	50	60	55	52	-	65	67	70
Ки-125	58	55	63	55	50	60	57	54	60	61	64	66
Ки-126	58	57	66	55	49	60	57	54	61	61	67	68
Бе-118	60	-	63	56	50	62	58	-	61	64	-	65
Бе-119	59	-	66	56	51	61	58	-	61	64	-	70
Бе-120	60	-	66	56	50	61	57	-	61	64	-	65
Кр-106	59	56	62	54	48	60	57	52	58	61	61	67
Кр-107	60	58	64	56	51	61	56	53	59	61	64	65
Кр-108	57	56	65	55	49	61	56	52	60	61	67	70
Во-112	57	58	66	58	52	63	58	-	60	65	67	68
Во-113	60	58	67	57	52	62	56	-	62	65	69	70
Во-114	60	57	65	59	52	66	57	-	64	65	69	72
Ик-103	57	58	-	55	49	60	59	54	-	61	67	-
Ик-104	60	60	63	55	53	57	58	55	-	61	67	68
Ик-105	61	57	-	58	52	64	59	54	-	61	67	-
К-180	64	58	66	59	53	64	57	52	-	61	67	69
Среднее	59	57	65	56	51	61	57	53	60	62	66	68

В Самарском НИИСХ в 2001 году гибриды посевали 12.05, а всходы получили 22.05. В данных природно-климатических условиях более ранними гибридами являются Кр-108; Во-112; Ик-103, цветение початка у них наступило на 57-й день от всходов, а поздними - Корн-180 – 64 дня.

В условиях Воронежской опытной станции в 2001 году посев был произведен 18 мая, всходы появились на 15-й день. Ранним гибридом в условиях этого года является Кр-106, у него период «всходы – цветение початка» составил 54 дня. Более позднеспелыми являются гибриды Во-114 и Корн-180, у данных гибридов этот период наступил на 59-й день.

В Поволжском НИИСС гибрид Ки-124 характеризовался как наиболее скороспелый, так как период «всходы – цветение початка» у него наступил на 55-й день, у остальных гибридов он наступил на 1–4 дня позже.

В Пензенской области менее скороспелыми гибридами этого года являются Ки-124; Во-112; Во-113; Во-114. Период «всходы – цветение початка» у них наступил на 65-й день, у остальных гибридов цветение початков наступило на 4 дня раньше.

В условиях Самарского НИИСХ в 2002 у всех гибридов произошло уменьшение периода «всходы - цветение початка» на 1 - 6 дней по сравнению с 2001 годом, хотя посев был произведен на 3 дня позже, чем в 2001 году.

В 2002 году, в Воронежской ОС гибридом с наименьшим числом дней «всходы - цветение початка» являлся Кр-106-48 дней, а с наибольшим - Ик-104 и Корн-180.

В Поволжском НИИСС за период 2002 года выделились гибриды: Ки-124; Кр-106; Кр-108; Корн-180, число дней от всходов до цветения початков у них составило 52. Посев испытуемых гибридов был произведен 18.05, а всходы появились через 19 дней.

У остальных образцов цветение початков по сравнению с указанными выше гибридами наступало позже на 1–3 дня.

В Пензенской ГСХА ранним гибридом был Кр-106, а более поздними Са-123; Во-112; Во-114, период от всходов до цветения початков у них составил 61, 69 дней соответственно.

В 2003 году во всех пунктах испытания гибридов кукурузы произошло увеличение периода «всходы – цветение початков». В Самарском НИИСХ у образцов Ки-124; Кр-106 цветение початков наступило раньше других образцов на 1 – 5 дней.

В условиях Воронежа число дней от входов до цветения початков было наименьшим у гибрида Кр-106 – 48 дней, а наибольшим у Ик-104; Корн-180 и составило 53 дня, хотя посев был произведен 21-го мая, а всходы появились через 9 дней.

У гибридов, высаженных в Поволжском НИИСС 20 мая, всходы появились через 10 дней, а цветение початков наступило у образца Кр-106 на 58 день, у остальных образцов позже на 1 – 6 дней.

Период «всходы – цветение початка» в 2003 году в Пензенской ГСХА был минимальным у гибридов: Са-121; Бе-118; Бе-120; и Кр-107, а максимальным у Во-114.

На основании вышеизложенного, можно констатировать, что в среднем за годы исследований в Самарском НИИСХ гибрид кукурузы Ик-103 является наиболее ранним. В Воронежской ОС и Пензенской ГСХА гибрид Кр-106 является наиболее скороспелым, так как период «всходы – цветение початка» у него составил 54, 64 дня соответственно. Гибрид кукурузы Ки-124 является в условиях Поволжского НИИСС более ранним по сравнению с другими образцами. В среднем по опыту выделились образцы Кр-106 и Ик-103. Число дней от всходов до цветения початков у данных гибридов составило 58.

Как видно из данных, представленных в таблице 3.1.7, прохождение фазы цветения початков у гибридов кукурузы группы спелости ФАО 150–200 было различным как по пунктам, так и по годам исследований.

Наиболее коротким данный период в среднем по годам был у испытуемых гибридов кукурузы, высеванных в Воронежской ОС и Поволжском НИИСС, и составил 57 дней, а наиболее продолжительным - в Пензенской ГСХА – 70 дней.

По годам испытания число дней «всходы – цветение початков» было наименьшим в 2002 году в Воронежской ОС - 52 дня, наибольшим - в Пензенской ГСХА в 2002 и 2003 годах и составило 70 дней.

В Самарском НИИСХ в среднем по годам период «всходы – цветение початка» был наименьшим у гибридов Са-179; Ки-185; Ки-186, а наибольшим - у Бе-175; Бе-177 и Кр-166.

За период 2001 – 2003 гг. в Воронежской ОС гибриды Са-179; Са-180; Ки-184; Ки-185; Ки-186; Бе-175 и Бе-176 были более скороспелыми, так как период цветение початка у них наступил раньше других гибридов на 1 – 6 дней.

В Поволжском НИИСС в среднем по годам исследований гибрид Са-178 характеризовался как наиболее скороспелый, так как период всходы – цветение початка у него наступил на 53 день, а Во-172; Во-173 характеризовались как более позднеспелые, данный период у них наступил позже на 8 дней.

В Пензенской области наиболее поздним гибридом является Во-174, у него фаза цветения початка наступила на 72-й день, а ранним Са-179, так как данная фаза у него наступила на 5 дней раньше остальных.

Таблица 3.1.7

Прохождение фазы цветения початка у гибридов
кукурузы ФАО 150 – 200

Гибриды	Число дней всходы - цветение початка											
	Самарский НИИСХ			Воронежская ОС			Поволжский НИИСС			Пензенская ГСХА		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Ик - 163	62	60	-	63	55	64	59	56	-	-	69	70
Ик - 164	62	59	-	63	57	62	57	54	-	-	68	69
Ик - 165	62	58	66	61	53	62	58	53	-	70	69	69
Са - 178	60	57	63	59	51	61	-	53	-	69	69	70
Са - 179	58	57	62	58	50	60	58	53	-	69	68	65
Са - 180	59	57	63	58	50	60	-	54	60	69	70	70
Ки - 184	59	58	63	58	50	61	56	54	59	70	69	70
Ки - 185	60	57	61	58	50	61	57	54	59	70	71	70
Ки - 186	60	57	60	58	50	61	58	54	59	67	71	70
Бе - 175	61	-	65	58	50	61	57	-	63	70	-	69
Бе - 176	59	-	62	58	51	60	57	-	61	70	-	69
Бе - 177	62	-	64	60	51	62	58	-	61	70	-	70
Кр - 166	-	59	66	59	51	61	58	54	60	-	-	69
Кр - 167	61	59	65	60	53	61	57	53	61	-	-	70
Кр - 168	61	58	65	59	51	61	56	52	62	-	-	70
Во - 172	61	58	66	62	54	63	58	-	63	69	70	72
Во - 173	61	59	67	62	53	64	57	-	64	69	70	73
Во - 174	63	55	69	64	54	67	56	-	61	71	70	74
Среднее	61	58	64	60	52	62	57	54	61	69	70	70

Таким образом, наиболее скороспелыми среднеранними гибридами в среднем по опыту являются Са-178; Са-179 и Ки-186 потому, что они характеризуются наиболее коротким периодом всходы – цветение початка.

Высота растений, их облиственность, общая площадь листовой поверхности являются важными морфологическими признаками при возделывании гибридной кукурузы. Требования производственников к высоте растений гибридов кукурузы неоднозначны. При возделывании кукурузы на силюс желательно использовать высокорослые формы. Это будет способствовать повышению урожая листостебельной массы. Гибриды зернового типа должны быть более низкорослыми, пригодными для комбайновой уборки [Домашнев П.П., 1963]. Поэтому выбирать гибриды следует в зависимости от поставленных задач и с учетом закономерностей изменчивости и наследственности высоты растений и других количественных признаков.

Высота растений в значительной мере определяет высоту прикрепления початков [Гурьев Б.П., 1970]. Высота прикрепления початка является важным агрономическим признаком растений кукурузы. Она в значительной мере определяет возможность комбайновой уборки зерновых гибридов кукурузы без больших потерь урожая. При возделывании низкорослых гибридов кукурузы предпочтение отдается формам с относительно высоким прикреплением початка.

Также высота растений тесно связана с таким важным морфологическим признаком, как площадь листьев. Установлено, что коэффициент корреляции между площадью листьев гибридной кукурузы и высотой составляет 0,97 – 0,99. Максимального размера площадь листовой поверхности достигает у кукурузы к фазе цветения. Следовательно, чем раньше растения достигают этой фазы,

тем продуктивней они используют благоприятные для фотосинтеза температуры июля и августа [Третьяков Н.Н. и др., 1979; Кандахова Ф.Т., 2000].

В наших исследованиях показана изменчивость морфологических признаков гибридной кукурузы ФАО 100–150; ФАО 150–200, таких как: высота растений, высота прикрепления початков, количество листьев и их площадь. Полученные данные представлены в таблицах 3.1.8 и 3.1.9.

Как видно из данных таблицы 3.1.8, наиболее высокорослые растения сформировались в 2002 году, а с большей площадью листьев - в 2001 году.

Гибрид Са-121 характеризовался наибольшей высотой в 2001 году – 245 см. У остальных гибридов этого года высота растений была ниже, самым низкорослым образцом в этом году был Во-113 с высотой 197,4 см.

В 2002 наиболее высокорослыми (240 см) были образцы Ки-126; Кр-106; Кр-107, остальные гибриды характеризовались меньшей высотой.

Гибрид Са-121 в 2003 году был наиболее высокорослым по сравнению с другими образцами.

Высота прикрепления початка является важным хозяйствственно полезным признаком. Изменение этого показателя под влиянием условий выращивания может затруднить или облегчить механизированную уборку урожая. Данный показатель тесно взаимосвязан с высотой растений. Высота прикрепления початка у раннеспелых гибридов кукурузы была выше в 2002 году на 4 и 18,2 см по сравнению с 2001 и 2003 годом.

Таблица 3.1.8
Морфологические признаки гибридов кукурузы ФАО 100 – 150 (Пензенская ГСХА)

Гибриды	2001 ГОД				2002 ГОД				2003 ГОД			
	высота растений, см	высота прикрепления початка, см	количество листьев, шт	площадь листьев, дм ² /раст.	высота растений, см	высота прикрепления початка, см	количество листьев, шт	площадь листьев, дм ² /раст.	высота растений, см	высота прикрепления початка, см	количество листьев, шт	площадь листьев, дм ² /раст.
Са-121	245	113,4	12,5	32,38	238	107,4	12,2	31,63	217,4	87,4	13	29,72
Са-122	215	84,5	13	24,7	221	80,9	13,8	26,31	202,5	73,5	12,8	27,995
Са-123	200	74,1	13,1	41,53	207	73	12,8	27,995	206,1	80/71,4	13,2	41,49
Ки-124	218,6	88,2	12,3	30,14	220	90,3	12,2	29,09	197,5	66,1	12,4	32,89
Ки-125	227,4	95,4	12,2	32,33	230	94,4	12,4	32,89	208,9	80,1	12,0	30,60
Ки-126	217,6	87,2	12,5	31,88	240	107,4	12,0	30,60	202,3	73,5	12,2	31,26
Бе-118	210,9	78,4	12,3	31,94	-	-	-	-	203,8	76,8	12,4	32,2
Бе-119	205,8	71,8	12,3	32,08	-	-	-	-	201,4	69,8	12,4	32,34
Бе-120	226,4	91,7	12	28,61	-	-	-	-	197,4	65,4	12,2	29,09
Кр-106	237,1	105,5	12,5	29,63	240	107,6	12,2	28,94	198,3	66,6	12,4	33,60
Кр-107	230,1	95,7	13	35,1	240	108,4	12,4	33,60	205,2	77,8	12,4	25,68
Кр-108	200,1	69,6	12,8	26,5	195	62,4	12,4	25,68	215	80,3	13,8	26,31
Во-112	219,4	89,5	13,1	33,8	227	95,5	13,2	42,85	205,9	78,6	12,6	32,65
Во-113	197,4	64,8	13,5	34,83	202	67	12,6	32,65	204,6	77,4	13,8	33,26
Во-114	201	68,6	13,4	32,29	206	79	13,8	33,26	202,9	74,7	13,8	34,03
Ик-103	212,3	79,8	12,2	31,72	210	77,3	12,4	32,2	-	-	-	-
Ик-104	204,3	70,1	12,6	31,5	222	98,9	12,4	31,10	201,3	75,9	13,4	29,37
Ик-105	237,3	101	12,7	33,02	230	96,9	12,4	32,34	-	-	-	-
К-180	204,3	69,6	13,2	28,64	206	68,9	13,3	28,82	203,4	70,7	13	31,74
Среднее	216,3	84,2	12,7	31,7	220,4	88,5	12,7	31,2	204,3	70,3	12,8	31,4

Число листьев, которые сформировали гибриды кукурузы ФАО 100 – 150 за весь период вегетации, было относительно постоянным за годы исследований. Это обусловлено генотипом растений и служит косвенным показателем скороспелости гибридов. В то же время число функционирующих листьев в период цветения початков в определенной мере зависело от внешних факторов абиотического и биотического характера.

Площадь листьев у раннеспелых гибридов кукурузы была больше в 2001 году, превышая в среднем 2002 год на 0,5 дм²/раст., 2003 на 0,3 дм²/раст.

Самая высокая площадь листьев наблюдалась у образца Са – 123 (41,53 дм²/раст в 2001 г. и 41,49 дм²/раст. в 2003 г.)

Если проанализировать данные таблицы 3.1.9 по годам исследований, то видно, что наиболее высокорослые растения среднеранних гибридов кукурузы с большей площадью листовой поверхности формировались в 2002 году. В этом году растения были выше на 0,5 в 2001 и 14,2 в 2003 см. Площадь листовой поверхности была максимальной в 2001, году на 0,6 и 1,6 дм²/растение выше, чем в 2002 и 2003 годах соответственно. В среднем по годам наибольшей высотой характеризовались гибриды Ик–163; Кр–167; Кр–168 и Во-174, соответственно показатели площади листовой поверхности у них были несколько выше остальных.

Подсчитывая число листьев, которые растения гибридов кукурузы формировали за весь период вегетации, мы установили, что для каждого гибрида этот показатель, в среднем за годы исследований, был относительно постоянным.

По площади листовой поверхности растений можно судить, на сколько генотип обуславливает приспособление к меняющимся

Таблица 3.1.9
Морфологические признаки гибридов кукурузы ФАО 150 – 200 (Пензенская ГСХА)

Гибриды	2001 год				2002 год				2003 год			
	высота растений, см	высота прикрепления початка, см	количество листьев, шт	площадь листвьев, дм ² /раст.	высота прикрепления початка, см	количество листьев, шт	площадь листвьев, дм ² /раст.	высота прикрепления початка, см	количество листьев, шт	высота прикрепления початка, см	количество листьев, шт	площадь листвьев, дм ² /раст.
Ик - 163	224,3	86,1	12,8	36,73	240	98,4	13,4	37,04	213,7	70,4	13,4	35,47
Ик - 164	219,8	84,7	13,4	33,05	230	87,1	14,6	29,65	205,1	79/64,9	13,4	33,92
Ик - 165	221,6	87,7	14	30,91	210	66,4	13,7	29,65	211,2	75/63,8	14,6	29,65
Са - 178	218,1	81,8	13,8	31,23	220	88,2	14,4	29,97	206,3	72	14,4	29,97
Са - 179	219,2	80,6	12,9	28,7	225	94,1	13,7	31,31	212,6	63,8	13,4	23,56
Са - 180	210,9	83,8	12,4	29,75	213	77,6	13	28,49	197,7	66,6	13	28,49
Ки - 184	212,8	88,6	12	28,8	220	83,4	12,6	27,54	201,4	70,5	12,6	27,54
Ки - 185	214	85,3	13,6	30,56	230	87,4	14,8	35,08	196	59,9	13,6	35,08
Ки - 186	222,3	78,7	12,9	35,18	210	67,54	14	35,47	197	66,5	13,1	33,92
Бе - 175	219,2	80	13,1	34,86	-	-	-	-	209,4	74,3	13,7	33,6
Бе - 176	217,8	74,6	12,5	33,36	-	-	-	-	208,4	72,9	13,1	32,1
Бе - 177	218,6	75,4	12,9	32,36	-	-	-	-	209	73,7	13,5	31,1
Кр - 166	216,5	73,3	13	30,96	-	-	-	-	205,4	71,6	13,6	29,7
Кр - 167	229	95,8	14,1	38,3	-	-	-	-	217,9	84,1	14,7	37,04
Кр - 168	227,4	90,7	13,3	36,34	-	-	-	-	207,8	72,5	13,9	29,3
Во - 172	224,3	74,2	12,1	30,99	220	90,6	12,65	32,88	198,2	67,4	12,8	26,57
Во - 173	213,1	81,4	12,7	36,22	200	61,4	13	33,92	200	78	13,6	32,88
Во - 174	232,3	98,1	13,5	41,98	230	97	14,6	41,23	218	86,5	14,7	40,21
Среднее	220,1	83,4	13,1	33,3	220,6	83,3	13,8	32,7	206,4	72,5	13,6	31,7

условиям выращивания. Таким критерием служит снижение площади листовой поверхности в неблагоприятный для роста и развития год.

Наименьшую площадь листьев гибриды формировали в 2003 году ($31,7 \text{ дм}^2/\text{раст.}$) По годам этот показатель снижался относительно 2001 года на $0,5\text{-}1,6 \text{ дм}^2/\text{растение}$. Меньше реагировали на условия выращивания гибрид Ик-163; Кр-167; Кр-168 и Во-174. Разница в площади листовой поверхности у этих гибридов составляла $0,75$ и $6,51 \text{ дм}^2/\text{растение}$ соответственно.

Высота растений, интенсивность листообразования, общая площадь листовой поверхности оказывают решающее влияние на продуктивность растений, так как до 95% сухой массы формируется из органических веществ, первично образующихся в листьях. Установлено, что коэффициент корреляции между сухим веществом и площадью листьев растений кукурузы составляет $0,97\text{-}0,99$.

Однако данные показатели не могут точно характеризовать продолжительность всего вегетационного периода, потому что скорость созревания зерна гибридов даже одной и той же группы скороспелости сильно варьирует [Snelling O., Hoerner R., 1940; Dessuraux L., Neal N. Brink R., 1948; Crane P., Miles S., Neuman I., 1959; Шахов Н.Ф. Котова Г.П., 1969].

М.Я. Трегубенко, И.Г. Фаюстов [1962], Н.Н. Кулешов [1964] считают, что изменение влажности зерна – достаточно точный и объективный показатель скорости развития семян.

H. Rather, A. Marston [1940], S. Aldrich [1943], R. Shaw, H. Thom [1951], A. Hallauer, W. Russel [1962] установили, что полная спелость наступает при достижении максимальной массы сухого вещества в зерне. При этом полная спелость наступает при неодинаковой влажности зерна у разных гибридов. Она варьирует в пределах от 28,8% до 42%.

Кукурузу на зерно можно убирать, когда влажность зерна достигнет 32% . В этом состоянии у основания зерна, то есть на месте прикрепления зерна к стержню, можно видеть черный слой.

Уборка зерна кукурузы с повышенной влажностью сильно повышает долю дробленого зерна, примесей и повреждений зародышей, что снижает его товарность. Также при уборке зерна кукурузы с повышенной влажностью возрастают затраты на его сушку. Расчеты показывают, что в среднем уменьшение влажности зерна при уборке на 1% снижает долю битых зерен и примесей на 2,2% . При влажности 35% доля битых зерен составляет 10%.

Данные, представленные в таблицах 3.1.10 и 3.1.11, показывают влияние места выращивания на влажность зерна гибридов различной спелости.

Как видно из данных таблицы 3.1.10, гибриды с наименьшей уборочной влажностью были получены в 2001 году во всех пунктах испытания, кроме Поволжского НИИСС. В Поволжском НИИСС гибриды с меньшей уборочной влажностью были получены в 2003 году.

В Воронежской ОС по сравнению с другими пунктами испытания все гибриды были убранны с меньшей влажностью зерна в 2001 году. Гибрид Кр-107 в условиях 2001 года характеризовался наименьшей уборочной влажностью, которая составила 24,8%. У гибрида Бе-118 уборочная влажность была наибольшей и составила 36,7%

В Самарском НИИСХ в 2001 году у гибрида Ик-103 было наименьшее содержание влаги в зерне, а наибольшее у Бе-120, уборочная влажность которого составила 34,1%

В условиях Поволжского НИИСС в отчетном году у всех гибридов уборочная влажность была наибольшей, кроме Ки-126 – 45,1%

Уборочная влажность зерна гибридов кукурузы ФАО 100 – 150

Гибрид	Уборочная влажность, %											
	Самарский НИИСХ			Воронежская ОС			Поволжский НИИСС			Пензенская ГСХА		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Са-121	30,0	34,5	33,9	31,1	35,4	32,8	51,2	44,8	36,3	30,0	40,5	37,6
Са-122	32,8	34,6	34,3	32,5	34,2	30,6	47,7	47,7	31,5	31,6	40,7	37,9
Са-123	27,4	33,6	34,4	-	36,5	31,6	-	49,5	32,1	32,0	33,6	36,8
Ки-124	30,7	35,1	33,1	27,3	35,2	32,3	45,7	-	-	32,0	39,3	39,6
Ки-125	30,7	33,1	32,1	32,9	36,2	29,9	54,3	47,9	35,8	33,4	33,6	35,2
Ки-126	28,4	34,3	32,9	31,8	35,1	30,3	45,1	44,7	36,5	31,6	40,6	32,8
Бе-118	33,9	-	34,3	36,7	33,9	28,6	46,9	-	33,5	33,0	-	38,2
Бе-119	31,0	-	35,5	35,6	35,6	34,3	48,1	-	31,6	33,7	-	38,4
Бе-120	34,1	-	35,0	33,8	35,8	35,0	47,6	-	31,4	32,4	-	39,4
Кр-106	31,8	30,9	33,7	29,5	34,1	26,1	51,3	43,9	38,0	32,0	35,0	37,6
Кр-107	32,3	33,7	32,6	24,8	33,6	30,3	51,4	47,5	37,0	30,9	40,0	31,4
Кр-108	30,9	32,7	34,1	32,4	32,1	30,9	51,1	47,4	34,1	31,5	36,5	38,7
Во-112	31,0	33,8	31,8	32,8	32,6	24,6	50,3	-	37,2	34,6	34,1	35,5
Во-113	32,4	34,8	30,4	30,6	33,9	23,2	46,5	-	36,1	33,9	37,6	36,8
Во-114	32,1	33,9	36,9	33,4	32,7	30,9	52,7	-	35,8	34,4	38,5	37,4
Ик-103	27,0	35,7	-	26,7	34,8	26,9	53,3	44,2	-	30,0	35,8	-
Ик-104	31,0	33,7	34,1	26,0	33,0	28,8	52,9	45,7	-	33,0	38,3	34,9
Ик-105	31,7	30,5	-	31,5	32,5	26,2	50,9	47,6	-	32,4	33,7	-
К-180	33,8	34,5	32,0	34,1	29,2	27,4	52,6	50,5	-	30,2	35,0	38,4
Среднее	31,2	33,7	33,6	31,3	34,0	29,5	50,0	46,8	34,8	32,2	37,1	36,9

У гибридов Ик-103, Са-121 в 2001 году в условиях Пензенской ГСХА уборочная влажность была наименьшей и составила 30%, а наибольшей у Во-112 – 34,6%.

