

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»

На правах рукописи



Чеботарёв Дмитрий Сергеевич

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ СЕМЯН ТРЕХЛИНЕЙНЫХ
ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ
ПОСЕВА, СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ
РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЧР**

Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
Кадыров Сабир Вагидович
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор

Воронеж
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА, СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР (обзор литературы)	11
1.1 Совмещение сроков цветения родительских форм гибридов на участках гибридизации кукурузы	11
1.2 Влияние густоты стояния растений на рост, развитие и продуктивность кукурузы	17
1.3 Влияние схемы посева на рост, развитие и продуктивность родительских компонентов гибридов кукурузы	29
2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	38
2.1 Почвенно-климатические условия места проведения исследования	38
2.2 Агрометеорологические условия в годы проведения исследования	39
2.3 Методика исследования	46
3 ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА, СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ	55
3.1 Рост и развитие растений родительских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений	55
3.2 Морфологические параметры родительских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений	62
4 ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ МАТЕРИНСКИХ ФОРМ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА, СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ	84
4.1 Количество початков на растении материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений	84
4.2 Длина и диаметр початка материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений	87
4.3 Количество рядов зерен, зерен в ряду и початке материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений	91
4.4 Выход зерна и показатель массы 1000 зерен материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений	98

5	УРОЖАЙНОСТЬ И УБОРОЧНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ЗЕРНА МАТЕРИНСКИХ ФОРМ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА, СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ	104
5.1	Урожайность материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений	104
5.2	Уборочная влажность зерна материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений	108
5.3	Корреляционная связь урожайности и уборочной влажности материнских форм гибридов кукурузы с элементами структуры продуктивности, морфологическими и фенологическими показателями	111
6	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕМЯН ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ	115
6.1	Экономическая эффективность выращивания семян гибридов кукурузы первого поколения	115
6.2	Биоэнергетическая оценка выращивания семян гибридов кукурузы первого поколения	119
7	РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОВЕРКИ	122
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	125
	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА	128
	ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	128
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	129
	ПРИЛОЖЕНИЯ	152
	Приложение А. Результаты дисперсионного анализа	153
	Приложение Б. Акты внедрения	174

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Кукуруза – ключевая сельскохозяйственная культура, мировая площадь посева которой в 2023 г. достигла 208,23 млн га при валовом сборе зерна около 1,24 млрд тонн [88]. В России площадь посева кукурузы на зерно в 2024 г. составила 2,70 млн га, а валовой сбор – 13,95 млн тонн, увеличившись на 2,66 млн тонн за последнее десятилетие [117]. Центрально-Черноземный регион является одним из лидеров по выращиванию зерновой кукурузы, на его долю приходится около 4,31 млн тонн, или 30,9 % всего валового объема страны. Наибольшие площади посева под культурой по итогам 2024 г. были сосредоточены в Воронежской (212,0 тыс. га), Тамбовской (163,9 тыс. га) и Курской (156,6 тыс. га) областях, меньшие – в Белгородской (106,5 тыс. га) и Липецкой (66,3 тыс. га) [117].

Интенсивный рост посевных площадей и валовых сборов зерна кукурузы обуславливает необходимость увеличения объемов производства собственного семенного материала родительских форм и гибридов первого поколения, который отличается меньшей стоимостью и высокой доступностью для сельхозпроизводителей. Однако значительную долю российского рынка семян культуры продолжает занимать импортная продукция [92].

Выращивание семян отечественных гибридов кукурузы в Центрально-Черноземном регионе сосредоточено преимущественно в районах с недостаточным увлажнением без орошения земель, что лимитирует получение дружных всходов при разновременном посеве материнского и отцовского компонента и создает сложности для ведения семеноводства.

Увеличение посевных площадей для производства семян родительских форм и гибридов кукурузы первого поколения также ограничивается необходимостью пространственной изоляции. В связи с этим приоритетным направлением становится повышение продуктивности имеющихся участков гибридизации путем оптимизации приемов возделывания, основными из которых являются сроки посева, схемы размещения и густота стояния растений материнских и отцовских

компонентов. Научное обоснование элементов технологии выращивания семян родительских форм и новых перспективных гибридов кукурузы первого поколения с учетом почвенно-климатических условий является особенно актуальным для ЦЧР.

Степень разработанности темы. Исследованиями, связанными с густотой стояния растений сортов и гибридов кукурузы, в разное время занимались А.Э. Панфилов (1992), Т.И. Борщ (2005), А.Ф. Стулин (2009), Р.В. Ласкин (2011), Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская, Д.Г. Зубко (2014), С.С. Носов (2015), С.В. Кадыров, М.Ю. Харитонов, А.П. Потапов, А.И. Пашнин, И.В. Пивоваров (2016), В.Н. Багринцева, И.А. Шмалько (2019), С.В. Губин, А.М. Логинова, Г.В. Гетц (2022) и др. Вопросы, затрагивающие изучение густоты стояния растений родительских форм и самоопыленных линий кукурузы, рассматривали в своих работах И.А. Кравцов, И.В. Федоткин (2001), М.Г. Ахтырцев, А.Н. Воронин, Н.С. Соколов, Д.Л. Веретнов, Г.М. Журба (2002), Т.Р. Толорая, В.П. Малаканова, В.А. Корнев (2005), А.С. Венецианский (2006), А.Г. Горбачева, А.М. Чиник, Е.В. Копылова (2012) и др., которые отмечали, что густота стояния является одним из ключевых факторов, определяющих продуктивность растений кукурузы и указывали на необходимость индивидуального подхода к определению оптимальной плотности стеблестоя материнских и отцовских компонентов.

Что касается исследований, посвященных изучению схем размещения родительских форм гибридов кукурузы, то их число весьма ограничено, основные результаты таких испытаний систематизировали В.И. Жужукин (2002), Д. Селакович, З. Видойкович, З. Хойка, И. Сукович (2004), И.И. Фрунзе, И.В. Гарбур (2014) и др. Проведенный анализ опубликованных данных свидетельствует о недостаточной изученности вопроса, при этом также следует отметить, что они охватывают ограниченный набор материнских и отцовских компонентов.

Аспекты использования способов совмещения сроков цветения материнских и отцовских компонентов гибридов кукурузы изучали Д.Д. Моргун (1992), Т.Р. Толорая (2000), А.Н. Воронин, М.В. Клименко, Т.В. Бирюкова, М.В. Ряднова (2017) и др. Они указывают на необходимость более глубокого изучения методов

преодоления несовпадения сроков цветения родительских форм на участках гибридизации при выращивании семян кукурузы.

Цель исследования: определить оптимальные параметры схем размещения и густоты стояния растений одновременно и разновременно высеваемых родительских форм трехлинейных гибридов кукурузы в условиях лесостепной зоны Центрально-Черноземного региона.

В соответствии с поставленной целью необходимо было решить следующие **задачи:**

1) выявить возможность совмещения сроков цветения материнских и отцовских форм при разновременном посеве родительских компонентов на участках гибридизации трехлинейных гибридов кукурузы;

2) изучить изменение морфологических признаков и продолжительности фенологических фаз в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений родительских форм гибридов кукурузы;

3) определить структуру и величину урожайности материнских компонентов трехлинейных гибридов кукурузы первого поколения в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений;

4) установить оптимальные параметры схем размещения и густоты стояния растений одновременно и разновременно высеваемых родительских форм трехлинейных гибридов кукурузы в лесостепной зоне ЦЧР;

5) оценить экономическую и биоэнергетическую эффективность выращивания семян трехлинейных гибридов кукурузы при определенной схеме размещения и густоте стояния растений в лесостепной зоне ЦЧР.

Научная новизна исследования. Впервые в условиях лесостепной зоны Центрально-Черноземного региона изучены рост, развитие и семенная продуктивность материнских форм новых раннеспелых трехлинейных гибридов кукурузы Воронежский 130 МВ, Воронежский 135 СВ, Воронежский 145 МВ, Воронежский 150 СВ, Воронежский 171 СВ, Воронежский 182 МВ, созданных на базе Воронежского филиала ФГБНУ ВНИИ кукурузы, в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений.

Установлено, что разновременный посев родительских форм трехлинейных гибридов кукурузы Воронежский 130 МВ, Воронежский 135 СВ, Воронежский 171 СВ и Воронежский 182 МВ позволял добиться совмещения сроков цветения материнских и отцовских компонентов на участках гибридизации вне зависимости от метеорологических условий, схем размещения и густоты стояния растений.

Выявлено, что загущение посевов с 50 до 70 тыс. шт./га приводило к увеличению длительности отдельных межфазных интервалов, высоты растений и уровня прикрепления початка, а также уменьшению диаметра стебля материнских и отцовских форм трехлинейных гибридов кукурузы.

Доказано, что увеличение густоты стояния до 70 тыс. шт./га сопровождалось снижением площади листовой поверхности (в среднем в диапазоне 1,7–3,2 дм²/раст.), количества початков на 100 растений (1–17 шт.), длины (0,3–0,8 см) и диаметра (0,04–0,10 см) початка, числа зерен в ряду (0,3–2,0 шт.) и початке (8–31 шт.), массы 1000 зерен (5,1–24,3 г) материнских компонентов гибридов кукурузы при повышении уборочной влажности зерна (0,4–1,0 %).

Определено, что схема размещения рядов 6:2 обеспечивала существенную прибавку урожая материнских форм в среднем на 0,40–0,50 т/га относительно соотношения 4:2. В свою очередь, увеличение густоты стояния растений с 50 до 70 тыс. шт./га способствовало повышению продуктивности участков гибридизации на 0,38–0,65 т/га. Совместное действие определенных параметров обеспечивало наибольшую экономическую и энергетическую эффективность выращивания семян гибридов кукурузы.

Подтверждено, что более стабильное формирование урожайности по годам достигается при одновременном посеве родительских форм гибридов кукурузы, тогда как разновременный посев приводит к большему снижению продуктивности в засушливых условиях.

Показано, что урожайность изучаемых материнских форм гибридов кукурузы на участках гибридизации в условиях лесостепной зоны Центрально-Черноземного региона положительно связана с элементами структуры урожая, такими как количество початков на 100 растений ($r = 0,324$), число зерен в ряду

($r = 0,336$) и рядов зерен початка ($r = 0,377$), озерненность ($r = 0,396$), выход зерна из початка ($r = 0,541$).

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретически обоснован выбор метода совмещения сроков цветения родительских форм, соотношения рядов и густоты стояния растений материнских и отцовских компонентов гибридов кукурузы.

Показана перспектива выращивания семян раннеспелых трехлинейных гибридов кукурузы первого поколения с использованием родительских форм, различающихся по длине вегетационного периода, в условиях неустойчивого увлажнения лесостепной зоны Центрально-Черноземного региона на богаре.

Установлена степень и достоверность влияния схемы размещения и густоты стояния одновременно и разновременно высеваемых родительских форм трехлинейных гибридов кукурузы на рост и развитие, морфологические признаки растений, элементы структуры урожая, а также формирование семенной продуктивности.

Практическая значимость результатов заключается в том, что экспериментально определены и рекомендованы для использования в производстве оптимальная схема размещения 6:2 и густота стояния растений 70 тыс. шт./га родительских форм включенных в Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию гибридов кукурузы Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ, Воронежский 150 СВ, Воронежский 182 МВ для достижения наибольшей урожайности в условиях Центрально-Черноземного региона.

Проведена экономическая и энергетическая оценка эффективности выращивания семян гибридов кукурузы, показавшая целесообразность их производства при определенной схеме размещения рядов материнского и отцовского компонентов и густоте стояния растений.

Практическая значимость рекомендаций подтверждается результатами производственной проверки в ООО «Россошьгибрид» и ООО «Агрогибрид» Россошанского района Воронежской области, где выращивание семян

трехлинейных гибридов кукурузы Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ и Воронежский 182 МВ при схеме размещения рядов родительских форм 6:2 и густоте стояния растений 70 тыс. шт./га обеспечило самые высокие показатели стоимости продукции (441 964–683 036 руб./га), чистого дохода (180 171–350 957 руб./га) и уровня рентабельности (68,8–105,7 %).

Выявленные закономерности и результаты исследования могут быть использованы в промышленном производстве гибридных семян кукурузы.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Разновременный посев родительских форм, различающихся по длине вегетационного периода, позволяет добиться совмещения сроков цветения на участках гибридизации трехлинейных гибридов кукурузы.

2. Оптимальной для участков гибридизации трехлинейных гибридов кукурузы является густота стояния растений 70 тыс. шт./га и схема размещения 6:2 при одновременном и разновременном посеве родительских форм;

3. Лучшими с учетом более высокой стабильности семеноводства в условиях засухи являются гибриды Воронежский 145 МВ и Воронежский 150 СВ с одновременно высеваемыми родительскими формами на участках гибридизации.

Степень достоверности полученных результатов подтверждается комплексным анализом источников информации российских и зарубежных исследователей, а также собственных экспериментальных данных, накопленных в полевых, лабораторных и производственных условиях с применением современных методов проведения опытов, наблюдений и статистической обработки, и результатов их практического внедрения в семеноводческие хозяйства.

Апробация результатов исследования. Основные результаты отражены в отчетах о научно-исследовательской работе Воронежского филиала ФГБНУ ВНИИ кукурузы (2022–2024 гг.), а также представлены на заседаниях ученого совета ФГБНУ ВНИИ кукурузы (2024–2025 гг.), III Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата» (Саратов, 23–24 марта 2023 г.),

XVIII Международной научно-практической конференции молодых ученых «Инновационные тенденции развития российской науки» (Красноярск, 3–6 марта 2025 г.), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и Школы молодых ученых «Инновационные направления научных исследований для повышения эффективности сельскохозяйственного производства» (Белгород, 19–20 июня 2025 г.) и опубликованы в научных изданиях «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» (№ 12, 2024 г.), «Сахарная свекла» (№ 1, 2025 г.), «Международный научно-исследовательский журнал» (№ 3, 2025 г.).

Личный вклад соискателя. Автор принимал личное участие в закладке и проведении опытов, систематизации экспериментальных данных, анализе результатов и подготовке научных публикаций, а также оформлении диссертационной работы.

Публикация результатов исследования. Основные положения и результаты диссертации отражены в 6 научных работах, из которых 3 опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Объем и структура работы. Диссертационная работа изложена на 177 страницах, содержит 31 таблицу, 19 рисунков, 2 приложения. Текст диссертации состоит из введения, 7 глав, заключения, предложений производству, списка литературы (198 наименований, в том числе 65 на иностранных языках).

1 ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА, СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР (обзор литературы)

1.1 Совмещение сроков цветения родительских форм гибридов на участках гибридизации кукурузы

Одним из ключевых приемов в селекции кукурузы на гетерозис является использование исходных форм, различающихся по длине вегетационного периода. Такой подход позволяет создавать гибриды, сочетающие наиболее важные хозяйственно ценные признаки, а также устойчивость к основным болезням и вредителям культуры.

Практическое применение метода детально изложил О.М. Дуда (2001), установив, что в неблагоприятных условиях максимальную урожайность показывали скрещивания раннеспелых линий Лаукон со среднепоздними Айодент и Рейд, а в оптимальных – линий, родственных F2, с плазмой Айодент. Раннеспелые генотипы группы ДК 366 проявляли высокую комбинационную способность со среднепоздним материалом. Эффективными оказались скрещивания раннеспелых линий группы ДК 208 с Айодент, а раннеспелых форм смешанной плазмы – с Ланкастер [137].

М.В. Чумак (1999) отмечал, что создание и внедрение в производство многолинейных гибридов, состоящих из ранних и суперранних линий, может способствовать продвижению зерновой кукурузы на север [126].

При выращивании гибридных семян использование исходного материала с различной продолжительностью вегетационного периода вызывает определенные сложности. Основная проблема заключается в несовпадении сроков цветения родительских форм, которое, по данным М.И. Хаджинова (1959), приводит к резкому снижению урожайности [121].

И.Д. Гончар (1966) указывал, что разрыв между цветением материнского и отцовского компонента на участках выращивания семян отдельных гибридов кукурузы может достигать 17 суток. Расхождение в сроках цветения до 5–6 суток не оказывало влияния на показатели озерненности початков. При увеличении

этого интервала до 7–10 суток наблюдалось лишь незначительное проявление череззерницы на отдельных генотипах. Однако превышение 11-суточного порога временного разрыва приводило к увеличению доли слабоозерненных початков и бесплодных растений материнских форм [26].

Проблема несовпадения сроков цветения родительских компонентов при выращивании семян, существующая с самого начала промышленного производства гетерозисных гибридов кукурузы, стимулировала многолетний поиск эффективных решений, который продолжается до настоящего времени.

J.M. Green (1949) изучал возможность совмещения сроков цветения родительских форм на участках гибридизации кукурузы методом огневой обработки. На растения высотой 5, 10 и 20 см оказывали воздействие пламенем температурой около 1000 °С. Результаты исследований показали, что ранняя обработка огнем вызывала полное отмирание надземной массы родительских компонентов, тогда как на более поздних стадиях развития повреждались только листья. При этом максимальная эффективность метода достигалась лишь при двукратном воздействии: первичном по достижении высоты растений 5 см и повторном в той же фазе развития после отрастания. Самые высокие значения показателя задержки развития метелок составили 2,2–2,6 дня, початков – 2,3–2,8 дня у изученного набора самоопыленных линий (NC 37, Тх. 61 М, Мо. 22 М) [156].

Дальнейшие исследования подтвердили перспективность механического срезания надземной массы растений как способа совмещения сроков цветения родительских форм на участках гибридизации кукурузы. Практическую применимость метода описывали в своей работе G.H. Dungan, H.W. Gausman (1951). Согласно полученным данным, укорачивание растений простых межлинейных гибридов кукурузы с 86,9 см до 6,4 см над уровнем поверхности почвы вызывало наибольшую задержку цветения метелок (8,1 дня) и початков (10,8 дня), однако сопровождалось снижением урожайности на 47,6 %. Аналогичная закономерность проявлялась при выращивании семян самоопыленных линий K4, L317, O7, 187-2, Ну, M-14, WF9, 38-11. Обрезка растений высотой 62,7 см до 6,4 см задерживала развитие метелок (6,6 дня) и початков (8,5 дня) при одновременном снижении

продуктивности на 57,1 %. Авторы особенно подчеркивали необходимость применения индивидуального подхода к каждой родительской форме из-за значительных различий в темпах развития, рекомендуя сохранять высоту среза в пределах 5,1–7,6 см над точкой роста с целью предотвращения гибели растений, снижения урожайности и пыльцевой продуктивности [149].

F.D. Cloninger, M.S. Zuber, R.D. Horrocks (1974) проанализировали реакцию на механическое срезание в фазах появления 4, 6 и 8-го листьев 28 гибридных комбинаций кукурузы, полученных от скрещивания 8 инбредных линий (Va35, H49, B57, B37, B14A, Mo17, Mo5, N38A). Результаты показали, что применение метода вызывало гибель 18, 44 и 25 % растений в зависимости от стадии развития. Срезка в фазах появления 4, 6 и 8-го листьев приводила к задержке цветения метелок простых межлинейных гибридов кукурузы на 5,5; 7,6 и 6,7 суток, а также снижала урожайность на 11, 38 и 46 % соответственно. Авторы пришли к выводу о допустимости применения метода только на отцовских, но не на материнских формах, поскольку его использование вызывает существенную гибель растений и уменьшает выход семян с единицы площади [147].

Более современные экспериментальные данные были получены Т.Р. Толорая (2000) в условиях центральной зоны Краснодарского края. Результаты опытов демонстрировали, что срезание растений отцовских компонентов гибридов кукурузы Краснодарский 244 МВ (Пионер 3978 ТВ × Шиндельмайзер МВ), РОСС 211 МВ (Пионер 3978 × Най МВ), Краснодарский 203 МВ (Роза М × Дружба МВ) в фазе 5–7 листьев на высоту 2 и 3 см вызывало существенную задержку цветения метелок – на 6–7 суток [110].

J.L.T. Flores, D.L. Beck, A.C. Carballo и др. (2004), анализируя разные способы совмещения сроков цветения родительских форм на участках гибридизации кукурузы, отмечали наибольшую эффективность обрезки в фазе появления 4-го листа на уровне почвы и 10-секундного огневого воздействия на растения высотой 15 см. В первом случае исследователи наблюдали замедление развития отцовских и материнских компонентов на 13 и 14 суток соответственно, однако также отмечали снижение продуктивности. Огневое воздействие

обеспечивало более позднее цветение метелок (8 дней) и початков (6 дней) без существенной потери урожая [152].

Несмотря на то что механическое срезание надземной массы позволяет добиться синхронного развития генеративных органов родительских форм гибридов кукурузы, его применение ограничено из-за возможного снижения продуктивности и риска гибели растений.

Предложенный альтернативный метод заключается в дифференцировании сроков посева материнского и отцовского компонента на участках гибридизации кукурузы. По мнению F.P. Ferwerda (1953), данный подход характеризуется простотой применения и минимальным воздействием на физиологические процессы растений [151].

W.R. Singleton (1948) предлагал сначала высевать более позднеспелую инбредную линию, а посев раннеспелой формы проводить после появления различных всходов. Автор отмечал, что такой способ предпочтительнее соблюдения фиксированных временных интервалов, поскольку погодные условия оказывают существенное влияние на скорость прорастания семян и появление всходов [182].

L.A. Noriega González, R.E. Preciado Ortiz, E. Andrio Enríquez и др. (2011), A.A. Chassaing-Ricciulli, L.E. Mendoza-Onofre, L. Córdova-Téllez и др. (2021) подчеркивали значимость определения суммы эффективных температур, необходимых для прохождения фенологических фаз, с целью установления оптимального срока посева, который будет способствовать совмещению цветения метелок отцовских и початков материнских форм гибридов при выращивании семян кукурузы [146; 172].

По мнению H. Wright (1980), показатель суммы эффективных температур является важным индикатором, однако цветение растений зависит от комплекса дополнительных факторов, включающих в себя температуру и влажность почвы, уровень минерального питания, а также продолжительность светового дня [191].

Согласно исследованиям В.С. Сотченко, А.Г. Горбачевой, Л.А. Бортниковой и др. (2012), величина суммы эффективных температур варьирует в зависимости

от скороспелости родительских форм и условий их выращивания. При этом авторы подчеркивали, что заранее спрогнозировать даты наступления фаз цветения родительских компонентов очень сложно, что обуславливает необходимость посева отцовской формы гибридов кукурузы в 2–3 срока с учетом продолжительности пыльцеобразования [101].

Следует отметить, что метод разновременного посева, широко применяемый на участках гибридизации кукурузы, также имеет определенные недостатки. Как указывали Ф.Г. Крячко и П.П. Дыга (1968), в условиях засушливой весны существует значительный риск получения неполноценных всходов более раннеспелой формы при втором сроке высева вследствие пересыхания почвы [62].

В современных условиях решение проблемы синхронизации цветения родительских форм гибридов кукурузы базируется на способе, который предусматривает одновременный посев на разную глубину. Применимость метода в условиях Белгородской области рассматривали А.Н. Воронин, М.В. Клименко, Т.В. Бирюкова и др. (2017). По данным авторов, посев отцовских форм гибридов кукурузы на меньшую глубину способствовал сокращению периода между цветением метелок и початков с 7–9 до 4–5 суток [23].

Y.K. Kang, K.Y. Park & Y.S. Nam (1983), изучая разные способы преодоления несовпадения сроков цветения материнских и отцовских компонентов гибридов кукурузы, подчеркивали эффективность мульчирования посевов прозрачной полиэтиленовой пленкой. Авторы установили, что применение такого метода способствовало не только ускорению периода развития метелок и початков родительских форм на 13–15 суток, но и повышало семенную продуктивность линии В68 [161].

Д.Д. Моргун (1992) в условиях южной лесостепи Омской области получил аналогичные экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что создание благоприятного микроклимата способствовало активному развитию генеративных органов растений, что приводило к более раннему выметыванию и позволяло обеспечить синхронное цветение материнских и отцовских компонентов на участках гибридизации кукурузы [71].

Б.В. Дзюбецкий, В.Ю. Черчель, М.Я. Кирпа и др. (2019) отмечали, что регулирование густоты посева позволяет влиять на сроки развития метелок и початков растений кукурузы, так как увеличение плотности стеблестоя более раннеспелой родительской формы гибрида на 10–15 тыс. шт./га обеспечивало задержку ее цветения на 2–3 дня. Дополнительное внесение фосфорного удобрения при посеве под позднеспелый компонент, напротив, ускоряло его развитие на 1–2 дня. Наибольшая эффективность достигалась путем комплексного применения данных методов [136].

Р.А. Вожегова, А.М. Влащук, О.С. Дробіт и др. (2020) пришли к аналогичным выводам и подтвердили, что дифференцированные нормы посева материнской и отцовской формы являются эффективным способом сближения сроков их цветения. При этом авторы акцентировали внимание на необходимости применения индивидуального подхода к каждой гибридной комбинации ввиду разной реакции отдельных родительских компонентов на изменение плотности стеблестоя [135].

Помимо агротехнических подходов, некоторые исследователи указывали на важную роль химических методов в совмещении сроков цветения материнских и отцовских компонентов гибридов. В частности, L.M. Josephson (1950) изучал применение калиевой соли в качестве ингибитора роста родительских форм. По данным автора, вне зависимости от концентрации и способа обработки, использование метода способствовало не только замедлению цветения инбредной линии WF9 и простого межлинейного гибрида WF9 × 38-11, но и приводило к повышению стерильности пыльцы, а также снижению урожайности [159].

В своих исследованиях С. Koshawatana, Р. Grudloyma & W. Indan (2008) рассматривали возможность применения гербицида Паракват 20 % ВР с целью совмещения сроков цветения родительских форм гибридов кукурузы. Согласно полученным данным, обработка инбредных линий препаратом приводила к задержке развития генеративных органов растений на 2–7 дней в зависимости от генотипических особенностей. При этом наблюдались морфологические изменения метелок – длина главной оси увеличивалась при одновременном снижении количества боковых веточек [163].

Анализ опубликованных литературных данных показывает, что существующие методы преодоления несовпадения сроков цветения родительских форм на участках гибридизации при выращивании семян кукурузы требуют более глубокого и всестороннего изучения. Особую актуальность приобретают дальнейшие комплексные исследования по определению реакции современных материнских и отцовских компонентов на применяемые способы в отношении параметров продуктивности. Полученные экспериментальные данные будут способствовать существенной оптимизации и повышению эффективности производства семян гибридов кукурузы с использованием родительских форм, различающихся по длине вегетационного периода.

1.2 Влияние густоты стояния растений на рост, развитие и продуктивность кукурузы

Оптимальная густота посева кукурузы – один из наиболее значимых факторов агротехнологии, способствующих эффективному использованию ресурсов, а также повышению продуктивности при выращивании культуры как на кормовые, так и на семенные цели. Y. Assefa, P. Carter, M. Hinds и др. (2018) отмечали, что вклад оптимизации количества растений на единицу площади в повышение урожайности кукурузы составлял 8,5–17,0 % за тридцатилетний период (1987–2016 гг.) [143].

По мнению Д.С. Филева, В.С. Жунько (1971), определение и внедрение в производство дифференцированной густоты стояния растений с учетом почвенно-климатических условий и морфобиологических особенностей гибридов и сортов кукурузы разных групп скороспелости имеют важное практическое значение [118].

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что плотность посева оказывает существенное влияние на формирование морфологических параметров растений кукурузы, определяя особенности развития надземной массы, а также формы и размеров вегетативных органов. При этом отмечается неодинаковый характер изменения признаков под действием различной густоты стояния.

В.С. Жуныко (1966) установил, что увеличение плотности стеблестоя приводило к снижению высоты растений гибридов Днепровский 98, ВИР 42, Днепровский 90Т на 27,8; 24,7 и 23,1 см соответственно. Увеличение густоты стояния растений гибрида Днепровский 124 до 52,4 тыс. шт./га вызывало рост показателя, однако дальнейшее загущение также приводило к его уменьшению, при этом высота прикрепления початка снижалась по мере увеличения плотности стеблестоя. При этом на формирование данного признака гибрида Днепровский 124 густота стояния растений влияния не оказывала [36]. Аналогичные результаты получены Ж.М. Яхтаниговой и З.Х. Топаловой (2008), В.В. Букаревым (2009), Д.П. Волковым, С.А. Зайцевым, А.Ю. Лёвкиной и др. (2023), которые отмечали, что повышение плотности стеблестоя сопровождается снижением высоты стебля кукурузы [15; 19; 133].

Однако некоторые исследователи публикуют противоположные результаты, подчеркивая, что увеличение густоты стояния может приводить к вытягиванию стебля кукурузы. Так, А.В. Шумаков (1996) наблюдал иные закономерности в отношении изменения морфологических характеристик растений кукурузы под действием разной плотности стеблестоя. Согласно полученным результатам, загущение посевов гибридов Буковинский 3 ТВ, Воронежский 47 ТВ, Воронежский 3 МВ, Коллективный 101 ТВ до 80 тыс. шт./га и гибридов Днепровский 247 МВ, Коллективный 220 ТВ, Силосный 199 МВ до 100 тыс. шт./га способствовало удлинению стебля до 8 и 9 см соответственно. При этом высота прикрепления початка закономерно увеличивалась в условиях более плотного размещения растений [130]. Похожие результаты получили Z. Gyenes-Hegyí, I. Pók, L. Kizmus и др. (2002), Р.А. Вожегова, А.Н. Влащук, А.С. Дробит и др. (2019), Р.В. Кравченко, А.М. Зантария (2023), указывая на тенденцию, при которой наблюдается удлинение стебля по мере загущения посевов кукурузы [18; 57; 157].

D.D. Fromme, T.A. Spivey & W.J. Grichar (2019) отмечали, что процент полегаемости гибридов кукурузы возрастает при более высоком расположении початков, что характерно для условий высокой плотности стеблестоя [153].

Исследования F. Tetio-Kagho & F.P. Gardner (1988) показывают, что высота

растений кукурузы увеличивается с повышением густоты стояния, однако затем уменьшается при дальнейшем загущении. Удлинение стебля ученые связывают с дефицитом света, вызванным затенением, а последующее снижение высоты растений – с усилением конкуренции за элементы питания и влагу [185].

M.J. Novacek, S.C. Mason, T.D. Galusha и др. (2013), B. Zenilson, A.J. Modolo, M. M. Trezzi и др. (2014) установили, что увеличение густоты стояния способствует уменьшению диаметра стебля кукурузы [173; 197]. Y. Song, Y. Rui, G. Bedane и др. (2016) подчеркивают, что подобные изменения морфологических характеристик растений также могут сопровождаться неблагоприятными последствиями, среди которых повышение процента полегаемости растений [184].

Важным аспектом, связанным с густотой стояния растений кукурузы, является формирование листовой поверхности, которая играет ключевую роль в обеспечении фотосинтетической активности и продуктивности посевов. Закономерности этого процесса отражены в работах В.А. Корнева (2005), Л.П. Бельтюкова, Е.К. Кувшиновой, И.М. Тюрина и др. (2015), L. Gou, J. Хие, В. Qi и др. (2017), А.З. Богданова (2022) и др. Авторами установлено, что по мере загущения посевов площадь листовой поверхности на гектаре увеличивается, при этом размеры листовых пластин каждого отдельного растения уменьшаются [11; 13; 52; 154].

Изменения структуры листового аппарата, обусловленные повышением плотности стеблестоя, также оказывают воздействие на его пигментный состав и фотосинтетический потенциал. В.С. Панькин (1978) отмечал менее интенсивную зеленую окраску листьев и указывал на снижение содержания хлорофилла по мере увеличения густоты стояния гибрида Краснодарский ПГ 303 ТВ [86]. В. Ren, W. Liu, J. Zhang и др. (2017) установили, что в условиях повышенной плотности стеблестоя наблюдалось существенно меньшее количество хлоропластов, гран, ламелл, что свидетельствует об угнетении листового аппарата растений кукурузы в условиях загущения [174].

Результаты экспериментальных опытов С.С. Барсукова (1991) показали, что увеличение густоты стояния гибридов Коллективный 101 ТВ и Молдавский 257 СВ с

60 до 120 тыс. шт./га повышало фотосинтетический потенциал посевов, однако снижало чистую продуктивность фотосинтеза [10]. К аналогичным выводам пришел Н.М. Афонин (1996) в северной части Центрально-Черноземного региона: снижение чистой продуктивности фотосинтеза обусловлено затенением листьев при увеличении количества растений на единице площади [4].

Данные, полученные В.Ј. Bernhard & F.E. Below (2020), свидетельствуют о влиянии густоты стояния гибридов кукурузы на развитие корневой системы, так как повышение плотности стеблестоя на 15 тыс. шт./га приводило к снижению массы корней одного растения на 15–18 % [145].

Фенологическое развитие кукурузы, наряду с морфологическими характеристиками, также находится в зависимости от густоты стояния, что проявляется в изменении продолжительности как отдельных фаз, так и всего вегетационного периода. Результаты исследований А.И. Коцюбан (1985), С.А. Мордвинкина (2009) и др. подтвердили мнение о том, что увеличение плотности посева родительских форм гибридов кукурузы сопровождается замедлением срока созревания зерна [54; 72].

Аналогичные закономерности были выявлены Т.И. Борщ (2005) в климатических условиях Ставропольского края при изучении технологии возделывания таких гибридов кукурузы, как Катерина СВ и Ньютон: повышение густоты стояния с 80 до 100 тыс. шт./га способствовало увеличению периода от всходов до полной спелости на 2–3 дня [14].

В ранние фазы развития загущение посевов, как правило, не проявляет значительного эффекта. Это подтверждается исследованиями Г.М. Зеленской, М.В. Видничук и С.А. Носырева (2024), в которых увеличение плотности стеблестоя не оказывало существенного влияния на продолжительность периода от посева до всходов гибридов СИ Озон и СИ Феномен. При этом исследователи также отмечали задержку развития растений на 3–7 суток при наступлении последующих фенологических фаз в условиях загущенного посева [37].

Согласно данным исследований L. Sangoi, M.A. Gracietti, C. Rampazzo и др. (2002), D. Jareš, S.B. Krnjić, M. Vranić и др. (2019), M.M. Kamara, M. Rehan, K.M.

Ibrahim и др. (2020), повышение количества растений кукурузы на единице площади способствует увеличению интервала между цветением метелки и початка [158; 160; 177]. В свою очередь, по мнению В.С. Сотченко и В.Н. Багринцевой (2015), подобный асинхронный процесс негативно влияет на оплодотворение, приводя к череззернице и бесплодию растений, что в конечном итоге сказывается на продуктивности посевов кукурузы [98].

Рентабельность производства кукурузы в значительной степени зависит от уровня уборочной влажности зерна, что связано с высокими затратами на его сушку. При этом интенсивность потери влаги зерном во многом определяется количеством растений на единице площади. Ю.А. Слюдеев (2003), анализируя данные опытов, проведенных в Рязанской области, пришел к выводу о том, что увеличение густоты стояния приводит к повышению значений показателя, так как уборочная влажность зерна гибридов Порумбень 140 МВ, Порумбень 173 СВ, Нарт 150 СВ возрастала по мере загущения посевов с 40 до 80 тыс. шт./га [96]. Аналогичные результаты были получены Н.А. Орлянским, Н.А. Орлянской и Д.Г. Зубко (2005) в условиях Центрально-Черноземного региона. По данным авторов, уборочная влажность зерна гибридов Воронежский 158 СВ, Воронежский 150 СВ, ВДГ 166-02 СВ, ВДГ 155 СВ, ВДГ 112 СВ повышалась в пределах 0,5–2,6 % при увеличении густоты стояния растений до 90 тыс. шт./га [82].

В контрасте с приведенными результатами, исследования W.D. Widdicombe & K.D. Thelen (2002) демонстрировали обратную зависимость между плотностью стеблестоя и уборочной влажностью зерна. Проведенные опыты в округах Калхун, Гурон, Ингем, Каламазу, Монро, Сагино (США) показали, что при увеличении густоты стояния с 56 до 90 тыс. шт./га гибридов Мах 86 (Novartis), RK 552 (Renk), GL 4758 (Great Lakes), PIO 3573 (Pioneer) наблюдалось снижение влажности зерна к уборке [190]. Эти данные согласуются с результатами исследований R.J. Van Roekel & J.A. Coulter (2011), проведенными на полях Миннесотского университета. Авторы указывали на тенденцию снижения уборочной влажности по мере загущения посевов гибрида DKC 52-59 (DeKalb) с 38,4 до 107,9 тыс. шт./га, объясняя это уменьшением массы и размеров зерна в

условиях повышенной плотности стеблестоя [188].

Опубликованные литературные данные свидетельствуют о том, что густота стояния растений оказывает существенное влияние на формирование элементов структуры урожая кукурузы, изменяя количественные показатели его компонентов. Так, в исследованиях Т.Р. Толорая, В.П. Малакановой и В.А. Корнева (2005) была выявлена тенденция ухудшения таких параметров, как масса 1000 зерен, количество початков на 100 растений и масса зерна с одного початка материнских форм гибридов разных групп спелости по мере увеличения плотности посева [112].

Н.И. Дранищев (1975) отмечал, что среди биологических элементов урожая гибридов кукурузы, сравнительно слабо изменяющихся под влиянием условий внешней среды и густоты стояния, следует выделять количество рядов зерен початка, которое является устойчивым сортовым признаком. Несмотря на это, по результатам исследований автором было отмечено снижение значений показателя по мере увеличения количества растений на единице площади [32].

R. Absy & H.M. Abdel-Lattif (2020) также указывали на то, что наибольшие значения количества рядов и зерен в ряду початка, массы 1000 зерен гибридов кукурузы наблюдались при меньших значениях густоты стояния растений, объясняя это снижением конкуренции за свет и влагу в условиях разреженного посева [140]. Результаты исследования H. Gozubenli, O. Sener, O. Konuskan и др. (2003) подтверждают, что показатели длины и диаметра початка, массы зерна с одного початка гибридов кукурузы уменьшаются при повышении густоты стояния [155]. В работе H. Yang, Q. Chai, W. Yin и др. (2021) было установлено, что количество початков на единице площади возрастает по мере загущения посевов, однако их озерненность и масса 1000 зерен снижаются [195].

Как отмечали А.Х. Таха (1990), Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская и Д.Г. Зубко (2016), V. Mandić, S. Đorđević, M. Brankov и др. (2024), несмотря на ухудшение показателей элементов структуры урожая при повышении густоты посева кукурузы, более высокая урожайность наблюдается при увеличении плотности стеблестоя, но в пределах оптимальных значений [76; 107; 168].

Важно при этом отметить, что качество зерна гибридов кукурузы напрямую

зависит от количества растений на единице площади. По данным исследований З.А. Ивановой, Т.Б. Шалова, А.Я. Томахина и др. (2022), увеличение густоты стояния сопровождается снижением количества белка в зерне и повышением содержания крахмала и жира [40]. Н.Г. Сыкало (1976), отмечая изменение аминокислотного состава под действием более высокой плотности посева, указывал на увеличение процента содержания лизина по мере загущения при одновременном снижении доли гистидина, аргинина, валина, метионина, фенилаланина, лейцина, а также изолейцина [105].

Z. Ya-ting, L. Meng-li, Y. Meng-qi и др. (2024), наблюдая несколько иные изменения химического состава зерна при различной густоте посева, отмечали, что содержание протеина и жира снижалось при загущении посевов, а доля крахмала возрастала [196].

Многие исследователи, такие как С.Г. Блиев (1997), А.Ф. Стулин (1999), Т.Р. Толорая, Н.Ф. Лавренчук, М.В. Чумак и др. (2003), В.И. Филин и Б.В. Михин (2014) и др. установили, что увеличение густоты посева до определенного уровня способствует повышению продуктивности, однако последующее загущение приводит к резкому падению урожайности кукурузы [12; 104; 111; 119].

В работе L. Sangoi, R.J. Salvador (1998) подчеркивается, что интенсивная внутривидовая конкуренция за свет, влагу и элементы питания может снижать продуктивность отдельных растений до такого уровня, при котором увеличение их числа на единице площади не компенсирует индивидуальные потери и приводит к недобору урожая кукурузы [178].

Оптимальная густота посева кукурузы – непостоянная величина, подбор ее значений реализуется с учетом многих факторов. И.И. Скубицкий (1978) отмечая, что плотность стеблестоя в значительной степени зависит от складывающихся климатических условий среды, указывал на то, что оптимальные значения густоты стояния растений гибридов кукурузы в засушливые и благоприятные по увлажнению годы различны – меньшая влагообеспеченность сопровождается более разреженным посевом. Иными словами, количество выпавших осадков и равномерность их распределения являются одними из основных лимитирующих факторов, которые

препятствуют увеличению плотности стеблестоя [95].

В.Н. Багринцева, Т.И. Борщ и И.А. Шарапова (2001) указывали на то, что число растений на единице площади, которое обеспечивает высокую продуктивность посевов кукурузы в благоприятные по увлажнению годы, может быть избыточным в условиях засушливых лет. Авторы отмечали, что дефицит почвенной влаги приводит к бесплодию, а образовавшиеся початки оказываются плохоозерненными и имеют низкую массу 1000 зерен [8].

По результатам исследований J.C.S. Allison, M. Eddowes (1968) пришли к выводу о том, что в условиях экстремальной засухи необходимо увеличение расстояния между растениями кукурузы для обеспечения выживания посевов при недостатке влаги [142].

Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская, Д.Г. Зубко и др. (2017) также подчеркивали, что загущение посевов в условиях дефицита влаги, для которых авторы рекомендовали густоту в диапазоне 60–70 тыс. шт./га, приводит к существенному снижению урожайности гибридов кукурузы. При этом исследователи указывали на возможность увеличения количества растений до 70–80 тыс. шт./га с целью повышения продуктивности в районах с преобладанием благоприятных по влагообеспеченности лет [79].

I.S. Tokatlidis (2013) указывал на то, что оптимальная густота стояния значительно варьирует в зависимости от условий окружающей среды. Согласно общему выводу, вытекающему из опубликованных данных, чем выше потенциал урожайности среды, тем выше должна быть плотность посева для достижения максимальной продуктивности растений кукурузы, и наоборот [187].

Б. Дьёрффи и З. Бержени (1996) акцентировали внимание на том, что заранее предсказать количество осадков за вегетационный период невозможно. Тем не менее, уточнение оптимальных значений густоты посева кукурузы, по мнению авторов, необходимо проводить с учетом весенних запасов влаги, накопленных в течение зимнего периода [33].

K.F. Solomon, Y. Chauhan & A. Zeppa (2017) указывали на необходимость анализа сезонных прогнозов погоды при выборе оптимальной плотности

стеблестоя с целью минимизации рисков недобора урожая. При этом предсказываемые благоприятные условия года позволяют скорректировать количество растений на единице площади в большую сторону [183].

Помимо климатических условий и уровня влагообеспеченности, оптимальная густота посева кукурузы зависит от группы спелости гибрида, что подчеркивается в работе Д. Шпаара, К. Гинаппа, Д. Дрегера и др. (2009) [129].

Согласно данным В.С. Сотченко, В.Н. Багринцевой (2015), Д.П. Волкова, С.А. Зайцева, О.С. Башинской и др. (2023), более раннеспелые гибриды высевают несколько гуще по сравнению с позднеспелыми [20; 98]. Б.П. Гурьев и А.В. Михайленко (1984), Орлянский Н.А., Орлянская Н.А. и Чеботарёв Д.С. (2021) объясняли это тем, что непродолжительный период вегетации раннеспелых форм ограничивает индивидуальную продуктивность отдельного растения, поэтому увеличение густоты стояния необходимо для обеспечения высокой продуктивности посевов [29; 78].

К.Н. Кислинский (1997), А.А. Якунин, С.М. Крамарев, В.П. Бондарь и др. (1997) указывали на то, что чувствительность к загущению возрастает с увеличением продолжительности вегетационного периода. Позднеспелые формы, в отличие от ранних, более требовательны к площади питания, что связано с особенностями морфологического строения растений [50; 132].

И. Габрич (1987) отмечал, что плодородие почвы, ее физические и химические свойства, а также уровень минерального питания, наравне с другими факторами, ограничивают верхний оптимальный предел густоты посева кукурузы [24].

Г.Д. Гогмачадзе (1998) подчеркивал, что при высоком плодородии почвы сеять кукурузу необходимо гуще, а при низком – реже [25].

Н.А. Иншин и Е.Н. Вишнякова (1990) указывали на возможность загущения посевов до 70 тыс. шт./га при внесении $N_{120}P_{120}K_{120}$ по сравнению с неудобренным фоном. Однако авторы отмечали, что полуторная норма удобрений ($N_{180}P_{180}K_{180}$) повышает процент полегаемости растений кукурузы, снижая эффективность этого приема [41].

По данным А.Ф. Стулина (2009), внесение $N_{90}P_{60}K_{60}$ позволяет увеличить

густоту стояния раннеспелых гибридов Каскад 166 АСВ и Воронежский 175 АСВ с 50 до 60 тыс. шт./га в условиях лесостепной зоны Воронежской области на типичных черноземах [103].

Исследования Р. Yan, J. Pan, W. Zhang и др. (2017) свидетельствуют о том, что высокий уровень густоты стояния снижает способность накопления растениями кукурузы азота в период после цветения початков, что приводит к уменьшению концентрации вещества в листьях и эффективности фотосинтеза, неблагоприятно сказываясь на показателях урожайности [194].

По мнению А.Н. Воронина, Н.С. Сокорева, Д.Л. Веретнова и др. (2002), сильное загущение посевов компенсируется повышенными дозами азотных удобрений в зависимости от индивидуальной реакции генотипов. Результаты исследований авторов показали, что внесение N_{120} позволяет увеличивать количество растений материнских форм гибридов Одесский силосный 190, ТОСС 223 МВ, Кулон МВ, Прогноз 152 СВ до 85–100 тыс. шт./га, а родительского компонента гибрида Белкорн 277 СВ – до 65–75 тыс. шт./га. При этом загущение посевов материнских форм гибридов Прогноз 132 СВ, Коллективный 181 СВ до 65–75 тыс. шт./га возможно при меньшей дозе азотных удобрений (N_{80}) [21].

А.Х. Таха (1990) указывал на то, что оптимальная густота стояния растений гибридов кукурузы, при которой достигается наиболее эффективное использование ресурсов и получение максимальной урожайности, определяется специфической реакцией генотипа на загущение [106].

А.С. Венецианский (2006), С.В. Губин, А.М. Логинова и Г.В. Гетц (2022) пришли к выводу о том, что формы с эректоидным расположением листьев в меньшей степени снижают урожайность при увеличении количества растений на единице площади [16; 27].

Некоторые исследователи указывают на необходимость анализа родословной гибридов кукурузы с целью прогнозирования их реакции на стресс, вызванный загущением посевов. Н.А. Орлянский и Н.А. Орлянская (2017) отмечали, что гибриды, полученные от скрещивания материнской формы, относящейся к плазме Айодент, с линиями плазмы Ланкастер Oh 43, демонстрировали более

значительное снижение урожайности при увеличении густоты стояния растений с 50 до 90 тыс. шт./га по сравнению с гибридами, созданными на основе линий Европейской кремнистой плазмы в качестве отцовского компонента [77].

По мнению А.И. Коцюбан (1991), оптимальная густота стояния растений определяется не только в зависимости от генотипических особенностей гибридов кукурузы, но и с учетом предшественника. Исследования автора показали, что при размещении после озимой пшеницы оптимальная густота для гибрида Акцент составляла 50 тыс. шт./га, а для ВГИ 9 и Одесского 310 – 55–60 тыс. шт./га. При посеве после сахарной свеклы и кукурузы на зерно плотность стеблестоя должна составлять 45–50 тыс. шт./га для гибридов Акцент и ВГИ 9 и 50–55 тыс. шт./га – для гибрида Одесский 310. Размещение после подсолнечника следует сопровождать выбором густоты 55 тыс. шт./га для гибридов Акцент и Одесский 310 и 50–55 тыс. шт./га – для гибрида ВГИ 9 [55].

Н.В. Малушко, М.Г. Ахтырцев, Т.Р. Толорая и др. (2002) отмечали важность экономической составляющей при определении оптимальной густоты посевов кукурузы. Расчеты показали, что наиболее рентабельным выращивание родительских форм гибридов РОСС 209 МВ, Краснодарский 382 МВ оказалось при плотности стеблестоя 40 тыс. шт./га, несмотря на меньший урожай семян по сравнению с густотой 50–70 тыс. шт./га [66].

Изучение влияния густоты стояния растений на продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от почвенно-климатических условий и индивидуальных особенностей позволило исследователям разработать некоторые рекомендации по подбору оптимальных параметров для различных регионов.

По данным С.А. Кирячек, М.В. Марченко, И.В. Палапина и др. (2022), оптимальные значения густоты посева раннеспелого гибрида Краснодарский 194 МВ находятся в диапазоне от 60 до 80 тыс. шт./га в условиях Краснодарского края, среднераннего Краснодарский 292 АМВ и среднеспелого Краснодарский 377 АМВ – 60–70 тыс. шт./га [49].

В зоне достаточного увлажнения Ставропольского края, по результатам исследований И.А. Шмалько и В.Н. Багринцевой (2019), оптимальная плотность

стеблестоя среднераннего гибрида Машук 220 МВ и среднеспелого Машук 390 МВ на зерно определена на уровне 70 и 60 тыс. шт./га соответственно [127]. И.А. Шмалько (2019) также отмечала, что наибольшая продуктивность раннеспелых гибридов Машук 150 МВ, Байкал и Машук 175 МВ в этих условиях достигается при густоте на уровне 80–90 тыс. шт./га [128].

Р.В. Кравченко и А.М. Зантария (2023) установили, что для среднеранних гибридов кукурузы (ДКС 3595, ДКС 1, ДКС 3789, ДКС 3402, ДКС 3969) необходимо формировать густоту посева 75 тыс. шт./га, для среднеспелых (ДКС 2, ДКС 3, ДКС 3710, ДКС 4178, ДКС 4541, ДКС 4792) – 65 тыс. шт./га, для среднепоздних (ДКС 5075) – 55 тыс. шт./га в Западном Предкавказье [58].

П.З. Козаев и Д.П. Козаева (2015) определили, что получение наибольшей урожайности среднеспелого гибрида ПР 38 × 67 и среднепозднего Флоренция в условиях лесостепной зоны Республики Северная Осетия – Алания возможно при оптимальной плотности стеблестоя на уровне 65–70 и 60–65 тыс. шт./га соответственно [51].

Согласно результатам многолетних исследований, проведенных в условиях Белгородской области А.Н. Ворониным, С.А. Хорошиловым, М.В. Клименко и др. (2019), оптимальная густота стояния раннеспелых гибридов находится в пределах 70–75 тыс. шт./га, а среднеспелых – 65–70 тыс. шт./га. Авторы подчеркивали, что количество растений на единицу площади следует уменьшать на 10 тыс. шт./га в юго-восточных районах [22].

В условиях Воронежской области, по данным, полученным С.В. Кадыровым и М.Ю. Харитоновым (2016), наибольшая урожайность раннеспелых гибридов Родник 179 СВ, MAS 12R и среднераннего AMELIOR достигается при норме высева 73 тыс. шт./га, а среднеспелого MAS 30K – при 77 тыс. шт./га [43]. По данным исследований, проведенных в этом же регионе, А.П. Потапов, А.И. Пашнин и И.В. Пивоваров (2016) установили оптимальную плотность стеблестоя среднеранних гибридов Докучаевский 190 СВ, Докучаевский 205 МВ, Докучаевский 210 СВ, Докучаевский 215 МВ, Докучаевский 250 МВ на уровне 75 тыс. шт./га [87].

В южной лесостепной зоне Республики Башкортостан, по данным Б.Г.

Ахиярова, М.М. Хайбуллина, Р.Р. Абдулвалеева и др. (2021), для получения высококачественного зерна гибридов кукурузы Нур, Байкал и Машук 171, необходима густота стояния растений на уровне 80 тыс. шт./га [5].

Е.А. Соколова, В.М. Измestьев, Н.А. Кириллова и др. (2017) в условиях дерново-подзолистых почв Республики Марий Эл установили, что наибольшая зерновая продуктивность раннеспелого гибрида Каскад 166 АСВ достигается путем формирования плотности стеблестоя на уровне 60 тыс. шт./га [97].

Для условий северо-запада Волгоградской области О.Н. Панфилова, С.Н. Дерунова (2023) рекомендовали оптимальную густоту посева раннеспелых гибридов Хопёр 150 СВ, Хопёр 160 СВ на уровне 60 тыс. шт./га, а среднеранних Хопёр 200 МВ, Хопёр 255 МВ – 50–55 тыс. шт./га [85].

Таким образом, определение дифференцированной плотности стеблестоя является ключевым фактором, влияющим на продуктивность родительских форм и гибридов кукурузы в различных почвенно-климатических условиях. Актуализация параметров оптимальной густоты стояния культуры необходима в связи с созданием новых гибридов, которые обладают разной скороспелостью, реакцией на загущение посевов, а также из-за меняющихся условий среды, таких как неравномерное распределение осадков, повышение среднесуточных температур и учащение экстремальных погодных явлений.

1.3 Влияние схемы посева на рост, развитие и продуктивность родительских компонентов гибридов кукурузы

Современное производство гибридных семян кукурузы основывается на совместном выращивании материнского и отцовского компонента, попеременно высеваемых при строго определенных схемах размещения. Оптимально подобранное соотношение родительских форм позволяет обеспечить условия для перекрестного опыления, максимальной реализации их генетического потенциала и максимизировать выход высококачественных семян с единицы площади.

Совокупность экспериментальных опытов, определяющих влияние схем размещения родительских форм на продуктивность участков гибридизации,

охватывают широкий спектр параметров, которые изучались опосредованно – от фенологических и морфологических особенностей растений до элементов структуры урожая.

Результаты современных исследований, в том числе работа В. Venkatesh, S.B. Patil, S.N. Vasudevan и др. (2017), демонстрируют, что разные схемы посева материнского и отцовского компонента (3:1, 4:1, 5:1) простого межлинейного гибрида кукурузы вызывали изменения высоты растений и площади листовой поверхности. При этом, как отмечают авторы, различия между показателями носили случайный характер, что указывает на второстепенную роль пространственного фактора в формировании морфологических параметров родительских форм [189].

Более ранние исследования В.И. Золотова, А.К. Пономаренко, В.А. Запорожченко и др. (1986) свидетельствуют, что сроки наступления основных фенологических фаз (всходы, выметывание метелок, появление нитей початков, полная спелость) материнских и отцовских компонентов простых и двойных межлинейных гибридов кукурузы не зависят от используемых соотношений рядов на участках гибридизации [39].

При этом схема размещения, как один из ключевых параметров технологии выращивания семян гибридов кукурузы, оказывает комплексное влияние на элементы структуры урожая материнских форм. Это подтверждается результатами исследований, проведенных G.S.A. Kumar, T. Ramanappa & R. Siddaraju (2019). Полученные данные указывают на изменение массы, диаметра, длины початка, а также количества рядов и зерен в ряду початка материнской формы простого межлинейного гибрида кукурузы МАН 14-5 под действием разных схем посева. Исследователи отмечали, что наибольшие значения показателей наблюдались при соотношении родительских компонентов 4:2, которое обеспечивало лучшие условия для опыления по сравнению с 3:1, 4:1, 5:1, 5:2. При этом формирование таких параметров, как масса 1000 зерен и количество початков на растении материнских форм гибридов кукурузы не определялось схемой размещения [165].

G. Manjulatha, E. Rajanikanth & D. Sravani (2022), выявив другие закономерности

при изучении технологии выращивания семян простого гибрида Karimnagar Makka-1, установили, что схема размещения родительских форм оказывает влияние на формирование длины початка, количества зерен в ряду, веса зерна с одного початка и массы 1000 зерен материнского компонента. При этом соотношение 5:1 определяло лучшие значения показателей в сравнении с 3:1, 4:1. В то же время, диаметр початка, число рядов зерен и масса початка материнских форм, по данным авторов, существенно не изменялись при разных схемах посева [169].

Экспериментальные данные, полученные V. Sharma, A. Bhushan, D. Kumar и др. (2020), свидетельствуют о том, что увеличение количества рядов материнского компонента по отношению к отцовскому способствует повышению уровня бесплодных растений при выращивании семян простого межлинейного гибрида кукурузы. Авторы отмечали, что лучшие показатели числа початков на одном растении и количества зерен в початке материнских форм наблюдались при схеме размещения 2:1, а массы 1000 зерен – при 3:1 [180].

Исследования S. Ruiz-Ramírez, L.X. Zelaya-Molina, I.F. Chávez-Díaz и др. (2023) также подтверждают тенденцию увеличения массы 1000 зерен материнских компонентов при большем соотношении родительских форм гибридов кукурузы, что согласуется с выявленной ранее закономерностью [176].

Эти наблюдения согласуются с данными, полученными в более ранних работах других авторов. В частности, по мнению И.С. Прокапало и П.И. Алещенко (1971), повышение массы 1000 зерен при увеличении соотношения родительских форм гибридов кукурузы обусловлено снижением качества опыления на участках гибридизации, которое приводит к худшей озерненности початков материнских компонентов. В результате некоторого уменьшения количества зерен, особенно на верхушках початков, они лучше развиваются и становятся сравнительно более крупными [89].

Аналогичные выводы были сделаны в работе J. Martinčić, V. Guberac & S. Marić (1997) при изучении элементов технологии выращивания семян простых межлинейных гибридов в Осиеке (Хорватия). Авторы отмечают, что существенно лучшие показатели числа зерен в ряду и озерненности початков наблюдались на

первых рядах материнских форм [171].

Н.О. Пащенко и Т.К. Лобко (2023), анализируя данные многолетних опытов, установили, что степень оплодотворения снижается по мере удаления родительских компонентов гибридов друг от друга. Результаты подтверждают, что расстояние между рядами материнской и отцовской формы не должно превышать 2,1 м. Такое размещение достигается использованием схемы посева 6:2, при которой озерненность початков составляет более 80 % [139].

А.Н. Камышов (1987) также подчеркивал, что по мере удаления материнского компонента от рядов опылителя процент завязывания семян снижается. Однако, по мнению автора, этот процесс происходит не прямо пропорционально расстоянию, а скачкообразно, что связано с хаотическим перемещением пыльцы ветром [46].

И.А. Ткачев (1967) исследовал несколько схем размещений (2:1, 2:2, 3:2, 4:2, 6:3) родительских компонентов двойного межлинейного гибрида кукурузы. По данным автора, полученные семена со средних рядов (2, 3 или 2, 3, 4, 5) материнской формы обладали худшими посевными качествами, а именно имели меньший зародыш и вес зерен, низкую энергию прорастания, силу роста и полевую всхожесть. Как следствие, использование такого семенного материала приводило к получению гибридных растений с пониженной жизнеспособностью, дающих меньший урожай товарного зерна кукурузы [109].

Аналогичные результаты были получены В. Marinković & J. Crnobarac (2006) в отношении продуктивности. Анализ экспериментальных данных показал, что максимальная урожайность формировалась на растениях материнских форм, расположенных в непосредственной близости от опылителя. При этом статистически значимых различий между показателями продуктивности второго и третьего рядов выявлено не было [170].

M.D. Culy, C.R. Edwards & J.R. Cornelius (1991) отмечали, что изменение расстояния между растениями материнской формы и источником пыльцы оказывает влияние не только на продуктивность, но и на фракционный состав выращенных семян гибридов кукурузы. По данным авторов, увеличение

дистанции между родительскими компонентами приводит к снижению доли крупных и средних плоских, а также верхушечных зерен и повышению процента средних круглых семян [148].

Д. Селакович, З. Видойкович, З. Хойка и др. (2004) наблюдали аналогичную динамику изменения фракционного состава зерен, подчеркивая, что улучшение условий опыления путем подбора оптимальной схемы размещения способствует повышению продуктивности и увеличению доли плоских по отношению к круглым семенам материнских форм гибридов кукурузы [91].

Рассмотренные закономерности обусловлены прежде всего изменением концентрации и распределения пыльцы отцовского компонента в зависимости от выбранного соотношения рядов родительских форм гибридов кукурузы. Согласно данным В.И. Золотова, А.Н. Камышова (1989), ее распространение на участках гибридизации происходит неравномерно. При этом непосредственно вблизи от опылителя (0,7–1,4 м) наблюдается концентрация пыльцы в 3–4 раза выше, чем при удалении на 4,2 м [38].

Как отмечал D.L. Beck (2002), поскольку семенную продукцию формируют исключительно материнские растения, оптимальная схема посева должна обеспечивать баланс между минимально необходимым количеством отцовских рядов и достаточной пыльцевой продуктивностью для полноценного опыления [144].

По мнению Л.С. Анохина (1966), увеличение выхода гибридных семян кукурузы происходит до определенной величины соотношения родительских компонентов, после которого наблюдается снижение значений показателя [3].

Ф. Виличку, Н. Спицина, Г. Аббасов и др. (1990) также подчеркивали, что повышение продуктивности участков гибридизации кукурузы возможно за счет увеличения рядов материнской формы по отношению к отцовской. При этом, как отмечают авторы, возрастает риск плохого опыления, особенно в условиях стресса, вызванного обильными осадками или воздушной засухой во время цветения. По мнению исследователей, подбор оптимальной схемы размещения необходимо проводить для каждой гибридной комбинации индивидуально [17].

Фактическое соотношение рядов родительских компонентов гибридов

кукурузы, по мнению J.F. MacRobert, P.S. Setimela, J. Gethi и др. (2014), определяется преимущественно количеством производимой пыльцы, размером и высотой расположения метелок относительно початков материнских растений [166].

По мнению S.K. Kim, J.G. Kling & G.K. Weber (1999), схема размещения зависит от нескольких факторов, важными из которых являются тип гибрида и пыльцевая продуктивность отцовской формы. Исследователи указывают, что наиболее подходящим соотношением родительских компонентов при выращивании семян простых межлинейных гибридов кукурузы является 2:1, трехлинейных и простых модифицированных – 4:2, двойных межлинейных – 6:2 или 8:2 [162].

M. Malešević, S. Denčić, N. Pržulj и др. (2011) отмечали, что используемые схемы размещения 4:2, 4:1 в производстве семян простых межлинейных гибридов кукурузы обеспечивают лучшие условия для опыления материнской формы. Авторы подчеркивали, что соотношение рядов 6:2 может применяться при выращивании семян простых межлинейных и модифицированных, а также трехлинейных гибридов при условии, что отцовский компонент является хорошим опылителем, который отличается высокой пыльцевой продуктивностью и способностью к продолжительному образованию пыльцы [167].

И.И. Фрунзе и И.В. Гарбур (2014) для производства семян двойных межлинейных и сложных гибридов кукурузы предложили схемы посева с большим количеством рядов материнской формы 9:3, 12:4, 18:6. Соотношение 8:4, по данным авторов, следует применять на участках гибридизации простых межлинейных и модифицированных, а также трехлинейных форм. В случае высокой пыльцевой продуктивности их отцовского компонента, количество его рядов необходимо сократить в пользу материнского с чередованием 9:3 [120].

Как отмечали В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, В.Н. Багринцева и др. (2020), на участках гибридизации кукурузы для товарного использования наиболее распространенным соотношением является 12:4, а при низкой пыльцеобразовательной способности отцовской формы – 8:4. На участках размножения стерильных аналогов и при выращивании семян простых межлинейных гибридов следует использовать схему размещения 6:2. При низкой пыльцеобразовательной способности отцовского

компонента количество рядов материнской формы сокращают до четырех [99].

R.D. Wych (1988) также отмечал, что соотношение 6:2 ограничено применяется при выращивании семян простых гибридов кукурузы, преимущественно с использованием отцовских форм, характеризующихся высокой пыльцевой продуктивностью [193].

В.С. Циков (2003) указывал, что при выборе оптимальной схемы размещения родительских компонентов гибридов кукурузы необходимо учитывать не только пыльцеобразовательную способность, но и почвенно-климатические условия, совпадение сроков цветения, техническую оснащенность предприятий [124].

А.Н. Воронин, М.В. Клименко, Т.В. Бирюкова и др. (2017) считали, что соотношение рядов материнской и отцовской формы на участках гибридизации определяется не столько пыльцевой продуктивностью, сколько температурным режимом и влагообеспеченностью в период вегетации кукурузы [23].

По мнению Д.Ф. Томашевского (1970), В.М. Оруджева, А.Т. Казиева и Н.О. Маммедовой (2017), в районах достаточного увлажнения с целью более эффективного использования уборочных машин и повышения урожайности семян на участках гибридизации кукурузы и размножения стерильных аналогов применяют схемы размещения 6:2, 6:3, 9:3, 8:4 [83; 113].

Согласно данным, полученным D. Selaković, Z. Hojka, M. Filipović и др. (2007) по результатам изучения технологии выращивания семян сложного позднеспелого гибрида ZPSC 677 в условиях Земун Поле (Сербия), наибольшая продуктивность родительских форм обеспечивалась чередованием рядов 2:1 на богаре, 4:2 – при орошении [179].

В.И. Жужукин (2002) установил, что в условиях орошения участков гибридизации кукурузы оптимальной схемой посева материнского и отцовского компонента является 12:4. По данным автора, снижение урожайности не наблюдается при соотношении 6:2, которое, однако, менее удобно технологически. Выращивание гибридных семян кукурузы с использованием схем размещения 4:2, 8:4 в значительной степени снижает валовой сбор семян вследствие меньшей площади, занимаемой материнской формой, по сравнению с

чередованием рядов 6:2, 12:4 [35].

Р.В. Ласкин, Т.Р. Толорая и В.Ю. Пацкан (2016) также указывали на то, что соотношение 12:4 при выращивании семян двойного межлинейного гибрида кукурузы Краснодарский 385 МВ оказалось наиболее эффективным в технологическом и экономическом смысле. При этом авторы подчеркивали, что большая рентабельность производства посевного материала среднераннего простого межлинейного гибрида Краснодарский 206 МВ и простого модифицированного гибрида Краснодарский 291 АМВ наблюдалась при схеме размещения материнской и отцовской формы 6:2 [64].

В некоторых публикациях встречаются альтернативные подходы к пространственной организации посевов при выращивании семян гибридов кукурузы первого поколения. Так, А.С. Требисовский (1987) изучал возможность всевания отцовской формы в междурядья материнского компонента гибрида П 3978 М при различных схемах размещения (2:1, 3:1, 4:1). Результаты исследований показали, что применение такого подхода позволяет увеличить выход гибридных семян на 13,3–24,9 % по сравнению с соотношением 6:2, что обусловлено оптимизацией использования посевной площади [114].

В опытах А. Пуцарич (1984) также отмечалось преимущество модифицированного способа размещения родительских форм на участках гибридизации. Установлено, что соотношения 2:1, 4:2 с всеванием отцовского компонента в междурядья материнского способствовало увеличению продуктивности при сравнении со стандартным чередованием рядов 6:2. Такой способ размещения, по мнению автора, можно применять на участках гибридизации с одновременным посевом родительских форм и использованием гербицидов [90].