В условиях Самарского НИИСХ в 2002 году уборочная влажность была меньшей у гибрида Ик-105 – 30,5%, а большей у Ик-103 – 35,7%

В 2002 году в Воронежской опытной станции гибрид Корн-180 характеризовался наименьшим содержанием влаги в зерне 29,2%, в условиях этого года у гибрида Са-123 уборочная влажность была наивысшей и составила 36,5%

В Поволжском НИИСХ в 2002 году наибольшим содержанием влаги в зерне характеризовался гибрид Корн-180 – 50,5%, а наименьшим Кр-106 – 43,9%.

В условиях Пензенской ГСХА в 2002 году влажность зерна была меньшей у гибридов Са-123; Ки-125, а наибольшая у Са-122, что составило 33,6% и 40,7% соответственно.

В 2003 году наименьшим содержанием влаги в зерне характеризовались раннеспелые гибриды кукурузы, полученные в Воронежской ОС. У образца Во-113 уборочная влажность составила 23,2%, у остальных образцов влажность зерна была значительно выше.

В Самарском НИИСХ влажность зерна при уборке была наименьшей у Корн-180 и составила 32,0%, а у гибрида Во-114 наибольшей.

В 2003 году в Поволжском НИИСС по сравнению с 2001 и 2002 годами раннеспелые гибриды кукурузы были уbraneы с меньшей влажностью зерна. В среднем по опыту оно составила 34,8% в 2003 году и 50%, 46,8% в 2001 и 2002 годах соответственно.

В природно-климатических условиях Пензенской области в 2003 году у гибрида Кр-107 содержание влаги в зерне было наименьшим и составило 31,4%, а у Ки-124 - наибольшим (36,6%).

В результате исследований установлено, что по годам исследований и во всех пунктах испытания уборочная влажность раннеспелых гибридов кукурузы варьировала от 34,2% до 36,5%.

Наименьшей уборочной влажностью (34,2% – 34,9%) в среднем по годам и пунктам характеризовались образцы Во-113; Во-112; Са-123 и Ик-103.

Анализируя таблицу 3.1.11, можно сказать, что почти все гибриды кукурузы группы спелости ФАО 150 - 200 пригодны для механизированной уборки на зерно.

В среднем за годы исследований среднеранние гибриды кукурузы были убраны с наименьшей влажностью зерна в Воронежской ОС, а с наибольшей уборочной влажностью - в Поволжском НИИСС.

Наименьшая уборочная влажность была у гибридов кукурузы во всех пунктах испытания, кроме Поволжского НИИСС, в 2001 году, а наибольшая - в 2002 году. Это связано с неблагоприятными погодными условиями.

В Самарском НИИСХ гибрид Бе-176 в среднем за 3 года сформировал зерно с наименьшим содержанием влаги - 32,8 %, а гибрид Кр-167 - с наибольшим, у остальных гибридов влажность зерна была средней.

За период исследований в Воронежской ОС гибрид кукурузы Бе-176 был убран с влажностью зерна 30,8% у остальных гибридов уборочная влажность была значительно выше.

В Поволжском НИИСС влажность зерна была за 3 года максимальной у ИК-163 – 59,8%, что выше, чем у Во-174, на 21,3%.

У гибридов, высеванных в Пензенской области, минимальная уборочная влажность зерна отмечена у Са-179 – 36,4%, а максимальная - у Кр-166 – 42,1%.

Таблица 3.1.11

Уборочная влажность зерна гибридов кукурузы ФАО 150 - 200

Гибрид	Уборочная влажность, %											
	Самарский НИИСХ			Воронежская ОС			Поволжский НИИСС			Пензенская ГСХА		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Ик - 163	33,7	38,2	-	33,6	32,5	29,8	59,9	59,6	-	-	38,8	39,6
Ик - 164	32,5	39,3	-	33,0	36,8	32,1	47,5	49,9	-	-	39,3	37,7
Ик - 165	32,5	34,3	31,5	33,0	33,7	34,7	49,9	54,1	-	33,7	37,9	39,3
Са - 178	32,0	35,2	36,8	-	37,1	36,8	-	45,4	-	32,9	40,2	38,2
Са - 179	31,7	33,7	34,3	33,9	34,9	31,0	51,9	46,8	-	35,1	35,0	39
Са - 180	32,1	33,5	35,3	-	34,8	33,7	-	47,7	35,3	33,7	44,7	41,5
Ки - 184	33,3	34,7	30,5	35,7	32,1	33,3	46,6	44,6	38,0	35,1	40,8	39
Ки - 185	32,3	35,1	31,2	33,5	32,5	29,5	47,9	43,2	34,0	34,0	40,3	40,2
Ки - 186	31,9	35,7	33,2	36,1	33,8	36,0	49,8	47,3	34,5	33,9	41,1	41,8
Бе - 175	33,3	-	35,8	32,3	39,4	29,9	47,7	-	30,3	37,0	-	43
Бе - 176	31,2	-	32,7	30,9	32,5	28,9	45,6	-	33,7	35,0	-	38,1
Бе - 177	33,4	-	30,9	33,9	34,1	30,9	52,5	-	38,3	36,7	-	40,3
Кр - 166	-	38,1	34,8	37,4	36,7	32,7	55,3	50,2	28,5	-	-	42,1
Кр - 167	36,2	39,9	37,1	32,7	39,7	35,6	50	53,6	33,3	-	-	40,4
Кр - 168	34,9	33,1	34,2	30,7	32,8	31,6	43,6	41,8	31,8	-	-	39,3
Во - 172	31,2	32,7	35,0	37,3	32,9	33,8	52,5	-	30,9	34,1	38,6	40,1
Во - 173	33,3	34,0	35,9	32,6	35,8	35,6	52,3	-	31,8	35,0	43,2	41,2
Во - 174	32,6	32,6	35,2	31,9	34,5	37,9	45,8	-	31,2	32,9	43,4	41,6
Среднее	32,8	35,3	34,0	29,9	34,8	33,0	49,9	48,7	33,2	34,5	40,3	40,1

В среднем по опыту наименьшей уборочной влажностью характеризовались среднеранние гибриды кукурузы Бе-176 – 34,3% и Кр-168 – 35,4% у остальных образцов уборочная влажность зерна была выше.

Итак, на основании изучения особенностей роста и развития гибридов кукурузы ФАО 100–150 и ФАО 150–200 в местных почвенно–климатических условиях, можно отметить, что цветение початка у раннеспелых гибридов наступило в среднем по годам на 66-е а у среднеранних - на 70-е сутки.

Высота растений в среднем по годам у раннеспелых и среднеранних гибридов была примерно одинаковой и варьировала от 204,3 см до 220,9 см.

Высота прикрепления початков у раннеспелых гибридов в среднем составляла 70,3...88,5 см, что выше, чем у среднеранних, на 2,2...5,5 см. Так как количество листьев является косвенным показателем скороспелости, то соответственно у раннеспелых гибридов число листьев было меньшим, чем у среднеранних, и составило в среднем 12,7 и 13,8 шт соответственно.

По площади листьев можно косвенно судить о приспособленности растений к меняющимся условиям среды. Так, площадь листьев у среднеранних гибридов в среднем по годам была больше, чем у раннеспелых, на 1,1 дм²/раст и составила 32,6 дм²/раст.

Уборочная влажность зерна - это достаточно точный и объективный показатель скорости развития семян. Для возделывания в местных природно – климатических условиях лучше возделывать гибридные которые обладают хорошей отдачей влаги. Так у раннеспелых гибридов уборочная влажность зерна колебалась по годам от 32,2 до 37,1%. У среднеранних гибридов влажность зерна была выше и составляла по годам 34,5...40,3%.

В сопоставлении с результатами в других пунктах испытания нами выделены следующие гибриды, обладающие комплексом хозяйствственно полезных признаков и свойств:

- образцы, обладающие наименьшим периодом «всходы - цветение початка» - Кр-106, Ик-103, Са-179, Ки-186, Кр-166, Кр-167, Кр-168
- максимальная высота растений - Са-121, Кр-106, Кр-107, Ик-105, Ик-163, Кр-167, Во-174
- наибольшая высота прикрепления початков - Са-121, Кр-106, Кр-107, Ик-105, Кр-167, Во-174
- высокая облиственность - Са-122, Во-113, Во-114, К-180, Ик-165, Са-178, Кр-167, Во-174
- наибольшая площадь листьев - Са-123, Во-112, Во-113, Во-114, Ик-163, Кр-167, Во-174
- наименьшая уборочная влажность зерна - Са-123, Во-112, Во-113, Ки-185, Бе-176, Кр-168, Во-172

Однако кукуруза формирует урожай за счет разного сочетания элементов его структуры, и высокого урожая нельзя достичь за счет одного или нескольких компонентов, в связи с чем окончательно судить о продуктивности можно лишь после установления оптимального сочетания всех параметров элементов продуктивности.

3.2 Формирование структуры урожайности у гибридов кукурузы различных групп спелости

В агрономическом отношении важен урожай не одного взятого растения, а сбор с единицы площади, иными словами, результат умножения средней продуктивности растений на общее их количество. Однако продуктивность растений слагается из отдельных

составных частей (элементов) продуктивности растений в зависимости от условий выращивания и определяет величину урожая.

В связи с этим перед нами стояла задача изучить изменение основных элементов продуктивности у гибридов кукурузы различных групп спелости.

Одним из важных элементов структуры урожая гибридной кукурузы является длина початков. Однако следует отметить, что длина початка - весьма изменчивый количественный признак кукурузы, абсолютное значение которого сильно варьирует в зависимости от года выращивания [Aguila C., Violic M., Gebaner B., 1971]

Морфологический анализ початков раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы показал, что длина початков была различной по годам исследований (таблицы 3.2.12, 3.2.13).

Так, у гибрида Корн-180 длина початка была максимальной в 2001 и 2003 годах (17,3 и 16,3 см соответственно). В 2002 году наибольшей длиной початка характеризовался гибрид Ик-104 – 20 см, а наименьшей Са-123 – 11,6 см (таблица 3.2.12).

В среднем за три года максимальной длиной початка характеризовался гибрид Корн-180 - 17,3 см.

Как видно из данных таблицы 3.2.13, в среднем за 2001–2003 г.г. наибольшей длиной початка характеризовались образцы Ик-163-17,3 и Ик-164 – 16,7 см, у других гибридов данный показатель был ниже на 0,3 – 6,8 см.

Признак «число рядов зерен на початке» является одним из важнейших структурных элементов урожая зерна гибридной кукурузы. В отличие от других количественных признаков, он характеризуется довольно высокой стабильностью [Гурьев Б.П., Гурьева А.И., 1981].

Таблица 3.2.12

Элементы продуктивности гибридов кукурузы ФАО 100 – 150 (Пензенская ГСХА)

Элементы продуктивности	2001		2002		2003.	
	Инициальная масса зерна, г	Инициальная масса зерна с отходами, г	Инициальная масса зерна, г	Инициальная масса зерна с отходами, г	Инициальная масса зерна, г	Инициальная масса зерна с отходами, г
Ca-121	13,7	29,1	390,5	62,7	78,2	13,9
Ca-122	13,7	27,3	398,4	58,2	71,0	12
Ca-123	12,0	14,0	24,6	356,1	49,7	11,6
Kи-124	14,6	14,8	32,0	476,4	84,9	78,9
Kи-125	14,0	14,0	27,5	383,3	75,4	77,6
Kи-126	12,6	13,8	28,4	366,5	65,9	83,0
Бс-118	13,4	12,2	27,6	348,7	58,9	80,5
Бс-119	11,5	13,4	22,1	303,7	50,2	79,7
Бс-120	12,7	12,1	23,8	293,6	63,3	79,3
Кр-106	13,5	15,4	29,1	449,7	96,2	81,4
Кр-107	14,2	16,5	28,5	472,4	67,1	72,6
Кр-108	15,1	12,2	24,7	436,8	82,5	74,2
Bo-112	16,1	14,2	31,5	450,5	87,9	71,9
Bo-113	16,3	16,5	34,3	561,6	83,1	80,0
Bo-114	15,5	16,0	30,7	486,9	67,8	76,1
Ик-103	15,6	14,1	32,2	468,3	79,5	76,1
Ик-104	16,8	14,3	35,0	493,2	96,3	75,3
Ик-105	15,6	12,7	31,0	402,9	71,3	70,9
K-180	17,4	15,6	33,1	507,7	85,1	78,0
Среднее	14,4	14,2	29,1	423,5	73,0	76,9

P. Rowe, R. Andrew [1964] объясняют высокую относительную стабильность числа рядов зерен на початке тем, что данный признак в своем развитии имеет относительно короткий период дифференциации к внешним условиям среды.

В результате наших исследований установлено, что у гибридов кукурузы групп спелости ФАО 100–150; ФАО 150–200 признак «число рядов зерен» был относительно постоянным.

Высокой относительной стабильностью числа рядов зерен в початке характеризовались гибриды кукурузы Во-113 и Кр-107 (таблица 3.2.12).

Абсолютные значения данного показателя за 2001 – 2003 гг. колебались от 15-и до 18-и рядов у Кр-107 и от 16-ти до 16,9 рядов у Во-113. У остальных гибридов данный показатель колебался в пределах от 10-ти до 18,4 рядов.

Наибольшей стабильностью признака «число рядов зерен» по годам исследований характеризовались следующие среднеранние гибриды кукурузы: Во-172 – 15,6; Во-174 – 16,7 шт, а наиболее нестабильным по данному признаку является образец Ик-163, число рядов зерен по годам исследований у него колебалось от 12,9 до 18-ти шт.

Признак «число зерен в початке», по данным E. Ottaviano, A. Camuussi [1981], Г.П. Котовой, А.П. Потапова, М.Т. Рябцевой [1982], является главным компонентом урожайности, так как в значительной мере определяет уровень урожая зерна одного растения и урожая зерна с единицы площади.

Как видно из имеющихся данных, представленных в таблицах 3.2.12 и 3.2.13, групповые значения этого признака у гибридов кукурузы различались существенно.

Таблица 3.2.13

Элементы продуктивности гибридов кукурузы ФАО 150 - 200 (Пензенская ГСХА)

Элементы продуктив- ности	2001 год			2002 год			2003 год		
	Длина шарика, см	Неско- реех шарика, см	Масса шарика, г	Длина шарика, см	Неско- реех шарика, см	Масса шарика, г	Длина шарика, см	Неско- реех шарика, см	Масса шарика, г
Ик - 163	18,3	15,5	34,3	526,2	115,4	83,6	18,5	33	594
Ик - 164	17,6	14,3	33,1	475,1	81,2	76,6	18,2	34,1	487
Ик - 165	14,5	14,7	29,5	447,8	84,5	80,9	15,3	16,6	576
Са - 178	15,6	13,9	28,6	400,1	66,8	74,7	16	14	31
Са - 179	16,2	14,1	175,0	447,0	79,3	70,9	16	14	32
Са - 180	14,7	14,5	29,4	425,1	63,3	74,9	15,3	14,6	32,1
Ки - 184	17,2	14,7	33,6	505,8	115,7	77,8	18	16	39
Ки - 185	17,4	15,3	31,6	484,8	83,5	75,1	18,5	17	35
Ки - 186	16,2	14,7	29,1	423,3	63,4	80,1	15,8	14,3	30,8
Бе - 175	13,5	13,5	27,8	407,8	51,2	77,3	-	-	-
Бе - 176	13	14,2	26,1	392,2	61,6	77	-	-	-
Бе - 177	11,2	11,4	22,2	282,0	42,6	76,4	-	-	-
Кр - 166	14,1	13,0	25,9	361,3	56,6	76,4	-	-	-
Кр - 167	13,2	13,3	27,7	391,0	50,9	76,8	-	-	-
Кр - 168	14,1	13,0	28,4	390,8	54,0	75,9	-	-	-
Во - 172	16,5	15,6	31,7	498,5	75,5	72,5	16	16	33,25
Во - 173	15,8	14,9	32,2	468,2	61,0	67,2	16,8	14,7	30,0
Во - 174	14,2	16,7	27,9	472,4	64,9	73,1	15,6	17,2	27,2
Среднее	15,2	14,3	37,5	433,3	70,6	76,0	16,7	15,6	32,7

В 2001 году наибольшее число зерен в ряду початка имели образцы Корн-180; Во-113; Ик-104; Ик-163; Ик-164 и Ки-184 (33,1 – 35,0 зерен), В 2002 году - гибриды Во-113; Ик-104; Во-112; Кр-106; Ки-124; Ки-184 и Ки-185 (35,0 – 39,0 зерен) и в 2003 году – Корн-180 – 33,5 зерна; Ик-104 – 34,7 зерна; Во-113 – 33,6 зерна; Ик-163 – 35,5 зерен и Во-173 – 34,4 зерна. В среднем по годам максимальным содержанием зерен в ряду початка характеризовались образцы Ик-104 – 35 зерен; Во-113 – 34,3 зерна; Корн-180 – 33,1 зерна; Ик-163 – 34,3 зерна; Ик-164 – 33,1 зерна и Ки-184 – 33,6 зерна.

Общее число зерен на початке является одним из основных компонентов продуктивности кукурузы. Как считают M. Claase, R. Shaw [1970], R. Hawking, P. Cooper [1981], оно связано с количеством цветков на початках и определяется количеством рядов зерен на початке.

Из приведенных данных видно, что годы выращивания гибридов сильно влияют на величину изучаемого признака. Так, в условиях 2001 года максимальной величиной данного признака характеризовались гибриды Во-113 – 561,5 зерна и Ик – 163 – 526 зерен, а минимальной - Бе-120 – 293,6 зерна и Бе-177 – 282 зерна. В 2002 году у Кр-106 и Ик-163 число зерен в початке было максимальным и составило 578 и 594 зерна соответственно. А в 2003 наибольшее число зерен в початке было у гибридов Во-113, Во-173 и составило 566,2 зерна и 513,4 зерна.

В среднем за три года исследований наибольшим числом зерен в початке характеризовались гибриды Во-113 – 561,6 зерна и Ик-163 – 526,2 зерна, а наименьшим - Бе-120 – 297,2 и Бе-177 – 289,1 зерна.

Из данных таблицы видно, что масса зерна с початка варьировала у раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы по годам исследований. Так, в 2001 – 2002 годах величина данного показателя была максимальной у Кр-106 и Ик-104, относящихся

к группе раннеспелых и составляла 96,2...133,3 г. У среднеранних Ик-163 и Ки-184 данный показатель составил 115,4...143,1 г.

Однако в 2003 году в условиях пониженных температур и повышенной влажности масса зерна с початка была наибольшей у раннеспелых гибридов Са-121 – 92 г, Ик-104 – 83,2 г и у среднеранних гибридов Ик-163 – 94,1 г и Са-179 – 87,7 г.

Признак кукурузы «выход сухого зерна с початка» существенно коррелирует с урожаем зерна [Козубенко Л.В., 1966; Янченко А.А., Немеловская Т.Б., Остапенко А.И., 1979].

В наших опытах различия между отдельными формами по признаку «выход зерна из початков» были существенными.

В 2001 и 2002 годах наибольший выход зерна был у гибридов Ки-126 и Ик-163, а наименьший - у Ик-105, Во-173. В 2003 году по данному признаку выделились образцы Во-112; Са-121; Ки-184 и Ки-186.

При оценке гибридов кукурузы по группам спелости видно, что показатели элементов продуктивности значительно варьировали по годам исследований (таблица 3.2.14). Вместе с тем необходимо отметить определенные закономерности. Так, длина початка в среднем за три года была наибольшей у среднеранних гибридов и составила 15,6 см, а у раннеспелых - 14,5 см.

Признак «число зерен в початке» был максимальным у среднеранних гибридов. Увеличение числа зерен обусловлено большим числом их рядов на початке (14,6). Соответственно и масса зерна с растения у среднеранних гибридов отличалась по своим показателям.

За годы исследований она составила 76,1 г, что выше чем у раннеспелых, на 4,6 г.

Элементы продуктивности гибридов кукурузы (Пензенская ГСХА)

Элементы продуктивности	ФАО 100-150				ФАО 150-200			
	2001	2002	2003	Среднее	2001	2002	2003	Среднее
Длина початка, см	14,4	15,8	13,4	14,5	15,2	16,7	15,1	15,6
Число рядов зерен	14,2	14,6	14,2	14,3	14,3	15,6	14,0	14,6
Число зерен в ряду	29,1	31,1	27,8	29,3	37,5	32,7	44,8	38,3
Число зерен в початке	423,5	474,3	396,1	431,3	433,3	509,5	409,4	450,7
Масса зерна с початка, г	73,0	81,4	63,8	72,7	74,7	88,4	65,2.	76,1
Выход зерна, %	76,9	72,4	81,4	76,9	76	70,2	80,6	76,7

Выход зерна у раннеспелых и среднеранних гибридов существенно не отличался и составил 76,9 и 76,7%.

Таким образом на основании вышеизложенного можно сделать заключение, что в местных почвенно-климатических условиях более высокая зерновая продуктивность растений формируется у гибридов кукурузы группы спелости ФАО 150-200.

3.3 Оценка адаптационной способности и экологической стабильности раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы

Урожай зерна является наиболее сложным количественным признаком, складывающимся из отдельных его компонентов

(элементов). Причем оптимальное сочетание отдельных элементов структуры урожая способствует повышению урожайности кукурузы.

Сорт или гибрид - один из ведущих факторов повышения урожайности, на долю которого в настоящее время приходится свыше 40% ее прироста. Тот или иной уровень урожайности формируется в процессе взаимодействия генотипа с условиями среды, характер которых в большинстве регионов не позволяет реализовать потенциальные возможности районированного ассортимента в связи с низким адаптационным потенциалом последнего.