Данные Ж.М. Запорожець (2005) подтвердили, что применение соотношения 3:1 с всеванием опылителя в междурядья материнского компонента способствовало увеличению доли растений, не сформировавших метелки, по сравнению с традиционным чередованием рядов 6:2. При этом выращивание семян трехлинейного гибрида кукурузы методом нулевой отцовской формы оказалось менее эффективным, чем простого межлинейного. Автор объяснял это тем, что

материнскому компоненту трехлинейного гибрида (простому межлинейному гибриду Мир М) необходима большая площадь питания, которая может быть обеспечена только при классическом чередовании рядов 6:2 [138].

Т.Р. Толорая (2000), сравнивая семенную продуктивность участков гибридизации при схеме размещения 4:2 и соотношениях 12:4, 12:5 с всеванием отцовского компонента в 1, 3, 7, 9 и 1, 3, 5, 7, 9 междурядья материнского соответственно, установил, что выращивание семян среднепозднего простого межлинейного гибрида Краснодарский 362 ТВ при классическом чередовании рядов оказалось более продуктивным, чем альтернативное размещение. В то же время соотношение 12:4 с всеванием отцовской формы в междурядья материнского компонента среднепозднего трехлинейного гибрида Краснодарский 427 СВ приводило к существенному повышению продуктивности при густоте стояния опылителя 30 тыс. шт./га. Наибольшая прибавка урожайности получена на участках гибридизации раннеспелого простого межлинейного гибрида Коллективный 220 МВ при альтернативных схемах размещения 12:4, 12:5 с наиболее эффективным использованием посевной площади. Несмотря на это, исследователь отмечал слабую приспособленность таких схем к условиям производства ввиду отсутствия машин для механизированного выкашивания рядов отцовской формы [110].

Анализ исследований свидетельствует о недостаточной изученности вопроса подбора оптимальных схем размещения родительских форм на участках гибридизации кукурузы, особенно в отношении современных гибридных комбинаций. Большинство имеющихся экспериментальных данных охватывают ограниченный набор материнских и отцовских компонентов, испытания которых проводились в отдельных почвенно-климатических зонах, не отражающих всего разнообразия районов выращивания семян.

Особую актуальность сохраняет разработка адаптивных схем посева, учитывающих как генотипические особенности родительских форм гибридов кукурузы, так и условия среды. Необходимость дальнейших комплексных исследований прежде всего обусловлена постоянным обновлением гибридного материала и изменениями климата в регионах производства семян кукурузы.

2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Почвенно-климатические условия места проведения исследования

Центрально-Черноземный экономический район является одним из наиболее значимых регионов страны в отношении производства сельскохозяйственной продукции. В его состав входят пять субъектов – Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая и Тамбовская области. Общая площадь земель ЦЧР составляет порядка 16,79 млн га, из них 13,33 млн га заняты сельскохозяйственными угодьями, представленными пашнями (10,32 млн га), пастбищами (2,21 млн га) и сенокосами (0,57 млн га). Лесные массивы и древесно-кустарниковая растительность занимают 1,52 и 0,48 млн га соответственно [53].

На основании агроклиматических особенностей и структуры почвенного покрова Воронежская область подразделяется на две основные зоны – лесостепную (северную) и степную (южную). Лесостепная зона включает северо-западную, центральную и восточную микрозоны, тогда как степная представлена юго-восточной и юго-западной микрозонами [94].

Климат Воронежской области характеризуется как умеренно континентальный с выраженной сезонностью, проявляющейся в жарком летнем периоде и холодной зиме. Наибольшее количество атмосферных осадков (65–70 % от годовой суммы) выпадает в теплый сезон с апреля по октябрь. При этом их среднегодовая сумма значительно изменяется, уменьшаясь в направлении с северо-запада на восток и юго-восток, и находится в диапазоне от 520–550 мм (Воронеж, Нижнедевицк) до 430–450 мм (Поворино, Россошь, Кантемировка) [131].

Среднегодовая температура воздуха на севере области находится в пределах 4,6–5,6 °С, а на юге – 6,9–7,0 °С. В июле наблюдаются наиболее высокие значения, которые достигают 19,6–20,6 °С на северо-западе и 21,0–21,8 °С в восточных и южных районах. Средняя продолжительность безморозного периода различна для северной и южной части области и составляет 142–157 и 155–168 дней соответственно. При этом в течение теплого сезона (за исключением июля) сохраняется вероятность возникновения заморозков [131].

Воронежская область характеризуется выраженной зональностью условий среды, что позволяет выделить три агроклиматических района. Сумма активных температур выше 10 °С последовательно возрастает с 2400–2600 °С на северо-западе до 2800–2900 °С на юге, сопровождаясь снижением гидротермического коэффициента увлажнения с 1,0–1,1 до значений ниже 0,9. Центральные и северо-восточные районы занимают промежуточное положение с показателями 2600–2800 °С при ГТК = 0,9–1,1 [1].

Почвенный покров Воронежской области отличается выраженной зональностью. В западных и северо-западных районах преобладают выщелоченные черноземы, формирующие комплекс с типичными среднemosными черноземами. Юго-восточнее и южнее широко распространены типичные черноземы, которые занимают около половины территории региона. К югу наблюдается постепенная смена почвенного покрова – доминирующее положение занимают обыкновенные черноземы (около 40 % территории). На юге и юго-востоке области преобладают южные черноземы в комплексе с маломощными обыкновенными черноземами [2].

2.2 Агрометеорологические условия в годы проведения исследования

Воронежский филиал ФГБНУ ВНИИ кукурузы расположен в лесостепной части Центрально-Черноземного региона. Климатические условия в годы проведения опытов значительно различались как по месяцам, так и по декадам (Таблицы 1–2, Рисунки 1–2).

Метеорологические условия 2022 года характеризовались значительными отклонениями суммы выпавших осадков (374,7 мм) от многолетних показателей (273,4 мм). Начало вегетационного периода сопровождалось дефицитом тепла, особенно выраженным в первой декаде мая, когда средняя температура воздуха оказалась ниже нормы на 4,3°С и составила +10,0°С. Сумма осадков в течение трех суток декады составляла 6,1 мм, что соответствовало 50,4 % нормы. В последующих декадах сохранялся пониженный температурный фон с отклонениями от среднемноголетних значений на 3,0 и 4,8°С соответственно. При

этом осадки распределялись неравномерно, наибольшая их сумма отмечалась в третьей декаде мая (17,9 мм), несколько меньшая – во второй (12,9 мм). Прохладные условия месяца в сочетании с недостаточным увлажнением увеличивали срок прорастания семян родительских форм гибридов кукурузы.

Таблица 1 – Средняя температура воздуха в годы проведения исследования (по данным метеостанции № 34123 Воронеж)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С				Отклонение от среднемноголетней, °С		
		Год			Средне-многолетняя	Год		
		2022	2023	2024		2022	2023	2024
Май	I	10,0	10,2	10,9	14,3	-4,3	-4,1	-3,4
	II	12,3	16,1	11,2	15,3	-3,0	+0,8	-4,1
	III	13,0	17,7	19,3	17,8	-4,8	-0,1	+1,5
	месяц	11,8	14,8	14,0	15,9	-4,1	-1,1	-1,9
Июнь	I	19,2	17,4	22,1	17,6	+1,6	-0,2	+4,5
	II	20,2	17,5	22,4	19,4	+0,8	-1,9	+3,0
	III	22,0	17,6	19,8	20,4	+1,6	-2,8	-0,6
	месяц	20,5	17,5	21,5	19,1	+1,4	-1,6	+2,4
Июль	I	23,0	21,8	25,1	20,5	+2,5	+1,3	+4,6
	II	19,8	19,1	25,5	22,2	-2,4	-3,1	+3,3
	III	20,1	20,7	21,0	22,2	-2,1	-1,5	-1,2
	месяц	20,9	20,5	23,8	21,6	-0,7	-1,1	+2,2
Август	I	22,8	23,7	20,2	21,6	+1,2	+2,1	-1,4
	II	22,8	23,4	20,5	21,5	+1,3	+1,9	-1,0
	III	24,4	18,0	24,5	19,1	+5,3	-1,1	+5,4
	месяц	23,4	21,6	21,8	20,7	+2,7	+0,9	+1,1
Сентябрь	I	11,5	16,7	20,1	16,6	-5,1	+0,1	+3,5
	II	12,8	14,9	19,8	14,3	-1,5	+0,6	+5,5
	III	11,5	16,6	16,1	12,1	-0,6	+4,5	+4,0
	месяц	11,9	16,1	18,7	14,4	-2,5	+1,7	+4,3
За вегетационный период		17,7	18,1	20,0	18,3	-0,6	-0,2	+1,7

Оптимальные условия для образования и роста вегетативных органов растений кукурузы создаются при температуре от +16,0 до +20,0 °С, что соответствовало среднемесячным показателям июня (+20,5 °С). При этом увлажнение происходило неравномерно – наибольшее количество выпавших осадков наблюдалось во второй декаде (30,3 мм), а наименьшее – в первой (17,4 мм) и третьей (2,4 мм). Температурный режим июля незначительно отличался от среднемноголетних значений на 0,7 °С в меньшую сторону. Первая декада месяца характеризовалась дефицитом увлажнения (1,0 мм), который был компенсирован в последующие декады (120,6 мм), что благоприятно воздействовало на растения родительских форм гибридов кукурузы в критическую фазу развития от момента выметывания до цветения початков.

Выпадавшие осадки августа отличались неравномерностью распределения на протяжении месяца с минимальными значениями в третью (0,9 мм) и первую (5,7 мм) декады и максимальными – во вторую (24,4 мм). Среднесуточная температура воздуха сентября составляла +11,9 °С при норме +14,4 °С. Сумма выпавших осадков за месяц превышала среднемноголетние показатели на 84,8 мм (гидротермический коэффициент увлажнения составлял 4,3), что создавало менее благоприятные условия для потери влаги зерном родительских форм гибридов.

Последующий 2023 г. отличался неоднородностью распределения тепла и осадков. Первая декада мая характеризовалась пониженными температурами (+10,2 °С при норме +14,3 °С) и недостаточностью увлажнения (1,5 мм). Дефицит влаги сохранялся до второй декады месяца с полным отсутствием осадков, компенсация влагообеспеченности произошла лишь в третьей декаде (30,1 мм). Увлажнение и оптимальный тепловой режим этих периодов со среднесуточной температурой +16,1 и +17,7 °С способствовали прорастанию и получению дружных всходов родительских форм гибридов.

Июнь характеризовался близким к оптимальным температурным показателям (+17,5 °С), однако распределение осадков оставалось крайне неравномерным. Наибольшее увлажнение отмечалось в третьей декаде (73,3 мм), тогда как в первую и вторую декады составляло 26,7 и 9,1 мм соответственно.

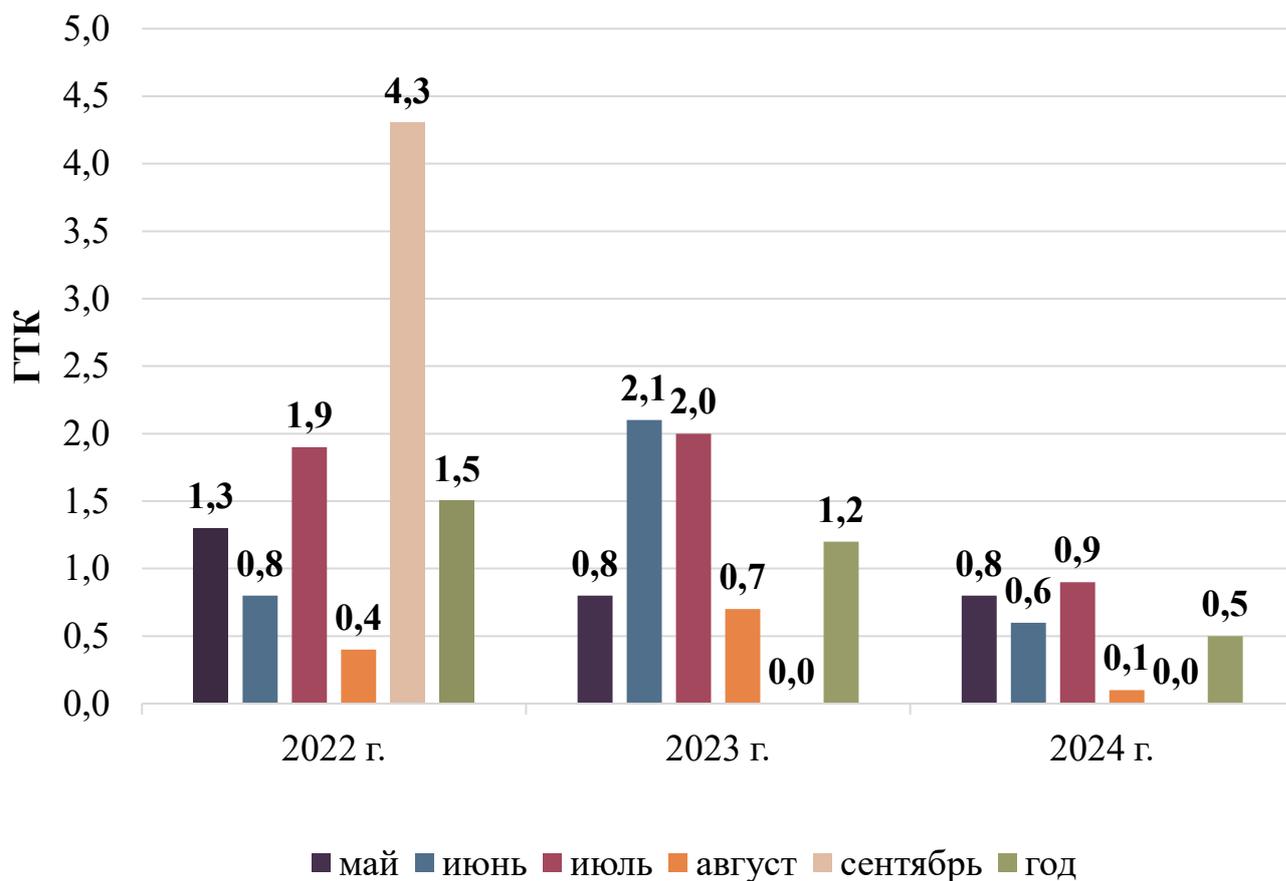


Рисунок 1 – Показатели гидротермического коэффициента увлажнения по месяцам в годы проведения исследования (по данным метеостанции № 34123 Воронеж)

Критический период роста и развития родительских форм гибридов кукурузы в июле-августе проходил в благоприятных условиях. Этому способствовало оптимальное сочетание температурного режима (+20,5 и +21,6 °С соответственно) и обильного увлажнения (173,3 мм).

Среднемесячная температура воздуха в сентябре составляла +16,1 °С при норме +14,4 °С. Месяц отличался практически полным отсутствием выпавших осадков (1,1 мм), что не повлияло на продуктивности родительских форм гибридов кукурузы вследствие завершения налива зерна.

Метеорологические условия 2024 г. отличались повышенным температурным режимом в сочетании с низкой влагообеспеченностью. Первая декада мая характеризовалась нормальным увлажнением (17,3 мм), а во вторую и третью декаду наблюдалось резкое сокращение осадков (5,4 и 5,0 мм соответственно). Прохладное начало месяца и последующий дефицит влаги на

фоне повышенных температур задерживали прорастание семян и развитие растений родительских форм гибридов кукурузы.

Таблица 2 – Сумма осадков в годы проведения исследования (по данным метеостанции № 34123 Воронеж)

Месяц	Декада	Сумма осадков, мм				Отклонение от среднемноголетней, мм		
		Год			Средне– многолетняя	Год		
		2022	2023	2024		2022	2023	2024
Май	I	6,1	1,5	17,3	12,1	–6,0	–10,6	+5,2
	II	12,9	0,0	5,4	24,8	–11,9	–24,8	–19,4
	III	17,9	30,1	5,0	11,0	+6,9	+19,1	–6,0
	месяц	36,9	31,6	27,7	47,9	–11,0	–16,3	–20,2
Июнь	I	17,4	26,7	6,0	20,4	–3,0	+6,3	–14,4
	II	30,3	9,1	21,0	22,2	+8,1	–13,1	–1,2
	III	2,4	73,3	11,6	21,7	–19,3	+51,6	–10,1
	месяц	50,1	109,1	38,6	64,2	–14,1	+44,9	–25,6
Июль	I	1,0	59,1	14,5	19,8	–18,8	+39,3	–5,3
	II	43,7	4,8	17,6	23,1	+20,6	–18,3	–5,5
	III	76,9	60,2	35,3	15,2	+61,7	+45,0	+20,1
	месяц	121,6	124,1	67,4	58,1	+63,5	+66,0	+9,3
Август	I	5,7	12,5	9,2	20,6	–14,9	–8,1	–11,4
	II	24,4	21,0	0,0	16,6	+7,8	+4,4	–16,6
	III	0,9	15,7	0,0	15,6	–14,7	+0,1	–15,6
	месяц	31,0	49,2	9,2	52,8	–21,8	–3,6	–43,6
Сентябрь	I	8,4	0,5	0,0	16,7	–8,3	–16,2	–16,7
	II	78,5	0,0	0,0	20,2	+58,3	–20,2	–20,2
	III	48,2	0,6	0,0	13,5	+34,7	–12,9	–13,5
	месяц	135,1	1,1	0,0	50,3	+84,8	–49,2	–50,3
За вегетационный период		374,7	315,1	142,9	273,4	+101,3	+41,7	–130,5

Показатели температуры воздуха как первой, так и второй декады июня превышали среднемноголетние значения на 4,5 и 3,0 °С соответственно.

Наблюдался критический дефицит влагообеспеченности на протяжении всего месяца. Сумма выпавших осадков составила 38,6 мм при норме 64,2 мм. Среднее значение гидротермического коэффициента июня составляло 0,6. Совокупное действие недостаточного увлажнения и повышенных температур создавало неблагоприятные условия для роста вегетативных и закладки генеративных органов родительских форм гибридов кукурузы.

Тепловой режим июля и августа превышал среднемноголетние показатели на 2,2 и 1,1 °С соответственно. Наиболее критическая фаза развития родительских форм гибридов кукурузы сопровождалась значительным дефицитом увлажнения. Сумма выпавших осадков за два месяца составила 76,6 мм при норме 110,9 мм, что в дальнейшем отразилось на озерненности початков и урожайности.

Сентябрь характеризовался повышенной среднесуточной температурой воздуха на уровне 18,7 °С при норме 14,4 °С. Месяц отличался абсолютным отсутствием выпавших осадков по декадам.

Таким образом, анализ метеорологических условий за трехлетний период показал, что 2022 и 2023 гг. характеризовались как относительно благоприятные для роста и развития родительских форм гибридов кукурузы. Средние значения гидротермического коэффициента увлажнения составляли 1,5 и 1,2 соответственно. Показатели температурного режима находились незначительно ниже нормы или в ее пределах, а осадки, несмотря на неравномерное распределение, обеспечивали достаточную влагообеспеченность. В 2024 г. условия складывались менее благоприятно (ГТК = 0,5), отличаясь повышенными среднесуточными температурами и выраженным дефицитом осадков, особенно в критическую фазу развития растений. Наблюдаемая динамика свидетельствует о существующих климатических рисках, связанных с недостаточным увлажнением, которые необходимо учитывать при возделывании кукурузы как на семенные, так и на товарные цели.

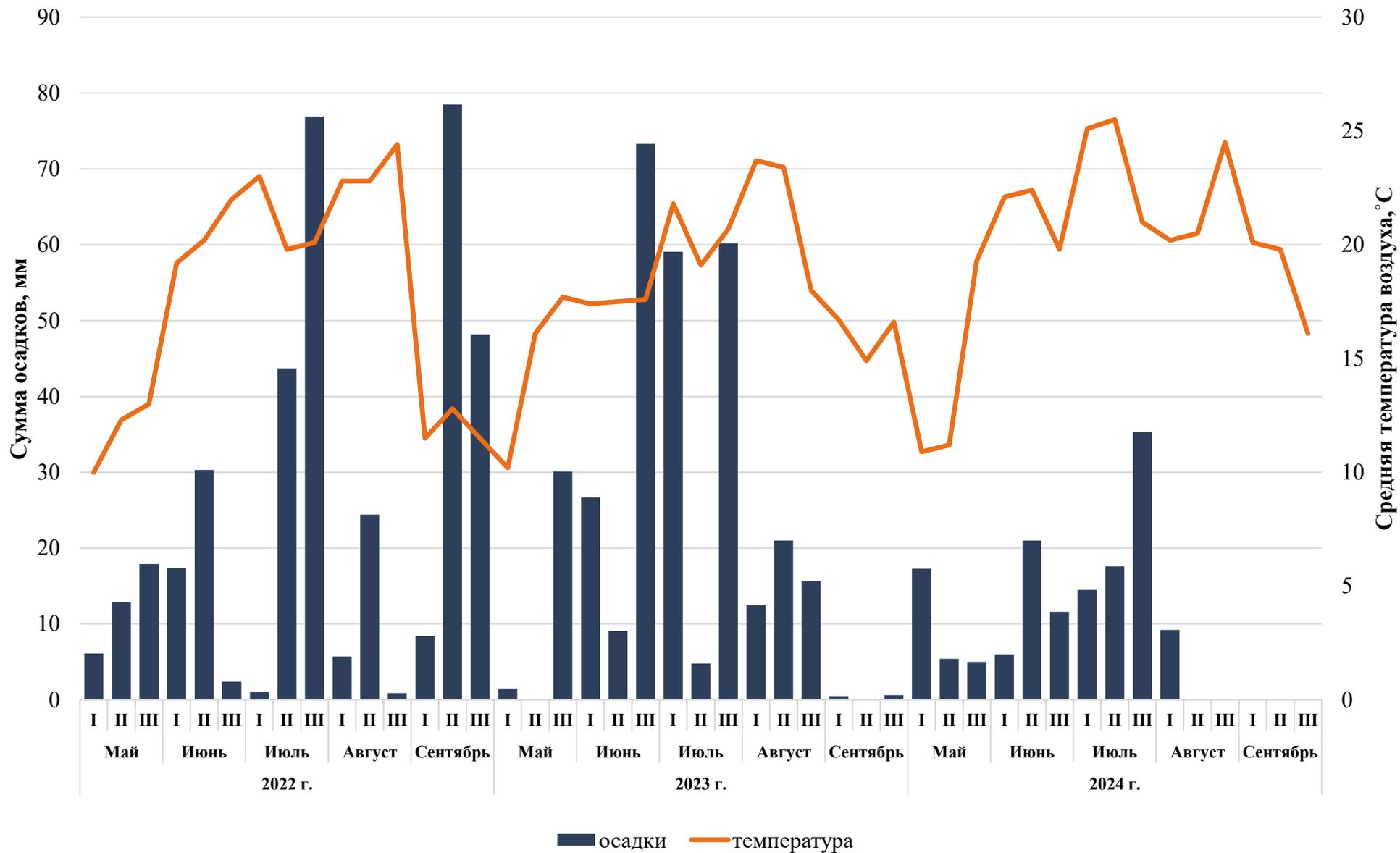


Рисунок 2 – Подекадная средняя температура воздуха и сумма осадков в 2022–2024 гг.

2.3 Методика исследования

Диссертационное исследование проведено на базе Воронежского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы» (Воронежская область, Хохольский район) в течение 2022–2024 гг.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным, среднесиловым, глинистым. Содержание гумуса в пахотном слое (0–20 см), по данным агрохимического анализа, находится в диапазоне 5,1–5,4 % (по Тюрину). Обеспеченность подвижными формами питательных веществ по фосфору – средняя ($P_2O_5 = 80$ мг/кг), по калию – высокая ($K_2O = 126$ мг/кг). Содержание токсических элементов не превышает предельно допустимых концентраций по свинцу (11,1–12,3 мг/кг), кадмию (0,16–0,18 мг/кг), ртути (0,014–0,017 мг/кг) и меди (15,8–16,9 мг/кг). По степени кислотности в солевой вытяжке почвы характеризуются как слабокислые ($pH = 5,0–5,3$).

Закладку опытов, наблюдения и учеты проводили в соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой» и «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [67; 69].

Опыт представлен в виде отдельных шести участков гибридизации на поле, занятом подсолнечником, с соблюдением пространственной изоляции не менее 300 м [70]. Общая площадь каждого блока опыта составляла 529,2 м², учетных делянок – 16,8 и 25,2 м² при схемах посева материнских и отцовских форм 4:2 и 6:2 соответственно. Размещение вариантов опыта – систематическое, повторность – 3-кратная.

Схема опыта включала в себя следующие варианты.

Фактор А – родительские формы раннеспелых гибридов кукурузы разных сроков посева.

1. Посев отцовской формы в фазе 2 листьев материнского компонента:

- Воронежский 130 МВ (ПГ 10/45 М × ВК 153-1 МВ);

- Воронежский 135 СВ (ПГ 108/11 С × ВК 153-1 МВ).

2. Одновременный посев родительских форм:

- Воронежский 145 МВ (ПГ 10/45 М × Ф 45 МВ);
- Воронежский 150 СВ (ПГ 108/11 С × ВП 150 ВС).

3. Посев материнской формы в фазе 1 листа отцовского компонента:

- Воронежский 171 СВ (ПГ 108/11 С × М 71 ВС);
- Воронежский 182 МВ (Антей М × Ф 12 МВ).

Фактор В – схема размещения рядов материнских и отцовских форм гибридов кукурузы: 4:2 и 6:2.

Фактор С – густота стояния родительских компонентов гибридов кукурузы: 50 и 70 тыс. растений на гектаре.

Программа исследования предусматривала изучение элементов технологии выращивания семян шести новых раннеспелых гибридов кукурузы, четыре из которых включены в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений (Таблица 3).

Таблица 3 – Статус новых гибридов кукурузы селекции Воронежского филиала ФГБНУ ВНИИ кукурузы

№ п/п	Гибрид	ФАО	Статус гибрида
1	Воронежский 130 МВ	130	Включен в Госреестр РФ в 2023 г.
2	Воронежский 135 СВ	140	Перспективный гибрид
3	Воронежский 145 МВ	150	Включен в Госреестр РФ в 2024 г.
4	Воронежский 150 СВ	150	Включен в Госреестр РФ в 2025 г.
5	Воронежский 171 СВ	170	Перспективный гибрид
6	Воронежский 182 МВ	180	Включен в Госреестр в 2021 г.

Воронежский 130 МВ (Рисунок 3) – раннеспелый (ФАО 130) трехлинейный гибрид кукурузы универсального направления использования, получен путем скрещивания материнского простого гибрида ПГ 10/45 М и отцовской линии ВК 153-1 МВ. Включен в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений по Центральному, Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам

на зерно и силос, а по Северо-Западному и Восточно-Сибирскому – на силос. Растения средней высоты (210–240 см), не кустящиеся. Початок слабо-конической формы длиной 16–18 см. Стержень початка имеет антоциановую окраску средней интенсивности. Число рядов зерен початка составляет 16–18 шт., масса 1000 зерен – 270–290 г. Товарное зерно промежуточной, ближе к кремнистой консистенции. Окраска верхней и нижней части зерна желтая. Выход зерна при обмолоте сырых початков составляет 83–84 %. Устойчивость к полеганию, холодостойкость гибрида хорошая. В естественных условиях устойчив к поражению пузырчатой и пыльной головней, болезням початков, повреждению кукурузным стеблевым мотыльком. Оптимальная густота стояния при достаточной влагообеспеченности – 80–90 тыс. шт./га, при недостаточной – не более 70 тыс. шт./га. Средняя урожайность зерна в Центральном регионе – 4,99 т/га, Волго-Вятском – 6,07 т/га, Западно-Сибирском – 2,56 т/га. Средняя нормализованная урожайность сухого вещества силосной массы в Центральном регионе – 14,1 т/га, Волго-Вятском – 11,1 т/га, Западно-Сибирском – 8,95 т/га, Северо-Западном – 8,31 т/га, Восточно-Сибирском – 11,5 т/га.

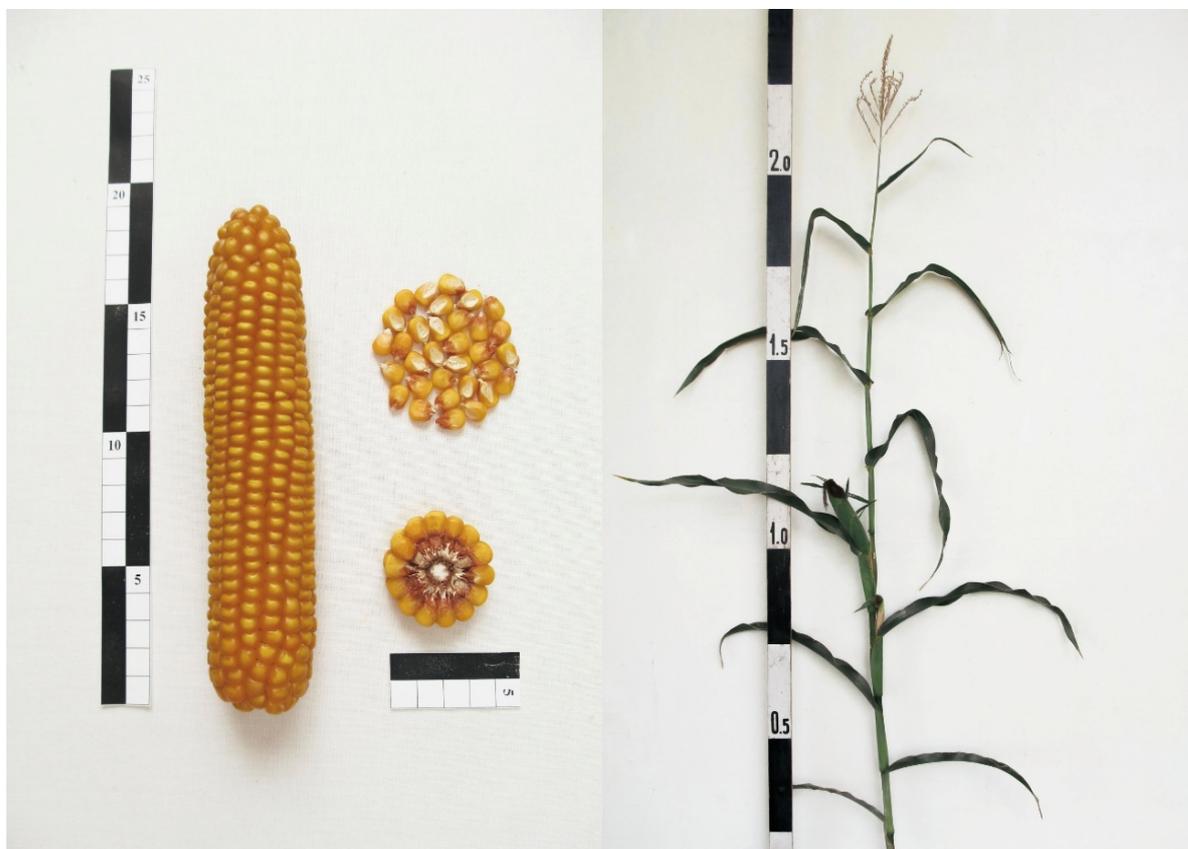


Рисунок 3 – Початок и растение гибрида Воронежский 130 МВ

Воронежский 135 СВ – раннеспелый (ФАО 140) трехлинейный перспективный гибрид кукурузы, получен путем скрещивания материнского простого гибрида ПГ 108/11 С и отцовской линии ВК 153-1 МВ. Растения средней высоты (210–220 см), не кустящиеся. Початок длиной 16–18 см, число рядов зерен початка 14–16 шт., масса 1000 зерен 270–280 г. Выход зерна при обмолоте сырых початков достигает 84–85 %. Устойчивость к полеганию, холодостойкость гибрида хорошая. В естественных условиях устойчив к поражению основными болезнями, отзывчив на внесение удобрений. Оптимальная густота стояния при достаточной влагообеспеченности составляет 80–90 тыс. шт./га, при недостаточной – не более 70 тыс. шт./га. Средняя урожайность зерна в Центрально-Черноземном регионе – 6,01 т/га.

Воронежский 145 МВ (Рисунок 4) – раннеспелый (ФАО 150) трехлинейный гибрид кукурузы, получен путем скрещивания материнского простого гибрида ПГ 10/45 М и отцовской линии Ф 45 МВ. Включен в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений по Центральному и Западно-Сибирскому регионам на зерно. Растения средней высоты (210–250 см), не кустящиеся. Початок слабо-конической формы длиной 16–18 см. Стержень початка имеет антоциановую окраску средней интенсивности, у части початков стержень не окрашен. Число рядов зерен початка составляет 14–16 шт., масса 1000 зерен – 240–260 г. Товарное зерно промежуточной, ближе к кремнистой консистенции. Окраска верхней и нижней части зерна желто-оранжевая. Выход зерна при обмолоте сырых початков достигает 82–84 % (влажность зерна при уборке в среднем – 36,8 %). Устойчивость к полеганию, холодостойкость гибрида хорошая. В естественных условиях устойчив к поражению основными болезнями, отзывчив на внесение удобрений. Оптимальная густота при достаточной влагообеспеченности составляет 80–90 тыс. шт./га, при недостаточной – не более 70 тыс. шт./га. Средняя урожайность зерна в Центральном регионе – 8,86 т/га (максимальная – 9,62 т/га), Западно-Сибирском – 3,16 т/га (максимальная – 5,67 т/га).