В настоящее время, когда в сельском хозяйстве достигнут, высокий уровень потенциальной продуктивности, определяющую роль в повышении реальной урожайности играет приспособленность гибридов кукурузы к варьирующим условиям внешней среды. Отбор на комплексную устойчивость гибридов кукурузы к неблагоприятным условиям внешней среды будет способствовать решению такой актуальной проблемы сельскохозяйственного производства, как уменьшение резких колебаний урожайности кукурузы по годам и в основных регионах ее возделывания.

Гибриды кукурузы характеризуются повышенной требовательностью к условиям внешней среды. В последние годы посевы этой культуры выходят за пределы традиционных районов возделывания. Разнообразие условий возделывания предъявляет соответствующие требования к экологическим характеристикам гибридов кукурузы.

Значительно снижает эффективность выращивания кукурузы высокая изменчивость урожайности. Разработка и реализация задач, где особое внимание уделяется не только росту потенциальной продуктивности, но и экологической стабильности генотипов, их способности противостоять действию стрессовых факторов среды, являются важным фактором роста валовых сборов зерна кукурузы.

Продуктивность кукурузы в Среднем Поволжье во многом определяется устойчивостью гибридов к комплексу неблагоприятных факторов среды. Среди важнейших признаков, обеспечивающих стабильную урожайность гибридов кукурузы в регионе, следует выделить засухоустойчивость и холостойкость. В то же время из-за непостоянности этих признаков и различных механизмов их реализации критерии полевой оценки материала, как правило, не отличаются достаточной надежностью и системностью.

Более определенные результаты обеспечивает непосредственный подбор гибридов на адаптивность, которая поддается количественной оценке в виде статистических параметров – экологической пластиности и стабильности – по одному или нескольким интегрирующим признакам.

В 2001 – 2003 годах нами изучена экологическая пластиность и стабильность раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы одновременно находящихся на сортоиспытании в четырех пунктах.

Как видно из таблиц 3.3.15 и 3.3.16, реакция генотипов на условия среды и стабильность их урожая в различных зонах возделывания зависят от погодных условий

Урожайность зерна кукурузы колебалась как по изучаемым гибридам, так и по пунктам испытаний и годам исследований. Так, максимальная урожайность зерна была получена в 2001 году в Пензенской ГСХА и в 2002 году в Воронежской ОС, а минимальная - в 2001 в Самарском НИИСХ.

В 2001 году в Самарском НИИСХ наибольшее количество зерна получено у гибрида Са-122 – 3,35 т/га., наименьшее у - Корн-180 – 1,26 т/га.

В Воронежской ОС в условиях этого года максимальный урожай был получен у Во-114; Ик-104 и составил 4,1 т/га. Наименьшая урожайность была у гибрида Корн-180.

Таблица 3.3.15

Урожайность гибридов кукурузы ФАО 100-150 при
региональном сортоиспытании

Гибрид	Самарский НИИСХ			Воронежская ОС			Поволжский НИИСС			Пензенская ГСХА		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Са-121	2,78	2,78	3,19	3,01	5,74	3,77	2,83	4,05	3,72	5,66	2,31	3,22
Са-122	3,35	2,72	4,21	3,11	5,93	4,08	2,85	3,31	3,05	6,16	2,23	3,46
Са-123	1,7	2,31	3,8	-	5,55	4,1	-	3,27	3,26	6,52	1,9	2,55
Ки-124	2,1	2,37	3,89	3,55	6,44	4,4	3,47	3,66	-	5,98	4,79	3,85
Ки-125	1,64	1,99	4,36	3,01	6,02	4,14	2,3	3,92	4,07	6,49	3,95	3,02
Ки-126	2,15	2,79	2,99	3,62	6	4,37	3,64	3,72	3,89	5,92	3,35	2,73
Бе-118	2,06	-	4,43	3,76	6,13	4,4	3,56	-	3,55	5,41	-	2,96
Бе-119	1,86	-	4,25	3,26	5,88	4,46	2,56	-	3,66	5,85	-	2,71
Бе-120	2,44	-	6,06	3,38	6,68	4,36	2,92	-	3,45	5,58	-	2,95
Кр-106	1,95	2,85	5,09	3,76	5,76	3,64	3,5	4,31	4,19	6,19	6,47	2,68
Кр-107	2,18	2,46	5,2	3,9	5,64	4,02	2,98	4,01	3,81	6,02	3,01	2,67
Кр-108	2,72	2,42	5,33	3,77	6,2	4,47	2,72	4,41	3,55	6,73	5,33	2,36
Во-112	1,53	3,1	4	4,27	6,66	4,66	3,21	-	3,9	6,01	4,46	3,22
Во-113	2,87	2,25	4,88	4,82	6,22	4,08	3,61	-	3,56	5,39	5,02	3,39
Во-114	2,46	2,49	4,36	4,1	6,39	4,87	3,13	-	4,36	5,75	3,59	2,49
Ик-103	2,21	2,94	-	4,05	6,1	3,22	2,71	3,44	-	6,43	4,13	-
Ик-104	2,1	2,35	4,35	4,1	6,29	4,77	2,52	3,4	-	6,16	5,21	3,83
Ик-105	1,89	2,34	-	3,7	6,54	4,71	3,45	2,79	-	5,52	3,48	-
К-180	1,26	3,49	5,77	2,86	7,1	4,34	2,68	4,16	-	5,89	4,42	3,65
Среднее	2,17	2,60	4,48	3,67	6,17	4,26	3,04	3,73	3,72	5,98	3,98	3,04

Наибольший урожай зерна у гибридов, высеванных в Поволжском НИИСС, был получен у Ки-126 – 3,64 т/га, а наименьший - у Ки-125 – 2,3 т/га.

В условиях Пензенской области в 2001 году лучший урожай зерна был получен у гибрида Кр – 108 – 6,73 т/га, у остальных гибридов урожай зерна был ниже.

В 2002 году в Самарском НИИСХ у раннеспелого гибрида кукурузы Корн-180 урожайность зерна составила 3,49 т/га, что выше остальных гибридов на 0,39 – 1,5 т/га.

В условиях Воронежской области в данном году наибольшая урожайность была получена гибридом Корн-180 и составила 7,1 т/га., а у гибрида Са-123 она была наименьшей и составила 5,55 т/га.

Гибрид кукурузы Кр-108 в условиях Поволжского НИИСС в 2002 году сформировал максимальную урожайность 4,41 т/га, а гибрид Ик-105 - минимальную.

Гибриды, высеванные в условиях Пензенской ГСХА, в 2002 году сформировали урожай зерна в пределах от 1,9 т/га у Са-123 до 6,73 т/га у Кр-108.

В Самарском НИИСХ в 2003 году максимальной урожайностью зерна характеризовался раннеспелый гибрид кукурузы Бе-118 – 6,06 т/га, а минимальной - Са-121 – 3,19 т/га.

Лучший урожай зерна в Воронежской ОС был получен гибридом Во-114, а худший - гибридом Ик-103 - 4,87 и 3,22 т/га соответственно.

В 2003 году в Поволжском НИИСС лучший урожай зерна был получен у гибрида Во-114 – 4,36 т/га. Остальные гибриды имели меньшую урожайность в пределах 3,05 – 4,19 т/га.

В Пензенской ГСХА более высокоурожайным гибридом был Ки-124, а менее урожайным Кр-108, урожайность зерна у них составила 4,0 т/га и 2,51 т/га соответственно.

Как видно из таблицы 3.3.16, урожай зерна в представленных пунктах испытания колебался в пределах от 1,48 т/га до 7,84 т/га.

Максимальная урожайность за отчетные годы была отмечена в Воронежской ОС и составила в среднем по опыту 5 т/га. Самый низкий урожай зерна был получен в среднем по опыту в Поволжском НИИСС и составил 3,4 т/га.

Таблица 3.3.16

Урожайность гибридов кукурузы ФАО 150-200 при региональном сортоиспытании, т/га

Гибрид	Самарский НИИСХ			Воронежская ОС			Поволжский НИИСХ			Пензенская ГСХА		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ик - 163	2,19	2,35	-	4,54	7,47	4,57	1,48	2,4	-	-	4,52	3,72
Ик - 164	2,72	2,86	-	5,18	7,67	4,97	2,28	3,62	-	-	4,62	3,62
Ик - 165	2,72	2,78	5	4,62	7,01	4,2	2,91	3,3	-	6,23	5,3	3,48
Са - 178	2,43	2,74	3,45	-	5,8	3,7	-	3,35	-	6,82	3,57	4,40
Са - 179	2,89	2,63	5,25	3,88	5,77	3,97	3,01	4,02	-	6,63	3,43	3,49
Са -180	3	2,69	5,01	-	5,92	3,9	-	2,59	3,93	6,98	3,49	3,27
Ки - 184	1,7	2,63	5,5	4,4	6,14	4,22	3,51	4,14	3,89	6,83	4,5	3,71
Ки -185	2,4	3,06	4,3	3,65	6,4	4,17	3,1	3,48	3,96	6,33	5,35	3,35
Ки -186	2,02	3,57	5,78	4,18	7,28	4,28	3,64	3,71	3,69	6,68	3,42	2,83
Бе - 175	2,26	-	5,48	4,06	5,88	4,01	2,84	-	3,82	6,36	-	3,09
Бе -176	2,03	-	5,21	3,59	6,66	4,45	3,45	-	3,9	6,49	-	3,03
Бе - 177	1,97	-	3,7	4,06	7,14	4,84	3,36	-	4,15	5,87	-	2,48
Кр - 166	-	2,44	7,31	3,87	7,82	4,35	2,58	3,67	3,03	-	-	2,98
Кр - 167	2,7	2,34	4,3	3,72	7,72	5,21	3	3,14	3,72	-	-	2,70
Кр - 168	2,45	2,82	6,41	4,73	7,22	4,71	3,67	3,9	4,34	-	-	2,77

продолжение таблицы 3.3.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Во - 172	2,66	2,6	5,22	3,73	7,84	4,91	2,96	-	4,14	5,98	5,4	2,80
Во -173	2,27	2,92	6,19	3,94	6,89	4,46	2,63	-	3,5	5,66	3,46	3,34
Во - 174	3,17	2,71	5,05	4,33	7,24	4,39	3,46	-	3,22	6,76	4,35	2,13
Среднее	2,34	2,72	5,21	4,25	6,91	4,44	3,0	3,4	3,82	6,4	4,3	3,2

По данным таблицы 3.3.16, в Самарском НИИСХ наиболее продуктивными среднеранние гибриды кукурузы были в 2003 году, урожайность по опыту составила 5,2 т/га. В среднем по годам исследований максимальной урожайностью характеризуется гибрид Кр-166 – 4,88 т/га, а минимальной - Ик-163 – 22,7 т/га.

Урожай зерна гибридов кукурузы в Воронежской ОС был наивысшим в 2002 году, а наименьшим в 2001 и составил 6,9; 3,7 т/га соответственно в среднем по опыту. Максимальной продуктивностью характеризовался гибрид Ик – 164 – 5,94 т/га, у остальных образцов продуктивность была ниже.

Гибриды кукурузы, высеванные в условиях Поволжского НИИСС, сформировали максимальный урожай зерна в среднем по опыту в 2003 году. За 3. года исследований урожайность была максимальная у Кр-168, а минимальная у Ик-163.

В Пензенской области наибольшей урожайностью характеризовались гибриды, высеванные в 2001 году. За годы исследований максимальная продуктивность была у гибридов Ки-184; Ки-185, которые сформировали урожайность зерна с 1 га выше остальных гибридов на 0,3 – 1,32 т/га.

Оценивая урожайные данные по группам спелости в местных природно-климатических условиях, можно отметить, что наиболее полно потенциал продуктивности был реализован группой среднеранних гибридов в 2001 году (табл. 3.3.17).

Урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости
(Пензенская ГСХА)

Годы	ФАО 100-150	ФАО 150-200
2001	6,0	6,4
2002	4,0	4,3
2003	3,0	3,2
Среднее	4,3	4,6

HCP_{05} для фактора группы спелости 0,14

HCP_{05} для фактора годы 0,08

Средняя урожайность гибридов данной группы в этом году была выше, чем у раннеспелых, на 0,4 т/га. В 2002 и 2003 годах наблюдалось резкое снижение урожайности зерна у обеих групп гибридов, наиболее урожайными были также гибриды среднеранней группы 4,3; 3,2 т/га зерна соответственно

В целом можно сделать заключение, что за годы исследований в местных природно-климатических условиях наиболее продуктивными были гибриды, относящиеся к группе ФАО 150 – 200.

Для установления существенности вкладов гибридов, сред и взаимодействия между ними в фенотипическую изменчивость популяции мы использовали трехфакторный дисперсионный анализ.

Общая оценка гибридов по параметрам, определяющим адаптационную способность и стабильность, представлена в таблицах 3.3.18 и 3.3.19.

Проведенный трехфакторный дисперсионный анализ урожайности раннеспелых гибридов кукурузы (таблица 3.3.18) выявил существенность влияния отдельных факторов и их взаимодействия на величину её формирования.

Таблица 3.3.18

Дисперсионный анализ урожая зерна гибридов кукурузы ФАО 100-150 при региональном сортоиспытании, (т/га)

Источник	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Степень влияния	F фактическое
Общее	2122,778	683		100	
Фактор годы	127,032	2	63,516	23,30	1065,583
Фактор пункты	133,571	3	44,524	16,34	746,957
Фактор гибриды	123,509	18	6,862	2,52	115,115
Взаимодействие год x пункт	881,760	6	146,960	53,92	2465,494
Взаимодействие год x гибрид	84,250	36	2,340	0,86	39,262
Взаимодействие пункт x гибрид	161,160	54	2,984	1,09	50,069
Взаимодействие год x пункт x гибрид	573,543	108	5,311	1,95	89,094
Остаток (Ошибки)	27,061	454	0,060	0,02	

Анализ доли вклада отдельных факторов показал, что ведущее влияние в испытуемых пунктах на урожайность оказывают факторы «годы», «пункты» и их взаимодействие. Так вклад фактора «годы» составляет 23,30%, а фактора «пункты» - 16,4%.

Роль гибрида как отдельного фактора в формировании урожайности кукурузы незначительна. Его вклад, по данным нашего анализа, составляет 2,52%, что показывает жесткий характер климатических условий региона, которые не позволяют генотипам гибридной кукурузы реализовывать свои потенциальные

возможности при существующем уровне их адаптационного потенциала.

Таблица 3.3.19

Дисперсионный анализ урожая зерна гибридов кукурузы
ФАО 150-200 при региональном сортоиспытании, (т/га)

Источник	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактическое
Общее	2635,976	647	-	-
Фактор годы	92,813	2	46,406	4681,465
Фактор пункты	97,224	3	32,408	3269,312
Фактор гибриды	187,457	17	11,027	1112,391
Взаимодействие год x пункт	944,028	6	157,338	15872,238
Взаимодействие год x гибрид	205,649	34	6,049	610,173
Взаимодействие пункт x гибрид	291,694	51	5,719	576,982
Взаимодействие год x пункт x гибрид	788,287	102	7,728	779,630
Остаток (Ошибки)	4,262	430	0,010	-

Дисперсионный анализ урожая среднеранних гибридов кукурузы позволил выявить высокодостоверные различия между годами, пунктами, гибридами и эффектами их взаимодействия. Средние квадраты фактора «годы исследований» (46,406) взаимодействия год x пункт (157,338) значительно превосходят средние квадраты факторов «пункт» (32,408) и «гибрид» (11,027).

Это свидетельствует о преобладающей доле средовых эффектов по годам испытания и фенотипической изменчивости урожая. Достоверность эффектов взаимодействия указывает на смену рангов

гибридов в пунктах и необходимость учета специфической адаптационной способности в условиях конкретных пунктов.

Превалирование факторов среды в определении урожайности, как видно из данных, представленных в таблицах, диктует необходимость внедрения в производство гибридов кукурузы с повышенным уровнем адаптации, характеризующихся приспособленностью к условиям среды регионов её возделывания.

Так как у гибридов кукурузы различных сроков созревания ведущими факторами, определяющими уровень их урожайности в исследуемых пунктах являются «годы», «пункты» и их взаимодействие, дальнейший рост урожайности зерна кукурузы могут обеспечить высокопродуктивные гибриды, характеризующиеся как общей, так и специфической адаптационной способностью.

В таблицах 3.3.20 и 3.3.21 представлены параметры адаптационной способности и стабильности гибридов кукурузы ФАО 100-150; ФАО 150-200 по годам испытания.

Анализ таблицы 3.3.20 показывает, что наибольшим эффектом ОАС обладают гибриды Са-121; Са-122; Ки-124; Ки-125; Ки-126; Кр-106; Кр-107; Кр-108; Во-112; Во-113; Во-114; Корн-180.

Наименьшей ОАС обладают гибриды Са-123; Бе-118; Бе-119; Бе-120; Ик-103; Ик-104; Ик-105.

Низкой вариансой $Q^2(GxE)_g$, характеризуются гибриды Са-122; Ки-126; Кр-107; она составила 0,35; 0,36; 0,38 соответственно, то есть эти гибриды примерно одинаково ведут себя во всех пунктах испытания.

Высокой вариансой взаимодействия гибрид x пункт $Q^2(GxE)_g$ характеризуются следующие гибриды: Бе-118; Бе-120; Ик-103; Ик-105, это говорит о том, что данные гибриды можно считать нестабильными, так как они сильно подвержены влиянию среды.

Таблица 3.3.20
Параметры адаптационной способности и стабильности гибридов кукурузы ФАО 100-150

Гибрид	U+V ₁	V ₁	Q ² (GxE) _{gl}	Q ² CAC ₁	L _{gl}	S _{gl}	СЦГ ₁	K _{gl}	B ₁
Са-121	3,63	0,05	0,58	1,21	0,48	30,31	3,72	0,65	0,66
Са-122	3,74	0,16	0,35	1,49	0,24	32,65	3,96	0,81	0,80
Са-123	2,95	-0,63	1,76	3,90	0,45	66,90	3,93	2,11	1,07
Ки-124	3,75	0,17	1,10	3,04	0,36	46,53	4,49	1,64	1,01
Ки-125	3,78	0,20	0,43	2,24	0,19	39,55	4,28	1,21	0,98
Ки-126	3,80	0,22	0,36	1,41	0,25	31,23	3,99	0,76	0,77
Бе-118	3,05	-0,53	1,96	4,47	0,44	69,42	4,16	2,42	1,16
Бе-119	2,90	-0,68	1,72	4,51	0,38	73,29	4,02	2,44	1,24
Бс-120	3,18	-0,40	2,41	5,39	0,45	73,08	4,50	2,91	1,29
Кр-106	4,24	0,66	1,12	2,11	0,53	34,28	4,69	1,14	0,76
Кр-107	3,86	0,28	0,38	1,57	0,24	32,43	4,12	0,85	0,81
Кр-108	4,21	0,63	0,55	2,27	0,24	35,86	4,71	1,23	0,95
Во-112	3,79	0,21	1,00	3,26	0,31	47,62	4,59	1,76	1,10
Во-113	3,88	0,30	1,19	2,78	0,43	43,02	4,55	1,50	0,92
Во-114	3,70	0,12	0,91	2,95	0,31	46,34	4,42	1,59	1,04
Ик-103	2,96	-0,62	2,79	4,81	0,58	74,05	4,15	2,60	1,03
Ик-104	3,79	0,21	1,20	3,39	0,35	48,54	4,64	1,83	1,08
Ик-105	2,89	-0,69	2,46	4,73	0,52	75,17	4,07	2,56	1,10
К-180	3,84	0,26	1,64	3,97	0,41	51,91	4,83	2,15	1,12

Однако следует отметить, что использование вариансы $Q^2(GxE)_{g1}$ дает не вполне корректные данные по стабильности.

Выделяющийся по урожайности гибрид Кр-106 имеет низкую вариансу САС, что свидетельствует о его стабильности.

Наиболее нестабильными являются гибриды, имеющие наибольшую вариансу Q^2CAC_1 : Бе-118; Бе-119; Бе-120; Ик-103; Са-123; Ик-105.

Сильная обратная связь между показателями продуктивности $U+V_1$ и стабильностью ($r = -0,744$), говорит о том, что чем выше урожай, тем выше экологическая стабильность. При этом отбор стабильных гибридов не вызывает снижения урожайности, а наоборот, повышает её. Кроме того, варианса Q^2CAC_1 является менее объективной оценкой стабильности. Наиболее объективным критерием, имеющим под собой реальную биологическую основу, является параметр «относительная стабильность» (S_{g1}) или экологическая стабильность. Отбор по S_{g1} приводит к жесткому отбору на стабильность.

Относительная стабильность генотипов (S_{g1}) варьировала у изучаемых гибридов от 30,31 до 75,17 %. Наиболее стабильными по параметру (S_{g1}) являются образцы Са-121; Са-122; Ки-126; Кр-107 которые характеризуются повышенной стабильностью урожайности в меняющихся условиях среды, по сравнению с остальными гибридами.

Коэффициент компенсации K_{g1} у гибридов колебался от 0,65 у Са-21 до 0,85 у Кр-107. У большинства гибридов он был выше единицы, что свидетельствует о преобладании эффекта дестабилизации. Главное значение эффекта компенсации/дестабилизации заключается в непредсказуемости экологической стабильности гибридов при использовании вариансы $Q^2(GxE)_{g1}$ как критерия их выделения, но при отборе стабильных генотипов следует отдавать предпочтение гибридам с $K_{g1} \leq 1$.

По данному критерию выделились гибриды: Са-121; Са-122; Ки-126; Кр-107.

Судя по величине коэффициента регрессии (bi), характеризующего реакцию генотипа на улучшение условий среды, наибольшей отзывчивостью на среду обладает гибрид Бе-120 (1,29). Са-121; Са-122; Ки-126; Кр-106; Кр-107 по сравнению с другими гибридами дают стабильный урожай зерна во всех условиях среды.

Согласно классификации сортов по коэффициенту регрессии [Eberhart, Russel, 1966], гибридные Бе-119; Бе-120 характеризуются как интенсивные формы с пониженной фенотипической стабильностью ($1.2 < bi < 1.3$). Гибриды: Бе-118; Ик-105; ВоБ-112 Корн-180 обладают соответственно высокой фенотипической стабильностью ($1.1 < bi < 1.2$). Очень высокой ($0.9 < bi < 1.1$) фенотипической стабильностью урожайности обладают гибридные Са-123; Ки-124; Ки-125; Кр-108; ВоБ-113; ВоБ-114; Ик-103; Ик-104.

Окончательный выбор гибридов может быть сделан в зависимости от целей использования. Отбор на специфическую адаптационную способность целесообразен в случае предсказуемости условий возделывания. Так, в условиях СНИИСХ лучшими будут гибридные Бе-120; Кр-108; Корн-180; в условиях ВОС ВоБ-112; ВоБ-114; Ик-104; в условиях ПНИИСС - Ки-126; Кр-106; ВоБ-114; в условиях ПГСХА - Кр-106; Ик-103; Ик-104. В этом случае ведется отбор на ОАС к условиям года и САС к условиям местности.