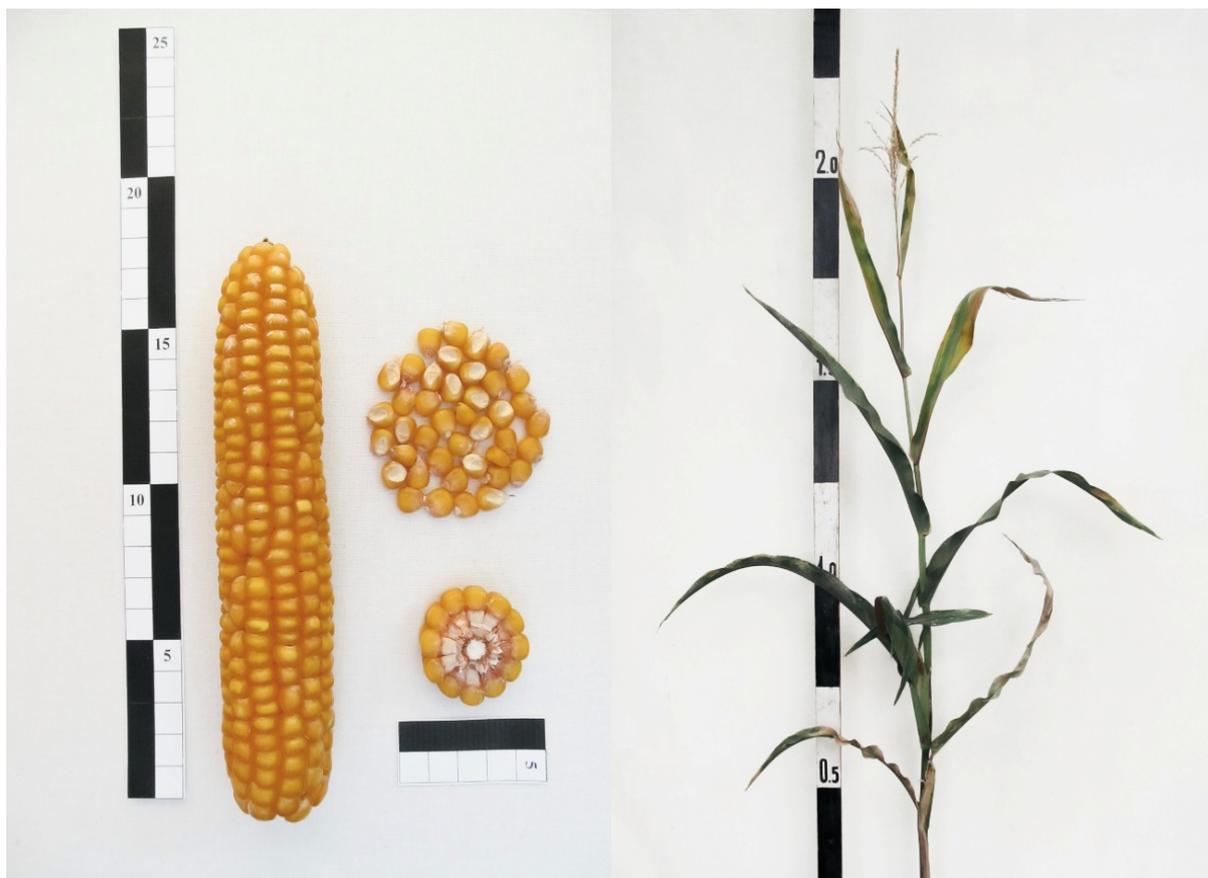


Рисунок 4 – Початок и растение гибрида Воронежский 145 МВ

Воронежский 150 СВ (рис. 5) – раннеспелый (ФАО 150) трехлинейный гибрид кукурузы, получен путем скрещивания материнского простого гибрида ПГ 108/11 С и отцовской линии ВП 150 СВ. Включен в Государственный реестр селекционных достижений по Уральскому, Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам на силос. Растения средней высоты (220–240 см), не кустящиеся. Початок слабо-конической формы длиной 16–18 см. Стержень початка имеет антоциановую окраску средней интенсивности. Число рядов зерен початка 14–16 шт. Масса 1000 зерен 220–240 г. Товарное зерно промежуточной консистенции. Окраска верхней части зерна желтая, нижней – желтооранжевая. Выход зерна при обмолоте сырых початков составляет 83–84 %. Устойчивость к полеганию, холодостойкость гибрида хорошая. Оптимальная густота при достаточной влагообеспеченности составляет 70 тыс. шт./га, при недостаточной – не более 60 тыс. шт./га. Средняя урожайность зерна в Центрально-Черноземном регионе – 8,18 т/га.



Рисунок 5 – Початок и растение гибрида Воронежский 150 СВ

Воронежский 171 СВ – раннеспелый (ФАО 170) трехлинейный перспективный гибрид кукурузы, получен путем скрещивания материнского простого гибрида ПГ 108/11 С и отцовской линии М 71 ВС. Растения средней высоты (220–230 см), не кустящиеся. Початок длиной 17–18 см, число рядов зерен початка 14–16 шт., масса 1000 зерен 220–240 г. Выход зерна при обмолоте сырых початков составляет 84–85 %. Устойчивость к полеганию, холодостойкость гибрида хорошая. Оптимальная густота при достаточной влагообеспеченности составляет 70 тыс. шт./га, при недостаточной – не более 50–60 тыс. шт./га. Средняя урожайность зерна в Центрально-Черноземном регионе – 6,83 т/га.

Воронежский 182 МВ (рис. 6) – раннеспелый (ФАО 180) трехлинейный гибрид кукурузы, получен путем скрещивания материнского простого гибрида Антей М и отцовской линии Ф 12 МВ. Включен в Государственный реестр

селекционных достижений по Центральному, Центрально-Черноземному и Средневолжскому регионам на зерно. Растения средней высоты (230–240 см), не кустящиеся. Початок слабо-конической формы длиной 17–20 см. Стержень початка имеет антоциановую окраску средней интенсивности, у части початков стержень не окрашен. Число рядов зерен початка – 16–18 шт., масса 1000 зерен – 260–270 г. Товарное зерно зубовидной консистенции. Окраска верхней части зерна желтовато-белая, нижней – желтая. Выход зерна при обмолоте сырых початков достигает 83–85 %. Устойчивость к полеганию, засухоустойчивость гибрида хорошая. В естественных условиях устойчив к поражению основными болезнями и вредителями, отзывчив на внесение удобрений. Оптимальная густота при достаточной влагообеспеченности составляет 70 тыс. шт./га, при недостаточной – не более 55-60 тыс. шт./га. Средняя урожайность зерна в Центральном регионе – 8,93 т/га, Центрально-Черноземном – 7,27 т/га, Средневолжском – 8,19 т/га.



Рисунок 6 – Початок и растение гибрида Воронежский 182 МВ

Технология выращивания семян гибридов кукурузы первого поколения – общепринятая для Центрально-Черноземного региона. Предшественником родительских форм на участках гибридизации являлся ячмень. Основная обработка включала в себя лущение стерни на глубину 5–6 см сразу после уборки предшественника агрегатом Т-150К + ЛДГ-12Б. Осенью вносили нитроаммофоску ($N_{64}P_{64}K_{64}$) разбрасывателем минеральных удобрений МВУ-900 под вспашку на глубину 25–27 см плугом ПЛН-5-35.

В весенний период при достижении физической спелости почвы проводили боронование (Т-150К + СГБП-15) для закрытия влаги. Последующее внесение почвенного гербицида Фронтьер Оптима, КЭ (1,2 л/га) проводили агрегатом Беларусь-1221.3 + ОП-18-2500. Предпосевную культивацию на глубину 10–12 см осуществляли с помощью КСОГ-5.

Посев проводили вручную кукурузными сажалками в разные сроки, первый из которых при прогревании почвы на глубине заделки семян до 10 °С. Для совмещения сроков цветения отцовские формы гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 135 СВ высевали при наступлении фазы 2 листьев материнских компонентов на участках гибридизации. Посев материнских форм гибридов Воронежский 171 СВ и Воронежский 182 МВ осуществляли в фазе 1 листа отцовских компонентов.

Участки гибридизации обрабатывали послевсходовым гербицидом Франкорн, КС (0,2 л/га) в фазе 3–6 листьев растений кукурузы с целью защиты от сорной растительности.

Густоту стояния растений материнского и отцовского компонента на уровне 50 и 70 тыс. шт./га формировали вручную в фазе 4–5 листьев и подсчитывали непосредственно перед уборкой.

Междурядную культивацию проводили в фазе 7–8 листьев агрегатом Беларусь 82.1 + КРН-5,6. Отцовский компонент на участках гибридизации удаляли спустя неделю после окончания цветения метелок навесными дисками.

Уборку проводили поделяночно вручную с последующим взвешиванием початков электронными весами. Влажность зерна при уборке определяли

влажномером Wile 55 с 3-кратным измерением показателя каждого образца. Фактическая урожайность зерна приведена к базовому значению 14 % влажности.

Среди элементов структуры продуктивности выделяли количество початков на 100 растений, длину и диаметр початка, число рядов и зерен в ряду початка, выход зерна и массу 1000 зерен.

В ходе проведения исследования отмечали даты наступления следующих фенологических фаз: всходы, цветение метелок и початков родительских форм гибридов кукурузы.

Основные биометрические показатели, среди которых высота растений и уровень прикрепления початка, диаметр стебля, площадь листовой поверхности, длина главной оси метелки и нижней боковой веточки, количество веточек I и II порядка метелки, определяли по десяти закрепленным растениям на каждой делянке.

Высоту растений и уровень прикрепления початка материнских и отцовских форм гибридов измеряли после цветения при достижении завершенности ростовых процессов. Площадь листовой поверхности определяли путем умножения наибольшей ширины листа на его длину и на коэффициент 0,75.

Математическую обработку полученных экспериментальных данных выполняли методом многофакторного дисперсионного анализа в соответствии с методикой, изложенной Б.А. Доспеховым, с определением $НСР_{05}$, используя программы Microsoft Excel, STATISTICA [31; 116].

Биоэнергетическую оценку проводили в соответствии с «Методическими рекомендациями по биоэнергетической оценке гибридов кукурузы» [68].

3 ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА, СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

3.1 Рост и развитие растений родительских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений

Онтогенез кукурузы представляет собой последовательную смену этапов развития, в ходе которых формируются сначала вегетативные, а затем генеративные органы растения. Начальная фаза характеризуется активным ростом корневой системы, стебля и листового аппарата. Переход к генеративному этапу сопровождается закладкой мужских (метелок) и женских (початков) соцветий, а также интенсивным удлинением междоузлий. Последующее цветение при благоприятных условиях завершается оплодотворением, после которого начинается формирование зерна и накопление в нем питательных веществ [113].

Продолжительность вегетационного периода определяется преимущественно генотипическими и биологическими особенностями растений кукурузы. При этом, как отмечали П.П. Домашнев, Б.В. Дзюбецкий и В.И. Костюченко (1992), она также в значительной степени изменяется вследствие воздействия факторов внешней среды. Наблюдения показывают, что избыточное увлажнение в сочетании с пониженными температурами воздуха во второй половине лета приводят к замедлению созревания зерна, тогда как дефицит влаги при повышенных температурах сокращают длительность этого периода [30].

Более современные исследования В.Н. Багринцевой (2021) свидетельствуют, что продолжительность межфазных периодов развития кукурузы определяется не только почвенно-климатическими условиями, но и сроками посева, а также агротехническими приемами [6].

Совпадение сроков цветения материнской и отцовской формы имеет критически важное значение при выращивании гибридных семян кукурузы. В связи с этим возникает необходимость изучения влияния отдельных элементов технологии возделывания культуры на продолжительность основных фенологических фаз.

Анализ данных позволит научно обосновать корректировку сроков посева для синхронного развития генеративных органов родительских компонентов гибридов кукурузы.

Наши исследования показали, что продолжительность периода «всходы – цветение початка» материнских форм первого и второго сроков посева определялась комплексом факторов, включая климатические условия вегетационного периода, генотипические особенности и уровень густоты стояния растений. При этом, согласно результатам дисперсионного анализа, схема чередования рядов родительских компонентов гибридов кукурузы не оказывала статистически значимого влияния на формирование показателей данного признака (Таблица 4, Приложение А, Таблицы 1–2).

Таблица 4 – Продолжительность периода «всходы – цветение початка» материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, сут.

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Период «всходы – цветение початка», сут.							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
ПГ 10/45 М	50	54,0	54,0	57,0	57,0	54,0	54,0	55,0	55,0
	70	55,7	55,0	58,3	58,3	56,0	55,7	56,7	56,3
ПГ 108/11 С	50	54,0	54,0	59,0	59,0	56,0	56,0	56,3	56,3
	70	55,7	55,7	60,0	60,0	57,7	57,7	57,8	57,8
НСР ₀₅ частных средних								0,6	
НСР ₀₅ для факторов А, В, D								0,2	
Материнские формы второго срока посева									
ПГ 108/11 С	50	50,3	49,3	56,0	56,0	48,7	48,7	51,7	51,3
	70	51,7	51,7	56,7	56,7	50,3	50,3	52,9	52,9
Антей М	50	53,0	53,0	59,7	60,0	51,3	51,0	54,7	54,7
	70	54,0	54,3	61,0	61,0	53,3	53,3	56,1	56,2
НСР ₀₅ частных средних								0,8	
НСР ₀₅ для фактора А								0,3	
НСР ₀₅ для факторов В, D								0,2	

В зависимости от факторов опыта продолжительность периода «всходы – цветение початка» материнских форм варьировала в пределах 48,7–61,0 суток. Длительность межфазного интервала характеризовалась межгодовой изменчивостью, обусловленной различиями климатических условий вегетационных периодов. Максимальная средняя продолжительность периода «всходы – цветение початка» отмечалась в благоприятном 2023 г., когда показатель достигал 58,4–58,6 суток для всех изучаемых материнских форм гибридов, что превышало аналогичные значения других лет исследования. Напротив, в жарком и засушливом 2024 г. наблюдалась наименьшая длительность межфазного интервала материнских форм второго срока посева при среднем значении 50,9 суток с минимальным показателем родительского компонента ПГ 108/11 С (49,5 суток).

Среди изучаемых генотипов первого срока посева наибольшей продолжительностью периода «всходы – цветение початка», которая составляла в среднем 57,1 суток за трехлетний период исследования, характеризовалась материнская форма ПГ 108/11 С. Смещение сроков ее посева на более поздние даты способствовало сокращению длительности межфазного интервала до 52,2 суток. Такая закономерность может быть объяснена более интенсивным накоплением суммы эффективных температур, которое ускоряет прохождение фенологических фаз растений.

Загущение посевов на участках гибридизации кукурузы приводило к статистически значимому замедлению развития растений. Материнские формы ПГ 10/45 М, ПГ 108/11 С и Антей М отличались более выраженной реакцией на повышение плотности стеблестоя с 50 до 70 тыс. шт./га увеличением продолжительности периода «всходы – цветение початка» на 1,5 суток за трехлетний период. Родительский компонент ПГ 108/11 С второго срока посева характеризовался менее выраженной, но существенной задержкой развития в среднем на 1,4 суток при аналогичном изменении густоты стояния растений на участках гибридизации.

Результаты дисперсионного анализа показали, что климатические условия, генотип и плотность стеблестоя оказывали достоверное влияние на формирование

продолжительности периода «всходы – цветение метелки» отцовских форм гибридов кукурузы, которая находилась в диапазоне 43,0–68,0 суток (Таблица 5, Приложение А, Таблицы 3–4).

Таблица 5 – Продолжительность периода «всходы – цветение метелки» отцовских форм в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений, сут.

Отцовская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор С)	Период «всходы – цветение метелки», сут.			
		Год исследования (фактор А)			Среднее за 2022–2024 гг.
		2022	2023	2024	
Отцовские формы первого срока посева					
Ф 45 МВ	50	52,0	57,7	55,7	55,1
	70	54,7	58,7	57,0	56,8
ВП 150 ВС	50	52,0	57,7	55,7	55,1
	70	53,0	59,0	56,7	56,2
М 71 ВС	50	59,7	66,0	59,3	61,7
	70	61,3	67,7	59,7	62,9
Ф 12 МВ	50	62,0	68,0	60,3	63,4
	70	62,0	68,0	62,0	64,0
НСР ₀₅ частных средних					0,8
НСР ₀₅ для факторов А, В, С					0,3
Отцовская форма второго срока посева					
ВК 153-1 МВ	50	43,0	47,0	43,7	44,6
	70	43,7	48,3	44,7	45,6
НСР ₀₅ частных средних					0,9
НСР ₀₅ для фактора А					0,6
НСР ₀₅ для фактора С					0,5

Длительность межфазного интервала в значительной степени различалась по годам проведения исследования. Наиболее продолжительным период «всходы – цветение метелки» отцовских форм первого и второго сроков посева оказался в 2023 г. и составлял в среднем 62,9 и 47,7 суток соответственно, превышая на 5,8 и 4,3 суток аналогичный показатель 2022 г. Самоопыленные линии М 71 ВС и Ф 12 МВ сильнее других генотипов реагировали на изменение климатических условий, что проявлялось в варьировании длительности межфазного интервала на 6,0–7,3 суток.

Среди самоопыленных линий первого срока посева такие формы, как ВП 150 ВС и Ф 45 МВ характеризовались меньшими значениями продолжительности периода «всходы – цветение метелки», средние показатели которых составляли 55,7 и 56,0 суток соответственно. Отцовские компоненты гибридов М 71 ВС и Ф 12 МВ отличались большей длительностью данного межфазного интервала – 62,3 и 63,7 суток. При этом самоопыленная линия второго срока посева ВК 153-1 МВ характеризовалась самым коротким периодом «всходы – цветение метелки» со средним значением 45,1 суток за три года наблюдений.

Загущение посевов до 70 тыс. шт./га приводило к существенной задержке развития самоопыленных линий на участках гибридизации кукурузы. Уменьшение индивидуальной площади питания отцовских форм ВП 150 ВС, М 71 ВС, Ф 12 МВ и ВК 153-1 МВ способствовало увеличению продолжительности периода «всходы – цветение метелки» в среднем на 0,6–1,2 суток. В большей степени длительность межфазного интервала изменялась на 1,7 суток у самоопыленной линии Ф 45 МВ при повышении плотности стеблестоя.

Формирование продолжительности периода «всходы – цветение початка» отцовских форм гибридов кукурузы, по данным дисперсионного анализа, зависело от климатических условий, генотипических особенностей, а также густоты посева в годы проведения исследования (Таблица 6, Приложение А, Таблицы 5–6).

Длительность межфазного интервала находилась в диапазоне от 44,0 до 68,3 суток с учетом действия факторов опыта. Наибольшая продолжительность периода «всходы – цветение початка» самоопыленных линий первого срока посева наблюдалась в благоприятном 2023 г. и составляла 63,5 суток, что существенно превышало показатели других лет. Длительность межфазного интервала отцовской формы ВК 153-1 МВ оставалась стабильной как в 2022, так и 2024 г. со средними значениями 44,7 и 44,9 суток, тогда как в 2023 г. этот показатель также возрастал на 3,0–3,2 суток.

Таблица 6 – Продолжительность периода «всходы – цветение початка» отцовских форм в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений, сут.

Отцовская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор С)	Период «всходы – цветение початка», сут.			
		Год исследования (фактор А)			Среднее за 2022–2024 гг.
		2022	2023	2024	
Отцовские формы первого срока посева					
Ф 45 МВ	50	54,0	58,0	56,7	56,2
	70	55,7	59,0	57,7	57,5
ВП 150 ВС	50	53,0	59,0	56,7	56,2
	70	54,0	59,3	58,3	57,2
М 71 ВС	50	60,0	68,0	61,3	63,1
	70	61,7	68,3	61,7	63,9
Ф 12 МВ	50	61,7	68,0	61,3	63,7
	70	62,0	68,0	62,7	64,2
НСР ₀₅ частных средних					0,8
НСР ₀₅ для факторов А, В, С					0,3
Отцовская форма второго срока посева					
ВК 153-1 МВ	50	44,0	47,0	44,0	45,0
	70	45,3	48,7	45,7	46,6
НСР ₀₅ частных средних					0,8
НСР ₀₅ для фактора А					0,5
НСР ₀₅ для фактора С					0,4

Среди самоопыленных линий, высеваемых первым сроком, выделялись такие генотипы, как М 71 ВС и Ф 12 МВ, характеризовавшиеся большей продолжительностью периода, который в среднем достигал 63,5 и 64,0 суток. Напротив, отцовские формы ВП 150 ВС и Ф 45 МВ отличались меньшей длительностью межфазного интервала «всходы – цветение початка» в данной группе (56,7 и 56,9 суток соответственно). Минимальной средней продолжительностью периода, который составлял 45,8 суток, характеризовалась линия ВК 153-1 МВ второго срока посева.

Изменение параметров густоты стояния растений на участках гибридизации кукурузы по-разному сказывалось на длительности межфазного интервала «всходы – цветение початка» отцовских форм. Загущение посевов с 50 до 70 тыс. шт./га самоопыленной линии Ф 12 МВ в наименьшей степени изменяло средние

значения продолжительности периода на 0,5 суток. В свою очередь, отцовские формы Ф 45 МВ и ВК 153-1 МВ отличались большей реакцией на снижение индивидуальной площади питания и увеличивали длительность межфазного интервала на 1,3 и 1,6 суток соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась с самоопыленными линиями ВП 150 ВС и М 71 ВС, загущение посевов которых сопровождалось несколько меньшим, но существенным замедлением развития на 0,8–1,0 суток.

Таким образом, повышение плотности стеблестоя с 50 до 70 тыс. шт./га приводило к существенному увеличению продолжительности отдельных межфазных интервалов в период роста и развития растений кукурузы. При этом следует отметить, что разновременный посев родительских компонентов гибридов Воронежский 130 МВ, Воронежский 135 СВ, Воронежский 171 СВ, Воронежский 182 МВ позволял добиться совмещения сроков цветения материнских и отцовских форм на участках гибридизации вне зависимости от метеорологических условий, схем размещения и плотности стеблестоя (Таблица 7).

Таблица 7 – Даты наступления фазы цветения метелки отцовских форм и початка материнских компонентов гибридов (50 %)

Гибрид	Дата цветения метелки отцовской формы / початка материнской формы гибрида (50 %)		
	Год исследования		
	2022	2023	2024
Посев отцовской формы вторым сроком			
Воронежский 130 МВ	<u>15.07</u>	<u>19.07</u>	<u>10.07</u>
	17.07	17.07	10.07
Воронежский 135 СВ	<u>15.07</u>	<u>19.07</u>	<u>10.07</u>
	17.07	19.07	12.07
Одновременный посев			
Воронежский 145 МВ	<u>15.07</u>	<u>18.07</u>	<u>11.07</u>
	17.07	17.07	10.07
Воронежский 150 СВ	<u>17.07</u>	<u>18.07</u>	<u>11.07</u>
	17.07	19.07	12.07
Посев материнской формы вторым сроком			
Воронежский 171 СВ	<u>25.07</u>	<u>27.07</u>	<u>15.07</u>
	24.07	26.07	15.07
Воронежский 182 МВ	<u>26.07</u>	<u>28.07</u>	<u>16.07</u>
	27.07	30.07	17.07

Наибольший разрыв в цветении метелок отцовских форм и початков материнских компонентов не превышал 1–2 суток при одновременном посеве, что соответствовало показателям одновременно высеваемых родительских форм гибридов Воронежский 145 МВ, Воронежский 150 СВ и обеспечивало полноту перекрестного опыления.

3.2 Морфологические параметры родительских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, густоты стояния и схем размещения

Морфологические признаки кукурузы являются значимыми биометрическими показателями, оказывающими влияние на формирование урожайного потенциала культуры. Это подтверждается результатами исследований Г.Я. Кривошеева и А.С. Игнатъева (2018), Л.А. Гудовой, С.А. Зайцева, В.И. Жужукина и др. (2021), которые указывали на наличие существенной положительной корреляционной связи между высотой растений и зерновой продуктивностью [28; 59].

Важным фактором, определяющим морфологические параметры растений кукурузы, является их скороспелость. Экспериментальные данные, полученные В.В. Кравченко (2015), свидетельствуют о положительной корреляционной связи между продолжительностью вегетационного периода и высотой стебля [56]. Эти наблюдения находят подтверждение в работе В.И. Норвяткина (2007), который отмечал, что раннеспелые и среднеранние гибриды кукурузы существенно ниже среднеспелых форм [75].

Как показывают результаты опытов различных авторов, высота растений кукурузы также в значительной степени может изменяться под действием почвенно-климатических условий и элементов технологии выращивания [7; 48; 65].

Исследования позволили установить, что климатические условия, генотипические особенности и густота стояния оказывали существенное влияние на формирование высоты растений материнских форм гибридов кукурузы. В свою очередь, значения показателей признака не изменялись под действием схемы размещения рядов родительских компонентов (Таблица 8, Приложение А, Таблицы 7–8).

Таблица 8 – Высота растений материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, см

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Высота растений, см							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
ПГ 10/45 М	50	227,7	227,3	217,3	218,7	191,3	192,5	212,1	212,8
	70	233,5	232,5	222,3	224,7	198,8	195,5	218,2	217,6
ПГ 108/11 С	50	209,7	211,3	210,9	209,4	178,5	178,3	199,7	199,7
	70	213,9	210,1	214,6	214,1	181,7	183,3	203,4	202,5
НСР ₀₅ частных средних								5,3	
НСР ₀₅ для фактора А								1,9	
НСР ₀₅ для факторов В, D								1,5	
Материнские формы второго срока посева									
ПГ 108/11 С	50	210,0	211,0	218,5	220,2	192,4	195,4	207,0	208,9
	70	221,3	226,3	223,4	221,5	198,3	196,5	214,3	214,8
Антей М	50	186,9	187,1	199,6	198,6	176,6	173,1	187,7	186,3
	70	195,3	192,1	202,1	203,3	179,4	175,7	192,3	190,4
НСР ₀₅ частных средних								8,1	
НСР ₀₅ для фактора А								2,9	
НСР ₀₅ для факторов В, D								2,3	

Высота растений материнских компонентов изменялась с 173,1 до 233,5 см в зависимости от факторов опыта. Значения признака родительских форм гибридов кукурузы существенно варьировали по годам, что обусловлено различиями метеорологических условий. В засушливом 2024 г. отмечены минимальные средние показатели высоты растений, которые составляли 187,5 и 185,9 см у форм первого и второго сроков посева соответственно. Более благоприятные вегетационные периоды двух других лет наблюдений способствовали увеличению высоты растений в среднем до 203,8–220,8 см с максимальным показателем 230,3 см у материнской формы ПГ 10/45 М в 2022 г.

Родительский компонент Антей М оказался самым низкорослым (189,2 см) среди всего набора изучаемых генотипов на протяжении трехлетнего периода. Промежуточное положение занимала форма ПГ 108/11 С, высота растений которой достигала 201,3 и 211,2 см при первом и втором сроках посева соответственно. Наибольшими средними значениями признака на уровне 215,2 см характеризовался материнский компонент ПГ 10/45 М.

Снижение индивидуальной площади питания и усиление конкуренции за свет, воду и минеральные элементы приводило к существенному удлинению стебля материнских форм гибридов кукурузы. Родительский компонент ПГ 108/11 С, высеваемый вторым сроком, в большей степени реагировал на загущение до 70 тыс. шт./га увеличением высоты растений на 6,7 см, тогда как при более раннем посеве разница по густотам составляла 3,3 см. Аналогичным образом материнские компоненты Антей М и ПГ 10/45 М формировали показатели признака, удлиняясь на 4,3 и 5,4 см соответственно по мере повышения плотности стеблестоя (Рисунок 7).

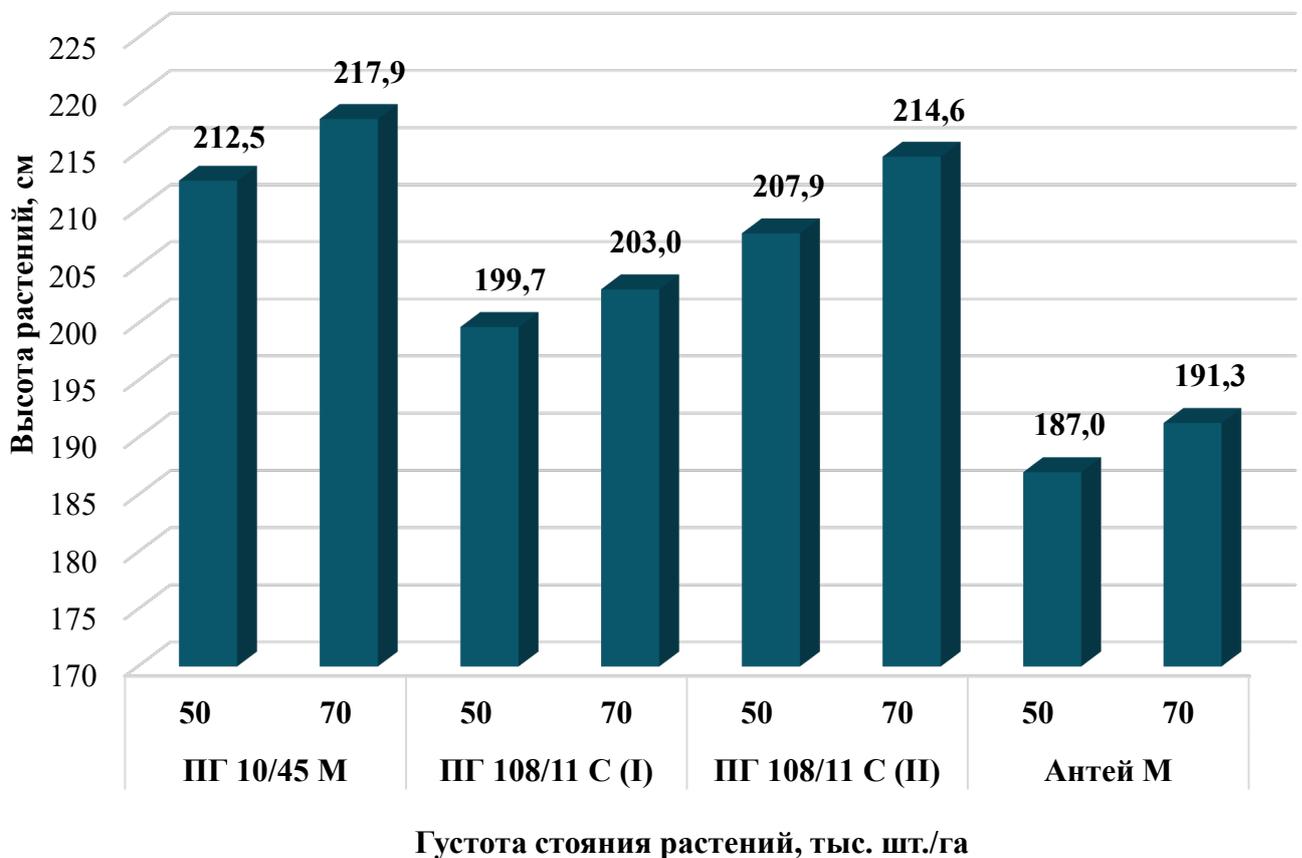


Рисунок 7 – Высота растений материнских форм в зависимости от густоты стояния, 2022–2024 гг.

Климатические условия среды, генотипические особенности и густота стояния определяли высоту растений отцовских форм гибридов кукурузы. При этом самоопыленная линия ВК 153-1 МВ, высеваемая вторым сроком на участках гибридизации, стабильно проявляла признак вне зависимости от плотности стеблестоя и изменяла его показатели только под действием метеорологических параметров (Таблица 9, Приложение А, Таблицы 11–12).

Таблица 9 – Высота растений отцовских форм в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений, см

Отцовская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор С)	Высота растений, см			
		Год исследования (фактор А)			Среднее за 2022–2024 гг.
		2022	2023	2024	
Отцовские формы первого срока посева					
Ф 45 МВ	50	165,9	169,3	139,0	158,1
	70	166,8	176,0	142,7	161,8
ВП 150 ВС	50	168,7	163,4	141,9	158,0
	70	170,6	170,1	151,4	164,0
М 71 ВС	50	176,7	183,3	141,9	167,3
	70	177,2	185,1	145,2	169,2
Ф 12 МВ	50	191,9	185,3	175,7	184,3
	70	193,6	194,1	184,7	190,8
НСР ₀₅ частных средних					9,4
НСР ₀₅ для факторов А, С					3,3
НСР ₀₅ для фактора В					3,8
Отцовская форма второго срока посева					
ВК 153-1 МВ	50	154,3	150,9	126,8	144,0
	70	155,9	153,4	130,5	146,6
НСР ₀₅ частных средних					6,3
НСР ₀₅ для фактора А					4,4

Высота растений изучаемых отцовских форм значительно варьировала в зависимости от факторов опыта и составляла 126,8–194,1 см. Контрастные погодные условия обуславливали изменение показателей морфологического признака самоопыленных линий. Минимальные средние значения 152,8 и 128,7 см у форм первого и второго сроков посева соответственно отмечались в 2024 г., который отличался повышенными температурами и дефицитом осадков.

Наблюдаемые различия между высотой растений самоопыленных линий в 2022 и 2023 гг. оказались несущественными в соответствии с НСР₀₅.

Наиболее высокорослыми были растения самоопыленных линий М 71 ВС и Ф 12 МВ со средними значениями 168,2 и 187,6 см соответственно на протяжении трех лет исследования. Растения отцовских форм Ф 45 МВ и ВП 150 ВС оказались несколько ниже – 160,0 и 161,0 см соответственно. В свою очередь, минимальной высотой растений, которая в среднем составляла 145,3 см, отличалась самоопыленная линия ВК 153-1 МВ второго срока посева.

Загущение посевов с 50 до 70 тыс. шт./га приводило к увеличению высоты растений отцовских компонентов гибридов. Самоопыленные линии ВП 150 ВС и Ф 12 МВ характеризовались большими изменениями признака в среднем на 6,0 и 6,5 см соответственно. Несколько меньшим увеличением высоты растений с 158,1 до 161,8 см по мере загущения посевов отличалась отцовская форма Ф 45 МВ первого срока посева. Следует отметить, что некоторые самоопыленные линии не проявляли реакции на повышение плотности стеблестоя. Так, попарное сравнение средних значений отцовских форм М 71 ВС и ВК 153-1 МВ при разных уровнях густоты стояния растений показало, что наблюдаемые различия оказались несущественными на 5 %-ном уровне значимости (Рисунок 8).

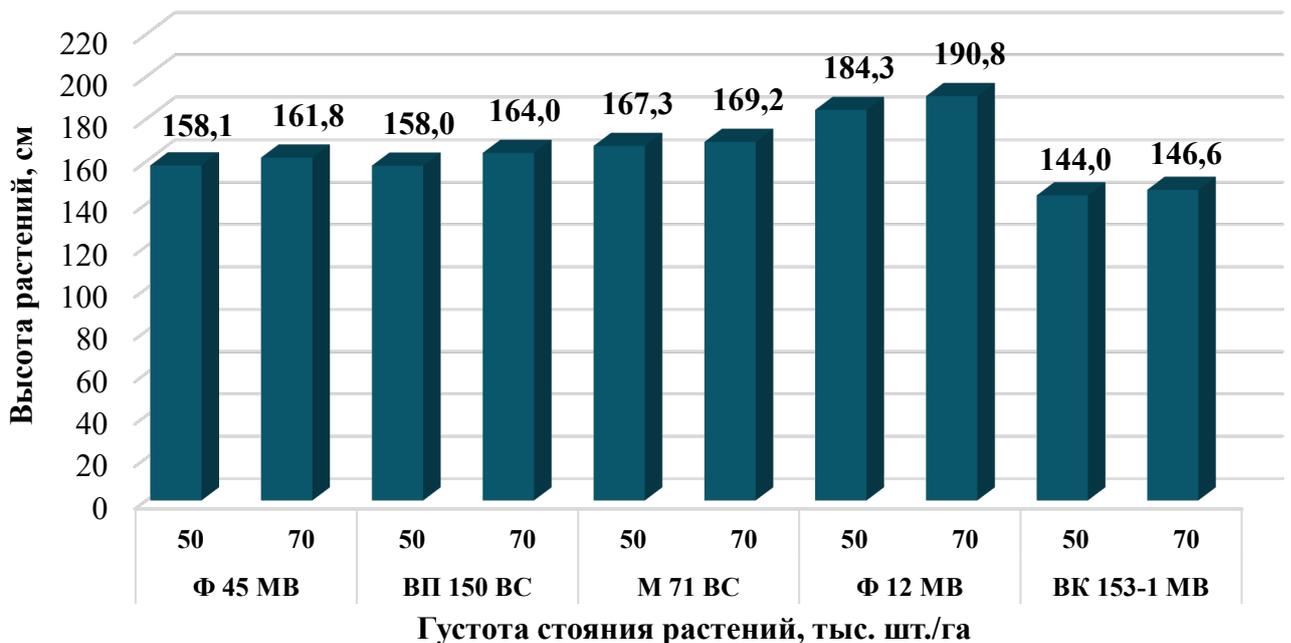


Рисунок 8 – Высота растений отцовских форм в зависимости от густоты стояния, 2022–2024 гг.

Высота прикрепления початка является ключевым морфологическим признаком, определяющим пригодность как родительских форм, так и гибридов кукурузы для механизированной уборке без потерь урожая. Растения с расположением початка на уровне менее 30 см, по данным М.М. Карамурзовой, Л.Л. Канкуловой, Ж.Х. Пшихачевой и др. (2020), имеют меньшую хозяйственную ценность [47].

Наши данные свидетельствуют о том, что климатические условия года и густота стояния растений влияли на высоту прикрепления початка материнских форм гибридов кукурузы, а генотипические особенности определяли формирование показателей только для группы, высеваемой вторым сроком. Действие факторов опыта определяло варьирование признака в диапазоне от 48,5 до 83,9 см (Таблица 10, Приложение А, Таблицы 9–10).

Таблица 10 – Высота прикрепления початка материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, см

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Высота прикрепления початка, см							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
ПГ 10/45 М	50	77,0	78,5	76,6	76,2	54,0	55,7	69,2	70,1
	70	81,1	81,5	80,0	80,4	58,3	57,9	73,1	73,3
ПГ 108/11 С	50	79,5	79,7	80,9	79,9	56,2	55,7	72,2	71,8
	70	80,0	79,2	82,6	82,5	57,1	57,6	73,2	73,1
НСР ₀₅ частных средних								4,6	
НСР ₀₅ для фактора А								1,6	
НСР ₀₅ для фактора D								1,3	
Материнские формы второго срока посева									
ПГ 108/11 С	50	80,1	79,1	79,3	80,8	59,1	61,1	72,8	73,7
	70	82,6	83,9	81,7	81,0	62,8	62,6	75,7	75,8
Антей М	50	64,2	66,3	65,9	64,3	48,9	48,5	59,7	59,7
	70	69,4	68,3	66,4	66,1	50,5	53,8	62,1	62,7
НСР ₀₅ частных средних								6,2	
НСР ₀₅ для фактора А								2,2	
НСР ₀₅ для факторов В, D								1,8	

Самые низкие значения прикрепления початка родительских компонентов оказались в засушливом 2024 г., составляя в среднем 56,6 и 55,9 см у форм первого и второго сроков посева с минимальным показателем 50,4 см у материнской формы Антей М. Наибольшие значения признака отмечены в 2022 и 2023 гг. (73,2–79,9 см), различия между которыми не были существенными на основании попарного сравнения.

Родительская форма ПГ 108/11 С отличалась максимальной средней высотой прикрепления початка – 72,6 и 74,5 см при первом и втором сроках посева соответственно. Незначительно меньшим показателем признака характеризовался материнский компонент ПГ 10/45 М со средним значением 71,4 см за три года наблюдений. Несмотря на то, что родительская форма Антей М имела самую низкую высоту прикрепления початка (61,1 см), ее также можно считать пригодной для качественной механизированной уборки без потери урожая, как и остальные изучаемые генотипы. Наблюдалась тенденция увеличения показателей морфологического признака по мере повышения плотности стеблестоя на участках гибридизации кукурузы. В большей степени эффект от загущения посевов проявлялся у материнского компонента ПГ 10/45 М, высота прикрепления початка которого возрастала с 69,7 до 73,2 см при изменении густоты стояния с 50 до 70 тыс. шт./га. Несколько меньшим приростом показателя на 2,7 см по мере снижения индивидуальной площади питания характеризовалась родительская форма Антей М. В свою очередь, реакция на загущение материнского компонента ПГ 108/11 С зависела от срока посева, причем существенное увеличение высоты прикрепления початка с 73,3 до 75,8 см наблюдалось только при более позднем высеве и повышенной густоте стояния.

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о зависимости высоты прикрепления початка отцовских форм гибридов кукурузы от комплекса факторов, включая климатические и генотипические особенности, а также густоту стояния растений. В то же время формирование показателей признака самоопыленной линии ВК 153-1 МВ определялось исключительно метеорологическими условиями в годы проведения исследования (Таблица 11, приложение А, Таблица 13–14).

Таблица 11 – Высота прикрепления початка отцовских форм в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений, см

Отцовская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор С)	Высота прикрепления початка, см			
		Год исследования (фактор А)			Среднее за 2022–2024 гг.
		2022	2023	2024	
Отцовские формы первого срока посева					
Ф 45 МВ	50	44,2	47,0	28,7	40,0
	70	45,0	47,1	30,5	40,9
ВП 150 ВС	50	53,9	42,0	28,4	41,4
	70	54,7	45,7	34,3	44,9
М 71 ВС	50	48,3	51,9	26,4	42,2
	70	49,2	54,5	27,7	43,8
Ф 12 МВ	50	62,5	62,5	54,0	59,7
	70	65,7	62,5	62,3	63,5
НСР ₀₅ частных средних					5,8
НСР ₀₅ для факторов А, С					2,1
НСР ₀₅ для фактора В					2,4
Отцовская форма второго срока посева					
ВК 153-1 МВ	50	39,8	44,5	32,6	39,0
	70	41,3	46,6	32,8	40,2
НСР ₀₅ частных средних					5,3
НСР ₀₅ для фактора А					3,7

Высота прикрепления початка отцовских форм в зависимости от факторов опыта изменялась в пределах 26,4–65,7 см. Анализ данных указывает на то, что наибольшие значения признака наблюдались в 2022 и 2023 гг. и находились в диапазоне 40,6–52,9 см, когда максимальный показатель самоопыленной линий Ф 12 МВ достигал 64,1 см. Существенно меньшая высота прикрепления початка оказалась в менее благоприятных условиях 2024 г. и составляла в среднем 36,5 и 32,7 см у отцовских форм первого и второго сроков посева соответственно.

Средняя высота прикрепления початка большинства изучаемых самоопыленных линий, среди которых Ф 45 МВ, ВП 150 ВС, М 71 ВС, ВК 153-1 МВ, находилась в пределах 39,6–43,2 см. В свою очередь, существенно большим показателем признака на уровне 61,6 см отличалась отцовская форма Ф 12 МВ.

Увеличение густоты стояния растений до 70 тыс. шт./га приводило к более высокому расположению початка некоторых самоопыленных линий. В большей степени среднее значение показателя возрастало на 3,8 см у отцовской формы Ф 12 МВ при загущении посевов. Существенным, но меньшим увеличением высоты прикрепления початка с 41,4 до 44,9 см характеризовалась линия ВП 150 ВС.

Диаметр стебля, являясь одним из важных морфометрических параметров растений кукурузы, служит объективным индикатором их устойчивости к полеганию. Экспериментальные данные, полученные А. Sher, А. Khan, U. Ashraf и др. (2018), свидетельствуют о том, что увеличение толщины междоузлий сопровождается пропорциональным повышением механической прочности стебля растений кукурузы и его сопротивляемости изгибанию [181]. При этом, как отмечала Э.М. Тхабисимова (2007), диаметр главного стебля растений кукурузы является сильно изменяющимся показателем, который определяется как биологическими особенностями форм, так и отдельными агроприемами [115].

Согласно данным, полученным в ходе проведения исследования, диаметр стебля материнских форм гибридов кукурузы формировался с учетом климатических условий, генотипа и густоты стояния растений. При этом схема чередования рядов родительских компонентов не оказывала статистически значимого влияния на изучаемый признак, что подтверждено результатами дисперсионного анализа (Таблица 12, Приложение А, Таблицы 15–16).

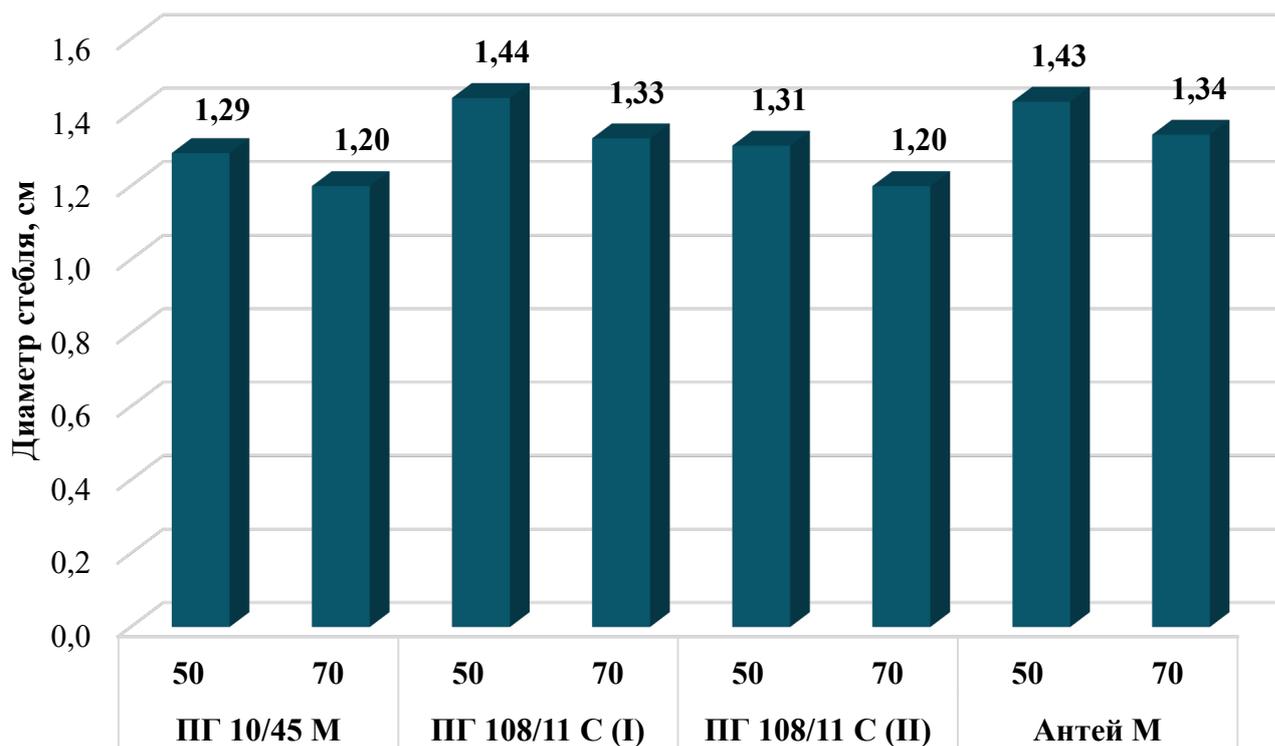
В зависимости от факторов опыта наблюдалось варьирование показателей диаметра стебля в пределах 0,95–1,59 см. Наибольшие значения морфологического признака материнских форм первого и второго сроков посева наблюдали в 2023 г. – 1,51 и 1,36 см. Средние диаметры стебля в 2022 и 202 гг. существенно не различались на 5 %-ном уровне значимости при попарном сравнении.

Материнская форма ПГ 10/45 М отличалась минимальным диаметром стебля, который в среднем по годам составлял 1,25 см. Напротив, родительский компонент Антей М, а также ПГ 108/11 С первого срока посева характеризовались большим значением признака на уровне 1,39 см. При этом более поздний посев материнской формы ПГ 108/11 С приводил к снижению диаметра стебля до 1,26 см.

Таблица 12 – Диаметр стебля материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, см

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Диаметр стебля, см							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
ПГ 10/45 М	50	1,24	1,36	1,59	1,49	1,05	1,02	1,29	1,29
	70	1,14	1,15	1,42	1,54	0,95	0,99	1,17	1,23
ПГ 108/11 С	50	1,22	1,25	1,50	1,53	1,59	1,56	1,44	1,45
	70	1,06	1,13	1,49	1,53	1,39	1,40	1,31	1,35
НСР ₀₅ частных средних								0,16	
НСР ₀₅ для фактора А								0,06	
НСР ₀₅ для факторов В, D								0,05	
Материнские формы второго срока посева									
ПГ 108/11 С	50	1,22	1,23	1,53	1,54	1,22	1,13	1,32	1,3
	70	1,18	1,17	1,33	1,33	1,13	1,06	1,21	1,19
Антей М	50	1,44	1,43	1,27	1,33	1,59	1,51	1,43	1,42
	70	1,27	1,30	1,35	1,22	1,51	1,41	1,38	1,31
НСР ₀₅ частных средних								0,16	
НСР ₀₅ для фактора А								0,06	
НСР ₀₅ для факторов В, D								0,05	

Увеличение густоты стояния растений родительских компонентов с 50 до 70 тыс. шт./га негативно сказывалось на показателях морфологического признака. Наиболее выраженное уменьшение диаметра стебля на 0,11 см происходило у материнской формы ПГ 108/11 С как при первом сроке посева, так и при втором. Родительские компоненты ПГ 10/45 М и Антей М проявляли меньшую чувствительность к изменению густоты стояния растений, однако также существенно снижали показатели рассматриваемого признака на 0,09 см в условиях загущения (Рисунок 9).



Густота стояния растений, тыс. шт./га

Рисунок 9 – Диаметр стебля растений материнских форм в зависимости от густоты стояния, 2022–2024 гг.

Величина диаметра стебля отцовских форм гибридов кукурузы находился в зависимости от климатических условий, генотипических особенностей, а также густоты стояния растений и варьировал в диапазоне 0,51–1,27 см. Следует отметить, что значения морфологического признака самоопыленной линии ВК 153-1 МВ второго срока посева определялись только метеорологическими параметрами в годы проведения исследования (Таблица 13, Приложение А, Таблицы 17–18).

Анализ данных показал, что максимальная толщина стебля отцовских форм первого и второго сроков посева формировалась в благоприятном 2023 г. и составляла в среднем 1,10 и 1,00 см соответственно. В засушливых условиях 2024 г. наблюдалось существенное снижение показателей на 0,15 и 0,49 см при сравнении с предыдущим вегетационным периодом. Наиболее стабильным диаметр стебля по годам оставался у самоопыленной линии Ф 12 МВ и изменялся в небольшом диапазоне 1,14–1,23 см.

Таблица 13 – Диаметр стебля отцовских форм в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений, см

Отцовская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор С)	Диаметр стебля, см			
		Год исследования (фактор А)			Среднее за 2022–2024 гг.
		2022	2023	2024	
Отцовские формы первого срока посева					
Ф 45 МВ	50	1,18	1,23	0,65	1,02
	70	0,97	1,15	0,75	0,96
ВП 150 ВС	50	1,12	1,00	1,24	1,12
	70	1,02	0,93	1,04	1,00
М 71 ВС	50	1,27	1,17	0,81	1,08
	70	1,15	1,03	0,83	1,00
Ф 12 МВ	50	1,25	1,13	1,23	1,20
	70	1,21	1,17	1,05	1,14
НСР ₀₅ частных средних					0,16
НСР ₀₅ для факторов А, С					0,06
НСР ₀₅ для фактора В					0,07
Отцовская форма второго срока посева					
ВК 153-1 МВ	50	0,89	1,05	0,51	0,82
	70	0,79	0,94	0,51	0,75
НСР ₀₅ частных средних					0,17
НСР ₀₅ для фактора А					0,12

Среди изученных генотипов минимальный диаметр стебля (0,78 см) был характерен для отцовской формы ВК 153-1 МВ второго срока посева. Напротив, большие значения признака (1,17 см) отмечались у самоопыленной линии Ф 12 МВ. Отцовские компоненты Ф 45 МВ, М 71 ВС и ВП 150 ВС занимали промежуточное положение со средним диаметром стебля 0,99; 1,04 и 1,06 см соответственно. Более тонкие стебли имели растения самоопыленных линий на вариантах с повышенной плотностью стеблестоя. Увеличение густоты стояния с 50 до 70 тыс. шт./га приводило к существенному снижению значений признака на 0,08 и 0,12 см отцовских форм М 71 ВС и ВП 150 ВС соответственно. При этом изменение диаметра стебля под действием загущенного посева самоопыленных линий Ф 45 МВ

и Ф 12 МВ на 0,06 см находилось в пределах НСР₀₅. Абсолютным отсутствием реакции отличалась форма второго срока посева ВК 153-1 МВ, значения показателей признака которой не определялись густотой стояния растений (Рисунок 10).

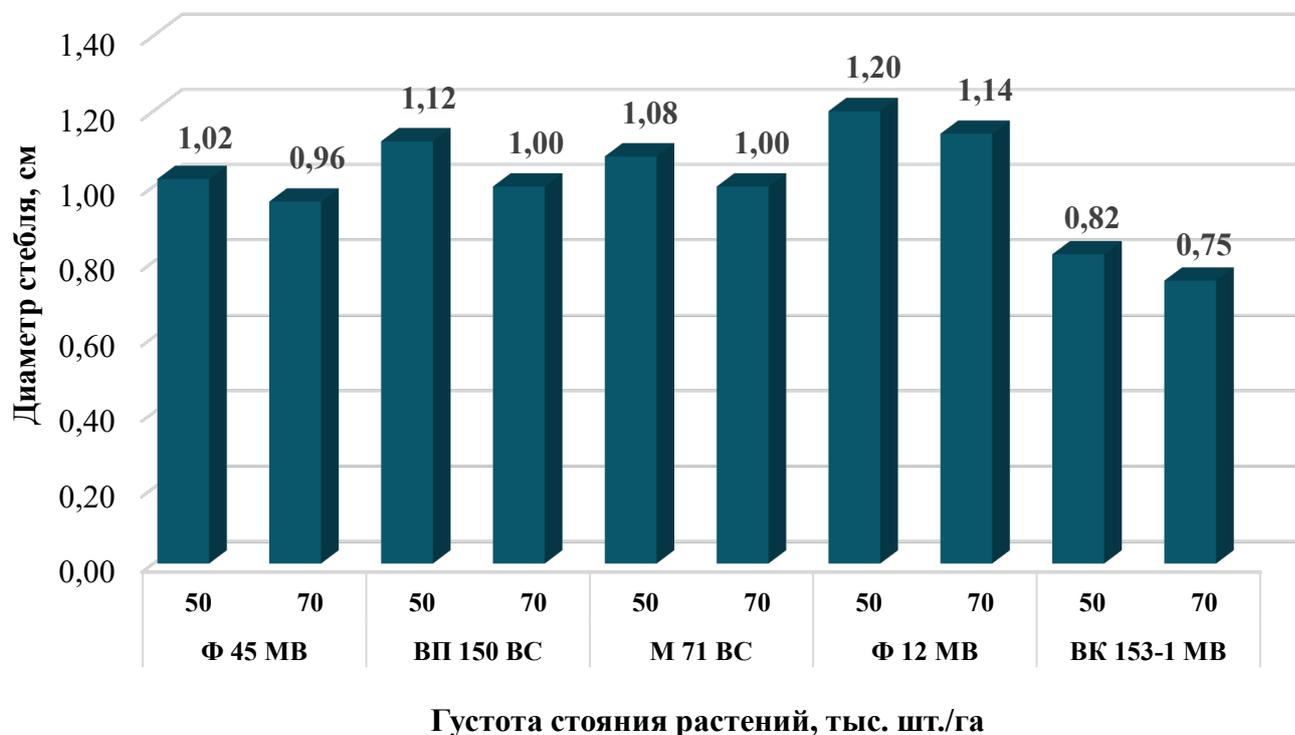


Рисунок 10 – Диаметр стебля отцовских форм в зависимости от густоты стояния растений, 2022–2024 гг.

Листовой аппарат – наиболее значимый морфологический параметр, который определяет интенсивность фотосинтетической активности, эффективность газообмена и уровень транспирации. Многочисленные исследования, в том числе работы G.O. Edmeades, T.B. Daynard (1979), M. Ahsan, M.Z. Hader, M. Saleem и др. (2008), указывают на устойчивую взаимосвязь между площадью листовой поверхности и продуктивностью растений кукурузы [141; 150].

Формирование линейных размеров ассимиляционного аппарата находится в зависимости от продолжительности вегетационного периода конкретного генотипа. Согласно данным Н.И. Казаковой (2012), С.В. Кадырова и М.Ю. Харитоновой (2018), площадь листовой поверхности различается между гибридами кукурузы разных сроков созревания и, как правильно, постепенно увеличивается с возрастанием числа ФАО [42; 44].

Важными факторами, под действием которых формируются размеры листового аппарата растений кукурузы, являются климатические условия и уровень минерального питания, о чем свидетельствуют исследования С.А. Семиной, И.В. Гаврюшиной (2017) [93]. При этом, по данным В.Н. Багринцевой, В.В. Букарева и В.С. Варданян (2009), величина ассимиляционной поверхности значительно варьирует в зависимости от предшественника культуры [9].

В ходе проведенного исследования установлено, что климатические условия, генотипические особенности и густота стояния оказывали статистически значимое влияние на площадь листовой поверхности растений. В то же время схема размещения не определяла формирование показателей признака материнских форм гибридов кукурузы (Таблица 14, Приложение А, Таблицы 19–20).

Таблица 14 – Площадь листовой поверхности растений материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, $\text{дм}^2/\text{раст.}$

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Площадь листовой поверхности, $\text{дм}^2/\text{раст.}$							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
ПГ 10/45 М	50	31,2	31,0	30,4	31,9	28,8	28,9	30,1	30,6
	70	30,0	29,8	29,5	30,5	26,5	26,0	28,7	28,8
ПГ 108/11 С	50	35,8	35,1	38,0	37,7	33,5	32,3	35,8	35,0
	70	33,6	32,1	34,3	33,9	31,4	31,1	33,1	32,4
НСР ₀₅ частных средних								4,5	
НСР ₀₅ для фактора А								1,6	
НСР ₀₅ для факторов В, D								1,3	
Материнские формы второго срока посева									
ПГ 108/11 С	50	33,1	33,8	37,5	36,9	32,6	33,5	34,4	34,7
	70	32,7	30,0	32,4	33,3	30,3	29,7	31,8	31,0
Антей М	50	40,6	38,9	40,1	40,4	30,7	30,2	37,1	36,5
	70	36,9	37,1	38,1	38,9	28,5	27,2	34,5	34,4
НСР ₀₅ частных средних								5,2	
НСР ₀₅ для фактора А								1,8	
НСР ₀₅ для факторов В, D								1,5	

В зависимости от климатических условий, генотипа, а также элементов технологии выращивания площадь листовой поверхности одного растения составляла 26,0–40,6 дм²/раст. Наблюдалась выраженная межгодовая изменчивость линейных размеров листьев, обусловленная климатическими особенностями вегетационных периодов. Наибольшие средние показатели материнских форм первого и второго сроков наблюдались в благоприятном 2023 г. и составляли 33,3 и 37,2 дм²/раст. соответственно. Отмечалась тенденция достоверного снижения площади листовой поверхности в засушливых условиях. Так, наименьшими значениями признака характеризовались родительские компоненты ПГ 10/45 М и Антей М (27,6 и 29,2 дм²/раст. соответственно) в 2024 г.

Анализ данных показал зависимость площади листовой поверхности одного растения материнских форм от скороспелости и срока посева. Наиболее раннеспелый родительский компонент ПГ 10/45 М среди всего набора генотипов отличался минимальными показателями признака на уровне 29,5 дм²/раст. Средние значения площади листовой поверхности более позднеспелой формы ПГ 108/11 С составляли 34,1 и 33,0 при первом и втором сроках соответственно. При этом наиболее позднеспелый родительский компонент Антей М формировал максимальный средний показатель признака – 35,6 дм²/раст.

В годы наблюдений отмечалась тенденция снижения площади листовой поверхности на одном растении материнских форм при загущении посевов. Наибольший негативный эффект от увеличения густоты стояния с 50 до 70 тыс. шт./га наблюдался у родительского компонента ПГ 108/11 С как при первом (–2,7 дм²/раст.), так и при втором сроках посева (–3,2 дм²/раст.). Менее выраженной реакцией характеризовалась материнская форма Антей М, показатели признака которой изменялись на 2,3 дм²/раст. по мере повышения плотности стеблестоя. В свою очередь, родительский компонент ПГ 10/45 М отличался наиболее стабильными значениями площади листовой поверхности на одном растении, которые снижались с 30,4 до 28,7 дм²/раст. при увеличении густоты стояния (Рисунок 11).

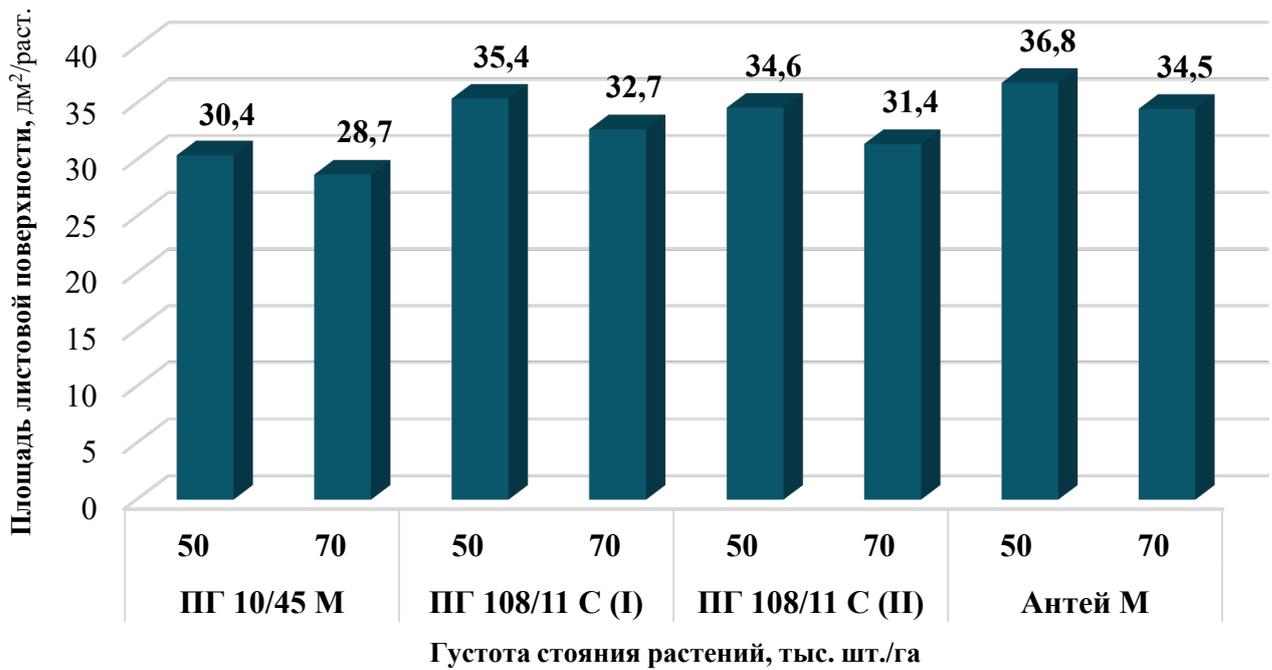


Рисунок 11 – Площадь листовой поверхности растений материнских форм в зависимости густоты стояния, 2022–2024 гг.

Мужское соцветие кукурузы представляет собой сложный генеративный орган, состоящий из центральной оси и системы боковых веточек, на которых расположены пыльники. Морфометрические параметры метелки демонстрируют выраженную корреляцию с показателями пыльцевой продуктивности. Согласно исследованиям Н.А. Орлянского (1986), существуют положительные связи между массой пыльцы и числом боковых веточек I-го, а также суммой веточек I и II порядка [80].

Пыльцеобразовательная способность метелки кукурузы во многом определяется взаимодействием генетических факторов и условий среды. При этом, как показали исследования А.Б. Никитенко, В.П. Малакановой, М.В. Марченко и др. (2021), уровень минерального питания также существенно влияет на показатель сухой массы пыльцы растений [74].

Проведенные исследования показали, что длина главной оси метелки отцовских форм гибридов кукурузы изменялась под действием генотипических особенностей и густоты стояния растений. Однако, формирование показателей признака самоопыленной линии ВК 153-1 МВ второго срока посева зависело от климатических условий года, но не определялось плотностью стеблестоя (Таблица 15, Приложение А, Таблицы 21–22).

Длина главной оси метелки отцовских форм изменялась под действием факторов опыта и находилась в пределах 28,9–44,6 см. Признак довольно стабильно проявлялся по годам, однако большие линейные размеры (35,2 см) мужского соцветия самоопыленной линии ВК 153-1 МВ наблюдались в условиях благоприятного вегетационного периода 2022 г.

Анализ генотипической изменчивости показал существенные различия по длине главной оси метелки отцовских форм. Так, большими показателями признака характеризовались самоопыленные линии Ф 45 МВ и М 71 ВС (41,4 и 38,6 см соответственно), а меньшими – ВК 153-1 МВ (31,1 см). Промежуточное положение занимали отцовские формы Ф 12 МВ и ВП 150 ВС (34,1 и 34,6 см), причем различия между ними не были существенными на 5 %-ном уровне значимости.

Таблица 15 – Длина главной оси метелки отцовских форм в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений, см

Отцовская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор С)	Длина главной оси метелки, см			
		Год исследования (фактор А)			Среднее за 2022–2024 гг.
		2022	2023	2024	
Отцовские формы первого срока посева					
Ф 45 МВ	50	43,2	42,7	37,9	41,3
	70	44,6	41,1	38,6	41,4
ВП 150 ВС	50	34,6	35,9	35,9	35,5
	70	33,4	33,3	34,5	33,7
М 71 ВС	50	39,4	39,6	38,7	39,2
	70	36,6	38,2	38,8	37,9
Ф 12 МВ	50	31,3	35,7	36,5	34,5
	70	30,6	34,9	35,5	33,7
НСР ₀₅ частных средних					2,3
НСР ₀₅ для фактора В					0,9
НСР ₀₅ для фактора С					0,8
Отцовская форма второго срока посева					
ВК 153-1 МВ	50	34,6	29,1	29,3	31,0
	70	35,7	28,9	29,1	31,2
НСР ₀₅ частных средних					2,6
НСР ₀₅ для фактора А					1,8

Увеличение густоты стояния растений с 50 до 70 тыс. шт./га вызывало уменьшение длины главной оси метелки самоопыленных линий. В большей степени на загущение реагировали отцовские формы М 71 ВС и ВП 150 ВС, показатели которых снижались на 1,3 и 1,8 см соответственно. Уменьшение длины главной оси метелки самоопыленной линии Ф 12 МВ по мере увеличения густоты стояния находилось в пределах НСР₀₅ и составляло 0,8 см. Наиболее стабильным оказалось проявление признака отцовских форм Ф 45 МВ и ВК 153-1 МВ, которые отличались полным отсутствием реакции на изменение параметров плотности стеблестоя (Рисунок 12).