Если поставлена задача выделить гибридные, обеспечивающие максимальный средний урожай во всей совокупности пунктов, тогда критерием отбора будет значение ОАС₁. Лучшими при отборе на общую адаптационную способность являются гибридные Кр-106; Кр-108.

Для одновременного отбора образцов на ОАС и стабильность определена селекционная ценность генотипа (СЦГ). Лучшими по

селекционной ценности генотипа являются следующие гибриды: Кр-106; Кр-108; Во-112; Ик-104 и Корн-180. Причем в отобранную группу попали гибриды Кр – 106 и Кр – 108, которые имеют максимальную общую адаптационную способность. Но они оказываются нестабильными при использовании в качестве критериев стабильности показателей: L_{g1} ; K_{g1} . То есть эти гибриды отклоняются от линейной реакции на среду (L_{g1}) на 0,24 – 0,53, проявляют эффект дестабилизации (K_{g1}).

Однако при использовании более объективного критерия экологической стабильности ($S_{g1}=34,28$; $S_{g1}=35,86$) гибриды Кр-106 и Кр-108 являются стабильными, а также по критерию СЦГ₁ лучше остальных гибридов сочетают продуктивность со стабильностью и урожайностью в условиях Пензенской области.

При эколого-географическом изучении в четырех пунктах (Самара, Воронеж, Кинель, Пенза) в течение трех лет из 18-ти гибридов кукурузы группы спелости ФАО 150–200 выделено четыре образца, обладающих низкой вариансой $Q^2(GxE)_{g1}$ по признаку продуктивности: Ки-184; Ки-185; Ки-186; Во-173. Эти гибриды характеризуются высокой и средней продуктивностью и мало подвержены влиянию среды.

Как видно из данных таблицы 3.3.21, лучшей общей адаптационной способностью обладают образцы Ик-165; Са-179; Ки-184; Ки-185; Ки-186; Кр-168; Во-172; Во-173; Во-174.

Гибриды Ки-184; Ки-185; Ки-186 сходно ведут себя во всех пунктах испытания. Данные образцы характеризуются повышенной стабильностью Q^2CAC , по сравнению с другими гибридами.

Таблица 3.3.21

Параметры адаптационной способности и стабильности гибридов кукурузы ФАО 150-200

Гибрид	U+Vi	V ₁	Q ² (GxE) _{gl}	Q ² CACi	L _{gl}	S _{gl}	СЦГ _i	K _{gl}	B _i
Ик - 163	2,75	-0,78	4,37	5,20	0,84	82,85	4,18	2,72	0,80
Ик - 164	3,11	-0,42	5,13	5,53	0,93	75,61	4,61	2,90	0,68
Ик - 165	3,94	0,41	1,49	3,42	0,43	46,99	4,94	1,79	1,08
Са - 178	3,00	-0,53	3,25	4,71	0,69	72,41	4,32	2,47	0,98
Са - 179	3,72	0,19	1,51	2,83	0,53	45,19	4,55	1,48	0,92
Са - 180	3,37	-0,16	2,69	4,19	0,64	60,70	4,57	2,19	0,96
Ки - 184	4,24	0,71	0,84	1,96	0,43	33,06	4,79	1,03	0,87
Ки - 185	4,10	0,57	0,81	1,60	0,51	30,79	4,52	0,84	0,77
Ки - 186	4,23	0,70	0,53	2,42	0,22	36,75	4,94	1,27	1,05
Бе - 175	3,13	-0,40	2,05	5,03	0,41	71,57	4,52	2,63	1,34
Бе - 176	3,22	-0,31	2,09	5,51	0,38	73,00	4,71	2,89	1,46
Бе - 177	3,11	-0,42	2,00	5,42	0,37	74,77	4,59	2,84	1,44
Кр - 166	3,16	-0,37	3,88	6,55	0,59	80,94	4,87	3,43	1,26
Кр - 167	3,20	-0,33	2,83	4,37	0,65	65,29	4,44	2,29	0,96
Кр - 168	3,58	0,04	3,62	4,81	0,75	61,32	4,92	2,52	0,87
Бо - 172	4,00	0,47	1,33	4,09	0,32	50,62	5,17	2,14	1,28
Бо - 173	3,75	0,22	0,87	3,48	0,25	49,81	4,76	1,82	1,25
Бо - 174	3,88	0,35	1,27	3,82	0,33	50,45	4,98	2,00	1,21

Свойство, отражаемое параметром САС₁, имеет большое значение для отбора в случае предсказуемости условий среды и является показателем для узкозонального районирования, при котором гибриды максимально используют благоприятные специфические условия среды и являются более энергоемкими. К данной группе относятся гибриды Ик-164; Бе-176; Бе-177; Кр-166, они имеют максимальные параметры САС₁ (5,53; 5,51; 5,42; 6,55).

Обратная связь между продуктивностью и стабильностью ($r = -0,844$) говорит о том, что чем выше урожай, тем выше экологическая стабильность. При этом отбор стабильных гибридов не вызывает снижения урожайности, а наоборот, повышает её.

Однако данный показатель является неточным, поскольку зависит от критерия ОАС. Наиболее объективной оценкой среднеранних гибридов кукурузы по параметрам адаптивности является критерий S_{g1} (относительная стабильность генотипа), а для выделения продуктивных и стабильных форм удобен параметр СЦГ.

При этом вначале выделяют лучшие гибриды по ОАС и уже из них отбирают сочетающие продуктивность и экологическую стабильность. Отбор по критерию S_{g1} приводит к жесткому отбору на стабильность. Наиболее стабильными по данному показателю являются гибриды кукурузы Ки-184; Ки-185; Ки-186.

Высокой селекционной ценностью обладают гибриды кукурузы: Ик-165; Ки-184; Ки-186; Кр-166; Кр-168; Во-172; Во-173; Во-174, остальные образцы обладают низкой и средней СЦГ.

Наибольшей отзывчивостью на улучшение условий среды по критерию b_1 (пластичность) характеризуются гибриды Ик-165; Ки-186; Бе-175; Бе-176; Бе-177; Кр-166; Во-172; Во-173; Во-174. Для отбора на стабильную урожайность подобные генотипы наименее пригодны, поскольку относятся к гибридам интенсивного типа.

Наиболее устойчивыми к ухудшению условий окружающей среды, выраженной коэффициентом регрессии ($b_1 < 1$), являются гибриды Ик-163; Ик-164; Ки-184; Ки-185; Кр-168.

В итоге среди представленных гибридов кукурузы группы спелости ФАО 150–200 выделяются образцы Ки-184 и Ки-186, имеющие наивысшую продуктивность ($OAC=0,71$ и $0,70$ т/га). Но, несмотря на это, они оказываются нестабильным при использовании в качестве критериев стабильности показателей L_{g1} , K_{g1} . То есть эти гибриды отклоняются от линейной регрессии на среду (L_{g1}) на $0,22\ldots0,43$, проявляют эффект дестабилизации $K_{g1} = 1,03\ldots1,27$. Также гибрид Ки-186 является сравнительно отзывчивым на улучшение условий среды ($b_1 = 1,05$)

Однако при использовании более объективного критерия S_{g1} в местных природно-климатических условиях гибриды Ки-184 и Ки-186 являются стабильным, а по критерию СЦГ лучше других сочетают урожай зерна со стабильностью.

Эффективность отбора гибридов кукурузы различных групп спелости по критерию урожай зерна во многом зависит от правильно подобранного фона, на котором ведется отбор.

Правильно подобранный фон играет активную роль, обеспечивая ту или иную степень изменчивости исследуемых признаков в испытуемой популяции.

История свидетельствует о том, что только тот ученый добивался значительных успехов, который активно воздействовал на испытуемую популяцию правильно подобранным фоном. Великие ученые, такие как И.В. Мичурин, Н.И. Вавилов, считали, что вопрос взаимодействия испытуемой популяции и среды является одним из важных разделов селекции.

Фон является элементом естественного отбора в косвенной форме, поскольку обеспечивает преимущество гибридов, специфически приспособленных к тем или иным условиям среды.

Комплексная оценка среды для гибридов кукурузы представлена в таблицах 3.3.22 и 3.3.23.

Как видно из таблицы 3.3.22, максимальную продуктивность раннеспелые гибриды обеспечивали в Воронежской ОС в 2002 году – 6,17 т/га и в Пензенской ГСХА в 2001 году – 6,13 т/га. Наибольшая дифференцирующая способность проявлялась в Поволжском НИИСС в 2002 и 2003 годах и в Пензенской ГСХА в 2002 году.

Между эффектами сред (D_k) и их дифференцирующей способностью ($Q^2 DCC_k$) наблюдается определенная связь. Наибольший полиморфизм выявлен в Воронежской ОС в 2001 году и в Пензенской ГСХА в 2002 году ($D_k \rightarrow 0$). Как провокационный фон для отбора предпочтительна среда Пензенской ГСХА и Поволжского НИИСС, так как в этих средах сильнее проявляются эффекты дестабилизации ($K_{gi} > 1$). Эти среды, согласно Е.Н. Синской [1963], можно считать анализирующими.

Наибольшей типичностью обладали среды в Самарском НИИСХ в 2002 и 2003 годах и в Пензенской ГСХА в 2002 и 2003 годах. Это свидетельствует о действии условий года и местности на ранги гибридов.

По предсказующей способности среды (P_k) выделились пункты Самарского НИИСХ в 2002 году, Поволжского НИИСС в 2002 году и Пензенской ГСХА в 2002 году.

Можно сделать вывод, что в Воронежской ОС предсказующая способность среды более зависит от погодных условий, чем в остальных пунктах. Наиболее благоприятные условия для расчленения популяций гибридов и их отбора создаются в Пензенской ГСХА.

Комплексная оценка среды для сравнительного изучения гибридов кукурузы ФАО 100-150

Таблица 3.3.22

Среда	$U+D_k$	D_k	$Q^2(GxE)_{ek}$	$Q^2ДДС_k$	L_{ek}	S_{ek}	K_{ek}	T_k	P_k
2001 Самарский НИИСХ	2,17	-1,41	0,35	0,24	1,44	22,63	1,42	0,19	0,044
2002	2,19	-1,39	0,75	1,05	0,72	46,77	6,17	0,537	0,251
2003	4,01	0,43	2,04	2,59	0,79	40,12	15,22	0,525	0,211
2001 Воронежская ОС	3,48	-0,1	0,83	0,93	0,89	27,74	5,48	0,349	0,097
2002	6,17	2,59	0,32	0,14	2,29	6,04	0,82	0,039	0,002
2003	4,26	0,68	0,33	0,15	2,27	9,02	0,87	0,013	0,001
2001 Поволжский НИИСС	2,88	-0,7	0,60	0,63	0,95	27,65	3,73	0,319	0,088
2002	2,55	-1,03	2,87	3,30	0,87	71,20	19,39	0,388	0,276
2003	2,74	-0,84	2,73	2,90	0,94	62,12	17,04	0,24	0,149
2001 Пензенская ГСХА	6,13	2,55	0,23	0,13	1,82	5,83	0,75	0,26	0,015
2002	3,48	-0,1	2,68	3,69	0,73	55,16	21,68	0,706	0,389
2003	2,86	-0,72	0,88	1,19	0,74	38,12	6,99	0,522	0,199

Анализ данных представленных в таблице 3.3.23, позволил определить характер генотип – средовых отношений 18-ти среднеранних гибридов кукурузы при смене пунктов и лет испытания.

Дисперсионный анализ данных опыта показал достоверность различий между эффектами гибридов, годов, пунктов и взаимодействия между ними.

При испытании гибридов в Воронежской ОС в 2002 году была отмечена максимальная продуктивность среды, однако дифференцирующая способность ее за три года была минимальной, а в Пензенской ГСХА в 2001 и Самарской ГСХА в 2003 наряду с максимальной урожайностью образцы имели наивысшую дифференцирующую способность.

Коэффициент нелинейности у гибридов сильно варьирует - от 0,06 до 19.28.

Воронежская ОС резко отличается по природно-климатическим условиям от регионов Среднего Поволжья и имеет во все годы низкие значения типичности и предсказующей способности, а также отличается по дифференцирующей способности и относительной стабильности. Поэтому условия этого пункта можно считать бесполезными для оценки генотипов гибридной кукурузы.

Наибольшей типичностью для объективной оценки гибридов обладали среды Самарского НИИСХ в 2002, 2003 годах и Пензенской ГСХА в 2001, 2002 годах ($T_k = 0,49 \dots 0,5$), что свидетельствует о действии условий года и местности на ранги генотипов.

Предсказующая способность среды была максимальной в 2001, 2002 годах в Пензенской ГСХА.

Комплексная оценка среды для сравнительного изучения гибридов кукурузы ФАО 150 – 200

Таблица 3.3.23

	Среда	U+Dk	Dk	Q2(GxE)ek	Q2ДДСк	Lek	Sek	Kek	Tk	Pk
2001	Самарский НИИСХ	2,31	-1,22	2,93	0,480	6,11	29,99	2,29	0,16	0,05
2002		2,29	-1,24	2,63	1,179	2,23	47,42	5,62	0,49	0,23
2003	Воронежская ОС	4,62	1,09	0,51	3,671	0,14	41,47	17,48	0,49	0,20
2001		3,69	0,16	1,63	1,979	0,82	38,12	9,42	0,22	0,08
2002	Поволжский НИИСС	6,88	3,35	2,73	0,533	5,12	10,62	2,54	-0,07	-0,01
2003		4,41	0,88	3,10	0,161	19,28	9	0,77	-0,14	-0,01
2001	Пензенская ГСХА	2,66	-0,87	2,61	1,219	2,14	41,50	5,80	0,5	0,21
2002		2,3	-1,23	0,58	2,970	0,20	74,93	14,14	0,15	0,11
2003	Пензенская ГСХА	2,74	-0,79	0,67	3,146	0,21	64,74	14,98	0,31	0,20
2001		4,58	1,05	3,98	8,659	0,46	64,25	41,23	0,5	0,32
2002	3,06	2,8	-0,73	0,25	4,544	0,06	76,13	21,64	0,5	0,38
2003		3,06	-0,47	2,94	0,281	10,45	17,33	1,34	-0,19	-0,03

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что среда в Пензенской ГСХА создаёт наиболее благоприятные условия для расчленения популяции среднеранних гибридов кукурузы и их отбора по признаку урожай зерна.

Подводя итог оценке гибридов кукурузы групп спелости ФАО 100-150 и ФАО 150 в целом можно сделать заключение, что лучшей адаптацией к меняющимся по годам условиям выращивания характеризуются гибриды Кр-106, Кр-108, Ки-184 и Ки-186.

Так, они лучше других образцов сочетают наибольшую продуктивность с адаптированностью и стабильностью в местных природно-климатических условиях.

На основании исчисления критериев оценки среды установлено, что среда Пензенской ГСХА наилучшим образом способствует выявлению адаптированных к условиям местности различных по скороспелости гибридов кукурузы.

4 ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ПРИЕМОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

4.1 Особенности роста, развития и фотосинтетической деятельности растений кукурузы в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений.

Рост, развитие и фотосинтетическая деятельность растений являются основными процессами, от которых зависит в конечном итоге зерновая продуктивность гибридов кукурузы. Воздействуя на эти процессы путем выбора оптимального способа внесения минеральных удобрений, можно добиться значительного повышения продуктивности растений.

В наших исследованиях была поставлена задача установить влияние минеральных удобрений и приемов их использования на длину вегетационного периода и прохождения отдельных фаз роста и развития у гибридов кукурузы ФАО 100-150; ФАО 150-200; ФАО 200-250.

Полученные данные представлены в таблице 4.1.24. Как видно из таблицы, все раннеспелые гибриды имеют более короткий вегетационный период и меньшее число листьев, чем другие биотипы гибридов. Продолжительность периода «посев–всходы» обуславливается преимущественно температурным режимом на глубине 10 см. В сложившихся погодных условиях весны полные всходы всех изучаемых гибридов в 2002 году отмечены на 15-й день, в 2003 году на 14-й день от даты посева, а в 2004 году - на 16-й день (табл. 4.1.24)

Таблица 4.1.24
Прохождение отдельных фаз роста и развития гибридов кукурузы различных групп спелости в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений

Группы ФАО	Гибриды кукурузы	2002 год				2003 год				2004 год			
		посев,- всходы	всходы,- цветение метелок	всходы,- цветение початка	посев,- всходы	всходы,- цветение метелок	всходы,- цветение початка	посев,- физиол спелость зерна	посев,- всходы	всходы,- цветение метелок	посев,- всходы	всходы,- цветение метелок	всходы,- физиол спелость зерна
Фон без удобрений													
100-150	Ик-104	15	66	68	114	14	68	70	123	16	63	65	117
	Са-121	15	65	67	112	14	68	69	122	16	62	64	116
	К-180СВ	15	-	68	113	14	-	69	123	15	63	63	115
150-200	Ик-164	15	68	70	116	14	69	71	124	16	64	66	118
	Са-179	15	68	70	117	14	68	72	125	15	65	67	119
	Ик-250	15	70	72	119	14	70	73	127	16	66	68	119
200-250	Са-223	15	69	71	119	14	71	74	128	16	67	69	120
	Ньютон	15	70	72	119	14	71	73	128	16	67	69	120
$N_{100}P_{70}K_{45}$													
100-150	Ик-104	15	67	69	116	14	69	71	124	16	65	67	114
	Са-121	15	66	68	118	14	68	70	123	16	64	66	112
	К-180СВ	15	-	70	-	14	-	71	124	15	67	67	115
150-200	Ик-164	15	68	70	118	14	70	73	125	15	66	69	119
	Са-179	15	68	70	119	14	71	74	126	15	66	70	120
	Ик-205	15	70	72	-	14	72	75	127	16	68	71	123
200-250	Са-223	15	69	71	125	14	73	75	128	15	69	73	124
	Ньютон	15	70	72	126	14	73	75	128	15	70	73	124
$N_{70+30}P_{70}K_{45}$													
100-150	Ик-104	15	69	71	119	14	70	72	124	16	65	64	118
	Са-121	15	68	70	118	14	71	73	125	16	64	64	119
	К-180СВ	15	-	70	119	14	-	73	125	15	63	63	120
150-200	Ик-164	15	68	70	117	14	69	72	124	15	63	63	122
	Са-179	15	67	69	117	14	69	71	126	16	64	64	123
	Ик-205	15	69	71	-	14	71	73	125	15	66	66	125
200-250	Са-223	15	69	71	122	14	72	75	124	15	63	63	126
	Ньютон	15	69	71	125	14	72	75	124	15	63	63	125

Сроки наступления отдельных фаз роста и развития растений зависят не только от биотипа растений, но также от уровня минерального питания и приемов использования удобрений.

Цветение початков обычно наступает на 3-5 дней позже, чем метелок. При благоприятных условиях питания и увлажнения разрыв в цветении мужских и женских соцветий сокращается до 1-2 дней; чем больше разрыв в сроках цветения, тем больше формируется бесплодных початков.

По данным таблицы 4.1.24 видно, что погодные условия, различный уровень минерального питания и приемы использования удобрений оказывают влияние на длину вегетационного периода, а также на сроки наступления отдельных фаз роста и развития растений.

Так, в 2002 году погодные условия были прохладными с недостаточным увлажнением, период вегетации кукурузы затянулся, и некоторые гибриды не достигли физиологической спелости зерна.

Цветение початка у раннеспелых гибридов наступало раньше на фоне без удобрений, а у среднеранних и среднеспелых - на фоне дробного внесения азота.

Так, у гибрида Са-121, относящегося к группе раннеспелых, цветение початка на фоне без удобрений наступило на 1 день раньше по сравнению с фоном $N_{100}P_{70}K_{45}$ и на 3 дня по сравнению с фоном $N_{70+30}P_{70}K_{45}$.

У гибрида, Са-179, относящегося к группе среднеранних, и Ик-205, Ньютон, относящихся к группе среднеспелых, на фоне дробного внесения удобрений произошло сокращение периода «всходы – цветение початка» на 1 день по сравнению с фоном без удобрений и полным внесением и составило 69 и 71 сутки соответственно.

У среднеспелого гибрида Са-223 количество дней от всходов до полного цветения початков на всех фонах оставалось постоянным - 71 день.

Наиболее скороспелым в группе ФАО 100-150 в условиях 2002 года является гибрид Са-121. На фоне без удобрений физиологическая спелость зерна у данного гибрида наступила на 112-е сутки, на фоне полного внесения удобрений на 118-е сутки и при дробном внесении азотных удобрений на 125-е сутки. У среднераннего гибрида Ик-164- на 116-е, 118-е, 117-е сутки соответственно. У гибрида кукурузы Са-223, относящегося к группе среднеспелых, данный период был наиболее коротким на контроле – 119 суток. На фоне полного внесения удобрений период «всходы – физиологическая спелость зерна» был наиболее продолжительным и составил 125 суток. У остальных гибридов этот период вегетации был позже на 1 – 5 дней.

В условиях 2003 года, характеризующегося как прохладный с достаточным увлажнением у гибридов кукурузы по сравнению с 2002 годом произошло увеличение вегетационного периода на 2 – 10 дней. Так, у раннеспелых гибридов цветение початков наступало раньше на фоне без удобрений, а у среднеранних и среднеспелых период «всходы – цветение початка» наступал раньше на фоне $N_{70+30}P_{70}K_{45}$.

У раннеспелых гибридов Са-121 и К-180СВ данный период был минимальным на фоне без удобрений и составил 69 суток и максимальным на фоне дробного внесения азота – 73 суток.

В группе среднеранних гибридов наименьшим периодом «всходы – цветение початка» характеризовались гибриды Ик-164 и Са-179 на фонах без удобрений и при дробном внесении.

У гибрида Ик-205 данный период был также минимальным на контроле и втором фоне удобрений и составил 73 дня.

Наиболее скороспелыми в условиях данного года на фоне без удобрений были гибриды Са-121; Ик-164; Ик-205, период «всходы –

физиологическая спелость зерна» у них был наименьшим и составил 122; 124; 127 суток соответственно

На фоне $N_{100}P_{70}K_{45}$ период вегетации был меньшим у тех же гибридов и составил 123; 125; 127 суток.

При дробном внесении азотных удобрений физиологическая спелость зерна наступила у раннеспелого гибрида Ик-104, у среднеспелого гибрида Ик-164 и у среднеспелых гибридов Са-223 и Ньютон на 124-е сутки.

В 2004 году погодные условия характеризовались как теплые и влажные. В результате этого период вегетации и прохождение отдельных фаз роста и развития растений кукурузы сократились по сравнению с 2003 годом на 1 – 9 дней.

Период «всходы – цветение початка» у гибридов кукурузы всех групп спелости был минимальным на фоне $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ и варьировал от 63-х до 66 суток.

В группе раннеспелых гибридов данный период был наиболее коротким у К-180СВ на втором фоне удобрений и на контроле и составлял 63 дня, а максимально длинным на первом фоне удобрений - 67 суток.

У среднераннего гибрида Ик-164 цветение початков произошло позже на фоне полного внесения удобрений и раньше на 6 суток при дробном внесении азотных удобрений.

Гибриды Са-223 и Ньютон, относящиеся к группе среднеспелых, на фоне дробного внесения удобрений характеризовались наименьшим периодом «всходы – цветение початка».

Сокращение периода вегетации на 4 дня по сравнению с контролем и на 7 дней по сравнению с фоном $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ у гибрида Са- 121 произошло при внесении $N_{100}P_{70}K_{45}$.

В группе среднеранних у Ик-164 и среднеспелых у Ик-205, наоборот, на фоне удобрений произошло увеличение вегетации по сравнению с контролем на 1 – 5 дней.

Итак, анализируя продолжительность межфазных периодов в среднем за годы исследований, можно констатировать, что внесение минеральных удобрений в дозах действующего вещества $N_{100}P_{70}K_{45}$ и $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ приводит к увеличению периодов наступления фаз роста и развития гибридов кукурузы. Такие результаты согласуются с мнениями других исследователей [Шпаар Д., Шлапунов В. и др., 1999].

Вместе с тем при дифференцированной оценке гибридов кукурузы по группам спелости необходимо отметить, что дробное внесение азотных удобрений - $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ способствует сокращению наступления сроков очередной фазы роста и развития растений у гибридов ФАО 150–200 и 200–250 на 1...4 дня по сравнению с разовым внесением $N_{100}P_{70}K_{45}$.

Формирование высоты растений, количества и площади листовой поверхности свидетельствует, что на эти показатели оказывали влияние агрофон, биотип кукурузы и погодные условия.

Биометрические измерения показывают, что в условиях 2002 года гибриды кукурузы всех групп спелости положительно отзывались на улучшение агрофона; на обоих фонах удобрений отмечено увеличение линейного роста на 13 – 26 см по отношению к контролю (табл. 4.1.25). Максимальное увеличение высоты растений отмечено у гибридов групп ФАО 150 – 200 и 200 – 250 при внесении части азота в подкормку

В 2002 году внесение удобрений перед посевом уменьшало линейный рост у гибридов групп ФАО 100 – 150 и 150 – 200 на 8 – 20 см по сравнению с контролем, и лишь при внесении части азота в подкормку отмечено увеличение высоты растений у Ик-104, Са-121 и Ик-164.

Таблица 4.1.25
Морфологические признаки гибридов кукурузы ФАО-100-250 в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений

Группы ФАО	Гибриды кукурузы	2002 год		2003 год		2004 год	
		высота растений, см	количество листьев, шт	высота растений, см	количество листьев, шт	высота растений, см	количество листьев, шт
Фон без удобрений							
100-150	Ик-104	208	12,2	199	12	195	12,5
	Са-121	213	12,7	202	12,8	220	13
K-180СВ	199,6	12,4	203	12,4	215	12,5	
150-200	Ик-164	222	13,4	207,8	13	227	14
	Са-179	215	13,3	206,8	13	227	14
200-250	Ик-250	238	15,8	228	14,2	242	15
	Са-223	225	14,3	218	13,4	231	14,5
Ньютон	225	14,7	226,4	13,4	240	15	
$N_{100}P_{70}K_{45}$							
100-150	Ик-104	214	12,4	230	12,6	225	- 12,6
	Са-121	216	12,6	234,6	12,8	244	13,1
K-180СВ	205	12,3	230,6	12,4	237	12,8	
150-200	Ик-164	219,5	13,4	244,4	13,4	260	14,1
	Са-179	220	13,3	240,2	13,4	254	14
200-250	Ик-205	226	15,6	259,6	14,2	268	16,5
	Са-223	226	13,9	245,6	14,6	262	15
Ньютон	220	14,3	247,8	15	260	15,5	
$N_{70+30}P_{70}K_{45}$							
100-150	Ик-104	212	13	221,4	12,4	217	13,5
	Са-121	226	13,3	236,8	12,6	246	13,5
K-180СВ	204	13,4	224,4	12,8	239	13,5	
150-200	Ик-164	230	14	242,0	13,8	248	14,5
	Са-179	229	14,2	238,8	13,5	247	14,5
200-250	Ик-205	242	15,8	270,4	14,6	258	15,5
	Са-223	235	14,8	252,5	14,4	250	15
Ньютон	233	14,8	251,4	14,5	257	15	

В более благоприятном по условиям увлажнения 2003 году во всех вариантах с внесением удобрений наблюдалось увеличение высоты растений. Причем, более раннеспелые гибриды положительно отзывались на внесение всей дозы удобрений перед посевом, а у среднеранних гибридов с ФАО 200 – 250 наибольший линейный рост отмечен при внесении части азота в подкормку (табл. 4.1.25).

В условиях переизбытка влаги в 2004 году установлено, что полное внесение удобрений перед посевом увеличивало линейный рост у всех гибридов на 10 – 65 см по сравнению с контролем, а образцы Са-121 и К-180СВ обладали наибольшей высотой при дробном внесении азотных удобрений (246 - 239 см соответственно) (табл. 4.1.25)

Количество листьев – довольно устойчивый сортовой признак, мало изменяющийся от приемов возделывания. Полученные результаты показали, что за годы проведения опытов внесение удобрений не оказывало значительного влияния на количество листьев, оно варьировало по гибридам от 12 до 16,5 штук (табл. 4.1.25).

А.А. Ничипорович [1977] указывал, что фотосинтетическая деятельность растения тесно связана с размерами ассимилирующей поверхности листового аппарата и длительностью его работы. Необходимо, чтобы площадь листьев быстро возрастала до оптимальных размеров, по возможности долго сохранялась на этом уровне, а затем значительно уменьшалась, либо листья полностью отмирали, отдавая пластические вещества на формирование репродуктивных органов.

Установлено, что для того, чтобы получить урожай зерна 10 т/га, посевы кукурузы должны сформировать не менее 40 – 45 тыс.м²/га площади листьев.

Оптимальная поверхность листьев у кукурузы должна быть в пределах 10 – 50 тыс.м²/га. При дальнейшем повышении листовой поверхности значительно ухудшается световой режим, особенно

средних и нижних листьев, что в свою очередь снижает их продуктивность и урожай [Чучмий И.П., Моргун В.В, 1990].

По площади листовой поверхности растений можно судить, насколько генотип обуславливает свое приспособление к меняющимся условиям выращивания. В наших исследованиях в 2002 году удобрения уменьшили площадь листовой поверхности у гибридов группы ФАО 100 – 150 на 1 - 4 % (табл. 4.1.26). У гибридов группы ФАО 150 – 200 и 200 - 250 на обоих фонах удобрений площадь листьев увеличилась от 1 до 13,9 % по сравнению с контролем.

В 2003 году удобрения положительно влияли на увеличение размеров листовой пластиинки. Во всех вариантах с удобрениями площадь листьев увеличилась на 32 – 35,1 %, причем наибольшую в опыте листовую поверхность сформировали гибриды на первом фоне удобрений Са-121 – 16,4 тыс м²/га, Ик-164 18 тыс. м²/га и Ик-205 - 26,3 тыс. м²/га (табл. 4.1.26). При дробном внесении азотных удобрений отмечена тенденция к увеличению площади листьев по сравнению с разовым внесением у среднеранних и среднеспелых гибридов.

В 2004 году максимальной площадью листьев обладали все образцы при внесении всей дозы удобрений под предпосевную культивацию. Причем наибольшие размеры листьев были у гибридов Са-121 – 20,4 тыс м²/га, Ик-164 - 20,7 тыс. м²/га и Ик-205 - 22,4 тыс. м²/га. При дробном внесении удобрений наблюдалась тенденция к снижению площади листовой пластиинки у гибрида Ик-205 – 20,5 тыс. м²/га - по сравнению с контролем.

. Из приведенных данных (таблица 4.1.26) видно, что внесение удобрений, улучшая пищевой режим почвы, способствовало более энергичному росту растений, увеличению площади листовой поверхности и повышению фотосинтетической деятельности посевов гибридной кукурузы.

Наибольший фотосинтетический потенциал был получен гибридами кукурузы в 2002 году на фоне без удобрений и составил 2216,8 тыс. м²/га. Минимальный фотосинтетический потенциал сформировали гибриды кукурузы на фоне N₇₀₊₃₀P₇₀K₄₅ 1380,0 тыс. м²/га.

В условиях 2002 года максимальный фотосинтетический потенциал сформировали гибриды групп ФАО 200-250 – 2216,8 тыс. м²/га. Раннеспелые гибриды характеризовались наименьшим – 1380 тыс. м²/га.

В группе раннеспелых лучшим был гибрид Са-121, фотосинтетический потенциал которого при внесении N₇₀₊₃₀P₇₀K₄₅ был максимальным и составил 1793,6 тыс. м²/га. Однако наибольший фотосинтетический потенциал не определяет максимальную, чистую продуктивность фотосинтеза. Так, высокой продуктивностью фотосинтеза на фонах удобрений характеризовались гибриды Ик-104 и Са-121 – 2,4 – 2,7 кг зерна на 1 тыс. м²/га сутки, но при этом у гибрида Ик-104 фотосинтетический потенциал был минимальным. Следовательно, для него характерна более продуктивная работа листьев.

Максимальная продуктивность фотосинтеза в группе ФАО 150-200 была отмечена у гибрида Ик-164 – 2,5 кг зерна на 1 тыс. м²/га. сутки на фоне полного внесения удобрений в дозе N₁₀₀P₇₀K₄₅. У остальных гибридов на всех фонах чистая продуктивность фотосинтеза была в пределах 1,1 – 2,3 кг зерна на 1 тыс. м²/га сутки.

Гибрид Ньютон относящийся к группе среднеспелых, имел в условиях 2002 года максимальную продуктивность фотосинтеза 1,8 кг зерна на 1 тыс.

Таблица 4.1.26

Показатели фотосинтетической деятельности гибридов кукурузы различных групп спелости в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений

Группы ФАО	Гибриды кукурузы	2002 год			2003 год			2004 год		
		площадь листьев, тыс м ² /га	фотосинтетический потенциал, тыс м ² /га	чистая продуктивность фотосинтеза, кг зерна на 1 тыс м ² /га дн	площадь листьев, тыс м ² /га	фотосинтетический потенциал, тыс м ² ./га	чистая продуктивность фотосинтеза, кг зерна на 1 тыс м ² /га дн	площадь листьев, тыс.м ² /га	фотосинтетический потенциал, тыс м ² /га	чистая продуктивность фотосинтеза, кг зерна на 1 тыс м ² /га дн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Фон без удобрений										
100-150	Ик-104	15,9	1324,0	2,3	10,4	1308,6	3,0	13,4	1099,3	2,8
	Са-121	17,2	1618,4	2,1	12,7	1602,6	2,1	16	1337,7	2,5
	К-180СВ	17,1	1586,8	2,0	12,5	1572,3	2,4	15,3	1267,5	2,5
150-200	Ик-164	19,2	1846,8	2,0	13,1	1655,1	2,6	17,9	1500,9	2,4
	Са-179	17,4	1724,0	2,0	12,5	1577,7	2,3	17	1390,6	2,6
	Ик-250	23,1	1986,0	1,5	16,8	2121,9	1,8	20,8	1696,7	1,8
200-250	Са-223	20,5	1894,6	1,4	13,3	1670,8	2,0	19,2	1600,3	1,7
	Ньютон	23,1	1906,4	1,6	16	2018,1	1,8	18,5	1555,7	1,7
$N_{100}P_{70}K_{45}$										
100-150	Ик-104	17	1627,2	2,4	14,9	1879,9	2,7	18,7	1516,8	2,6
	Са-121	17,7	1660,4	2,4	16,4	2066,2	2,7	20,4	1682,1	2,9
	К-180СВ	15,2	1451,2	2,4	15,6	1963,5	2,7	19,9	1679,6	2,8
150-200	Ик-164	18,7	1597,6	2,5	18,0	2270,9	2,6	20,7	1673,2	2,6
	Са-179	19,9	1576,4	2,4	16,8	2046,6	2,8	20,4	1700,5	2,4

продолжение таблицы 4.1.26

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Ик-205	23,5	2116,0	-	24,2	3043,9	1,5	22,4	1807,8	2,1	
200-250	Са-223	23,1	1983,6	1,6	18,1	2275,1	1,9	22,3	1933,1	1,7	
	Ньютон	20,4	1745,6	1,8	21	2639,8	1,6	21,6	1814,3	1,7	
$N_{70+30}P_{70}K_{45}$											
100-150	Ик-104	16,7	1536,8	2,7	11,1	2662,6	1,7	17,1	1412,4	2,7	
	Са-121	17,6	1793,6	2,4	15,7	1983,2	2,5	17,9	1496,6	3,0	
	К-180CB	13,9	1380,0	-	14,8	1862,5	2,6	17,4	1454,7	3,0	
150-200	Ик-164	21,2	1856,0	2,3	18	2263,3	2,8	18,7	1548,6	3,2	
	Са-179	20,5	1938,4	2,1	17,2	2167,9	2,8	18,2	1515,1	2,9	
	Ик-205	28,1	2216,8	-	26,3	3308,2	1,4	20,5	1642,1	2,9	
200-250	Са-223	21,9	1958,8	1,1	19,7	2479,5	2,0	19,7	1614,5	2,5	
	Ньютон	21,8	1953,7	1,1	18,8	2141,4	2,3	20,4	1596,8	2,8	

$\text{м}^2/\text{га}$ сутки на фоне $\text{N}_{100}\text{P}_{70}\text{K}_{45}$, остальные гибриды данной группы характеризовались меньшей продуктивностью.

В условиях 2003 года по показателям чистой продуктивности фотосинтеза выделились гибриды кукурузы на фоне без удобрений – 3,0 кг зерна на 1 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$. На фоне $\text{N}_{70+30}\text{P}_{70}\text{K}_{45}$ у гибридов кукурузы была наименьшая продуктивность, которая меньше максимальной в два раза.

Наибольшей ЧПФ в условиях 2003 года характеризуются гибриды группы ФАО 100-150 – 3 кг зерна на 1 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ сутки, минимальной - среднеспелые – 1,8 кг зерна на 1 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ сутки.

Лучшим гибридом в группе ФАО 100-150 является Ик-104; максимальная ЧПФ его была отмечена в пределах от 1,7 до 3,0 кг зерна на 1 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ сутки на всех фонах удобрений. Продуктивность гибрида Са-121 была минимальной и составила 2,1 – 2,7 кг зерна на 1 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ сутки.

Наибольшую ЧПФ в группе среднеранних на фоне полного минерального питания имел гибрид Ик-164 – 2,8 кг зерна на 1 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ сутки.

В группе среднеспелых при внесении азотных удобрений в подкормку наибольшей продуктивностью фотосинтеза характеризуются гибриды: Са-223 Ньютон; - 2,0; 2,3 кг зерна на 1 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ сутки Наименьшая чистая продуктивность фотосинтеза была у гибрида Ик-205 – 1,1 кг зерна на 1,4 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ сутки.

В 2004 году фотосинтетический потенциал был наибольшим на фоне полного внесения удобрений, превышая в среднем контроль на 117,5 – 595,4 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$, а второй фон удобрений на 31,1 – 366,3 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$.

Самый высокий ФП наблюдался у гибридов: Са-121 – 1682,1 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$, относящегося к группе раннеспелых, у среднераннего

Са-179 – 1700,5 тыс.м²/га и Са-223 – 1933,1 тыс.м²/га, относящегося к группе среднеспелых, на фоне полного внесения удобрений

Однако максимальную продуктивность фотосинтеза гибриды кукурузы Са-121; К-180СВ; Ик-164 и Ик-205 (3,0; 3,2; 2,9 соответственно кг зерна на 1 тыс.м²/га) сутки. имели на фоне дробного внесения удобрений.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать заключение, что наибольшей продуктивностью фотосинтеза в среднем по годам характеризуются гибриды группы ФАО 150 - 200 – 2,3...2,7 кг зерна на 1 тыс.м²/га суток, а наименьшей - гибриды кукурузы, относящиеся к группе ФАО 200 – 250 – 1,7...2,0 кг зерна на 1 тыс.м²/га суток.

При анализе средних данных видно, что наибольшую, чистую продуктивность фотосинтеза гибриды формируют при дробном внесении минеральных удобрений в дозе N₇₀₊₃₀P₇₀K₄₅.

Анализируя фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность гибридов кукурузы за годы исследований можно сделать заключение, что стабильно высокой активностью работы листового аппарата в местных почвенно-климатических условиях обладают гибриды: К-180СВ; Ик-164; и Ик-205. На каждую тысячу единиц фотосинтетического потенциала они формируют: 2,8; 2,8; 2,2 кг зерна соответственно.

4.2 Продуктивность гибридов кукурузы различной спелости в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений

Приемы выращивания гибридов кукурузы оказывают очень сильное влияние на параметры отдельных элементов структуры урожая. Даже незначительное их увеличение при оптимальном

сочетании обеспечивает резкое повышение продуктивности растений, а общее количество растений на единицу площади в конечном итоге формирует высокую урожайность.

В работах Д.П. Лаптева [1980], Е. Ottaviano [1981], J. Nioprek [1983], P.G. Patel, R.P. Singh [1987] и других авторов указывается на наличие тесных корреляционных связей между продуктивностью и числом початков на растении, высотой растений, процентом выхода зерна, числом рядов зерен и другими.

На основании анализа корреляций между элементами продуктивности у линий кукурузы в условиях орошения О.М. Шалыгина [1987] установила, что наибольшая степень сопряженности отмечена между урожаем зерна и продуктивностью одного растения ($r=0,999$), длиной ($r=0,720-0,841$) и массой початка ($r=0,849-0,868$), числом зерен в ряду ($r=0,587-0,813$), высотой растения ($r=0,673-0,687$) и заложения початка ($r=0,514-0,572$).

По данным П.С. Тараканова [1981], анализ корреляционных связей между признаками, проводимый по методу корреляционных плеяд, позволил выделить две плеяды. Первая плеяда объединяет морфологические признаки $r > 0,70$, связанные с ростом и развитием растений кукурузы: высоту растений, высоту заложения початка, число листьев, число надземных узлов. Во вторую плеяду входят признаки, связанные непосредственно с продуктивностью: число зерен на початке, масса початка, длина початка, число зерен в ряду. Автором установлено, что с продуктивностью наиболее тесно связана масса початка ($r=0,79$). Масса початка в свою очередь положительно связана с числом зерен в початке и числом зерен в ряду.

Подобные исследования провел В.В. Кошелев [1996], который дал сравнительный анализ коэффициентов корреляции между различными высокогетерозисными гибридами. Он показал, что для гибридов признак «масса початка» является главным признаком,

вносящим основной «вклад» в результирующий признак – «масса зерна с одного растения». Однако масса початка у гибридов имеет разную тесноту связи с другими признаками. Так, в одном случае основной «вклад» в формирование абсолютной величины початка вносит признак «масса 100 зерен на початке», которая определяется длиной зерновки, а длина зерновки зависит от числа рядов зерен на початке. В другом случае масса початка определяется признаком «количество зерен на початке», в свою очередь этот признак тесно связан с количеством рядов зерен.

Таким образом, процесс реализации генетической формулы по признаку индивидуальной продуктивность растений носит разный характер.

В местных почвенно-климатических условиях изучение связей между элементами продуктивности у гибридов кукурузы различных групп спелости в зависимости от приемов использования минеральных удобрений не проводилось. Поэтому анализ корреляций структуры урожая представляет определенный научный интерес.

Коэффициенты корреляции между элементами продуктивности приведены в таблице 4.2.27.

Установлено, что между массой зерна с растения и основными элементами структуры урожая у гибридов кукурузы существует определенная взаимосвязь.

Индивидуальная продуктивность растений в большей степени определяется массой початка ($r=0,568..0,997$). Данная закономерность характерна как для гибридов всех групп спелости, так и фонов удобрений. Судя по коэффициенту детерминации (таблица 4.2.27), зерновая продуктивность растений на 32,2...99,4% обуславливается величиной данного признака.

120

Таблица 4.2.27

Корреляция между массой зерна с растения и другими элементами продуктивности у гибридов кукурузы различных групп спелости в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений.

Группа спелости	Корреляционные признаки	Годы		Без удобрения		N ₁₀₀ P ₇₀ K ₄₅		N ₇₀₊₃₀ P ₇₀ K ₄₅	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ФАО 100-150	Длина початка, см	2002	0,649	42,2	0,802	64,2	0,567	32,1	
		2003	0,473	22,3	0,476	22,7	0,862	74,2	
		2004	0,761	57,9	0,857	73,5	0,605	36,6	
		2002	0,286	8,2	0,297	8,8	-0,498	24,8	
	Число рядов зерен	2003	0,394	15,5	0,018	0,03	0,045	0,2	
		2004	0,311	9,2	0,587	34,4	-0,004	0,0002	
		2002	0,366	13,4	0,623	38,8	0,501	25,1	
	Число зерен в ряду початка	2003	0,476	21,8	0,570	32,5	0,851	72,4	
		2004	0,794	63,1	0,776	61,1	0,594	35,4	
ФАО 150-200	Число зерен в початке	2002	0,502	25,2	0,689	47,5	0,192	3,7	
		2003	0,579	33,6	0,623	38,8	0,881	77,6	
		2004	0,91	82,7	0,734	53,8	0,513	26,3	
		2002	0,766	58,7	0,997	99,4	0,94	88,4	
	Масса початка	2003	0,842	70,9	0,861	74,2	0,568	32,2	
		2004	0,991	98,3	0,974	94,8	0,989	97,8	
		2002	0,266	7,1	0,822	67,6	-0,234	5,5	
	Выход зерна, %	2003	0,386	14,9	0,251	6,3	-0,588	34,6	
		2004	-0,503	25,3	0,070	0,49	-0,296	8,8	
		2002	0,764	58,4	0,516	26,6	0,145	2,1	
ФАО 200-250	Длина початка, см	2003	0,739	54,7	0,542	29,3	0,538	29,0	
		2004	0,747	55,8	0,788	62,1	0,585	34,2	
	Число рядов зерен	2002	0,393	15,5	-0,566	30,9	-0,069	0,5	

Продолжение таблицы 4.2.27

	1	2	3	4	6	6	7	7	8	8	9
Число рядов зерен				-0,582		33,9		0,046		0,2	0,182
2003	2003	2003	2003		13,5	0,495	24,5				3,3
2004	2004	2004	2004		73,2	0,453	20,5				34,9
ФАО 150-200	Число зерен в ряду	Число зерен в ряду	Число зерен в ряду		15,5	0,814	66,2				0,3
2003	2003	2003	2003		54,6	0,760	57,7				17,2
2004	2004	2004	2004		65,4	0,405	20,5				36,3
Число зерен в початке		0,7	0,612	37,5				0,004			
2003	2003	2003	2003		43,7	0,706	49,8				11,6
2004	2004	2004	2004		78,4	0,97	94,3				18,3
Масса початка	Масса початка	Масса початка	Масса початка		98,1	0,934	87,3				75,5
2003	2003	2003	2003		96,5	0,953	90,8				10,6
2004	2004	2004	2004		13,3	0,243	5,9				98,7
Выход зерна, %	Выход зерна, %	Выход зерна, %	Выход зерна, %		19,7	0,471	22,1				29,0
Длина початка, см	Длина початка, см	Длина початка, см	Длина початка, см		5,1	0,009	0,007				0,1
2003	2003	2003	2003		52,8	0,801	64,2				0,1
2004	2004	2004	2004		6,8	0,283	8,0				26,3
Число рядов зерен	Число рядов зерен	Число рядов зерен	Число рядов зерен		28,6	0,640	40,9				41,5
2003	2003	2003	2003		0,1	0,696	48,4				18,3
2004	2004	2004	2004		13,3	-0,238	5,6				20,8
ФАО 200-250	Число зерен в ряду	Число зерен в ряду	Число зерен в ряду		35,3	0,426	18,1				32,3
2002	2002	2002	2002		83,3	0,654	42,8				1,0
2003	2003	2003	2003		22,5	0,376	14,1				23,7
2004	2004	2004	2004		72,2	0,671	45,0				4,3
Масса початка	Масса початка	Масса початка	Масса початка		45,3	0,869	75,6				0,1
2002	2002	2002	2002		1,3	0,047	0,2				0,5
2003	2003	2003	2003		79,8	0,835	69,7				63,2
2004	2004	2004	2004		94,7	0,987	97,5				89,1
Выход зерна, %	Выход зерна, %	Выход зерна, %	Выход зерна, %		16,8	0,292	8,5				78,2
2003	2003	2003	2003		29,1	0,689	47,5				48,2
2004	2004	2004	2004		0,957	0,593	35,2				2,8
							0,166				

Так, на фоне без удобрений у гибридов, относящихся к группе спелости ФАО 100-150, индивидуальная продуктивность сформировалась за счет связей между массой зерна с початка, его длиной ($r=0,473\dots 0,761$) и числом зерен ($r= 0,502\dots 0,91$). Неустойчивый вклад в формирование продуктивности растений на варианте без внесения удобрений обеспечивает признак «число зерен в початке». Коэффициент связи данного признака с массой зерна с растения в одни годы слабый ($r= 0,366$), в другие средний ($r= 0,794$).