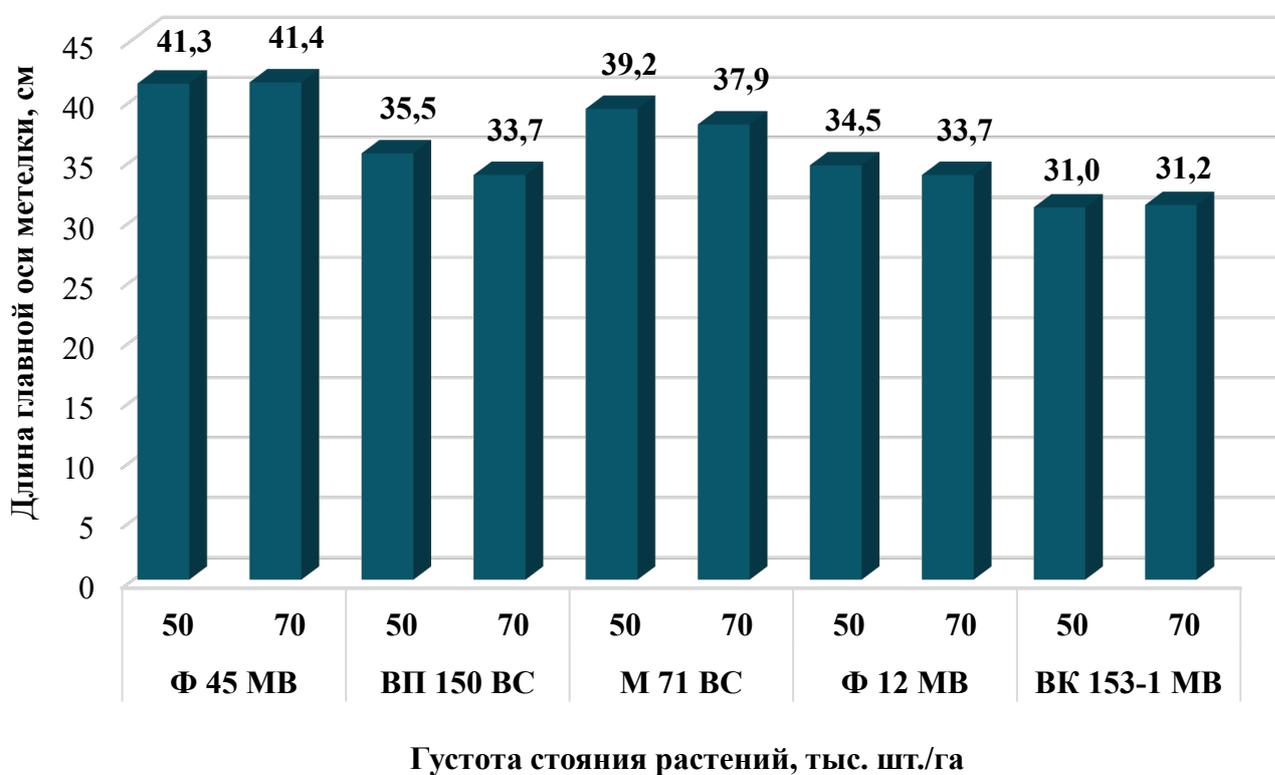


Рисунок 12 – Длина главной оси метелки отцовских форм в зависимости от густоты стояния растений, 2022–2024 гг.

Результаты дисперсионного анализа позволили определить, что климатические и генотипические особенности оказывали достоверное влияние на длину нижней боковой веточки метелки отцовских форм первого срока посева. При этом установлено, что формирование показателей признака не зависело от густоты стояния растений на участках гибридизации кукурузы. В свою очередь, длина нижней веточки метелки самоопыленной линии ВК 153-1 МВ второго срока

посева определялась только климатическими условиями в годы проведения исследования (Таблица 16, Приложение А, Таблицы 23–24).

Диапазон изменчивости длины нижней боковой веточки метелки отцовских форм составлял 12,0–19,4 см в зависимости от факторов опыта. Показатели значительно варьировали в соответствии с климатическими условиями. Наибольшие средние значения длины нижней боковой веточки метелки самоопыленных линий Ф 45 МВ (16,5 см), ВК 153-1 МВ (16,6 см) наблюдались в 2022 г., а форм ВП 150 ВС (16,1 см), М 71 ВС (17,3 см) – в 2024 г. Отцовский компонент Ф 12 МВ, высеваемый первым сроком, характеризовался максимальным значением признака (18,4 см) в благоприятных условиях 2023 г.

Таблица 16 – Длина нижней боковой веточки метелки отцовских форм в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений, см

Отцовская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор С)	Длина нижней боковой веточки метелки, см				Среднее за 2022–2024 гг.
		Год исследования (фактор А)				
		2022	2023	2024		
Отцовские формы первого срока посева						
Ф 45 МВ	50	15,9	13,1	14,2	14,4	
	70	17,0	13,0	13,7	14,6	
ВП 150 ВС	50	15,4	14,4	15,9	15,2	
	70	13,4	14,1	16,3	14,6	
М 71 ВС	50	14,2	14,5	17,2	15,3	
	70	14,4	15,6	17,4	15,8	
Ф 12 МВ	50	17,3	19,4	18,2	18,3	
	70	15,9	17,3	17,8	17,0	
НСР ₀₅ частных средних					2,0	
НСР ₀₅ для фактора А					0,7	
НСР ₀₅ для фактора В					0,8	
Отцовская форма второго срока посева						
ВК 153-1 МВ	50	17,0	12,2	14,1	14,4	
	70	16,2	12,0	14,3	14,2	
НСР ₀₅ частных средних					2,0	
НСР ₀₅ для фактора А					1,4	

Самоопыленная линия ВК 153-1 МВ отличалась меньшей длиной нижней боковой веточки метелки, которая в среднем составляла 14,3 см. Отцовские формы Ф 45 МВ и ВП 150 ВС характеризовались несколько большими показателями (14,5 и 14,9 см соответственно), разница между которыми не была существенной при попарном сравнении. Наибольшая длина нижней боковой веточки метелки отмечалась у самоопыленных линий М 71 ВС и Ф 12 МВ со средними значениями 15,6 и 17,7 см соответственно.

Число веточек I порядка метелки отцовских форм первого срока оказалось устойчивым генотипическим признаком, не зависящим от климатических условий и густоты стояния растений (Таблица 17, Приложение А, Таблицы 25–26).

Таблица 17 – Число веточек I порядка метелки отцовских форм в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений, шт.

Отцовская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор С)	Число веточек I порядка метелки, шт.			
		Год исследования (фактор А)			Среднее за 2022–2024 гг.
		2022	2023	2024	
Отцовские формы первого срока посева					
Ф 45 МВ	50	3,9	4,4	3,5	3,9
	70	4,1	4,5	3,5	4
ВП 150 ВС	50	4,9	4,1	4,7	4,6
	70	4,7	4,7	4,9	4,8
М 71 ВС	50	9,8	8,2	8,7	8,9
	70	8,8	8,5	9,3	8,9
Ф 12 МВ	50	4,0	3,5	4,2	3,9
	70	4,1	3,3	4,1	3,8
НСР ₀₅ частных средних					1,4
НСР ₀₅ для фактора В					0,6
Отцовская форма второго срока посева					
ВК 153-1 МВ	50	8,3	8,1	5,7	7,4
	70	8,3	8,9	7,1	8,1
НСР ₀₅ частных средних					1,7
НСР ₀₅ для фактора А					1,2

Однако, согласно результатам дисперсионного анализа, показатели самоопыленной линии ВК 153-1 МВ формировались под действием

метеорологических параметров. Наибольшим число веточек I порядка метелки отцовской формы оказалось в благоприятном 2023 г. (8,5 шт.), существенно превышая значения засушливого и жаркого 2024 г. на 2,1 шт.

Генотипические особенности самоопыленных линий кукурузы во многом определяли вариабельность признака. Минимальным числом веточек I порядка метелки (3,9–4,7 шт.) характеризовались отцовские формы Ф 45 МВ, ВП 150 ВС и Ф 12 МВ. Напротив, самоопыленные линии ВК 153-1 МВ и М 71 ВС отличались наибольшими значениями, которые составляли в среднем за годы исследования 7,7 и 8,9 шт. соответственно.

Результаты анализа позволили выявить зависимость числа веточек II порядка метелки отцовских форм первого срока посева от климатических условий, генотипа и густоты стояния растений (Таблица 18, Приложение А, Таблица 27).

Таблица 18 – Число веточек II порядка метелки отцовских форм в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений, шт.

Отцовская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор С)	Число веточек II порядка метелки, шт.				Среднее за 2022–2024 гг.
		Год исследования (фактор А)				
		2022	2023	2024		
Отцовские формы первого срока посева						
Ф 45 МВ	50	1,1	1,1	0,3	0,8	
	70	0,9	1,0	0,2	0,7	
ВП 150 ВС	50	0,8	0,5	0,0	0,4	
	70	0,5	0,3	0,1	0,3	
М 71 ВС	50	1,4	2,4	0,3	1,4	
	70	1,1	2,1	0,3	1,2	
Ф 12 МВ	50	0,0	0,0	0,0	0,0	
	70	0,0	0,0	0,0	0,0	
НСР ₀₅ частных средних					0,5	
НСР ₀₅ для факторов А, В, С					0,2	
Отцовская форма второго срока посева						
ВК 153-1 МВ	50	0,3	0,0	0,2	0,2	
	70	0,2	0,1	0,2	0,2	

Сумма осадков и средняя температура воздуха в годы проведения исследования способствовали существенному варьированию значений признака. В засушливых условиях 2024 г. отцовские формы характеризовались минимальным количеством сформированных веточек II порядка метелки. Напротив, максимальное проявление признака самоопыленной линии М 71 ВС (2,3 шт.) наблюдалось в оптимальном 2023 г.

Генотипические особенности отцовских форм определяли способность к формированию признака. Самоопыленная линия Ф 12 МВ не образовывали веточек II порядка метелки, тогда как остальные родительские компоненты формировали в среднем по 0,2–1,3 шт.

Увеличение густоты стояния с 50 до 70 тыс. шт./га приводило к снижению числа веточек II порядка метелки отцовских форм. Однако существенные различия между показателями на 5 %-ном уровне значимости отмечались только у самоопыленной линии ВП 150 ВС в 2022 г., а компонента М 71 ВС – в 2022 и 2023 гг. Остальные отцовские формы не проявляли достоверной реакции в отношении изучаемого признака при загущении посевов.

4 ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ МАТЕРИНСКИХ ФОРМ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА, СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

4.1 Количество початков на растении материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений

Урожайность родительских форм и гибридов кукурузы определяется комплексом взаимосвязанных элементов продуктивности, ключевым из которых выступает количество развитых початков на растении. Формирование значений показателя во многом зависит от биологических и генотипических особенностей.

В настоящее время преобладают однопочатковые формы кукурузы, некоторые из которых, по данным Э.Б. Хатефова, Ж.О. Кануковой, Б.Р. Шомахова и др. (2017), способны формировать до двух-трех початков при выращивании в условиях повышенного агрофона [122].

Воздействие стрессовых факторов, напротив, приводит к повышению доли бесплодных растений, что подтверждается многочисленными экспериментальными данными, в частности исследованиями Г.Я. Кривошеева, А.С. Игнатьева (2013), В.С. Сотченко, А.Г. Горбачевой, И.А. Ветошкиной и др. (2021) [61; 102].

Количество початков на 100 растений материнских форм раннеспелых гибридов кукурузы сильно изменялось в пределах от 74 до 137 шт. и формировалось под действием комплекса факторов, включая климатические условия года, генотипические особенности и уровень густоты стояния. Схема размещения рядов родительских компонентов, согласно данным дисперсионного анализа, не оказывала статистически значимого влияния на формирование показателей признака (Таблица 19, Приложение А, Таблицы 28–29).

Климатические условия в годы проведения исследования определяли значительную вариабельность значений структурного элемента продуктивности. Меньшее количество початков на 100 растений материнских форм первого и второго сроков посева (94 и 84 шт. соответственно) отмечалось в 2024 г., который характеризовался выраженным дефицитом осадков и повышенными

температурами, когда родительский компонент гибрида Воронежский 171 СВ сформировал минимальный показатель на уровне 80 шт. Существенно большие значения признака, которые в среднем составляли 99–110 шт., наблюдались в более благоприятных для роста и развития растений кукурузы климатических условиях 2022 и 2023 гг.

Таблица 19 – Количество початков на 100 растений материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, шт.

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Количество початков на 100 растений, шт.							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
Материнские формы первого срока посева									
Воронежский 130 МВ	50	130	136	137	123	102	98	123	119
	70	109	108	105	113	96	90	103	104
Воронежский 135 СВ	50	107	102	101	109	86	92	98	101
	70	101	99	95	97	86	79	94	92
Воронежский 145 МВ	50	126	124	102	107	107	104	112	112
	70	106	108	102	106	91	98	100	104
Воронежский 150 СВ	50	103	102	92	88	97	96	97	95
	70	100	101	97	86	94	91	97	93
НСР ₀₅ частных средних								12	
НСР ₀₅ для фактора А, D								3	
НСР ₀₅ для фактора В								4	
Материнские формы второго срока посева									
Воронежский 171 СВ	50	100	100	96	92	74	89	90	94
	70	99	98	97	94	76	79	91	90
Воронежский 182 МВ	50	119	112	105	105	101	89	108	102
	70	106	106	99	101	87	80	97	96
НСР ₀₅ частных средних								7	
НСР ₀₅ для фактора А								3	
НСР ₀₅ для факторов В, D								2	

Количество початков на 100 растений изменялось в соответствии с генотипическими и биологическими особенностями родительских компонентов

разных сроков посева. Так, большие показатели в пределах 101–112 шт. формировали материнские формы гибридов Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ и Воронежский 182 МВ. Тенденция к уменьшению количества сформированных початков на 100 растений проявлялась у родительских компонентов гибридов Воронежский 135 СВ, Воронежский 150 СВ и Воронежский 171 СВ (91–96 шт.).

Загущение посевов на участках гибридизации с 50 до 70 тыс. шт./га приводило к увеличению числа бесплодных растений кукурузы. В большей степени на повышение плотности стеблестоя реагировали материнские формы гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 145 МВ, снижая количество сформированных початков в среднем на 10–17 шт. Меньше показатели изменялись на 7–8 шт. у родительских компонентов гибридов Воронежский 135 СВ и Воронежский 182 МВ по мере увеличения густоты стояния растений. Незначительно изменялось количество початков на 100 растений в зависимости от плотности стеблестоя у материнских форм гибридов Воронежский 150 СВ и Воронежский 171 СВ (Рисунок 13).

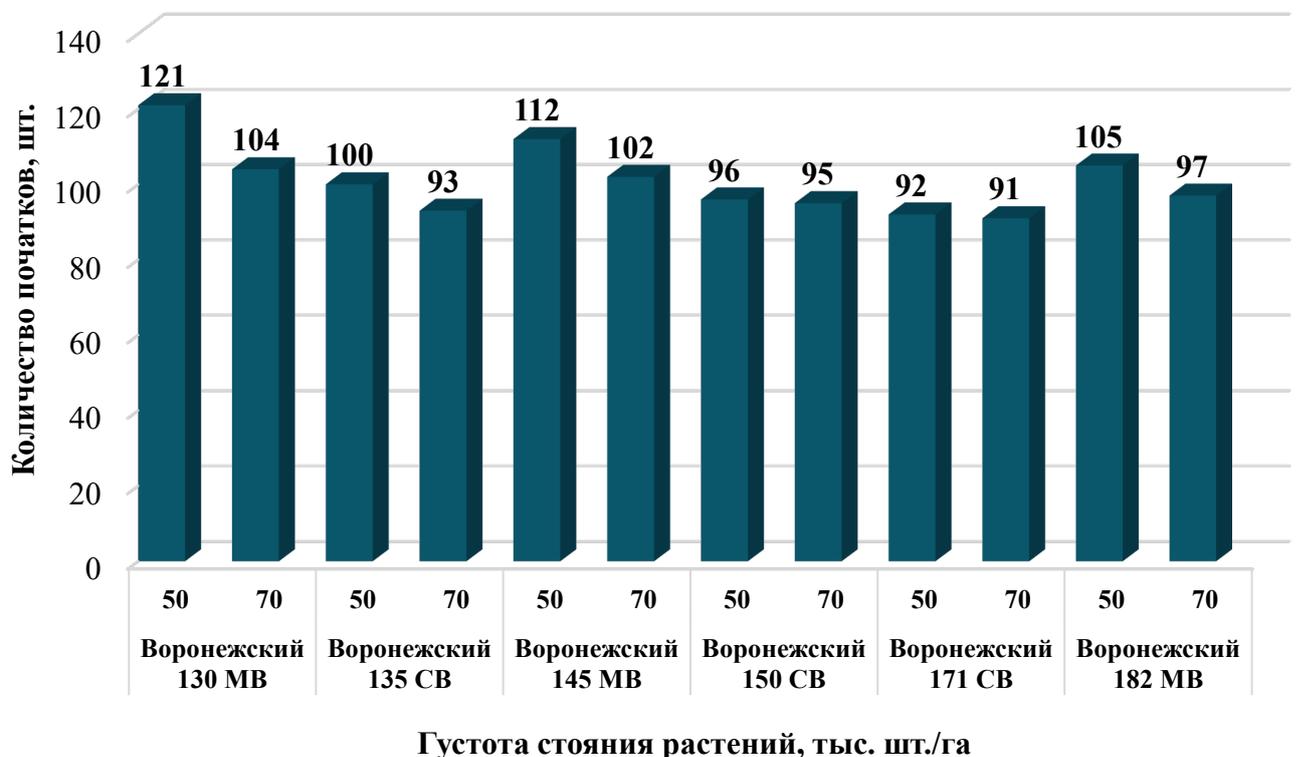


Рисунок 13 – Количество початков на 100 растений материнских форм в зависимости от густоты стояния растений, 2022–2024 гг.

4.2 Длина и диаметр початка материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений

Длина и диаметр початка, как элементы структуры продуктивности, тесно взаимосвязаны с урожайностью кукурузы, о чем свидетельствуют работы Н. Ren, M. Liu, J. Zhang и др. (2022), А. Kovačević, J. Pavlov, M. Stevanović и др. (2024) [164; 175].

Формирование показателей линейных размеров початка кукурузы, как установили Ж. Нижимбере и А.И. Супрунов (2022), в определенной мере зависят как от условий выращивания, так и от генотипических особенностей форм [73].

Результаты проведенного исследования показали, что длина початка материнских форм раннеспелых гибридов кукурузы варьировала в пределах 15,7–20,9 см, определяясь климатическими условиями, генотипом и густотой стояния растений. При этом, согласно данным дисперсионного анализа, схема размещения родительских компонентов не оказывала существенного влияния на изменчивость данного признака (Таблица 20, Приложение А, Таблицы 30–31).

Анализ межгодовой динамики выявил относительную стабильность показателей длины початка материнских форм гибридов кукурузы. Однако наибольшие значения признака на уровне 18,6 и 18,3 см у родительских компонентов первого и второго сроков посева соответственно отмечались в условиях благоприятного вегетационного периода 2022 г. Попарное сравнение средних показателей длины початка двух других лет исследования определило, что различия между ними находились в пределах НСР₀₅.

В соответствии с особенностями генотипа материнских форм гибридов отмечали варьирование признака. Наибольшей средней длиной початка (18,3–18,9 см) на протяжении всего периода исследования характеризовались родительские компоненты гибридов Воронежский 135 СВ, Воронежский 150 СВ и Воронежский 171 СВ. В то же время материнские формы гибридов кукурузы Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ и Воронежский 182 МВ формировали более короткие початки (17,0–17,2 см).

Таблица 20 – Длина початка материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, см

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Длина початка, см							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
Воронежский 130 МВ	50	17,2	17,8	16,7	16,6	17,8	17,7	17,2	17,4
	70	17,0	18,0	16,1	15,7	17,1	16,8	16,7	16,8
Воронежский 135 СВ	50	20,3	20,9	18,9	18,3	18,7	18,4	19,3	19,2
	70	19,1	19,1	18,1	19,0	18,8	17,4	18,7	18,5
Воронежский 145 МВ	50	17,8	18,0	17,4	16,5	17,0	17,0	17,4	17,2
	70	16,9	17,6	16,3	16,1	16,0	16,8	16,4	16,8
Воронежский 150 СВ	50	19,3	20,2	19,0	19,2	19,2	19,1	19,2	19,5
	70	19,1	19,8	17,9	18,9	17,7	17,6	18,2	18,8
НСР ₀₅ частных средних								1,0	
НСР ₀₅ для факторов А, D								0,2	
НСР ₀₅ для фактора В								0,3	
Материнские формы второго срока посева									
Воронежский 171 СВ	50	19,4	19,3	19,7	19,3	16,8	17,8	18,6	18,8
	70	18,6	18,9	17,5	19,0	16,9	16,5	17,7	18,1
Воронежский 182 МВ	50	17,6	17,8	16,7	16,7	17,7	17,6	17,3	17,4
	70	17,2	17,3	16,1	16,7	17,4	17,7	16,9	17,2
НСР ₀₅ частных средних								1,1	
НСР ₀₅ для фактора А								0,4	
НСР ₀₅ для факторов В, D								0,3	

Снижение индивидуальной площади питания растений кукурузы оказывало негативное влияние на показатели рассматриваемого элемента структуры урожая. Увеличение густоты стояния с 50 до 70 тыс. шт./га материнских форм, высеваемых первым сроком, приводило к существенному уменьшению длины початка в среднем на 0,5–0,8 см. Разница между показателями при разной плотности посева

родительских компонентов гибридов Воронежский 135 СВ и Воронежский 150 СВ достигала 1,5 см в отдельные годы исследования. Среди группы, высеваемой вторым сроком, в большей степени изменялась длина початка материнской формы гибрида Воронежский 171 СВ с 18,7 до 17,9 см по мере увеличения густоты стояния растений. При этом наблюдаемые различия между средними показателями признака родительского компонента гибрида Воронежский 182 МВ составляли 0,3 см и находились в пределах НСР₀₅.

Диаметр початка материнских форм первого срока посева формировался под действием климатических условий, генотипических особенностей и густоты стояния растений. Однако показатели признака второй группы родительских компонентов гибридов кукурузы определялись исключительно метеорологическими параметрами и плотностью стеблестоя. При этом, как показали результаты дисперсионного анализа, схема размещения не оказывала достоверного влияния на диаметр початка вне зависимости от срока посева материнских форм (Таблица 21, Приложение А, Таблицы 32–33).

Диапазон варьирования значений диаметра початка родительских компонентов составлял 3,65–4,65 см в зависимости от факторов опыта. Климатические условия в годы проведения исследования определяли изменчивость признака родительских компонентов раннеспелых гибридов кукурузы. Наибольший диаметр початка материнских форм первого срока посева наблюдался в благоприятных для роста и развития растений 2022 и 2023 гг. и составлял в среднем 4,27 см. При этом существенно меньшие показатели (3,87 см) отмечались в 2024 г., который отличался повышенным температурным режимом и выраженным дефицитом осадков. Аналогичная тенденция изменения диаметра початка материнских форм, высеваемых на участках гибридизации кукурузы вторым сроком, наблюдалась под действием климатических условий. Существенно лучшие показатели признака были характерны для более благоприятных 2022 и 2023 гг. (4,32 и 4,49 см соответственно), а худшие – для засушливого 2024 г. (4,05 см).

Таблица 21 – Диаметр початка материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, см

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Диаметр початка, см							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
Материнские формы первого срока посева									
Воронежский 130 МВ	50	4,17	4,29	4,07	4,09	3,84	3,73	4,03	4,04
	70	4,10	4,19	4,08	3,99	3,78	3,80	3,99	3,99
Воронежский 135 СВ	50	4,51	4,53	4,50	4,35	3,99	3,85	4,33	4,24
	70	4,41	4,34	4,28	4,29	4,07	4,04	4,25	4,22
Воронежский 145 МВ	50	4,21	4,07	4,09	4,20	3,75	3,74	4,02	4,00
	70	4,09	3,97	4,09	4,15	3,68	3,65	3,95	3,92
Воронежский 150 СВ	50	4,34	4,41	4,59	4,59	3,84	4,16	4,26	4,39
	70	4,28	4,35	4,41	4,51	4,05	3,98	4,25	4,28
НСР ₀₅ частных средних								0,23	
НСР ₀₅ для фактора А								0,06	
НСР ₀₅ для фактора В								0,07	
НСР ₀₅ для фактора D								0,05	
Материнские формы второго срока посева									
Воронежский 171 СВ	50	4,36	4,25	4,63	4,65	4,17	4,12	4,39	4,34
	70	4,31	4,23	4,46	4,61	4,01	3,93	4,26	4,26
Воронежский 182 МВ	50	4,44	4,33	4,56	4,47	4,00	4,10	4,33	4,30
	70	4,31	4,34	4,38	4,17	3,96	4,13	4,22	4,21
НСР ₀₅ частных средних								0,19	
НСР ₀₅ для фактора А								0,07	
НСР ₀₅ для фактора D								0,05	

Анализ генотипической изменчивости показал, что меньшим средним диаметром початка отличались материнские формы гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 145 МВ (4,01 и 3,97 см соответственно). Несколько большими показателями, которые находились в диапазоне 4,26–4,31 см, характеризовались изучаемые родительские компоненты остальных гибридов кукурузы.

Изменение уровня густоты стояния растений с 50 до 70 тыс. шт./га приводило к достоверному уменьшению диаметра початка материнских форм. В

группе первого срока посева снижение показателей составляло 0,05–0,07 см для родительских компонентов гибридов Воронежский 135 СВ, Воронежский 145 МВ, Воронежский 150 СВ.

Существенными различия между средними значениями диаметра початка материнской формы гибрида Воронежский 130 МВ оказались только в условиях 2022 г. При этом установлено, что родительские компоненты второго срока посева в большей степени реагировали на изменение плотности стеблестоя. Увеличение густоты стояния снижало значения диаметра початка материнских форм гибридов Воронежский 171 СВ и Воронежский 182 МВ в среднем на 0,10 см.

4.3 Количество рядов зерен, зерен в ряду и початке материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений

Количество рядов зерен початка кукурузы является одним из наиболее высоконаследуемых признаков, что подтверждается результатами исследований Н.А. Орлянского (2004) [81]. Данный показатель в значительной степени определяется генетическими факторами и меньше подвержен влиянию условий окружающей среды по сравнению с другими элементами структуры урожая.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что число рядов зерен початка материнских форм первого срока посева изменялось в соответствии с климатическими условиями вегетационного периода и генотипическими особенностями. Значения показателей признака родительских компонентов второй группы зависело исключительно от метеорологических параметров. При этом, как показали результаты дисперсионного анализа, количество рядов зерен початка не определялось густотой стояния растений и схемой размещения на участках гибридизации кукурузы (Таблица 22, приложение А, Таблица 34–35).

Диапазон варьирования показателей признака материнских форм раннеспелых гибридов кукурузы составлял 12,7–15,7 шт. в зависимости от факторов опыта. Климатические условия способствовали значительной изменчивости количества рядов зерен родительских компонентов. При этом отмечалась тенденция снижения показателей признака материнских форм как

первого, так и второго сроков посева на 0,6–0,8 шт. при повышенной температуре воздуха и дефиците осадков в 2024 г. по сравнению с показателями предыдущих более благоприятных лет.

Генотипическая изменчивость проявилась в достоверных различиях между изучаемыми формами. Сравнение показало, что наибольшее число рядов зерен початка формировали материнские компоненты гибридов Воронежский 135 СВ и Воронежский 150 СВ со средними значениями 14,3 и 15,0 шт. соответственно за трехлетний период наблюдений. Несколько меньшие показатели признака на уровне 13,5–13,6 шт. были характерны для родительских форм гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 145 МВ.

Таблица 22 – Число рядов зерен початка материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, шт.

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Число рядов зерен початка, шт.							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
Воронежский 130 МВ	50	13,3	14,0	13,5	13,5	13,5	13,1	13,4	13,5
	70	14,0	13,7	13,1	13,6	12,8	13,5	13,3	13,6
Воронежский 135 СВ	50	14,7	14,9	15,3	14,4	13,3	13,7	14,4	14,3
	70	14,9	14,4	14,4	14,1	13,7	13,5	14,3	14,0
Воронежский 145 МВ	50	13,7	13,3	13,5	14,1	13,1	14,0	13,4	13,8
	70	13,9	13,1	13,9	14,0	13,7	12,7	13,8	13,3
Воронежский 150 СВ	50	14,8	15,1	15,5	15,7	15,2	14,7	15,2	15,2
	70	15,6	15,1	14,8	14,7	14,5	14,1	15,0	14,6
НСР ₀₅ частных средних								1,1	
НСР ₀₅ для факторов А, В								0,3	
Материнские формы второго срока посева									
Воронежский 171 СВ	50	15,3	14,8	14,4	14,9	13,7	13,5	14,5	14,4
	70	14,8	14,9	15,2	14,9	13,2	13,1	14,4	14,3
Воронежский 182 МВ	50	14,7	14,9	14,4	14,4	14,3	14,9	14,5	14,7
	70	14,1	14,8	14,7	14,0	14,7	14,5	14,5	14,4
НСР ₀₅ частных средних								1,0	
НСР ₀₅ для фактора А								0,3	

В системе признаков продуктивности растений кукурузы количество зерен в ряду занимает особое положение, характеризуясь выраженной вариабельностью. Исследования И.М. Чилашвили, А.И. Супрунова и Л.Ю. Судаковой (2013) подтверждают значимость признака в формировании урожайности при совместном действии с другими структурными элементами [125].

Число зерен в ряду початка кукурузы определяется комплексом факторов, главными из которых являются генотипические особенности и условия выращивания. С.М. Кудин (2004) указывает на то, что формирование значений показателя также в значительной степени зависят от скороспелости форм [63].

Проведенное диссертационное исследование позволило установить достоверное влияние климатических условий, генотипических особенностей, густоты стояния растений на число зерен в ряду материнских форм второго срока посева. В то же время формирование признака родительских компонентов, высеваемых на участках гибридизации кукурузы первым сроком, также зависело и от схемы размещения (Таблица 23, Приложение А, Таблицы 36–37).

Диапазон варьирования числа зерен в ряду початка материнских форм, определяемый комплексом факторов, находился в пределах от 29,3 до 39,1 шт. Неблагоприятные условия для роста и развития, а также перекрестного опыления на участках гибридизации кукурузы способствовали снижению показателей признака. Так, существенно меньшее число зерен в ряду початка материнских компонентов первого и второго сроков посева отмечалось в засушливом и жарком 2024 г. и составляло 32,1 и 33,1 шт. соответственно. Напротив, большие средние показатели (33,5–36,1 шт.) наблюдались в условиях благоприятных 2022 и 2023 гг.

Материнские компоненты гибридов Воронежский 135 СВ и Воронежский 150 СВ формировали в среднем большее число зерен в ряду початка (33,5–35,1 шт.), чем родительские формы гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 145 МВ (31,9–32,5 шт.). В свою очередь, максимальными показателями признака группы второго срока посева характеризовалась материнская форма гибрида Воронежский 171 СВ (35,0 шт.), а минимальными – родительский компонент гибрида Воронежский 182 МВ (33,8 шт.).

Таблица 23 – Число зерен в ряду початка материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, шт.

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Число зерен в ряду початка, шт.							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
Воронежский 130 МВ	50	31,8	32,9	33,5	31,9	34,1	31,8	33,1	32,2
	70	32,1	31,5	31,9	29,3	31,1	31,0	31,7	30,6
Воронежский 135 СВ	50	35,7	36,3	35,7	32,3	31,3	30,9	34,2	33,2
	70	33,4	35,0	34,7	34,2	31,5	30,5	33,2	33,2
Воронежский 145 МВ	50	33,5	33,7	33,8	31,1	33,9	33,2	33,7	32,7
	70	31,8	32,5	31,6	30,1	32,9	32,1	32,1	31,6
Воронежский 150 СВ	50	37,1	35,3	37,9	35,9	33,4	33,7	36,1	35,0
	70	35,6	36,8	35,7	36,8	31,5	31,0	34,3	34,9
НСР ₀₅ частных средних								3,0	
НСР ₀₅ для фактора А								0,8	
НСР ₀₅ для фактора В								0,9	
НСР ₀₅ для факторов С, D								0,6	
Материнские формы второго срока посева									
Воронежский 171 СВ	50	39,1	38,2	37,7	37,1	32,3	31,3	36,4	35,5
	70	36,2	37,1	34,1	35,5	31,7	29,5	34,0	34,0
Воронежский 182 МВ	50	34,7	35,0	32,6	30,9	35,4	35,2	34,2	33,7
	70	35,1	33,5	32,0	32,7	34,1	34,9	33,7	33,7
НСР ₀₅ частных средних								2,6	
НСР ₀₅ для фактора А								0,9	
НСР ₀₅ для факторов В, D								0,8	

Увеличение доли растений материнских компонентов, высеваемых первым сроком, по отношению к отцовским создавало условия для худшего перекрестного опыления на участках гибридизации кукурузы. При этом наблюдалось существенное снижение количества зерен в ряду початка родительских форм в среднем с 33,6 до 32,9 шт. Наибольшей реакцией отличались материнские компоненты гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 145 МВ, показатели которых уменьшались на 0,8–1,0 шт. при схеме размещения 6:2 по сравнению с чередованием 4:2.

Снижение индивидуальной площади питания отдельного растения материнских форм гибридов кукурузы оказывало негативное влияние на

количество зерен в ряду початка. Родительский компонент гибрида Воронежский 171 СВ группы второго срока посева в большей степени снижал значения признака в среднем на 2,0 шт. при увеличении густоты стояния растений с 50 до 70 тыс. шт./га. Несколько меньший эффект плотность посева оказывала на элемент структуры продуктивности материнских форм гибридов Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ и Воронежский 150 СВ и уменьшала число зерен в ряду початка на 1,0–1,5 шт. При этом попарное сравнение средних значений родительских компонентов гибридов Воронежский 135 СВ и Воронежский 182 МВ показало, что различия между ними при разных уровнях густоты стояния растений оказались несущественными на 5 %-ном уровне значимости.

Количество зерен в початке кукурузы представляет собой один из наиболее важных элементов структуры продуктивности. Ряд проведенных исследований, среди которых работы Г.Я. Кривошеева и А.С. Игнатъева (2017), W. Wu, W. Yue, J. Vi и др. (2024), указывали на взаимосвязь признака с показателями урожайности [60; 192].

Озерненность початка, согласно данным С.С. Тереховой, А.А. Макаренко и А.А. Горовцова (2021), изменяется в зависимости от условий года, генотипа, а также предшественника культуры [108].

Данные проведенного диссертационного исследования свидетельствуют о том, что количество зерен в початке материнских форм раннеспелых гибридов кукурузы определялось комплексом факторов, включая метеорологические параметры, генотипические особенности, плотность стеблестоя и находилось в диапазоне 385–600 шт. В то же время схема размещения рядов родительских компонентов не оказывала статистически значимого влияния на показатели признака изучаемого набора родительских компонентов (Таблица 24, Приложение А, Таблицы 38–39).

Повышенная температура воздуха и низкая относительная влажность воздуха отрицательно влияют на жизнеспособность пыльцы кукурузы, что приводит к низкой озерненности початков на участках гибридизации. Минимальное количество зерен в початке материнских форм как первого, так и второго сроков посева наблюдалось в засушливом вегетационном периоде 2024 г.

и составляло в среднем 440 и 463 шт. Благоприятные условия других лет исследования способствовали лучшей озерненности початков родительских компонентов с максимальными значениями в наиболее увлажненном 2022 г. (488 и 535 шт. соответственно).

Таблица 24 – Количество зерен в початке материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, шт.

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Количество зерен в початке, шт.							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
Воронежский 130 МВ	50	424	461	451	430	459	416	445	436
	70	449	433	417	398	398	417	421	416
Воронежский 135 СВ	50	524	542	547	465	417	424	496	477
	70	499	504	500	483	433	411	477	466
Воронежский 145 МВ	50	460	449	455	440	443	465	453	451
	70	441	425	438	421	452	407	444	418
Воронежский 150 СВ	50	549	532	586	565	508	494	548	530
	70	555	554	528	540	458	438	514	511
НСР ₀₅ частных средних								55,0	
НСР ₀₅ для фактора А								13,8	
НСР ₀₅ для фактора В								15,9	
НСР ₀₅ для фактора D								11,2	
Материнские формы второго срока посева									
Воронежский 171 СВ	50	600	565	543	554	444	422	529	514
	70	536	554	518	530	418	385	491	490
Воронежский 182 МВ	50	509	523	469	445	505	526	494	498
	70	496	496	469	458	500	507	488	487
НСР ₀₅ частных средних								43,1	
НСР ₀₅ для фактора А								15,3	
НСР ₀₅ для факторов В, D								12,5	

Анализ генотипической изменчивости выявил достоверные различия между изучаемыми формами. Материнские компоненты гибридов Воронежский 135 СВ и Воронежский 150 СВ характеризовались наибольшим средним количеством зерен

в початке на уровне 479 и 526 шт. соответственно за три года наблюдений. Существенно меньшая озерненность была характерна для родительских форм гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 145 МВ (429 и 441 шт.). Попарное сравнение среднего количества зерен в початке материнских компонентов гибридов Воронежский 171 СВ (506 шт.) и Воронежский 182 МВ (492 шт.) второй группы показало, что наблюдаемые различия между показателями оказались незначительными на 5 %-ном уровне значимости.

Увеличение густоты стояния растений на участках гибридизации кукурузы по-разному сказывалось на количестве зерен в початке материнских форм. Большинство изучаемых родительских компонентов гибридов существенно снижали показатели признака в среднем на 15–31 шт. по мере загущения с 50 до 70 тыс. шт./га. Максимальное изменение количества зерен в початке (на 53 шт.) в условиях повышенной плотности стеблестоя по сравнению с более разреженным посевом наблюдалось у материнской формы гибрида Воронежский 150 СВ в засушливом 2024 году. При этом родительский компонент гибрида Воронежский 182 МВ характеризовался отсутствием существенной реакции на увеличение густоты стояния растений в отношении озерненности початков (Рисунок 14).

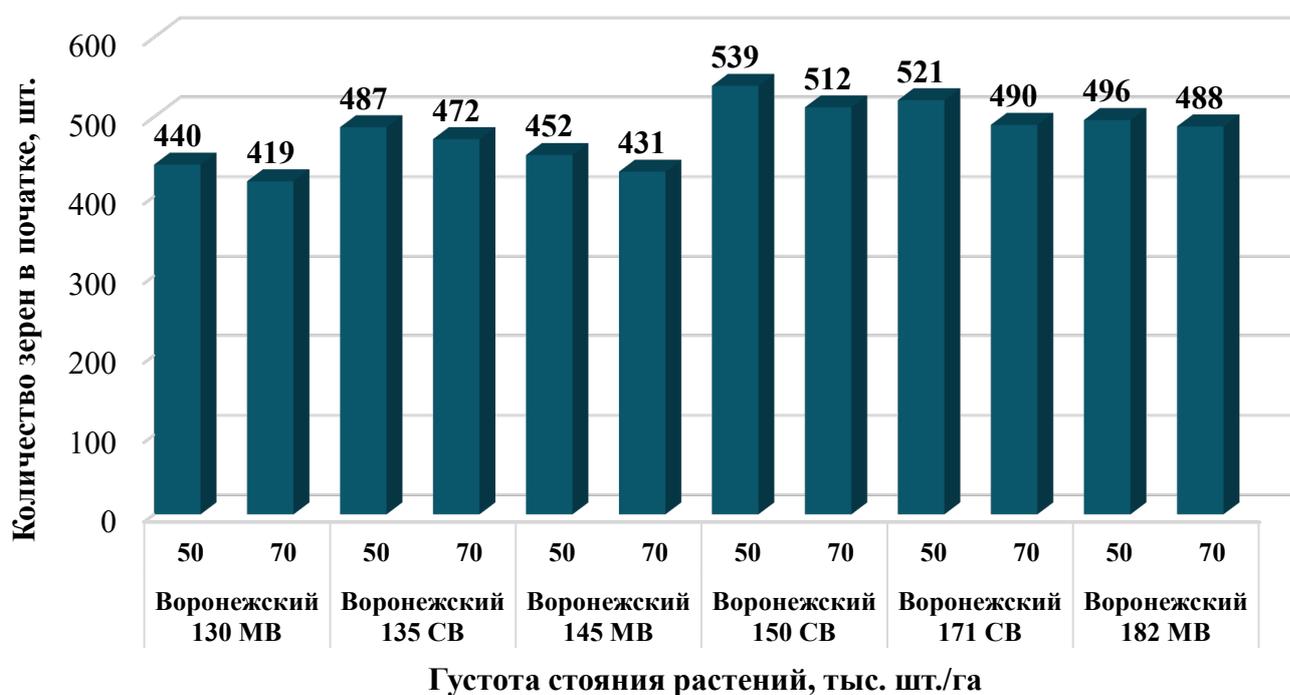


Рисунок 14 – Количество зерен в початке материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, 2022–2024 гг.

4.4 Выход зерна и показатель массы 1000 зерен материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений

Выход зерна из початков кукурузы представляет собой соотношение зерновой и стержневой массы. Экспериментальные данные, которые получили О.В. Абельмасов и А.В. Бебех (2018), указывают на значительную вариабельность значений показателя в зависимости от генотипа форм [134].

При этом, как установили О.Н. Панфилова, Е.В. Чугунова и С.Н. Дерунова (2020), выход зерна находится в прямой зависимости от гидротермических условий вегетационного периода. Авторы подчеркивали, что значения показателя оказываются ниже в засушливые годы [84].

Полученные данные показали, что выход зерна из початка материнских форм первого срока посева определялся климатическими условиями, генотипическими особенностями и схемой размещения. Густота стояния растений на участках гибридизации кукурузы не оказывала статистически значимого влияния на показатели признака. При этом выход зерна из початка материнских форм второго срока посева формировался под действием метеорологических параметров в годы наблюдений и схемы размещения рядов (Таблица 25, Приложение А, Таблицы 40–41).

Минимальные и максимальные показатели элемента структуры продуктивности составляли 71,7 и 84,3 % соответственно в зависимости от факторов опыта. Климатические условия в значительной степени изменяли показатели выхода зерна из початка родительских компонентов раннеспелых гибридов кукурузы. Формирование минимальных средних значений материнских форм первого и второго сроков посева (77,6 и 78,1 %) обуславливалось повышенным температурным фоном и дефицитом осадков в 2024 г. Существенное увеличение доли зерновой части початков наблюдалось в более благоприятных условиях двух других лет испытаний. При этом максимальные средние показатели материнских форм первого (80,3 %) и второго (81,1 %) сроков посева отмечались в 2022 г.

Таблица 25 – Выход зерна из початка материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, %

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Выход зерна из початка, %							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
Воронежский 130 МВ	50	78,5	77,5	79,2	78,2	77,3	75,4	78,3	77,0
	70	78,2	77,3	78,3	76,9	76,5	74,6	77,7	76,3
Воронежский 135 СВ	50	81,9	80,8	80,5	78,6	77,8	72,3	80,1	77,2
	70	82,2	83,0	79,8	79,4	77,8	77,6	79,9	80,0
Воронежский 145 МВ	50	77,7	77,1	78,6	78,4	77,1	76,7	77,8	77,4
	70	78,1	77,1	78,9	77,1	77,1	75,7	78,0	76,6
Воронежский 150 СВ	50	84,2	83,3	82,2	82,3	81,8	82,1	82,7	82,6
	70	84,3	84,3	82,2	81,5	80,9	80,7	82,5	82,2
НСР ₀₅ частных средних								3,1	
НСР ₀₅ для фактора А								0,8	
НСР ₀₅ для фактора В								0,9	
НСР ₀₅ для фактора С								0,6	
Материнские формы второго срока посева									
Воронежский 171 СВ	50	81,3	80,4	82,2	82,7	78,4	71,7	80,6	78,3
	70	81,3	80,1	81,7	81,6	80,2	75,9	81,1	79,2
Воронежский 182 МВ	50	81,3	81,1	79,6	79,1	79,2	80,2	80,0	80,1
	70	81,5	81,5	79,5	79,7	79,6	79,3	80,2	80,2
НСР ₀₅ частных средних								3,5	
НСР ₀₅ для фактора А								1,2	
НСР ₀₅ для фактора С								1,0	

Генотипическая изменчивость проявлялась в значительном варьировании значений выхода зерна из початка материнских форм. Родительские компоненты гибридов Воронежский 135 СВ, Воронежский 150 СВ, Воронежский 171 СВ, а также Воронежский 182 МВ характеризовались большими средними показателями на уровне 79,3–82,5 % в течение трехлетних испытаний. Существенно меньший выход зерна из початка был характерен для материнских форм гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 145 МВ (77,3–77,5 %).

Размещение большего количества рядов материнской формы по отношению к отцовской на участках гибридизации кукурузы приводило к снижению доли зерновой части початков. В большей степени показатели уменьшались с 80,9 до 78,7 % у родительского компонента гибрида Воронежский 171 СВ второй группы при схеме размещения 6:2 по сравнению с чередованием 4:2. Меньшим снижением выхода зерна из початка в среднем на 0,9–1,4 % характеризовались материнские формы гибридов Воронежский 130 МВ, Воронежский 135 СВ, Воронежский 145 МВ. В то же время изменение параметров схемы посева на участках гибридизации не оказывало существенного влияния на показатели элемента структуры урожая родительских компонентов гибридов Воронежский 150 СВ и Воронежский 182 МВ (Рисунок 15).

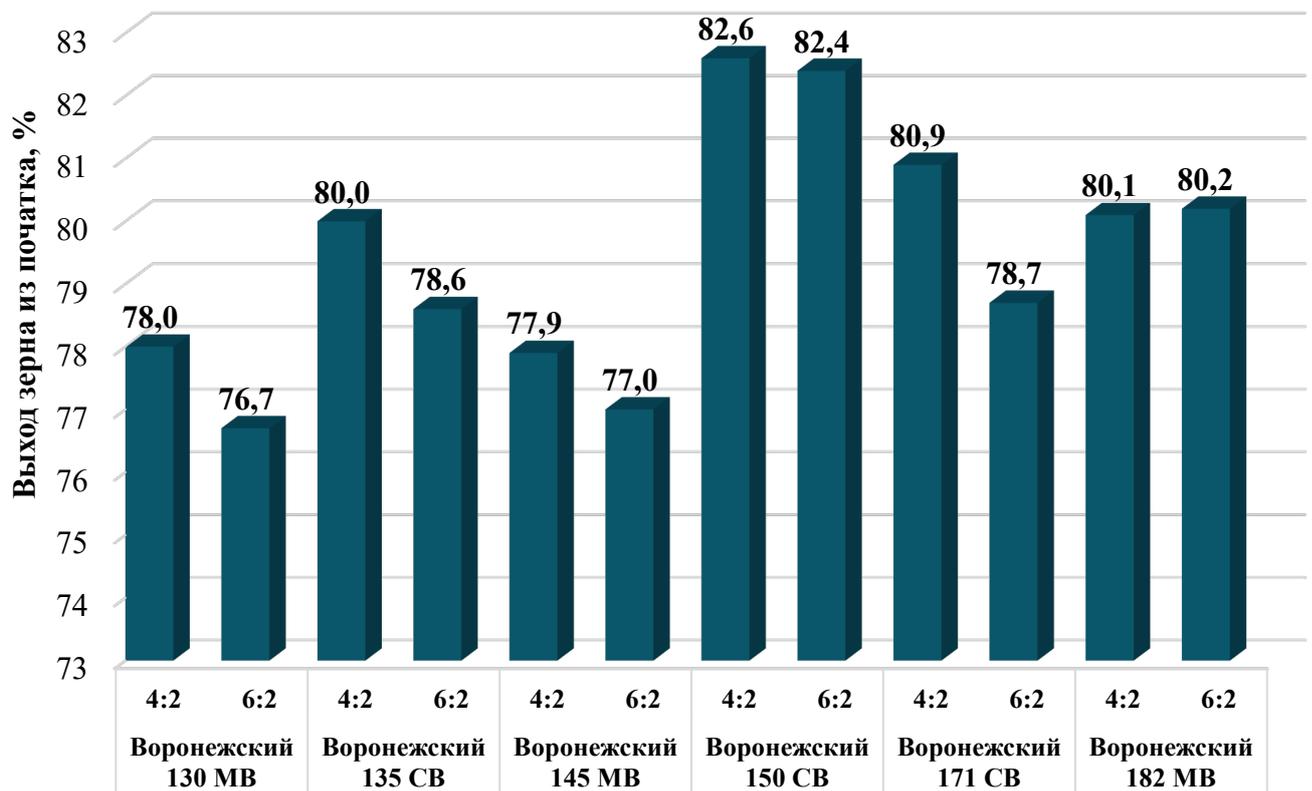


Схема размещения рядов родительских форм

Рисунок 15 – Выход зерна из початков материнских форм в зависимости от схем размещения рядов родительских форм, 2022–2024 гг.

Одним из ключевых структурных элементов продуктивности кукурузы выступает масса 1000 зерен, которая отражает крупность и выполненность

воздушно-сухих семян. Результаты многочисленных исследований, включая работы В. Zhou, Y. Yue, X. Sun и др. (2016), S. Thapa, S. Rawal & S. Adhikari (2022), свидетельствуют о наличии положительной корреляционной связи показателя с урожайностью культуры [186; 198].

Как показывают экспериментальные данные Н.И. Казаковой (2011), масса 1000 зерен кукурузы значительно изменяется в зависимости от климатических условий [45]. При этом, как установил С.Е. Егоян (2007), на формирование значений показателя также оказывают влияние различные системы основной обработки почвы и режимы минерального питания [34].

Результаты дисперсионного анализа указывают на то, что климатические условия, генотипические особенности, густота стояния растений и схема размещения оказывали статистически значимое влияние на формирование массы 1000 зерен материнских форм раннеспелых гибридов кукурузы (Таблица 26, приложение А, Таблица 42–43).

Изменение показателей признака, определяемого исследуемыми факторами опыта, находилось в пределах 227,4–356,0 г. Меньшая масса 1000 зерен материнских форм как первого, так и второго сроков посева наблюдалась в 2022 г. и составляла 282,0 и 245,0 г соответственно. Существенно большие средние показатели элемента структуры продуктивности родительских компонентов отмечались в условиях двух других лет исследования (289,2–298,1 г).

Материнские формы гибридов Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ (ПГ 10/45 М) и Воронежский 182 МВ (Антей М) отличались минимальной массой 1000 зерен (260,9–284,0 г) на протяжении трехлетних наблюдений. В свою очередь, родительский компонент гибридов Воронежский 135 СВ, Воронежский 150 СВ и Воронежский 171 СВ (ПГ 108/11 С) характеризовался максимальными средними значениями элемента структуры урожайности (292,7–315,2 г).

Схема посева материнской и отцовской формы на участках гибридизации определяла варьирование массы 1000 зерен. При этом наблюдалась тенденция увеличения показателей признака при чередовании рядов 6:2 по сравнению с 4:2. В большей степени масса 1000 зерен возрастала в среднем на 14,8 г у материнской

формы гибрида Воронежский 182 МВ. Промежуточное положение занимали родительские компоненты гибридов Воронежский 135 СВ, Воронежский 150 СВ и Воронежский 171 СВ, увеличение показателей которых составляло 10,5–14,0 г при схеме размещения 6:2 по сравнению с чередованием 4:2. Материнские формы гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 145 МВ характеризовались меньшей, но существенной прибавкой массы 1000 зерен на 4,9–7,1 г.

Таблица 26 – Масса 1000 зерен материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, г

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Масса 1000 зерен, г							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
Воронежский 130 МВ	50	279,0	288,0	282,5	293,2	286,5	290,2	282,7	290,5
	70	269,6	281,7	274,2	281,0	297,6	284,8	280,5	282,5
Воронежский 135 СВ	50	315,7	320,6	319,7	328,0	324,4	355,9	319,9	334,8
	70	285,5	296,3	290,1	314,8	313,9	317,8	296,5	309,6
Воронежский 145 МВ	50	274,3	278,9	277,3	285,0	272,5	272,5	274,7	278,8
	70	258,2	264,2	265,9	272,4	253,2	271,2	259,1	269,3
Воронежский 150 СВ	50	278,6	291,3	311,6	322,9	296,3	303,6	295,5	305,9
	70	261,1	269,2	285,1	306,5	313,1	315,5	286,4	297,1
НСР ₀₅ частных средних								19,7	
НСР ₀₅ для фактора А								4,9	
НСР ₀₅ для фактора В								5,7	
НСР ₀₅ для факторов С, D								4,0	
Материнские формы второго срока посева									
Воронежский 171 СВ	50	240,7	253,8	302,6	311,0	350,0	356,0	297,8	306,9
	70	227,4	244,8	281,7	299,3	313,1	331,8	274,1	292
Воронежский 182 МВ	50	252,0	262,5	280,4	292,2	256,7	269,1	263,0	274,6
	70	235,8	243,3	268,3	278,4	227,7	264,5	243,9	262,1
НСР ₀₅ частных средних								19,2	
НСР ₀₅ для фактора А								6,8	
НСР ₀₅ для факторов В, С, D								5,5	

Загущение посевов негативно сказывалось на элементе структуры продуктивности родительских компонентов. Максимальным снижением массы 1000 зерен в среднем на 15,8–24,3 г отличались материнские формы гибридов Воронежский 135 СВ, Воронежский 171 СВ и Воронежский 182 МВ при увеличении густоты стояния с 50 до 70 тыс. шт./га. Слабее реакция наблюдалась у родительских компонентов гибридов Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ и Воронежский 150 СВ, изменение показателей которых в меньшую сторону находилось в пределах 5,1–12,6 г по мере загущения посевов (Рисунок 16).

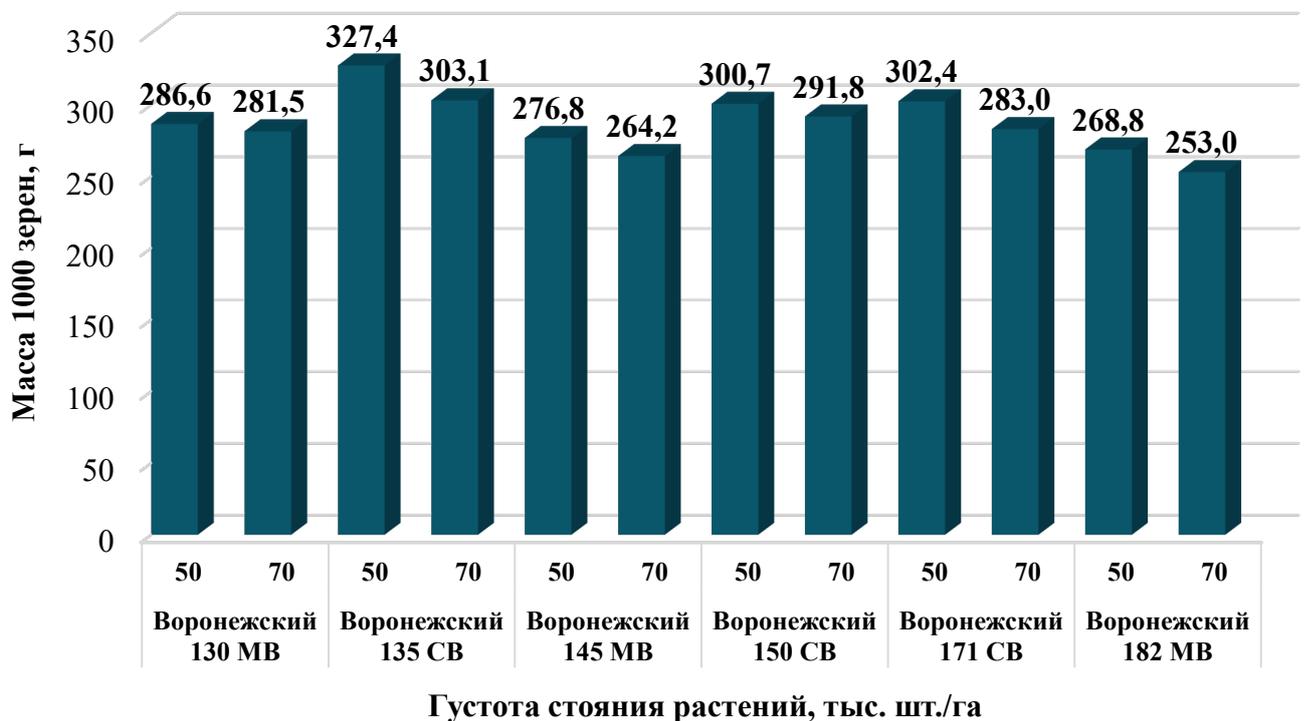


Рисунок 16 – Масса 1000 зерен материнских форм в зависимости от густоты стояния растений, 2022–2024 гг.

5 УРОЖАЙНОСТЬ И УБОРОЧНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ЗЕРНА МАТЕРИНСКИХ ФОРМ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА, СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

5.1 Урожайность материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений

Урожайность родительских компонентов гибридов кукурузы – комплексный признак, формирующийся под влиянием множества факторов, среди которых метеорологические параметры среды, элементы технологии выращивания, биологические характеристики.

Полученные экспериментальные данные подтверждают, что урожайность материнских форм как первого, так и второго сроков посева определялась климатическими условиями в годы проведения исследования, генотипическими особенностями, а также густотой стояния растений и схемой посева (Таблица 27, Приложение А, Таблицы 44–45).

Продуктивность родительских компонентов на участках гибридизации кукурузы изменялась в широких пределах с 2,46 до 6,77 т/га в зависимости от факторов опыта. Контрастные климатические условия в годы наблюдений являлись одним из ключевых факторов, влияющих на показатели признака и способствующих значительному его варьированию. Наибольшая средняя урожайность материнских форм первого и второго сроков посева на уровне 5,46 и 5,55 т/га наблюдалась в благоприятном 2023 г. Напротив, продуктивность родительских компонентов снижалась до 3,53 и 2,82 т/га соответственно в условиях жаркого и засушливого 2024 г.

Следует подчеркнуть, что одновременный посев родительских форм гибридов Воронежский 145 МВ и Воронежский 150 СВ в оптимальные сроки обеспечивал более стабильное формирование урожайности по годам. При этом наблюдалось меньшее снижение продуктивности на 1,43–1,55 т/га (27,8–27,9 %) в засушливом 2024 г. по сравнению с благоприятным 2023 г. В то же время посев отцовской формы гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 135 СВ в фазе 2 листьев материнской приводил к ухудшению пыльцеобразования, что вызывало

большее падение урожайности на 2,17–2,56 т/га (38,3–46,8 %) во время аналогичного вегетационного периода. Подобная тенденция отмечалась при посеве материнского компонента в фазе 1 листа отцовского гибридов Воронежский 171 СВ и Воронежский 182 МВ, продуктивность участков гибридизации которых снижалась на 2,40–3,05 т/га (47,2–50,7 %) в условиях повышенного температурного режима и дефицита осадков 2024 г. по сравнению с более благоприятным 2023 г.

Таблица 27 – Урожайность зерна материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, т/га

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Урожайность зерна, т/га							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
Воронежский 130 МВ	50	4,37	4,80	4,88	5,21	2,48	2,76	3,91	4,26
	70	4,85	5,33	5,62	6,16	3,01	3,38	4,49	4,96
Воронежский 135 СВ	50	5,12	5,31	5,02	5,48	3,21	3,49	4,45	4,76
	70	5,36	5,97	5,72	6,46	3,56	3,75	4,88	5,39
Воронежский 145 МВ	50	4,30	4,74	4,32	4,91	3,46	3,67	4,03	4,44
	70	4,69	5,21	5,39	5,98	3,79	3,96	4,62	5,05
Воронежский 150 СВ	50	5,37	5,56	4,98	5,33	3,68	3,95	4,68	4,95
	70	5,31	6,09	5,62	6,25	4,10	4,26	5,01	5,53
НСР ₀₅ частных средних								0,40	
НСР ₀₅ для фактора А								0,10	
НСР ₀₅ для фактора В								0,11	
НСР ₀₅ для факторов С, D								0,08	
Материнские формы второго срока посева									
Воронежский 171 СВ	50	4,94	5,01	5,45	6,02	2,60	2,93	4,33	4,65
	70	4,83	5,44	5,83	6,77	3,11	3,24	4,59	5,15
Воронежский 182 МВ	50	3,89	4,23	4,37	5,15	2,46	2,64	3,57	4,01
	70	4,15	4,64	4,89	5,92	2,71	2,89	3,92	4,48
НСР ₀₅ частных средних								0,37	
НСР ₀₅ для фактора А								0,13	
НСР ₀₅ для факторов В, С, D								0,11	

Средняя урожайность материнских форм первого и второго сроков посева составляла 4,71 и 4,34 т/га на протяжении трех лет исследования. Среди изучаемых генотипов большей продуктивностью характеризовались родительские компоненты гибридов Воронежский 135 СВ (4,87 т/га) и Воронежский 150 СВ (5,04 т/га). Меньшие показатели формировали материнские формы гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 145 МВ, средняя урожайность которых находилась на уровне 4,40 и 4,54 т/га соответственно. Минимальная продуктивность, составляющая в среднем 4,00 т/га, была характерна для родительского компонента гибрида Воронежский 182 МВ среди набора гибридов, высеваемых вторым сроком. При этом существенно большей урожайностью отличалась материнская форма гибрида Воронежский 171 СВ (4,68 т/га) в рассматриваемой группе.

Несмотря на то, что увеличение доли материнской формы по отношению к отцовской снижало показатели отдельных элементов структуры урожая, тем не менее наблюдалось закономерное повышение продуктивности участков гибридизации кукурузы. Схема размещения 6:2 обеспечивала существенную прибавку урожая в среднем на 0,41 и 0,47 т/га родительских компонентов первого и второго сроков соответственно по сравнению с чередованием 4:2. При этом в наибольшей степени увеличение продуктивности с 3,75 до 4,25 т/га происходило у материнской формы гибрида Воронежский 182 МВ, которая отличалась минимальным уровнем урожая по опыту (Рисунок 17).

Снижение площади питания родительских компонентов негативно сказывалось на индивидуальной продуктивности, однако увеличение количества растений на единицу площади компенсировало потери урожая. Загущение посевов с 50 до 70 тыс. шт./га способствовало повышению урожайности материнских форм первого и второго сроков в среднем на 0,56 и 0,40 т/га соответственно. Наибольшее увеличение продуктивности на 0,61 и 0,65 т/га наблюдалось у родительских компонентов гибридов Воронежский 145 МВ и Воронежский 130 МВ. Меньшая, однако существенная, прибавка урожайности в среднем на 0,46 и 0,53 т/га отмечалась у материнских форм гибридов Воронежский 150 СВ и Воронежский 135 СВ.



Рисунок 17 – Урожайность зерна материнских форм в зависимости от схем размещения, 2022–2024 гг.

Минимальная реакция на повышение плотности стеблестоя наблюдалась среди родительских компонентов, высеваемых на участках гибридизации кукурузы вторым сроком. Так, увеличение урожайности по мере загущения посевов до 70 тыс. шт./га материнских форм гибридов Воронежский 171 СВ и Воронежский 182 МВ составляло в среднем 0,38 и 0,41 т/га соответственно и характеризовалось как существенное, однако наименьшее (Рисунок 18).

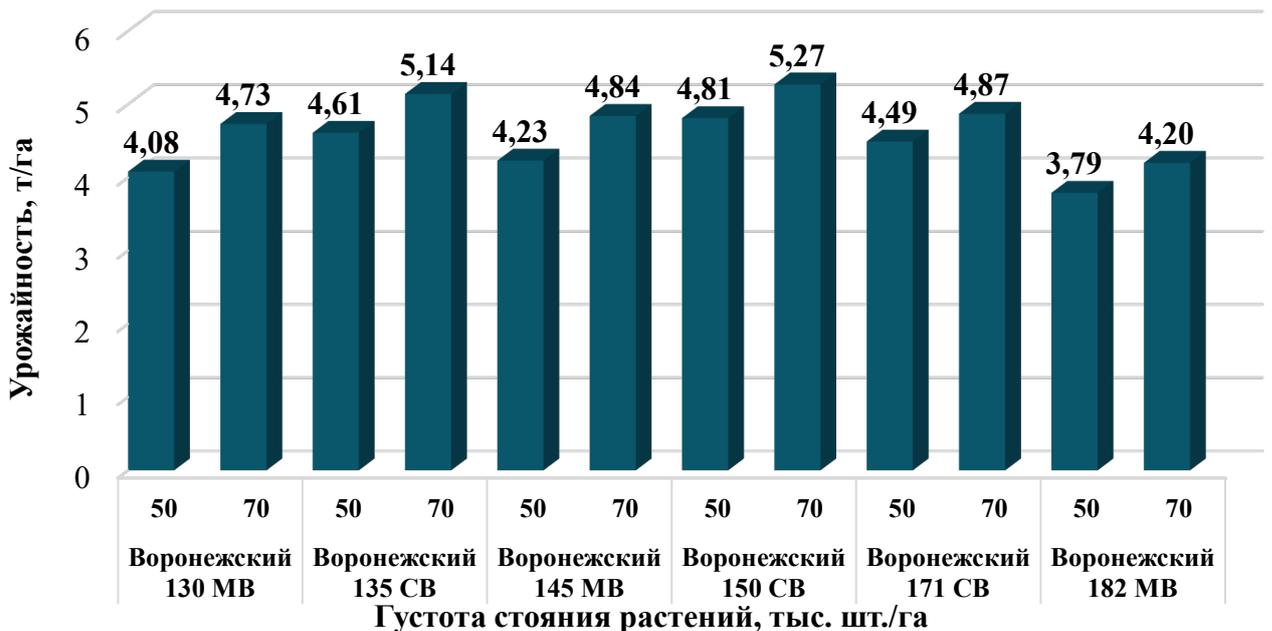


Рисунок 18 – Урожайность зерна материнских форм в зависимости от густоты стояния растений, 2022–2024 гг.

5.2 Уборочная влажность зерна материнских форм гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений

Уборочная влажность зерна определяет экономическую рентабельность возделывания родительских форм гибридов кукурузы. Энергетические затраты на послеуборочную сушку зерна, как отмечали П.П. Домашнев, Б.В. Дзюбецкий, В.И. Костюченко (1992), составляют около 2-3 кВт×ч, или 2–4 кг дизельного топлива на 1 тонно-процент [30].

Экспериментальные данные С.А. Хорошилова (2006) показали, что формирование конечной влажности зерна напрямую зависит от длины вегетационного периода растений кукурузы [123].

В свою очередь, В.С. Сотченко, А.Э. Панфилов, А.Г. Горбачева и др. (2021) подчеркивали, что уборочная влажность зерна определяется совокупным действием факторов, включая метеорологические параметры и генотип форм [100].

Результаты проведенного исследования показали, что климатические условия, особенности генотипа, а также густота стояния растений на участках гибридизации кукурузы оказывали статистически значимое влияние на формирование уровня уборочной влажности материнских форм. При этом, согласно результатам дисперсионного анализа, показатели признака не определялись под действием схемы размещения родительских компонентов (Таблица 28, Приложение А, Таблицы 46–47).