Среднеранние и среднеспелые гибриды кукурузы на фоне без удобрений характеризовались слабыми коэффициентами корреляции между выходом зерна с растения и основными элементами структуры урожая. Степень влияния данных признаков варьировала по годам изучения от 0,3% до 78,2%.

На фоне полного внесения минеральных удобрений перед посевом формирование структуры урожая раннеспелых и среднеранних гибридов произошло также за счет вклада таких факторов, как длина початка (22,7 – 73,5%), число зерен в ряду (15,5 – 73,2%), число зерен в початке (38,8 – 65,4%). Необходимо отметить, что связь с признаком «число зерен в початке» не всегда устойчива по годам исследований; так, в 2003 году не установлен достоверный коэффициент корреляции между числом зерен в початке и зерновой продуктивностью у гибридов группы спелости ФАО 150-200.

Как видно из таблицы 4.2.25, у гибридов кукурузы ФАО 200-250 при внесении $N_{100}P_{70}K_{45}$ установлена средняя корреляция между длиной початка ($r=0,261\dots 0,726$), числом зерен в ряду ($r= 0,474\dots 0,913$) и массой зерна с растения. Неоднородная связь наблюдалась между числом зерен в початке и продуктивностью растения, в 2002 и 2004 году установлен положительный средний коэффициент корреляции($r= 0,673\dots 0893$), а в 2003 году наблюдалась отрицательная слабая связь. Еще в большей степени неоднородная

связь наблюдалась между массой зерна с растения и выходом зерна. В 2002 году был установлен положительный коэффициент корреляции 0,410, который показывает, что выход зерна обуславливал продуктивность растения на 16,8%, в 2003 году доля влияния увеличилась до 29,1%, а в 2004 году корреляция между этими элементами продуктивности отсутствовала.

Из данных таблицы 4.2.27 видно, что на фоне дробного внесения удобрений у гибридов кукурузы, относящихся к группам ФАО 100-150; ФАО 150-200 и ФАО 200-250, теснота связей между длиной початка, числом зерен в ряду и в початке варьировала по годам испытания. Коэффициент корреляции варьировал от сильного значения $r= 0,881$ до слабого $r= 0,243$. Продуктивность гибридов кукурузы на данном фоне имела слабую и обратную связь с числом рядов зерен и выходом зерна с початка.

На основании вышеизложенного можно сделать заключение, что в местных природно-климатических условиях посев гибридов кукурузы ФАО 100-150; ФАО 150-200; ФАО 200-250 на фоне полного и дробного внесения удобрений (в зависимости от погодных условий) обеспечивает относительно благоприятные условия роста и развития, обуславливая генетическую реализацию элементов зерновой продуктивности с оптимальными значениями, соответственно предопределяя формирование более высокой урожайности зерна.

Результаты исследований показали, что в зависимости от года исследований урожайность гибридов существенно меняется (таблица 4.2.28).

Как видно из таблицы, максимальную урожайность гибриды сформировали при дробном внесении азотных удобрений в дозе действующего вещества $N_{70+30}P_{70}K_{45}$.

В среднем за годы исследований наиболее продуктивными были гибриды, относящиеся к группе ФАО 150 – 200 – 4,83...5,20 т/га, продуктивность остальных гибридов была ниже.

Варьирование урожайности объясняется различными погодными условиями. Так, в 2002 году при недостаточном количестве осадков гибриды кукурузы сформировали относительно невысокий урожай зерна, так как не произошло полного усвоения питательных веществ из минеральных удобрений. В условиях этого года максимальный урожай был получен у гибридов на контроле и при полном внесении минеральных удобрений в дозе $N_{100}P_{70}K_{45}$. На фоне без внесения удобрений по урожайности зерна выделились гибриды Са - 121 и Ик-164 – 3,45 и 3,65 т/га соответственно. При внесении всей дозы удобрений перед посевом достоверная прибавка урожайности отмечена у раннеспелых гибридов группы ФАО 100-150 – Са-121 и К – 180СВ и у среднеспелого гибрида Ик - 164. Наиболее отзывчивым на дробное внесение азотных удобрений оказался гибрид Са-121, у которого урожайность возросла в 0,85 раза по сравнению с контролем. У гибридов группы ФАО 150 – 200 отмечено также повышение продуктивности на фоне дробного внесения удобрений.

Однако у гибридов группы ФАО 200 – 250 в условиях недостатка влаги отмечено снижение продуктивности на фоне дробного внесения удобрений по сравнению с контролем на 0,6 т/га, а у гибридов К-180СВ и Ик-205 при внесении $N_{100}P_{70}K_{45}$ и $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ в початках не сформировалось полноценное зерно.

Погодные условия 2003 года способствовали лучшему усвоению элементов питания из удобрений. Максимальная урожайность на обоих фонах удобрений была получена у среднераннего гибрида Ик-164 – 6,00 и 6,25 т/га, что превышает контроль на 46% (табл. 4.2.26). На неудобренном фоне урожайность по гибридам варьировала от 3,35 до 4,28 т/га (табл. 4.2.28).

На фоне полного внесения минеральных удобрений максимальный урожай зерна был получен раннеспелыми гибридами. Лучший урожай зерна сформировали гибриды Са - 121 и К – 180СВ – 5,55 и 5,33 т/га.

Таблица 4.2.28
Урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости, т/га

Фон	Годы	ФАО							
		100 - 150			150 - 200		200 - 250		
		Ик-104	Са-121	К-180СВ	Ик-164	Са-179	Ик-205	Са-223	Ньютон
Без удобрений	2002	3,10	3,45	3,19	3,65	3,43	2,90	2,67	3,00
	2003	3,98	3,37	3,80	4,28	3,60	3,91	3,35	3,56
	2004	3,03	3,38	3,16	3,60	3,63	2,98	2,75	2,67
	Среднее	3,37	3,40	3,38	3,84	3,55	3,26	2,92	3,08
$N_{100}P_{70}K_{45}$	2002	3,85	4,00	3,49	3,97	3,72	0	3,25	3,10
	2003	4,99	5,55	5,33	6,00	5,63	4,55	4,22	4,35
	2004	3,98	4,83	4,68	4,38	4,00	3,72	3,31	3,15
	Среднее	4,27	4,79	4,50	4,78	4,45	4,14	3,59	3,53
$N_{70+30}P_{70}K_{45}$	2002	4,15	4,30	0	4,36	4,15	0	2,23	2,22
	2003	4,55	5,00	4,75	6,25	6,00	4,70	4,90	4,97
	2004	3,75	4,44	4,36	4,99	4,35	4,68	4,04	4,41
	Среднее	4,15	4,58	4,56	5,20	4,83	4,69	3,72	3,87

	Годы		
	2002	2003	2004
НСР ₀₅ фона	0,15	0,22	0,28
НСР ₀₅ гибрида	0,24	0,45	0,45

Максимальные прибавки урожайности зерна у гибридов группы ФАО 150 – 200 и 200 - 250 получены на фоне удобрений $N_{70+30}P_{70}K_{45}$.

Наибольшую прибавку зерна по отношению к контролю обеспечили гибриды Ик-164, Са-179, относящиеся к группе среднеранних, – 1,97 – 2,40 т/га и Са-223 и Ньютон – 1,55 – 1,41 т/га, относящиеся к группе среднеспелых. У раннеспелых гибридов прибавки были ниже.

В 2004 году максимальной урожайностью раннеспелые гибриды характеризовались при внесении удобрений в дозе $N_{100}P_{70}K_{45}$, а среднеранние и среднеспелые гибриды при внесении удобрений в дозе $N_{70+30}P_{70}K_{45}$

В этом году наибольшую урожайность сформировали гибриды Са-121; К-180СВ, относящиеся к группе раннеспелых, в группе среднеранних выделился образец Ик-164 и в группе среднеспелых Ик-205. Остальные гибриды имели меньшую урожайность.

В целом можно сделать заключение, что для получения высоких урожаев зерна гибридов кукурузы ФАО 100-150 следует вносить минеральные удобрения в полной дозе из расчета действующего вещества $N_{100}P_{70}K_{45}$. Гибриды группы спелости ФАО 150-200 и ФАО 200-250 сформировали наибольшую урожайность при дробном внесении удобрений из расчета $N_{70+30}P_{70}K_{45}$. Лучшими гибридами за годы исследований были Са-121, Ик-164 и Ик-205, давшие в среднем 4,69..5,20 т/га.

Обработка данных методом дисперсионного анализа позволила выявить влияние каждого фактора и их взаимодействия на продуктивность посевов гибридной кукурузы. Долевое распределение изучаемых и случайных факторов на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости в зависимости от уровня минерального питания и способов внесения удобрений выглядело следующим образом (рис. 1).

Как видно по рисунку, главным фактором, определяющим урожайность гибридов кукурузы, являются погодные условия, т.е. год выращивания. На его долю приходится 61,7% от влияния всех

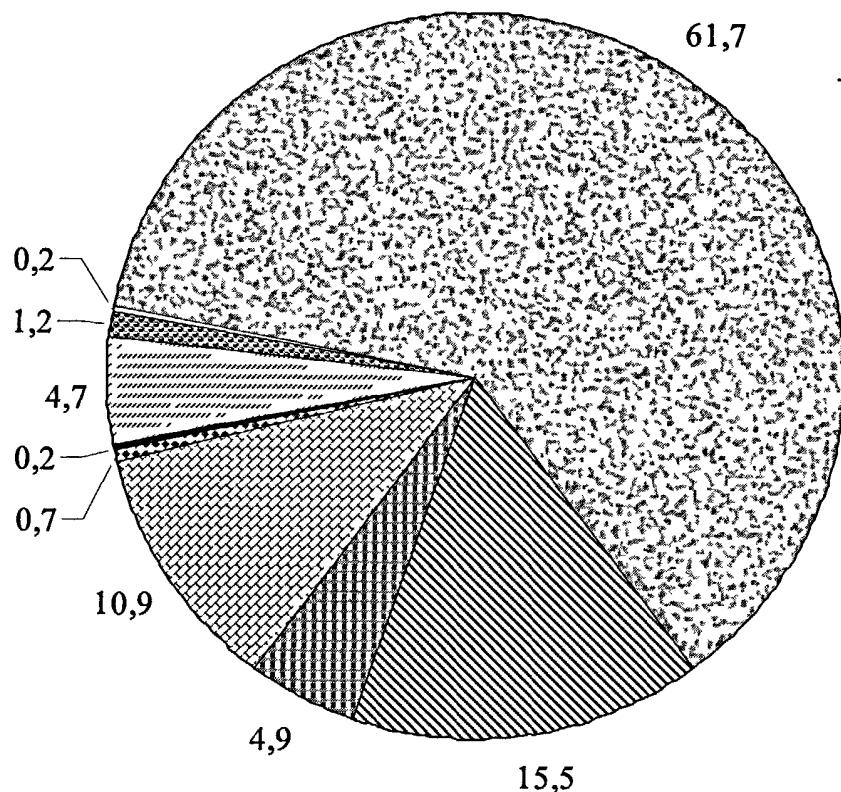
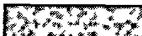
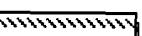


Рис.1 Влияние изучаемых и случайных факторов на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости в зависимости от уровня минерального питания и приемов использования удобрений.

-  - Повторение
-  - Год выращивания
-  - Уровень минерального питания и приемы использования удобрений
-  - Взаимодействие год – уровень минерального питания и приемы использования удобрений
-  - Гибриды
-  - Взаимодействие год – гибрид
-  - Взаимодействие уровень минерального питания и приемы использования удобрений – гибрид
-  - Взаимодействие – год – уровень минерального питания и приемы использования удобрений – гибрид
-  - Общая ошибка

факторов. Учитывая, что за период исследований условия выращивания характеризовались достаточным увлажнением, то значительная разница в урожайности по годам определялась колебаниями сумм эффективных температур за период вегетации в тот или иной год.

Достаточно высокое влияние на урожайность зерна оказывал фактор «уровень минерального питания и приемы использования удобрений» (15,5%). Это указывает на то, что правильное внесение удобрений в оптимальной дозе способствует увеличению урожая зерна у гибридов кукурузы.

Чуть меньшее влияние на урожай зерна оказывает генотип гибридов, то есть правильно подобранный для выращивания гибрид может способствовать повышению урожая зерна на 10,9%.

Значительно меньшим было влияние взаимодействия факторов «год - уровень минерального питания и приемы использования удобрений - гибрид» и «уровень минерального питания и приемы использования удобрений», на долю данных факторов приходится 4,9...4,7% формирования урожая соответственно. Это объясняется тем, что в неблагоприятные для возделывания кукурузы годы действие минеральных удобрений возрастает. Действие других факторов значительно ниже, и они практически не оказывают влияние на варьирование урожайности зерна, на их долю приходится 2,3% от общего взаимодействия всех факторов.

5. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГИБРИДНОЙ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

Возделывание кукурузы на зерно связано с большими энергетическими затратами. Как отмечает Л. Лехоцки [1981], из всей необходимой сельскому хозяйству энергии 35 % употребляется для возделывания пропашных культур, в первую очередь кукурузы. Однако, используя экономические методы, не представляется возможным дать объективную оценку проводимому технологическому процессу. Денежные оценки, в отличие от энергетических, могут оказаться некорректными, так как зависят от конъюнктурных цен на сырье и техногенные средства, электроэнергию, горючее, сельхозтехнику, продукцию и т.д. Энергетический анализ позволяет дифференцированно выявить эффективность прямых и овеществленных энергозатрат на машины, топливо, электроэнергию, оборудование, удобрение, пестициды и т.д.

Основной задачей агрономики является оценка эффективности затрат невосполнимой энергии на производство продуктов питания. Используя в качестве эквивалента энергетические показатели, можно выявить соответствующие затраты на всех этапах производства продуктов питания, рассчитать и сравнить энергетическую эффективность технологий, разработать модели приоритетных энергозатрат невосполнимой энергии в АПК с учетом особенностей природной среды [Жученко А.А., 1990].

Производство зерна кукурузы состоит из ряда технологических приемов и операций.

Паршин В., Оконов М., Бокинова Т. [1997] подразделяют все агроприемы по затратам энергоресурсов при возделывании сельскохозяйственных культур на пять групп.

1. Агроприемы, не требующие энергозатрат, но значительно увеличивающие объем обменной энергии (севооборот, подбор продуктивных устойчивых сортов и гибридов, сроки сева и уборки, способы сева, агротехника посева, уплотнение посевов).

2. Агроприемы, использующие возобновляемые энергоресурсы, т.е. основанные на перераспределении биологической обменной энергии (семена, органические удобрения – навоз, солома, сидераты).

3. Агроприемы с малым объемом затрат (100-400 МДж/га) невозобновляемых энергоресурсов без техногенных средств повышения урожая (боронование, культивация, посев, прикатывание, лущение, щелевание).

4. Агроприемы с большим объемом (400-2000 МДж/га) невозобновляемых энергоресурсов без техногенных средств повышения урожая (основная обработка почвы).

5. Агроприемы с очень большим объемом невосполнимых ресурсов (более 2000 МДж/га) с применением техногенных средств повышения урожайности (использование минеральных удобрений, гербицидов, пестицидов, мелиорантов).

По мнению Л.Н. Нургалиевой [2000] следует дополнить шестую группу агроприемов, которая включает в себя природные средства повышения урожайности в сочетании с большим количеством затрат невосполнимой энергии (2500 МДж/га) на их доставку и распределение по полю (орошение).

Как отмечают С.И. Мустяца, Л.П. Нужная, С.И. Мицрец [1991], возделывание кукурузы на зерно связано с большими энергетическими затратами на досушку урожая, достигающими до 30 % общих расходов на его производство. Здесь одним из путей снижения затрат на сушку зерна является использование раннеспелых гибридов с более низкой уборочной влажностью.

Таблица 5.29

Структура затрат совокупной энергии при выращивании
кукурузы на зерно (2001 - 2004 гг.)

Затраты	Расход энергии, ГДж/га	Структура затрат, %		
		без удобрений	с внесением:	
			$N_{100}P_{70}K_{45}$	$N_{70+30}P_{70}K_{45}$
Семена	1,54	6,1	4,2	4,2
Основная обработка почвы: лущение	0,32	1,3	0,9	0,9
вспашка	1,38	5,5	3,8	3,7
Предпосевная обработка почвы (боронование + 2 культивации)	0,6	2,4	1,6	1,6
Посев	0,35	1,4	1,0	0,9
Прикатывание	0,12	0,5	0,3	0,3
Уход за посевами: 2 междурядные обработки	0,62	2,5	1,7	1,7
обработка гербицидом	0,75	3,0	2,0	2,0
Удобрения: $N_{100}P_{70}K_{45}$	11,35	-	31,0	-
$N_{70+30}P_{70}K_{45}$	11,67	-	-	31,6
Уборка	3,96	15,7	10,8	10,7
Сушка и послеуборочная доработка (влажность зерна 38,2%)	15,6	61,8	42,6	42,3
Всего затрат: без удобрений	25,24	100	-	-
$N_{100}P_{70}K_{45}$	36,59		100,0	-
$N_{70+30}P_{70}K_{45}$	36,91			100,0

В наших исследованиях был проведен расчет энергетических затрат при выращивании гибридов кукурузы различных групп спелости на зерно, который показал долю каждого технологического приема в общих энергозатратах. Полученные данные представлены в таблице 5.29.

По результатам оценки видно, что если гибриды выращиваются без внесения минеральных удобрений, то основные энергоемкие операции связаны с сушкой и послеуборочной доработкой, на их долю приходится 61,8% общих затрат. Следующими по величине энергозатрат следуют затраты на уборку - 15,7%. На долю основной обработки почвы (лущение + вспашка) и семена приходится от 6,1 до 6,8%. Затем идут затраты, связанные с уходом за посевами (две междурядные обработки + обработка гербицидами), - 5,5% и предпосевная обработка почвы (боронование + 2 культивации) - 2,4%. Посев и прикатывание в структуре энергозатрат составляют 1,4 и 0,5% соответственно.

С внесением минеральных удобрений в дозе действующего вещества $N_{100}P_{70}K_{45}$ общие затраты совокупной энергии возрастают на 36,59%. По-прежнему основные энергозатраты связаны с сушкой и послеуборочной доработкой, на их долю приходится 42,6%. На втором месте энергозатраты, связанные с внесением минеральных удобрений, - 31,0%, затем с уборкой (10,8%) и основной обработкой почвы (4,7%). Несколько ниже энергозатраты на семена - 4,2% и уход за посевами - 3,7%. Затраты на предпосевную обработку, посев и прикатывание были незначительными и составляли 0,3 - 1,6% общих затрат.

Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ привело к росту совокупной энергии при возделывании кукурузы на 36,91%. При этом основным фактором энергоемкости также являются затраты, связанные с сушкой и послеуборочной доработкой зерна, на

их долю приходится 42,3% общих энергозатрат. Почти такие же энергозатраты (31,6%) составляет внесение минеральных удобрений. На долю других статей энергозатрат приходится 26,1%.

Таким образом, можно сделать заключение, что совершенствование технологии производства зерна кукурузы в местных почвенно-климатических условиях должно идти по пути оптимизации использования минеральных удобрений

Другим важным направлением следует считать оптимизацию процессов послеуборочной доработки зерна (включая сушку). Большая роль здесь принадлежит созданию и внедрению в производство новых гибридов кукурузы, способных при созревании зерна интенсивно отдавать влагу.

Изучение энергетической эффективности возделывания различных гибридов кукурузы на зерно показало, что энергозатраты в основном определяются содержанием сухого вещества в зерне при уборке и объемом произведенного зерна с единицы площади.

В целом затраты совокупной энергии на производство зерна кукурузы по интенсивным технологиям оказались выше на 11,35 и 11,67 ГДж, чем на обычной без применения техногенных средств повышения урожайности. Разница в энергозатратах связана с тем, что гибриды отличались между собой по содержанию влаги в зерне на 3-4%.

В результате расчетов, проведенных И.И. Фирюлиным [2002], установлено, что, для того чтобы снизить влажность зерна одной тонны на 1 %, на сушку зерна, включая послеуборочную доработку, требуется 0,17 ГДж/га. В среднем за годы исследований зерно гибридов на момент уборки на фоне без удобрений содержало 38,2 %, на фоне полного внесения минеральных удобрений - 38,6%, на фоне дробного внесения удобрений - 35,1%. Для доведения влажности зерна до 14 % требовалось затратить на одну тонну 4,11; 4,18 и 3,59 ГДж/га.

Таблица 5.30

Энергетическая оценка возделывания гибридов кукурузы различных групп спелости (Пензенская ГСХА)

Энергетическая оценка возделывания гибридов кукурузы ФАО 100-150 на зерно (2001 – 2003 гг.)

Гибриды	Урожай зерна, т/га	Энергозатраты, ГДж/га			Получено энергии с основной и побочной продукцией ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности посева	Энергетическая себестоимость, ГДж/т зерна
		на выращивание	на сушку	всего на га				
Са-121	3,88	9,64	14,53	24,17	124,9	100,8	4,2	6,2
Са-122	4,10	9,64	15,85	25,49	132,0	106,5	4,2	6,2
Са-123	3,81	9,64	13,04	22,68	122,7	100,0	4,4	6,0
Ки-124	5,02	9,64	19,6	29,24	161,6	132,4	4,5	5,8
Ки-125	4,64	9,64	15,83	25,47	149,4	123,9	4,9	5,5
Ки-126	4,15	9,64	14,82	24,46	133,6	109,2	4,5	5,9
Бе-118	4,34	9,64	15,94	25,58	139,7	114,2	4,5	5,9
Бе-119	4,43	9,64	16,61	26,25	142,6	116,4	4,4	5,9
Бе-120	4,42	9,64	16,46	26,1	142,3	116,2	4,5	5,9
Кр-106	5,26	9,64	18,66	28,3	169,4	141,1	5,0	5,4
Кр-107	4,05	9,64	13,84	23,48	130,4	106,9	4,6	5,8
Кр-108	4,96	9,64	18,19	27,83	159,7	131,9	4,7	5,6
Во-112	4,71	9,64	16,6	26,24	151,7	125,4	4,8	5,6
Во-113	4,75	9,64	17,85	27,49	153,0	125,5	4,6	5,8
Во-114	4,09	9,64	15,83	25,47	131,7	106,2	4,2	6,2
Ик-103	5,43	9,64	17,45	27,09	174,8	147,8	5,5	5,0
Ик-104	5,22	9,64	18,99	28,63	168,1	139,5	4,9	5,5
Ик-105	4,65	9,64	15,06	24,7	149,7	125,0	5,1	5,3
К-180	4,80	9,64	16,76	26,4	154,6	128,2	4,9	5,5

Данные по изучению энергетической эффективности возделывания гибридов кукурузы различных групп спелости на зерно представлены в таблице 5.30.

Как видно из таблицы, наибольший чистый энергетический доход был получен среднеранними гибридами в 2001 году и составил 174,14 ГДж/га. Также одним из энергетических показателей, характеризующих эффективность возделывания культуры, является энергетическая себестоимость, которая определяется затратами энергии на единицу урожая. Коэффициент энергетической эффективности был минимальным у раннеспелых гибридов в 2001 году и составил 4,7 ГДж/т зерна. Это объясняется более низкой влажностью зерна при уборке и соответственно более низкими затратами на сушку - 18,56 ГДж/га.

В среднем по годам гибриды группы ФАО 100 – 150 в сравнении с группой ФАО 150 – 200 характеризуются наибольшим коэффициентом энергетической эффективности посева (4,5).

Изменения энергозатрат, связанных с влажностью зерна кукурузы, отразились на коэффициенте энергетической эффективности возделывания гибридов (табл. 5.31 и 5.32).

Самый высокий коэффициент энергетической эффективности имели гибриды кукурузы Кр-106; Ик-103 и Ик-105 – 5,1...5,5, относящиеся к группе раннеспелых, и среднеранние гибриды Са-178; Са-179; Ик-165 и Бе-176 – 4,4...4,5, относящиеся к группе среднеранних.

Необходимо отметить, что у гибридов Ик-103 и Ик-165 высокий коэффициент энергетической эффективности получен в результате большего объема зерна.

Таблица 5.32
Энергетическая оценка возделывания гибридов кукурузы ФАО 150-200 на зерно (2001 – 2003 гг.)

Гибриды	Урожай зерна, т/га	Энергозатраты, ГДж/га			Получено энергии с основной и побочной продукцией ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности посева	Энергетическая себестоимость, ГДж/т зерна
		на выращивание	на сушки	всего на га				
Ик - 163	4,02	9,64	17,2	26,84	129,4	102,6	3,8	6,7
Ик - 164	4,02	9,64	16,7	26,34	129,4	103,1	3,9	6,6
Ик - 165	4,90	9,64	19,1	28,74	157,8	129,0	4,5	5,9
Са - 178	4,83	9,64	19	28,64	155,5	126,9	4,4	5,9
Са - 179	4,42	9,64	16,8	26,44	142,3	115,9	4,4	6,0
Са - 180	4,48	9,64	19,8	29,44	144,3	114,8	3,9	6,6
Ки - 184	4,91	9,64	20,3	29,94	158,1	128,2	4,3	6,1
Ки - 185	4,91	9,64	20,2	29,84	158,1	128,3	4,3	6,1
Ки - 186	4,21	9,64	17,8	27,44	135,6	108,1	3,9	6,5
Бе - 175	4,62	9,64	20,4	30,04	148,8	118,7	4,0	6,5
Бс - 176	4,66	9,64	17,9	27,54	150,1	122,5	4,4	5,9
Бе - 177	4,07	9,64	17	26,64	131,1	104,4	3,9	6,5
Кр - 166	2,86	9,64	13,7	23,34	92,1	68,8	2,9	8,2
Кр - 167	2,58	9,64	11,6	21,24	83,1	61,8	2,9	8,2
Кр - 168	2,65	9,64	11,4	21,04	85,3	64,3	3,1	7,9
Бо - 172	4,63	9,64	18,6	28,24	149,1	120,8	4,3	6,1
Бо - 173	4,05	9,64	17,8	27,44	130,4	103,0	3,8	6,8
Бо - 174	4,31	9,64	18,5	28,14	138,8	110,6	3,9	6,5

Наименьшей энергетической себестоимостью характеризовался гибрид Ик-103 – 5,0 ГДж/т, относящийся к группе ФАО 100-150, и гибриды Са-178; Ик-165 и Бе-176 – 5,9 ГДж/т относящиеся к группе ФАО 150-200.

Таким образом, можно сделать вывод, что для повышения урожая зерна в местных природно-климатических условиях целесообразно возделывать раннеспелые гибриды так как они обладают наибольшим коэффициентом энергетической эффективности в сравнении со среднеранними.

В среднем за три года исследований установлено, что высокой продуктивностью зерна и наименьшей энергетической себестоимостью обладают гибриды Ик-103 относящийся к группе раннеспелых и среднеранний Ик-165.

Энергетическая оценка применения минеральных удобрений при выращивании гибридов кукурузы различных групп спелости представлена в таблице 5.33.

Из приведенных данных видно, что внесение минеральных удобрений увеличивает количество полученной энергии с основной и побочной продукцией.

Максимальный чистый энергетический доход был получен гибридами на фоне дробного внесения удобрений в дозе $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ и составил в среднем по гибридам 106,98 ГДж/га, минимальный чистый энергетический доход был получен на фоне без внесения удобрений – 86,26 ГДж/га.

Наибольший энергетический доход был получен среднеранними гибридами при внесении азотных удобрений в подкормку – 123,73 ГДж/га.

По группам спелости максимальный чистый энергетический доход 118,96 ГДж/га был получен раннеспелым гибридом Са-121

Таблица 5.33

Энергетическая оценка применения минеральных удобрений при возделывания гибридов кукурузы различных групп спелости на зерно (2002 – 2004 гг.)

Гибриды	Урожай зерна, т/га	Энергозатраты, ГДж/га			Получено энергии с основной и побочкой продукции ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности посева	Энергетическая себестоимость, ГДж/т зерна
		на выращивание	на сушку	всего на га				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Без удобрений								
Ик-104	3,37	9,64	11,9	21,54	108,51	86,97	4,0	6,4
Са-121	3,40	9,64	11,3	20,94	109,48	88,54	4,2	6,2
К-180СВ	3,38	9,64	12,9	22,54	108,94	86,40	3,8	6,7
Среднее по группам	3,38	9,64	12,03	21,67	108,98	87,30	4,00	6,43
Ик-164	3,84	9,64	13,4	23,04	123,76	100,72	4,4	6,0
Са-179	3,55	9,64	13,7	23,34	114,42	91,08	3,9	6,6
Среднее по группам	3,70	9,64	13,55	23,19	119,09	95,90	4,15	6,30
Ик-205	3,26	9,64	14,0	23,64	105,08	81,44	3,4	7,2
Са-223	2,92	9,64	14,2	23,84	94,13	70,29	2,9	8,2
Ньютон	3,08	9,64	14,4	24,04	99,07	75,03	3,1	7,8
Среднее по группам	3,09	9,64	14,20	23,84	99,43	75,59	3,13	7,73
Среднее по фону	3,39	9,64	13,26	22,90	109,17	86,26	3,8	6,8
					N ₁₀₀ P ₇₀ R ₄₅			
Ик-104	4,27	20,99	15,8	36,79	137,60	100,81	2,7	8,6
Са-121	4,79	20,99	14,4	35,39	154,35	118,96	3,4	7,4

продолжение таблицы 5.33

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K-180CB	4,50	20,99	16,2	37,19	144,90	107,71	2,9	8,3	
Среднее по группам	4,52	20,99	15,47	36,46	145,62	109,16	3,0	8,1	
Ик-164	4,78	20,99	17,9	38,89	154,02	115,13	3,0	8,1	
Ca-179	4,45	20,99	18,9	39,89	143,29	103,40	2,6	9,0	
Среднее по группам	4,62	20,99	18,40	39,39	148,66	109,27	2,8	8,6	
Ик-205	4,14	20,99	20,3	41,29	133,15	91,86	2,2	10,0	
Ca-223	3,59	20,99	21,1	42,09	115,71	73,62	1,7	11,7	
Ньютон	3,53	20,99	23,5	44,49	113,77	69,28	1,6	12,6	
Среднее по группам	3,75	20,99	21,63	42,62	120,88	78,25	1,8	11,4	
Среднее по фону	4,30	20,99	18,50	39,49	138,39	98,89	2,5	9,4	
					N ₇₀₊₃₀ P ₇₀ K ₄₅				
Ик-104	4,15	21,31	17,2	38,51	133,63	95,12	2,5	9,3	
Ca-121	4,58	21,31	16,9	38,21	147,48	109,27	2,9	8,3	
K-180CB	4,56	21,31	16,9	38,21	146,83	108,62	2,8	8,4	
Среднее по группам	4,43	21,31	17,00	38,31	142,65	104,34	2,7	8,7	
Ик-164	5,20	21,31	16,5	37,81	167,44	129,63	3,4	7,3	
Ca-179	4,83	21,31	16,5	37,81	155,63	117,82	3,1	7,8	
Среднее по группам	5,02	21,31	16,50	37,81	161,54	123,73	3,3	7,6	
Ик-205	4,69	21,31	17,5	38,81	151,02	112,21	2,9	8,3	
Ca-223	3,72	21,31	17,6	38,91	119,89	80,98	2,1	10,5	
Ньютон	3,86	21,31	17,5	38,81	124,29	85,48	2,2	10,1	
Среднее по группам	4,09	21,31	17,53	38,84	131,73	92,89	2,4	9,6	
Среднее по фону	4,51	21,31	17,01	38,32	145,31	106,98	2,8	8,6	

при внесении удобрений в дозе действующего вещества $N_{100}P_{70}K_{45}$. У данного гибрида коэффициент энергетической эффективности посева был выше по сравнению с вариантом $N_{70+30}P_{70}K_{45}$, но ниже варианта без удобрений.

Энергетический доход среднераннего гибрида Ик-164 и среднеспелого Ик-205 был наибольшим при внесении минеральных удобрений в дозе действующего вещества $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ и составил 129,63; 112,23 ГДж/га соответственно. Коэффициент энергетической эффективности гибридов Ик-164 и Ик-205 был выше, чем на фоне $N_{100}P_{70}K_{45}$, и ниже контроля.

На основании вышеизложенного можно сделать заключение, что наибольший энергетический доход был получен у гибридов всех групп спелости при внесении удобрений в дозе действующего вещества $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ – при этом максимальный энергетический доход складывается у группы спелости ФАО 150–200 (123,73 ГДж/га). У гибридов группы ФАО 200–250 энергетический доход был минимальным и составил 92,89 ГДж/га.

Оценка выращивания гибридов, относящихся к группе раннеспелых, при различных уровнях минерального питания свидетельствует о том, что лучшими условиями для возделывания данных образцов является внесение полной дозы минеральных удобрений $N_{100}P_{70}K_{45}$.

Большой энергетический доход получен у раннеспелого гибрида Са-121 при полном внесении удобрений, среднераннего гибрида Ик-164 и среднеспелого Ик-205 при дробном внесении минеральных удобрений в дозе $N_{70+30}P_{70}K_{45}$.

ВЫВОДЫ

1. Применительно к местным природно-климатическим условиям гибриды кукурузы ФАО 100–150 по сравнению с гибридами ФАО 150–200 характеризуются более ранним цветением початков (на 4 сут.), меньшей высотой растений (на 3,8 см), числом листьев (на 1,1 шт), их площадью (на 1,6 дм²/раст.) и уборочной влажностью (на 1,3 %)

2. Гибриды кукурузы группы спелости ФАО 150–200 по сравнению с гибридами ФАО 100 – 150 формируют более высокие показатели элементов продуктивности растений: длину початка (15,6 см), число рядов зерен (14,6 шт), число зерен в ряду (38,3 шт), количество зерен в початке (450,7 шт), массу зерна с початка (76,1 г.)

3. Гибриды кукурузы группы спелости ФАО 150–200 формируют урожайность зерна, достоверно превышающую урожайность гибридов ФАО 100-150

4. По степени влияния на величину урожайности зерна раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы на первом месте находится взаимодействие фактора «год – пункт выращивания». На его долю приходится 53,92...59,0% формирования урожая. На втором месте - погодные условия, складывающиеся в год выращивания (17,4...23,30%), фактор «пункт выращивания» обуславливает варьирование урожайности на 12,15...16,34%. Значительно меньшее влияние на урожайность зерна оказывает генотип гибридов, на его долю приходится 2,52...4,13% Влияние других факторов - слабое.

5. Более высокой адаптационной способностью к меняющимся условиям выращивания характеризуются гибриды кукурузы

Кр-106; Кр-108 и Ки-184 (Sgi; СЦГі; Bi), которые лучше остальных сочетают максимальную продуктивность со стабильной урожайностью зерна в условиях Пензенской области.

6. Оценка среды показала, что почвенно-климатические условия Пензенской области характеризуются высокой дифференцирующей способностью ($Q^2\text{ДДС}_k=3,69$). Это позволяет наиболее полно изучить норму реакции генотипов и дать объективную оценку гибридам кукурузы по адаптационной способности и экологической стабильности.

7. Внесение минеральных удобрений в дозе действующего вещества $N_{100}P_{70}K_{45}$ и $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ приводит к увеличению периодов наступления фаз роста и развития гибридов кукурузы. Вместе с тем при дифференцированной оценке гибридов кукурузы по группам спелости необходимо отметить, что дробное внесение азотных удобрений в дозе действующего вещества - $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ способствует сокращению наступления сроков очередной фазы роста и развития растений у гибридов ФАО 150 - 200 и 200 - 250 на 1...4 дня по сравнению с разовым внесением $N_{100}P_{70}K_{45}$.

8. Наибольшей продуктивностью фотосинтеза в среднем по годам характеризовались гибриды группы ФАО 150–200 – 2,3...2,7, а наименьшей - гибриды, относящиеся к группе спелости ФАО 200–250 – 1,7...2,0 кг зерна на 1 тыс $\text{м}^2/\text{га}$ суток. Максимальная чистая продуктивность фотосинтеза отмечена у гибридов всех групп спелости при дробном внесении удобрений в дозе действующего вещества $N_{70+30}P_{70}K_{45}$.

9. Для получения высоких урожаев зерна гибридов кукурузы ФАО 100-150 следует вносить минеральные удобрения в полной дозе $N_{100}P_{70}K_{45}$. Гибриды группы спелости ФАО 150-200 и ФАО

200-250 формируют наибольшую урожайность на фоне дробного внесения азотных удобрений из расчета $N_{70+30}P_{70}K_{45}$.

10. Испытание гибридов при различных уровнях минерального питания и приемах использования удобрений показало, что главным фактором, определяющим урожайность гибридов кукурузы, являются погодные условия в год выращивания. На его долю приходится 61,7% от влияния всех факторов. Достаточно высокое влияние на урожайность зерна оказывал фактор «уровень минерального питания и приемы использования удобрений» (15,5%). Чуть меньшее влияние на урожай зерна оказывает генотип гибридов, то есть правильно подобранный для выращивания гибрид может способствовать повышению урожая зерна на 10,9%. Значительно меньшим было влияние взаимодействия факторов «год - уровень минерального питания и приемы использования удобрений - гибрид» и «уровень минерального питания и приемы использования удобрений», на долю данных факторов приходится 4,9...4,7% формирования урожая соответственно.. Действие других факторов значительно ниже.

11. При производстве зерна кукурузы основные энергоемкие операции связаны с сушкой и послеуборочной доработкой зерна, на их долю приходится 42,3 - 61,8%, на долю минеральных удобрений - 31 - 31,6%.

12. Наибольший коэффициент энергетической эффективности (4,5) и наименьшая энергетическая себестоимость зерна (6,0) складываются при возделывании гибридов кукурузы ФАО 100–150.

13. Наибольший энергетический доход у гибридов всех групп спелости был получен при внесении удобрений в дозе $N_{70+30}P_{70}K_{45}$ - при этом максимальный энергетический доход складывается у гибридов групп ФАО 150–200 (123,73 ГДж/га). Оценка выращивания гибридов ФАО 100-150 при различных уровнях

минерального питания свидетельствует о том, что лучшими условиями для возделывания данных образцов является внесение полной дозы минеральных удобрений $N_{100}P_{70}K_{45}$.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Рекомендовать координационному совету по селекции и семеноводству кукурузы передать на государственное сортоиспытание гибриды: Кр-106, Кр-108 селекции Краснодарского НИИСХ; Ки-184, Ки-186 селекции Поволжского НИИСС, как наиболее адаптированные к природно-климатическим условиям зоны, которые способны устойчиво формировать высокие урожаи зерна.
2. Раннеспелые гибриды кукурузы целесообразно выращивать при внесении минеральных удобрений в дозе действующего вещества $N_{100}P_{70}K_{45}$, а среднеранние - при дробном внесении азотных удобрений в дозе $N_{70+30}P_{70}K_{45}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонов Е.В., Батаков А.А. Система удобрения гибридов кукурузы при выращивании на зерно // Кормопроизводство. - 2002.- № 5. – С. 18-20.
2. Агафонов Е.В., Батаков А.А. Применение удобрений под гибриды кукурузы разного сорта созревания // Кукуруза и сорго. – 2000. - №3. – С. 6-7.
3. Агладзе, Джинчарадзе Д., Чабукиани М. Влияние гербицидов и минеральных удобрений на урожай и качество фуражной кукурузы // Кормопроизводство. - 2003. - № 10. – С. 23-24.
4. Агроклиматические ресурсы Пензенской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 130 с.
5. Адиньяев Э.Д. Возделывание кукурузы при орошении. – М.: Агропромиздат, 1988. – 174 с.
6. Алтунин Д.А., Салмин Л.Н., Шушарина Л.Т. Влияние удобрений на урожай и качество зеленой массы кукурузы в степной зоне Западной Сибири //Кукуруза и сорго. – 2001. - №5. - С. 4-6.
7. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяции. - М., 1983.
8. Асмолов Т.И. Влияние минеральных удобрений на продуктивность орошающей зерновой кукурузы в Саратовском Заволжье – //Агрономическая наука в начале XXI века: Материалы 40-ой науч. конф. молод. уч., аспирантов и студ. агр. факультета. – Пенза, 2001. – С. 33-35.
9. Асыка Ю.А., Журба Г.М., Воронин А.Н., Сокорев Н.С., Беликов Е.И. Гибрид кукурузы Прогноз 132СВ //Кукуруза и сорго. – 2001. – №4. – С. 10-11
10. Ацци Д. Сельскохозяйственная экология. – М. – Л., 1932.
11. Баталова Г.А. О взаимодействии генотип – среда в селекции овса. //Сельскохозяйственная. Биология. – 2002. - № 3 - С. 36 – 39.
12. Бзиков М.А., Битаров К.М., Мисик Н.А., Шорин П.М. Продуктивность молдавских гибридов кукурузы в предгорьях Республики Северная Осетия – Албания // Кукуруза и сорго. – 2002. - № 5. – С. 4.
13. Блинков М.В. Кукуруза на полях Российской Федерации. – М.: МСХ, 1961. – 381 с.

14. Васин В.Г., Зорин А.В. Агроэнергетическая оценка возделывания полевых культур в Среднем Поволжье. – Самара, 1998. – 40 с.
15. Веретенников Г.В., Толорая Т.Р. В зависимости от минерального питания и густоты стояния // Кукуруза и сорго. – 1993. - №5. - С. 12-14.
16. Галактионова А.М. Кукуруза в Поволжье. – Саратовское кн. изд., 1995. – 145 с.
17. Глотов Н.В. // Чтения памяти Н.В. Тимофеева – Ресовского. Ереван, 1983. - С. 187 – 199.
18. Гогмачадзе Г.Д. Эффективность удобрения кукурузы в Приморской зоне Грузии // Кукуруза и сорго. – 1999. - №1. – С. 5-7.
19. Григорян Э.М. Экологическая генетическая модель формирования урожая ярового ячменя: Автореф. канд. биолог. наук. - Мин., 1981
20. Грушка Я. Монография о кукурузе. – М.: Колос, 1968. – 750 с.
21. Гужов Ю.Л. Гетерозис и урожай. – М.: Колос, 1969. - 223 с.
22. Гурьев Б.П., // Селекция и семеноводство. Киев, 1970. – Вып. 15. – С. 46 - 62.
23. Гурьев Б.П., Гурьева И.А. // Материалы 4-го съезда генетиков и селекционеров Украины. – Киев, 1981. – Ч. 3. – С. 90 – 92
24. Гурьев В.П., Литун П.П., Бондаренко Л.В. Теория и технология адаптивной селекции у зерновых культур. // Селекция и семеноводство. (Киев).- 1986, 60: 3 – 8.
25. Даниленко Ю.Л., Любименко Т.А. Совершенствование технологий возделывания кукурузы – основной путь повышения урожайности // Кукуруза и сорго. - 2003. - №6. – С. 2-3.
26. Дарвин Ч. Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире // Сочинения: Т - 6. – М., 1950. – 460 с.
27. Доманшев П.П. Морфо – биологические признаки кукурузы, их варьирование и значение при селекции в условиях полузасушливой степи Украины: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Харьков, 1963. - 21 с.
28. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.– М.: Колос, 1985. – 381 с.

- 29.Думатович Я., Шатарич И. Достижения, осуществленные до настоящего времени и возможности дальнейшего повышения урожая кукурузы // Материалы семинара по кукурузе, СССР (Алма-Ата, окт. 1983 г.). – Белград: Б. И., 1983. – С. 1 – 41.
- 30.Ермаков Е.С. и др. Полевые наблюдения //Опытное дело в растениеводстве. – М.: Россельхозиздат, 1982. – С. 72-82.
- 31.Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. - 3-е изд., перераб и доп. – М. – Л., 1971.
- 32.Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) – Кишинев: Штинца, 1990. – 432 с.
- 33.Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинев, 1980.
- 34.Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (Эколого-генетические моменты). - Кишинев, 1988.
- 35.Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). Пущино, 1994.
- 36.Захаренко В.А. Экономическая эффективность использования трансгенных растений //Защита растений. . – 2003 - №1. – С. 13-15.
- 37.Зимина Т.А. Особенности биологии овощных культур на Сахалине. – Новосибирск, 1976.
- 38.Зубко Д.Г., Орлянский Н.А. Селекция кукурузы на силос // Кукуруза и сорго. – 1999. - № 6. – С. 13.
- 39.Ивахненко А.Н., Бурлай Г.К., Климов Е.А. Особенности селекции кукурузы как силосной культуры // Сельскохозяйственная биология. – 1988. - № 4. – С. 3 – 9.
- 40.Иншин Н.А. Удобрение раннеспелой кукурузы // Кукуруза и сорго. - 1998. - №4. – С. 8-9.
- 41.Казакова А.А. Лук. – М. – Л., 1970.
- 42.Кандахова Ф.Т. Изменчивость морфологических признаков и биологических свойств кукурузы, выращенной при различной густоте стояния

растений в условиях предгорной зоны Северного Кавказа: Автореф. дисс. к.с.-х.н. – С.-Петербург, 2000. – 15 с.

43. Каравайнов Г.П., Мустяца С.И., Боровский М.И., Чалык Т.С. Итоги селекции кукурузы // Кукуруза и сорго. – 1994. - № 4. – С. 3.

44. Кешко И., Палимпестров И. Руководство к возделыванию кукурузы. 1851: Сб. Статей о сельском хозяйстве Юга России, извлеченных из записок Общества сельского хозяйства Южной России с 1830 по 1868 г. - Одесса, 1868.

45. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. - Минск , 1997.

46. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генотип и среда в селекции растений. – Мин.: Наука и техника, 1989. – 191 с.

47. Кожухов И.В., Ткаченко Н.Н. Сахарная кукуруза./Руководство по апробации сельскохозяйственных культур. Т. 5. - М., 1948.

48. Козубенко Л.В. Селекция кукурузы // Кукуруза. – 1966. № 1. – С. 25 – 26.

49. Комисаров В.А. Биологические основы культуры чеснока: Автореф. док. дисс. – М., 1971.

50. Котова Г.П., Потапов, А.П., Рябцева М.Т. // Селекция полевых и кормовых культур в Центр. – Чернозем. зоне. – Каменская степь, 1982. – С. 7 – 11.

51. Кошеляев В.В. Селекция и семеноводство гибридной кукурузы в условиях орошаемого земледелия аридной зоны: Автореф. дисс. д.с.-х. н. – С. Петербург. – 1996. – 38 с.

52. Крамарев С.М. Мировое производство зерна кукурузы и его дальнейшие развитие // Кукуруза и сорго. – 1999. - №3. – С. 4-6.

53. Крамарёв С.М., Скрипник Л.Н., Хорсева Л.Ю., Шевченко В.Н., Васильева В.В. Повышение содержания белка в зерне кукурузы путём оптимизации азотного питания растений // Кукуруза и сорго. – 2000. - №1. – С.13-16.

54. Крамер И. Агротехника высоких урожаев // Кукуруза и сорго. 1988. – № 1. – С. 37.

55. Кулешов Н.Н. // Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1931. – Т. 27, вып 2. – С. 477 – 488.
56. Кулешов Н.Н. //Биологические основы повышения качества семян с.-х. растений. – Киев., 1964. – С. 43 – 44.
57. Лаптев Ю.П. Корреляционные связи в селекции кукурузы //Сельское хозяйство за рубежом. – 1980. – №10. – С. 23-25.
58. Лебедь Е.Н., Сокрута Н.Ф. Специализированные кукурузные севообороты в степи Украины. //Вестник с.-х. науки.- 1985. - №11. – С. 73-77.
59. Лехоцки Л. Экономия энергии при механизации сельского хозяйства //Международный сельскохозяйственный журнал. – 1981. - №4. – С. 33-35.
60. Литун П.П. // Проблемы отбора и оценки селекционного материала. - Киев, 1980. - С. 63 – 93.
61. Лыу Нгок Чинь. Количественные методы оценки пластичности генотипов растений: Автореф. канд. биолог. наук - Харьков, 1984.
62. Мамонтова В.Н. Селекция и семеноводство яровой пшеницы. - М., 1980.
63. Местешов Г.С., Соколов Ю.В., Сечин В.А. Выращивание кукурузы на Южном Урале // Кормопроизводство, - 2003. - №6. – С. 19-21.
64. Миленин В.В. Гибрид кукурузы СТК 189МВ //Кукуруза и сорго. – 2001. – №3. – С. 11-12.
65. Михайличенко Б.П., Переправо Н.И., Мершевая В.Н. Методическое пособие по энергетической оценке технологий производства семян многолетних трав. – М., 1996. – 51 с.
66. Мишович М., Койич Л., Иванович М., Мишевич Д., Шатарич И., Трифунович Б.В. Вклад селекции в повышение продуктивности // Кукуруза и сорго. – 1994. - № 3. – С. 15.
67. Моргунов А.И. Влияние условий отбора и испытания на результаты оценки селекционного материала: Яровая мягкая пшеница: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. - Немчиновка (Московская обл.), 1985.
68. Мустяца С.М., Нужная Л.П., Мицрец С.И. Уборочная влажность зерна раннеспелых линий //Кукуруза и сорго. – 1991. - №5. – С. 14-16.

69. Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой мягкой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна. // Вест. с.-х. науки. - 1985, №1 – С 66 - 74.
70. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений // Теоретические основы повышения продуктивности растений / АН СССР, Ин-т физиологии растений. – М., 1977. – С. 11-54.
71. Ничипорович А.А. Основы фотосинтетической продуктивности растений // Современные проблемы фотосинтеза / АН СССР, Ин-т физиологии растений. – М., 1973. – С. 17-43.
72. Нургалиева Л.Н. Биологические основы технологии возделывания кукурузы на зерно в условиях южных черноземов степной зоны Поволжья: Дисс. к.с.-х.н. – Саратов, 2000. – 179 с.
73. Орлянский Н.А., Зубко Д.Г., Орлянская Н.А. Новый гибрид кукурузы Каскад 282 МВ // Кукуруза и сорго. – 2002. - №2. – С. 15.
74. Орлянский Н.А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья: Автореф. дисс. доктора с.-х. наук – Воронеж, 2004. – 40 с.
75. Орлянский Н.А., Зубко Д.Г. Новые гибриды кукурузы Каскад 195СВ и Каскад 235МВ // Кукуруза и сорго. – 2000. – №3. – С. 15-17.
76. Островерхов В.О. // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. - М., 1978. - С. 128 – 141
77. Панфилова О.Н., Мелихов В.В. Селекция и семеноводство раннеспелых, засухоустойчивых гибридов кукурузы для зоны Нижнего Поволжья // Сб. матер. VII Всерос. науч. – практич. конф. – Пенза, 2003. – С. 122-125.
78. Паршин В., Оконов М., Бакинова Т. Биоэнергетическая оценка возделывания сельскохозяйственных культур. – Элиста, 1997. – 160 с.
79. Паскудин В.З., Лопатина Л.М. Методы оценки экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур // Итоги работ по селекции и генетике кукурузы. - Краснодар, 1979. – С. - 113 – 119.

- 80.Паскудин В.З., // итоги работ по селекции и генетике кукурузы. Краснодар, 1979. С. 123 – 131.
- 81.Паскудин В.З. // Теория отбора в популяциях растений. Новосибирск, 1976. - С. 178 – 189.
- 82.Пивоваров В.Ф., Добрудская Е.Г. Экологические основы селекции и семеноводства овощных культур. - М., 2000.
- 83.Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур. – М.: Изд-во МСХА, 1995. – 22 с.
- 84.Ричи Ф.Д. Селекция кукурузы // Гибридная кукуруза. – М.: Изд-во иностр. лит., 1955. – С. 94-134.
- 85.Романова А.А., Панфилова О.Н. Засухоустойчивые гибриды для зоны Нижнего Поволжья //Кукуруза и сорго. – 2000. – №3. – С. 13-15.
- 86.Саришвили И.Ф., Менагарашвили А.Д., Накаидзе И.А. Вопросы системы удобрения кукурузы // Труды Груз. СХИ, т. ХIX, - Тбилиси 1958 г.
- 87.Сименел В.Д., Бабицкий А.Ф. Физиологические аспекты проявления эффекта гетерозиса у культурных растений //Селекция интенсивных сортов и гибридов полевых культур. –Кишинев, 1982.– С. 16–25.
- 88.Синская Е.Н. Динамика вида. – М. – Л., 1948.
- 89.Слюдеев Ю.А. Продуктивность гибридов кукурузы при различной густоте стояния растений и дозах удобрений на выщелоченных чернозёмах Рязанской области. // Кукуруза и сорго. – 2003. - №4. – С. 6-8.
- 90.Соболев Н.А. // Проблема отбора и оценки селекционного материала. - Киев, 1980. - С. 100 – 106.
- 91.Созинов А.А. Повышение методического уровня и эффективности селекционной работы. //Вест. с. – х. науки. – 1981. - №9. - С 7 – 15.
- 92.Соколов Б.П., Основы селекции и семеноводства гибридной кукурузы. – М.: Колос, 1968. – 495 с.
- 93.Соколов Б.П. Гибридные семена – мощный фактор повышения урожайности кукурузы. - М.: «Знание», 1956.
- 94.Соловьев Б.Ф., Кинш А.С. Справочник по кукурузе. – М.: Изд-во с.х. лит-ры, 1962. – 519 с.

95. Сотченко В.С., Мусорина Л.И. Состояние и перспективы возделывания кукурузы в России // Кукуруза и сорго. – 2000. – №4. – С. 2-5.
96. Стулин А.Ф.. Продуктивность гибридов кукурузы и их родительских форм // Кукуруза и сорго. – 1999. - №5. - С. 17-18.
97. Таланов В.В. Кукуруза, ее значение для Юга России и мероприятия по массовому ее распространению. - Екатеринорслав, 1911.
98. Тараканов Г.И. Селекция и семеноводство в плодоовоощеводстве// Докл ТСХА. – 1965. – Вып. 114.
99. Тараканов И.Г. Разработка методов селекции и семеноводства в плодоовоощеводстве.//Сб. науч. Тр. МСХ СССР. – М., 1986.
100. Тараканов П.С. Биологические особенности и селекционная ценность кукурузы Латинской Америки в условиях Узбекистана: Автореф. дисс. к.с.-х.н. – Л., 1981. – 23 с.
101. Телих К.М. Факторы, влияющие на урожайность зерна кукурузы // Кормопроизводство – 2002. - №5. – С. 20-22.
102. Теплова Е.А., Федоров П.С. Молекулярно – биохимические основы гетерозиса сельскохозяйственных растений // Тез. Док. КиргНИИЗ. – Фрунзе, 1976. – С. 8-9.
103. Ткаченко И.К. Сравнительное изучение вегетационного и репродукционного гетерозиса у гибридов кукурузы: Автореф. дисс. к.с. – х.н. – Харьков, 1974. 23 с.
104. Томов Н., Митеев С. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы // Кукуруза. - №5. – 1980. – С. 30-32.
105. Трегубенко М.Я., Фаюстов И.Г. Гибридная кукуруза // Кукуруза. – 1962. - № 9. - С. 40 – 43.
106. Третьяков Н.Н., Чирков Ю.И., Зубенко В.Х. Справочник кукурузовода. – М.: Росагропромиздат , 1979. – 160 с.
107. Турбин Н.В., Хотылева Л.В., Татурина Л.А. Генетический анализ некоторых количественных признаков у кукурузы //Вопросы математической генетики. – Минск: Наука и техника, 1969. – С. 47-58.

108. Турбин Н.В., Хотылева Л.В., Татурина Л.А. Диаллельный анализ в селекции растений. – Минск: Наука и техника, 1974. – 184 с.
109. Федоров П.С. Биохимические и физиологические основы гетерозиса кукурузы. – Фрунзе, 1968. – 195 с.
110. Федоров П.С. Запасные вещества семян в связи с продуктивностью растений кукурузы // Биохимические и физиологические основы гетерозиса кукурузы. – Фрунзе: Кыргыстан, 1968. – С. 18-24.
111. Федоров П.С., Теплова Е.А. Биохимические и физиологические основы гетерозиса, результаты и перспективы использования их в селекционной практике // Гетерозис в растениеводстве. – Л.: Колос, 1968. – С. 237-249.
112. Филев Д.С. Циков В.С. и др. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой: Днепропетровск, 1980. – 54 с.
113. Филипович М., Койич Л., Шатарич И. Селекция раннеспелых гибридов в Югославии // Кукуруза и сорго. – 1993. - №3. - С. 10-11.
114. Фирюлин И.И. Формирование продуктивности раннеспелых гибридов кукурузы и приемы их возделывания на зерно в условиях лесостепи Среднего Поволжья: Дисс. к.с.-х.н. – Пенза, 2002. – 140 с.
115. Хаджинов М.И., Лавренчук Н.Ф. и др. Характеристика гибридов кукурузы, созданных в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар, 2001. – 24 с.
116. Хаджинов М.И. Гетерозис: теория и практика. – Л.: Колос, 1968. – С.23-45.
117. Хальдигин В.В., Шаяхметов И.Ф., Мардамшин А.Г. // Генетический анализ количественных признаков растений. - Уфа, 1979. - С. 5 – 39.
118. Хамуков В.Б., Тхамоков З.М. Экономическая эффективность удобрений //Кукуруза и сорго. – 1993. - №4. С. 7-10.
119. Хангильдин В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа. //Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. - М., 1978. – С. 111 – 116.

120. Хотылева Л.В. Методы оценки и селекция самоопыленных линий на комбинационную способность //Основы селекции и семеноводства гибридной кукурузы. – М.: Колос, 1968. – С. 124-153.
121. Хотылева Л.В. Принципы и методы селекции кукурузы на комбинационную способность: Автореф. дисс. д. биол. н. – Минск, 1966.–46 с.
122. Циков В.С., Матюха Л.А. Интенсивная технология возделывания кукурузы. – М.: Агропромиздат, 1989. – 247 с.
123. Чекалин Н.М. Перспективы селекции зернобобовых культур на повышение урожайности//Селекция и семеноводство. - 1982, -№9. - С 5 – 8.
124. Чучмий И.П., Моргун В.В. Генетический потенциал кукурузы и его реализация //Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. – Киев: Наукова думка, 1990. – С. 30-36.
125. Шалыгина О.М. Биологические особенности и селекционная ценность образцов кукурузы в условиях орошения Нижнего Поволжья: Автореф. дисс. к.с.-х.н. – Л., 1987. – 17 с.
126. Шпаар Д., Шлапунов В., Постников А., Щербаков В., Ястер К и др Кукуруза: – Мн., «ФУА информ». - 1999. – 192 с.
127. Шахов Н.Ф., Котова Г.П. // Сб. науч. Работ НИИСХ Центр. – Чернозем. полосы им. В.В. Докучаева. – 1971. - Т. 6, вып. 1 и 2. – С. 164 – 170
128. Эдельштейн В.И. Овощеводство. – М.,1962
129. Югенхаймер Р.У. Кукуруза: Улучшение сортов, производство семян, использование. – М.: Колос, 1979. – 519 с.
130. Якунин А.А., Крамарев С.М., Бондарь В.П., Головко А.И., Красненков С.В., Шевченко В.Н. Оптимизация площади питания кукурузы // Кукуруза и сорго. – 1997. № 2. – С. 5.
131. Янченко А.А., Немеловская Т.Б., Остапенко А.И. Селекция и семеноводство. Киев, 1978. – Вып. 38. – С. 39 – 43.
132. Aguila C.A., Violic M.A., Gebaner B., Juan E. // Agricultura tecn. – Mexico, 1971 – V. 31, N 4. – P 198 – 203.
133. Aldrich S.R. // J. Amer. Soc. Agron. – 1953. – V. 35, N. 8. – P. 667 – 680.

134. Allard R.W., Hansche P.E. // Advances in Agronomi. 1964. Vol. 16. P.281 – 325.
135. Bradshaw A.D. // Advances in Genetics. 1965. Vol. 13. P. 115 – 155.
136. Buth D.E. // Proc. 3rd Intern. Congr. SABRAO. Plant Bred. Papers. Canberra, 1977. Vol. 1, Sec. 3 (d). P. 16 – 22.
137. Caralone M.R., Russel W.A. Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars form different eras of breeding //Crop Sci, - 1987. – 27, №3. – P. 465-470.
138. Claas M.M., Shaw R.H. // Agron. J. – 1970. – V. 77. – P. 83 – 92.
139. Clanton C. < Black T. end Hilton H. // Plant Physiol. – 1971. - № 1
140. Cormack R.M. //J. Royal Statist. Soc. 1971. A. 134. P. 321 – 367.
141. Crane P.L., Miles S.R., Neuman I. E. // Agr. J. – 1959. V. 51 – P. 318 – 320.
142. Dessureaux L., Neal N. P., Brink R. A, // J. Amer. Soc. Agron. – 1948. – V. 40, N. 8. – P. 733 – 745.
143. Duvick D. Genetic rates of gain in hybrid maize yields during the past 40 years // Maydica. – 1977. – N 22 – P. 187.
144. Eberhart S.A, Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sciens, 1966, 6, 1: 36-40.
145. Eberhart S.A, Russel W.A. // Crop Sci. 1966. Vol. 6, N 1. P. 36 – 40.
146. Estimation du progress genetique chez le mais grain en France entre 1950 et 1985 / M. Derieux, M. Darrigrand, A. Gallais, Y. Barriere // Agronomie. – 1987. – 7, N 1. – P. 1 – 11.
147. Finlau K.W., Wilkinson G.N. // Austral. J. Agric. Res. 1963. Vol. 14, N 6. P. 742 – 754.
148. Freman G.H., Perkins J. M., // Heredity. 1971. Vol. 27 Pt, 1 P. 15 – 23.
149. Goodall D.W. // Australian J. Bot. 1953. Vol. 1. P 39 – 63.
150. Gusmao L. // Theor. Appl. Genet. 19850 Vol. 71, N 2. P. 314 – 319.
151. Gustafsson A. Apomixes in higher plants. The causal aspect of aromixes. Leiptig, 1947.
152. Hallauer A.R., Russell W.A. // Crop Sci. – 1962. V. 2, N 4. – P 36 – 37.

153. Hardh T.E. // Acta agr. Scand. 1977. V. 27 - № 12.
154. Hawking R.C., Cooper P.J. M. // Exp. Agr. – 1981. – V. 17, N. 2 – P. 203 – 207.
155. Hill J. // Agr. Sci. 1975 Vol. 85, Pt. 3. P. 477-493.
156. Hillson M.T., Penny L.H. // Agron. J. – 1965. V. 57, N 2. – P. 150 - 153
157. Hull F.H. Recurrent selection and specific combining ability in corn. Journ. Amer. Soc.Agron.,37,1945.
158. Jones D.F. Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis. Genetics, 1917.
159. Jones D.F. Selektion in self – fertilized lines as the basis for corn improvement // Agron. J. – 1920. – N 12. P. 77 – 100.
160. Jugenheimer R.W., Hybrid maize breeding and seed production, Roma,1958
161. Knight R. // Euphytica. 1970. Vol. 19, N. 2. P. 225 – 235.
162. Langer I. L., Frey. K.J., Bailey T // Euphytica. 1979. Vol. 28, N 1 P. 17– 24.
163. Lewis D.// Heredity, 1954. Vol. 8, Pt. 3. P. 333 – 356.
164. Mohamed A.H. // Genetics. – 1959 – V. 44, N. 4 – P. 713- 725.
165. Nguyen L. Nong nghiep cong nghiep thuc pham //Agr. And Food Ind. – 1997. - №12. – P. 535-537.
166. Nioppek I. Anzeigen fur die Ertragsfahigkeit //Mais, 1983. – 11.4.– P. 22- 23.
167. Ottaviano E., Camussu A. Phenotypic and genetic relationships between yield component in maize //Euphytica, 1981. – 30. – P. 609.
168. Ottaviano E., Camussu A. // Euphytica. – 1981. –V. 30, N. 3.– P. 601– 609.
169. Pap E Acta agromonica Academiae scientiarum hungaricae, sv II., c. 3 – 4, 1952
170. Patel P.G., Singh R.P. Correlation study of maize yield with its components // Gujarat Agr. Univ. I., 1987. – 13.1. – P. 7-12.
171. Perkins J. M., Jinks J.L. // Heredity. 1968. Vol. 23 Pt, 3 P. 525 – 535.

172. Plaisted R.L., Peterson L.C. /Amer. Potato J. 1959. Vol. 36, N 10. P. 381–385.
173. Powell W., Caligari P.D.S., Philips M.S., Jinks J.L. // Herediy. 1986. Vol. 56, N 2. P. 243 – 253.
174. Rather H.C., Marston A.R. // Michig. Agr. Exp. Sta. Quart. Bull. – 1940. – V 22, N 4. – P. 278 – 288/
175. Rowe P. R., Andrew R.H., // Crop Sci. – 1964. – V. 4, N. 6. – P. 563 – 567.
176. Russel W.A. Agronomic perfomance of maize cultivars representing different eros of breeding // MaYDICA. – 1984. – n 4 – p. 375 – 390.
177. Russel W.A. Comprative performance for maize hybrids representing different eros of maize breeding // Proc. 29th Annu. Corn and Sorghum Res. Conf ASTA. – Waahington, 1974. – P. 81 – 101.
178. Shaw R.H., Thom H.C.S. // Agron. J. – 1951. V. 43, N 11. – P. 542 – 546.
179. Snelling R.O., Hoerner I.R. // J. Amer. Soc. Agron. – 1940. – V. 32, N. 6. – P. 451 – 454.
180. Sokal R.P., Sneath P.H. A.Principles of Numeral Taxonomy. San Francisco, 1963.
181. Sprague G.F., Corn breeding. (Sprague G.F., Corn and corn improvement.) New York, 1955.
182. Tai G. C.C. // Crop Sci. 1971. Vol 11, N 2. P. 184 – 190.
183. Westcott B. // Heredity. 1986. Vol. 56, Pt. 2. P. 243 – 253.
184. Williams W.T., Lambetr J.M. // J. Ecol. 1960. Vol. 48. P. 689 – 710.
185. Woodworth C.M., Lend E.R., Jgenheimer R.W., Agr. Jour., 46, 2, 60, 1952.
186. Wricke G. // Z. Pflanzenzüchtung. 1962. Bd 47, N 1. S. 92 – 96.
187. Yates F., Cochran W.G. // J. agr. Sci. 1938. Vol 28, N 4. H. 556 – 580.
188. Zhang Q., Geng S. // Theor. Appi. Genet. 1986 Vol. 71, N 6. P. 810 – 814.