Влажность зерна при уборке материнских форм изменялась в зависимости от факторов опыта и находилась в широком диапазоне значений от 10,6 до 31,4 %. Климатические условия в определенной мере создавали условия для значительного варьирования показателей по годам. Наиболее благоприятным с точки зрения потери влаги зерном оказался 2024 г., который характеризовался отсутствием обильных осадков и повышенным температурным режимом во второй половине вегетации растений кукурузы. При этом наблюдалась минимальная уборочная влажность зерна материнских форм первого и второго сроков посева на уровне в среднем 14,6 и 15,2 %. Напротив, пониженные среднесуточные температуры в

сочетании с обильным увлажнением в периоды накопления сухой массы двух других лет исследования создавали менее благоприятные условия для потери влаги зерном родительских компонентов гибридов кукурузы. Материнские формы второго срока посева отличались большей уборочной влажностью в 2022 и 2023 гг. со значениями 21,6 и 27,9 % соответственно. В свою очередь, попарное сравнение средних показателей родительских компонентов первой группы за аналогичный период показало, что наблюдаемые различия между ними незначительны на 5 %-ном уровне значимости.

Таблица 28 – Уборочная влажность зерна материнских форм в зависимости от сроков посева, схем размещения и густоты стояния растений, %

Материнская форма гибрида (фактор В)	Густота стояния, тыс. шт./га (фактор D)	Уборочная влажность зерна, %							
		Год исследования (фактор А)						Среднее за 2022–2024 гг.	
		2022		2023		2024			
		Схема размещения родительских форм (фактор С)							
		4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2	4:2	6:2
Материнские формы первого срока посева									
Воронежский 130 МВ	50	20,8	21,0	17,6	18,1	12,9	12,6	17,1	17,2
	70	20,4	20,5	18,6	19,4	13,4	13,5	17,5	17,8
Воронежский 135 СВ	50	21,2	21,1	22,6	23,2	15,6	16,8	19,8	20,4
	70	21,0	21,2	24,0	23,1	17,6	17,4	20,9	20,6
Воронежский 145 МВ	50	21,1	20,8	18,1	19,1	12,0	11,8	17,1	17,2
	70	20,8	20,7	18,7	21,2	12,6	12,8	17,4	18,2
Воронежский 150 СВ	50	20,3	20,2	21,3	21,2	15,2	15,9	18,9	19,1
	70	20,2	19,8	22,5	23,1	17,1	17,0	19,9	20,0
НСР ₀₅ частных средних								1,3	
НСР ₀₅ для фактора А, D								0,3	
НСР ₀₅ для фактора В								0,4	
Материнские формы второго срока посева									
Воронежский 171 СВ	50	22,7	22,6	29,1	29,8	18,8	19,2	23,5	23,9
	70	23,3	23,4	30,8	31,4	19,6	19,7	24,6	24,8
Воронежский 182 МВ	50	19,9	20,5	24,8	25,0	10,6	10,8	18,4	18,8
	70	19,8	20,5	26,0	26,4	11,5	11,3	19,1	19,4
НСР ₀₅ частных средних								1,4	
НСР ₀₅ для фактора А								0,5	
НСР ₀₅ для фактора В, D								0,4	

Анализ генотипической изменчивости позволил установить различия между изучаемыми материнскими формами. Так, родительские компоненты гибридов Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ и Воронежский 182 МВ характеризовались лучшей способностью к потере влаги зерном, которая к моменту уборки составляли в среднем 17,4; 17,5 и 18,9 % соответственно.

Несколько худшими показателями отличались материнские формы гибридов Воронежский 150 СВ (19,5 %) и Воронежский 135 СВ (20,4 %).

Наибольшие средние значения влажности зерна к моменту уборки, которые составляли 24,2 %, были характерны для родительского компонента гибрида Воронежский 171 СВ из набора, высеваемого вторым сроком.

Увеличение количества растений на единице площади создавало неблагоприятные условия для потери влаги зерном на участках гибридизации кукурузы. При этом наблюдалась тенденция повышения показателей на 0,6 и 0,8 % при загущении с 50 до 70 тыс. шт./га материнских форм первого и второго сроков посева соответственно.

Наибольшей реакцией характеризовались родительские компоненты гибридов Воронежский 150 СВ и Воронежский 171 СВ, уровень уборочной влажности которых увеличивался в среднем на 1,0 % на протяжении трех лет исследования.

Минимальным, однако существенным на 5 %-ном уровне значимости повышением показателей с 17,2 до 17,6 % отличалась материнская форма гибрида Воронежский 130 МВ.

Остальные родительские компоненты увеличивали уровень уборочной влажности зерна в пределах 0,6–0,7 % при загущении посевов (Рисунок 19).

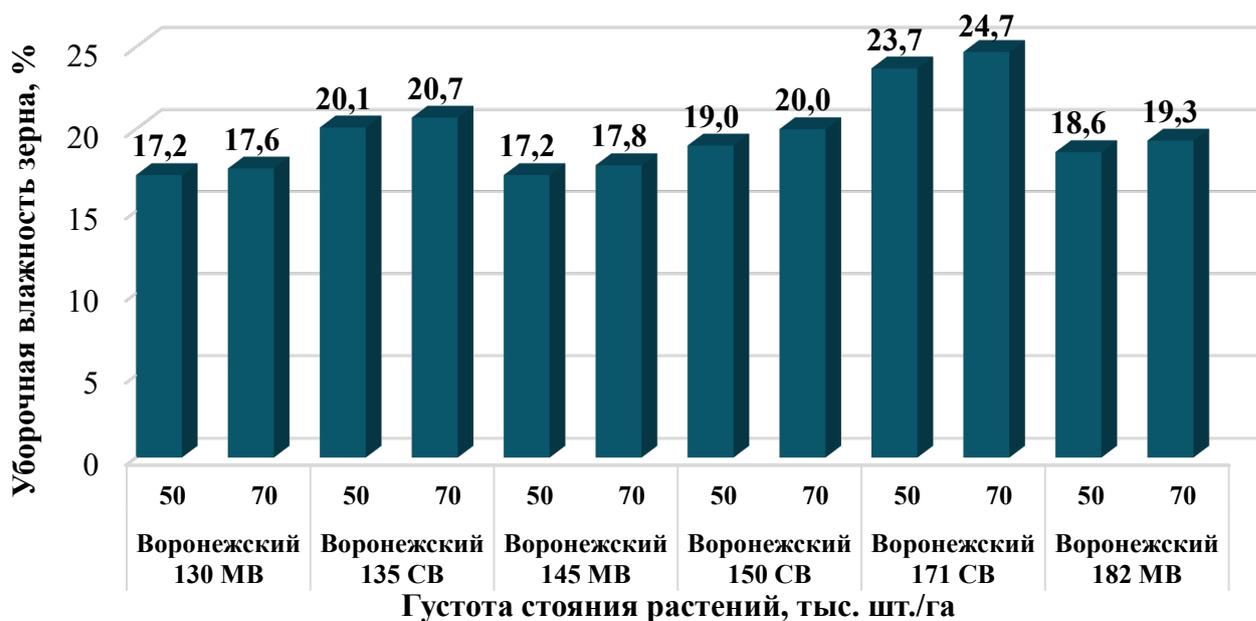


Рисунок 19 – Уборочная влажность зерна материнских форм в зависимости от густоты стояния растений, 2022-2024 гг.

5.3 Корреляционная связь урожайности и уборочной влажности материнских форм гибридов кукурузы с элементами структуры продуктивности, морфологическими и фенологическими показателями

Сложные взаимодействия элементов структуры продуктивности, морфометрических параметров и скороспелости форм кукурузы определяют их урожайность. Наблюдается зависимость между комплексом признаков и общей продуктивностью растений, однако направленность и сила этих взаимосвязей может существенно варьировать в зависимости от комплекса факторов.

Корреляционный анализ показал, что урожайность материнских форм гибридов кукурузы в наибольшей степени сопряжена с высотой растений ($r = 0,777$), уровнем прикрепления початка ($r = 0,893$) и уборочной влажностью зерна ($r = 0,802$) (Таблица 29). Кроме того, следует выделить наличие средней положительной связи между продуктивностью родительских компонентов и периодом «всходы – цветение початка» ($r = 0,453$). Совокупность наблюдаемых зависимостей отражает существующие закономерности изменения показателей признака, которые указывают на то, что более позднеспелые формы характеризуются большей высотой растений, уборочной влажностью зерна и, как следствие, повышенной урожайностью.

Таблица 29 – Сопряженность урожайности и других признаков материнских форм гибридов кукурузы, 2022–2024 гг.

Признак	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Урожайность (1)											
Уборочная влажность зерна (2)	0,802**										
Масса 1000 зерен (3)	-0,109	0,065									
Длина початка (4)	0,237	0,247	0,152								
Выход зерна из початка (5)	0,541**	0,485**	-0,451**	0,388**							
Количество початков на 100 растений (6)	0,324*	0,154	-0,492**	-0,013	0,232						
Число рядов зерен початка (7)	0,377**	0,367*	-0,404**	0,464**	0,638**	0,221					
Число зерен в ряду початка (8)	0,336*	0,319*	-0,451**	0,630**	0,730**	0,246	0,648**				
Число зерен в початке (9)	0,396**	0,389**	-0,439**	0,642**	0,760**	0,239	0,816**	0,952**			
Высота растений (10)	0,777**	0,621**	-0,082	0,116	0,248	0,329*	0,061	0,190	0,161		
Высота прикрепления початка (11)	0,893**	0,717**	-0,085	0,340*	0,454**	0,376**	0,285*	0,380**	0,392**	0,911**	
Период «всходы – цветение початка» (12)	0,453**	0,355*	0,131	-0,162	0,069	-0,039	-0,084	-0,275	-0,196	0,229	0,246

Примечание: * – значение коэффициента достоверно при $p \leq 0,05$; ** – значение коэффициента достоверно при $p \leq 0,01$.

В ходе проведения исследования определено, что продуктивность материнских форм разных сроков посева возрастала по мере увеличения показателей большинства элементов структуры урожая. Так, средние положительные корреляционные связи отмечались между урожайностью родительских компонентов гибридов кукурузы и такими показателями как:

- количество початков на 100 растений ($r = 0,324$);
- число зерен в ряду ($r = 0,336$);
- число рядов зерен початка ($r = 0,377$);
- озерненность ($r = 0,396$);
- выход зерна из початка ($r = 0,541$).

Отдельно следует отметить, что существенной зависимости продуктивности материнских форм и длины початка, а также массы 1000 зерен на 5 %-ном уровне значимости не наблюдалось.

Анализ формирования уборочной влажности зерна позволил установить, что ее значения во многом определялись элементами структуры урожая. Наиболее сильная положительная корреляционная связь обнаружена с выходом зерна из початка ($r = 0,485$). При этом значения уборочной влажности зерна также возрастали по мере увеличения числа зерен в ряду ($r = 0,319$) и рядов зерен початка ($r = 0,367$), а также озерненности ($r = 0,389$).

В то же время существенных корреляционных связей между потерей влаги зерном и количеством початков на 100 растений, длиной початков, массой 1000 зерен выявлено не было.

Результаты корреляционного анализа также показали, что некоторые элементы структуры продуктивности тесно сопряжены между собой. Так, отмечалась существенная положительная связь числа зерен в ряду початка с его озерненностью ($r = 0,952$). Кроме того, наблюдалась сильная сопряженность между числом зерен в початке и количеством его рядов ($r = 0,816$). При этом установлено, что показатель выхода зерна возрастал по мере увеличения озерненности ($r = 0,760$), числа зерен в ряду ($r = 0,730$) и рядов зерен початка ($r = 0,638$), а также его длины ($r = 0,388$).

Озерненность имела среднюю корреляционную связь с длиной початка ($r = 0,642$). Особого внимания заслуживает то, что увеличение массы 1000 зерен сопровождалось снижением таких показателей, как:

- количество початков на 100 растений ($r = -0,492$);
- выход зерна ($r = -0,451$);
- число зерен в ряду початка ($r = -0,451$);
- число рядов зерен початка ($r = -0,404$);
- озерненность ($r = -0,439$).

Подобные отрицательные взаимосвязи средней силы указывают на обратную зависимость признака с остальными элементами структуры продуктивности.

Также в ходе проведения исследования установлено наличие сильной положительной корреляционной связи между высотой растений материнских форм гибридов кукурузы и уровнем прикрепления початка ($r = 0,911$), что определяет тесную сопряженность рассматриваемых морфологических признаков.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕМЯН ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ

6.1 Экономическая эффективность выращивания семян гибридов кукурузы первого поколения

Современное ведение сельского хозяйства подразумевает рациональное использование ресурсов для обеспечения устойчивых показателей рентабельности. Экономическая эффективность производства семян гибридов кукурузы первого поколения определяется оптимальным сочетанием технологии выращивания, материально-технической базы, а также потенциала предприятия. Недостаточная оснащенность сельскохозяйственных организаций техникой, удобрениями или посевным материалом приводит к увеличению производственных издержек вследствие ухудшения качества семян и снижения урожайности культуры. Кроме того, неэффективное использование имеющихся ресурсов приводит к повышению себестоимости продукции без соответствующего роста прибыли.

Соотношение между урожайностью родительских форм гибридов кукурузы, себестоимостью выращенных семян и полученной выручкой является важным критерием эффективности производства. Внедрение рекомендуемых элементов технологии, среди которых сроки посева, схемы размещения и густота стояния растений на участках гибридизации, основывается в том числе и на экономической обоснованности их применения. Выращивание семян гибридов кукурузы первого поколения считается целесообразным при условии обеспечения чистой прибыли с учетом производственных издержек.

Комплексная оценка экономической эффективности производства семян трехлинейных гибридов кукурузы включает в себя использование таких показателей, как:

- урожайность родительских форм;
- стоимость продукции;
- производственные затраты;
- условно чистый доход;
- уровень рентабельности (Таблица 30).

Таблица 30 – Экономическая оценка выращивания семян гибридов кукурузы первого поколения в зависимости от срока посева, густоты стояния и схемы размещения родительских форм, 2022–2024 гг.

Схема посева	Густота стояния растений, тыс. шт./га	Показатели					
		Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость 1 т продукции, руб.	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Воронежский 130 МВ							
4:2	50	3,91	872768	352755	90219	520013	147,4
	70	4,49	1002232	396752	88363	605480	152,6
6:2	50	4,26	950893	375978	88258	574915	152,9
	70	4,96	1107143	428395	86370	678748	158,4
Воронежский 135 СВ							
4:2	50	4,45	897177	395376	88849	501801	126,9
	70	4,88	983871	432041	88533	551830	127,7
6:2	50	4,76	959677	418923	88009	540755	129,1
	70	5,39	1086694	461914	85698	624780	135,3
Воронежский 145 МВ							
4:2	50	4,03	899554	360368	89421	539185	149,6
	70	4,62	1031250	404082	87464	627168	155,2
6:2	50	4,44	991071	386743	87104	604329	156,3
	70	5,05	1127232	434986	86136	692246	159,1
Воронежский 150 СВ							
4:2	50	4,68	943548	404648	86463	538901	133,2
	70	5,01	1010081	435123	86851	574958	132,1
6:2	50	4,95	997984	421955	85243	576029	136,5
	70	5,53	1114919	467085	84464	647834	138,7
Воронежский 171 СВ							
4:2	50	4,33	872984	402449	92944	470535	116,9
	70	4,59	925403	428115	93271	497289	116,2
6:2	50	4,65	937500	424707	91335	512793	120,7
	70	5,15	1038306	463577	90015	574730	124,0
Воронежский 182 МВ							
4:2	50	3,57	858173	336065	94136	522108	155,4
	70	3,92	942308	366405	93471	575903	157,2
6:2	50	4,01	963942	364738	90957	599205	164,3
	70	4,48	1076923	401870	89703	675053	168,0

Стоимость продукции в зависимости от гибрида рассчитывалась на основании цены семян, которая составляла в среднем 201 612–240 384 руб./т. Основные производственные затраты определялись на основании цен семян родительских форм (1 400 000–1 600 000 руб./т), нитроаммофоски (36 000 руб./т), гербицидов Фронтьер Оптима (3 000 руб./л) и Франкорн (4 650 руб./л).

Экономические расчеты показали, что средняя стоимость произведенной продукции, изменяясь под действием факторов опыта, составляла 982 985 руб./га. Минимальное значение показателя (858 173 руб./га) обеспечивало выращивание семян гибрида Воронежский 182 МВ при схеме размещения рядов родительских компонентов 4:2 и густоте стояния растений на уровне 50 тыс. шт./га. Напротив, максимальная стоимость продукции (1 127 232 руб./га) гибрида Воронежский 145 МВ наблюдалась при чередовании 6:2 и плотности посева 70 тыс. шт./га.

Средний размер производственных затрат, связанных с выращиванием семян трехлинейных гибридов кукурузы, составлял порядка 406 877 руб./га. Меньшие показатели были характерны для гибридов Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ и Воронежский 182 МВ (367 270–396 545 руб./га). При этом более высокие средние производственные затраты отмечались в процессе выращивании семян гибридов Воронежский 135 СВ, Воронежский 150 СВ и Воронежский 171 СВ (427 064–432 203 руб./га).

Следует отметить, что увеличение густоты стояния растений и числа рядов материнской формы по отношению к отцовской повышает потребность в количестве посевного материала, что сказывается на стоимости производства. Так, загущение на участках гибридизации кукурузы с 50 до 70 тыс. шт./га приводило к росту производственных затрат в среднем на 39 637 руб./га. При этом увеличение соотношения материнского компонента по отношению к отцовскому с 4:2 до 6:2 также способствовало увеличению показателя на 11 782 руб./га.

Себестоимость единицы продукции зависит от величины производственных затрат и урожайности родительских форм гибридов кукурузы. Диапазон изменения значений показателя находился в пределах от 84 464 до 94 136 руб./т в соответствии с продуктивностью, генотипическими особенностями, сроком

посева, схемой размещения и густотой стояния растений материнских и отцовских компонентов. Наименьшая себестоимость 1 т продукции (85 755–88 303 руб./т) отмечалась при выращивании семян гибридов Воронежский 130 МВ, Воронежский 135 СВ, Воронежский 145 МВ, Воронежский 150 СВ. Наибольшие показатели наблюдались у гибридов Воронежский 171 СВ и Воронежский 182 МВ (91 891 и 92 067 руб./т соответственно) с материнской формой, высеваемой вторым сроком.

Условный чистый доход определяется как разница между стоимостью продукции и производственными затратами. Максимальные средние значения показателя обеспечивало выращивание семян гибрида Воронежский 130 МВ и Воронежский 145 МВ (594 789 и 615 732 руб./га соответственно). Минимальный условный чистый доход был характерен для гибрида Воронежский 171 СВ (513 837 руб./га). Выращивание семян остальных гибридов способствовало формированию промежуточных показателей в пределах 554 792–593 067 руб./га.

Уровень рентабельности производства зависит от условного чистого дохода и производственных затрат. Значения показателей находились в широком диапазоне от 116,2 до 168,0 % за трехлетний период наблюдений. Наибольший уровень рентабельности отмечался при выращивании семян гибрида Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ и Воронежский 182 МВ (152,8–161,2 %). Значения показателей гибридов Воронежский 135 СВ и Воронежский 150 СВ были несколько ниже и составляли 129,8 и 135,1 % соответственно. Минимальный уровень рентабельности отмечен при выращивании семян гибрида Воронежский 171 СВ (119,5 %).

Рентабельность производства в значительной степени изменялась под действием элементов технологии возделывания. Увеличение густоты стояния растений на участках гибридизации с 50 до 70 тыс. шт./га способствовало повышению значений показателя в среднем на 2,9 %. Кроме того, схема размещения родительских компонентов 6:2 аналогичным образом определяла рост уровня рентабельности на 2,5 % по сравнению с чередованием 4:2.

6.2 Биоэнергетическая оценка выращивания семян гибридов кукурузы первого поколения

Сельскохозяйственное производство как важная составляющая агропромышленного комплекса характеризуется высоким уровнем энергоемкости технологических процессов. В современных условиях особую актуальность приобретает оптимизация затрат ресурсов, необходимых для выращивания полевых культур, и повышение общей эффективности производства.

Проведение биоэнергетической оценки позволяет выявить наиболее рациональные способы выращивания кукурузы как семенного, так и товарного назначения. Ключевой задачей такого анализа становится разработка ресурсосберегающих технологий возделывания, направленных на минимизацию энергопотребления в растениеводческой отрасли при сохранении высокого уровня качества продукции и урожайности сельскохозяйственных культур.

Биоэнергетическая оценка показала, что затраты техногенной энергии при производстве семян гибридов кукурузы первого поколения находились в диапазоне 21,05–35,44 ГДж/га. Средние минимальные значения были характерны для гибридов Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ и Воронежский 182 МВ (22,91–23,63 ГДж/га), тогда как максимальные – для гибридов Воронежский 135 СВ, Воронежский 150 СВ и Воронежский 171 СВ (27,64–32,87 ГДж/га) (Таблица 31).

Следует отметить, что наибольшими затратами техногенной энергии отличались варианты с повышенной густотой стояния растений. Так, увеличение плотности стеблестоя с 50 до 70 тыс. шт./га способствовало повышению показателей в среднем на 2,74 ГДж/га.

Уровень накопленной энергии с урожаем в значительной степени изменялся по вариантам опыта и находился в диапазоне 66,05–102,31 ГДж/га. Максимальными показателями отличалось выращивание семян гибридов Воронежский 150 СВ и Воронежский 135 СВ (93,29 и 90,10 ГДж/га соответственно). При этом средние значения остальных форм находились в пределах 73,91–86,59 ГДж/га.

Таблица 31 – Биоэнергетическая оценка выращивания семян гибридов кукурузы первого поколения срока посева, густоты стояния и схемы размещения родительских форм, 2022–2024 гг.

Схема посева	Густота стояния растений, тыс. шт./га	Урожайность, т/га	Затраты техногенной энергии, ГДж/га	Накопление энергии с урожаем, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Воронежский 130 МВ					
4:2	50	3,91	21,05	72,34	3,44
	70	4,49	23,38	83,07	3,55
6:2	50	4,26	22,10	78,81	3,57
	70	4,96	25,10	91,76	3,66
Воронежский 135 СВ					
4:2	50	4,45	26,06	82,33	3,16
	70	4,88	29,39	90,28	3,07
6:2	50	4,76	27,96	88,06	3,15
	70	5,39	30,80	99,72	3,24
Воронежский 145 МВ					
4:2	50	4,03	21,36	74,56	3,49
	70	4,62	23,59	85,47	3,62
6:2	50	4,44	22,56	82,14	3,64
	70	5,05	25,08	93,43	3,73
Воронежский 150 СВ					
4:2	50	4,68	25,62	86,58	3,38
	70	5,01	28,45	92,69	3,26
6:2	50	4,95	26,75	91,58	3,42
	70	5,53	29,73	102,31	3,44
Воронежский 171 СВ					
4:2	50	4,33	30,39	80,11	2,64
	70	4,59	33,32	84,92	2,55
6:2	50	4,65	32,34	86,03	2,66
	70	5,15	35,44	95,28	2,69
Воронежский 182 МВ					
4:2	50	3,57	21,55	66,05	3,06
	70	3,92	23,72	72,52	3,06
6:2	50	4,01	23,36	74,19	3,18
	70	4,48	25,90	82,88	3,20

Наибольший выход энергии с урожаем обеспечивали схема размещения рядов родительских компонентов гибридов 6:2 и густота стояния растений 70 тыс. шт./га. В зависимости от генотипических особенностей такой способ посева способствовал увеличению значений показателя на 7,96–9,62 ГДж/га по сравнению с лучшим вариантом для каждой формы.

Средний коэффициент энергетической эффективности находился в пределах от 2,55 до 3,73 за трехлетний период наблюдений. Наибольшими показателями отличалось выращивание семян гибридов Воронежский 130 МВ (3,56) и Воронежский 145 МВ (3,62). Минимальный коэффициент энергетической эффективности был характерен для гибрида Воронежский 171 СВ (2,64). Значения показателей при выращивании семян остальных гибридов изменялись в зависимости от срока посева родительских форм, густоты стояния растений и схемы размещения и составляли в среднем 3,16–3,38.

Расчеты показали, что коэффициент энергетической эффективности в значительной степени определялся плотностью посева на участках гибридизации кукурузы. Так, загущение с 50 до 70 тыс. шт./га способствовало увеличению показателя в среднем на 0,03 за трехлетний период наблюдений. Аналогичная тенденция изменения коэффициента энергетической эффективности наблюдалась при изменении параметров схемы размещения родительских форм гибридов кукурузы. Увеличение доли рядов материнского компонента по отношению к отцовскому приводило к повышению значений показателя с 3,19 до 3,23.

7 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОВЕРКИ

Производственную проверку и внедрение полученных результатов проводили в предприятиях ООО «Россошьгибрид» и ООО «Агрогибрид» Россошанского района Воронежской области (Приложение Б).

В 2023–2024 гг. площадь выращивания семян трехлинейного гибрида кукурузы Воронежский 182 МВ в ООО «Россошьгибрид» составила 20 и 29 га соответственно.

Предшественником родительских форм на участках гибридизации кукурузы являлся ячмень. Основная обработка включала в себя лушение стерни на глубину 5–6 см после уборки предшественника агрегатом К-744 + ЛДГ-15. Осенью проводили внесение нитроаммофоски ($N_{80}P_{80}K_{80}$), используя разбрасыватель минеральных удобрений GRACH 1000 под вспашку на глубину 25–27 см плугом ПЛН-8-35.

В весенний период при достижении физической спелости почвы осуществляли боронование (К-744 + СГБ-15) для закрытия влаги. Последующее внесение почвенного гербицида Камелот, СЭ (3,0 л/га) проводили самоходным опрыскивателем SP 275. Предпосевную культивацию на глубину 10–12 см осуществляли с помощью К-744 + ККП-10000.

Посев проводили агрегатом Беларусь 1221.3 + ТС-М 8000 в первой декаде мая при схеме размещения рядов 6:2 и густоте стояния 50 тыс. шт./га. Для совмещения сроков цветения материнскую форму гибрида Воронежский 182 МВ высевали при наступлении фазы 1 листа отцовского компонента. Послепосевное прикатывание проводили агрегатом Беларусь 1221.3 + 5 ККШ-10.

Участки гибридизации обрабатывали послевсходовым гербицидом Фултайм, МД (1,0 л/га) в фазе 3–6 листьев растений кукурузы с целью защиты от сорной растительности.

Междурядную культивацию осуществляли в фазе 7–8 листьев агрегатом Беларусь 1221.3 + КРН-5,6. Отцовский компонент на участках гибридизации удаляли спустя неделю после окончания цветения метелок навесными дисками.

Уборку проводили по мере созревания при влажности зерна не более 30 % комбайном ES6 с последующей переборкой, сушкой и обмолотом семенных початков на кукурузокалибровочном заводе.

Применяемая на предприятии технология выращивания семян трехлинейных гибридов кукурузы первого поколения обеспечивает формирование среднего уровня урожайности 1,64–3,15 т/га.

Внедрение в производство густоты стояния растений 70 тыс. шт./га в дополнение к схеме размещения рядов родительских форм 6:2 позволяет эффективнее использовать земельные ресурсы и увеличить средние показатели урожайности на 0,25–0,77 т/га, стоимости продукции – на 60 096–129 567 руб./га (15,2–24,4 %), чистого дохода – на 35 194–74 409 руб./га (21,6–34,1 %) и уровня рентабельности на 6,9–9,8 %.

В 2024 г. площадь выращивания семян трехлинейных гибридов кукурузы Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ в ООО «Агрогибрид» составила 27 и 41 га соответственно.

Предшественником родительских форм на участках гибридизации кукурузы являлся ячмень. Основная обработка включала в себя лушение стерни на глубину 5–6 см после уборки предшественника агрегатом К-701 + ЛДГ-15. Осенью проводили внесение нитроаммофоски (N₆₄P₆₄K₆₄) разбрасывателем минеральных удобрений МВУ-1100 под вспашку на глубину 25–27 см плугом ПЛН-8-35.

В весенний период при достижении физической спелости почвы осуществляли боронование (К-701 + СГБ-15) для закрытия влаги. Последующее внесение почвенного гербицида Акрис, СЭ (2,0 л/га) проводили агрегатом Беларусь-1222.3 + ОП-18-3000. Предпосевную культивацию на глубину 10–12 см осуществляли с помощью К-701 + ККП-10000.

Посев проводили сеялкой KUHN KOSMA TRM в первой декаде мая при схеме размещения рядов 6:2 и густоте стояния 50 тыс. шт./га. Для совмещения сроков цветения отцовскую форму гибрида Воронежский 130 МВ высевали при наступлении фазы 2 листьев материнского компонента на участках гибридизации. Послепосевное прикатывание проводили агрегатом Беларусь 1222.3 + 5 ККШ-10.

Участки гибридизации обрабатывали послевсходовым гербицидом Лаудис, ВДГ (0,4 л/га) + Мерио, КЭ (1,0 л/га) в фазе 3–8 листьев растений кукурузы с целью защиты от сорной растительности. Междурядную культивацию осуществляли в фазе 7–8 листьев агрегатом Беларусь 1222.3 + КРН-5,6. Отцовский компонент на участках гибридизации удаляли спустя неделю после окончания цветения метелок навесными дисками.

Уборку проводили по мере созревания при влажности зерна не более 30 % комбайном Bourgoin B610 с последующей переборкой, сушкой и обмолотом семенных початков на кукурузокалибровочном заводе.

Применяемая на предприятии технология выращивания семян трехлинейных гибридов кукурузы первого поколения обеспечивает формирование среднего уровня урожайности 1,76–2,67 т/га. Внедрение в производство густоты стояния растений 70 тыс. шт./га в дополнение к схеме размещения рядов родительских форм 6:2 позволяет эффективнее использовать земельные ресурсы и увеличить средние показатели урожайности на 0,22–0,39 т/га, стоимости продукции – на 49 107–87 054 руб./га (12,5–14,6 %), чистого дохода – на 25 819–51 222 руб./га (16,7–17,1 %) и уровня рентабельности на 4,1–4,5 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разновременный посев родительских форм трехлинейных гибридов кукурузы Воронежский 130 МВ, Воронежский 135 СВ, Воронежский 171 СВ и Воронежский 182 МВ позволял добиться совмещения сроков цветения материнских и отцовских компонентов на участках гибридизации вне зависимости от метеорологических условий, схем размещения и густоты стояния.

2. Загущение посевов с 50 до 70 тыс. шт./га приводило к увеличению высоты растений материнских (3,3–6,7 см) и отцовских форм (1,9–6,5 см), снижению средних значений диаметра стебля на 0,09–0,11 и 0,06–0,12 см соответственно, а также уменьшению площади листовой поверхности материнских компонентов (1,7–3,2 дм²/раст.). Закономерно более высокое расположение початков родительских компонентов отмечалось в условиях повышенной густоты стояния.

3. Густота стояния растений не оказывала статистически значимого влияния на формирование длины нижней боковой веточки метелки и числа веточек I порядка, но определяла число веточек II порядка метелок некоторых отцовских форм в отдельные годы наблюдений.

Длина главной оси метелки отцовских форм гибридов в разной степени изменялась под действием повышенной плотности стеблестоя, однако большинство самоопыленных линий характеризовались существенным снижением средних показателей на 0,8–1,8 см.

4. Увеличение густоты стояния на участках гибридизации до 70 тыс. шт./га приводило к повышению уровня бесплодия кукурузы и, как следствие, уменьшению количества сформированных початков на 100 растений материнских компонентов в среднем в диапазоне 1–17 шт.

5. Линейные размеры початков материнских форм гибридов кукурузы, а именно их длина и диаметр, снижались в среднем на 0,3–0,8 и 0,04–0,10 см соответственно при повышении плотности стеблестоя.

Схема размещения и густота стояния растений на участках гибридизации кукурузы не оказывали статистически значимого влияния на число рядов зерен початка материнских форм.

Число зерен в ряду початка материнских компонентов первого срока посева снижалось с 32,4–35,2 до 31,4–34,9 шт. при схеме размещения 6:2 по сравнению с соотношением 4:2, а увеличение густоты стояния растений приводило к уменьшению показателей в среднем на 0,3–2,0 шт.

Лучшими по озерненности початки материнских форм гибридов оказывались в условиях разреженного посева при 50 тыс. шт./га, тогда как загущение до 70 тыс. шт./га приводило к снижению количества зерен на 8–31 шт.

Доля зерновой части початков материнских компонентов гибридов кукурузы уменьшалась в среднем с 77,9–82,6 до 76,7–82,4 % при схеме размещения 6:2 относительно соотношения 4:2.

6. Наибольшая средняя масса 1000 зерен материнских форм отмечалась при густоте стояния 50 тыс. шт./га (268,8–327,4 г), тогда как меньшая – в условиях загущения до 70 тыс. шт./га (253,0–303,1 г). Вместе с тем наблюдалась тенденция повышения показателей признака с 253,5–308,2 до 268,3–322,2 г при соотношении 6:2 по сравнению с чередованием 4:2.

7. Увеличение густоты стояния растений способствовало повышению продуктивности участков гибридизации на 0,38–0,65 т/га. В свою очередь, схема размещения рядов 6:2 обеспечивала существенную прибавку урожая в среднем на 0,40–0,50 т/га относительно соотношения 4:2.

Одновременный посев родительских компонентов трехлинейных гибридов кукурузы Воронежский 145 МВ и Воронежский 150 СВ способствовал более стабильному формированию урожайности по годам, которая в меньшей степени снижалась в среднем на 1,43–1,55 т/га (27,8–27,9 %) при повышенном температурном режиме и дефиците осадков по сравнению с благоприятными условиями. Напротив, посев отцовской формы в фазе 2 листьев материнской гибридов Воронежский 130 МВ и Воронежский 135 СВ приводил к ухудшению пыльцеобразования, что вызывало большее падение продуктивности на 2,17–2,56 т/га (38,3–46,8 %). Аналогичным образом наблюдалось снижение урожайности в пределах 2,40–3,05 т/га (47,2–50,7 %) на участках гибридизации при выращивании семян гибридов Воронежский 171 СВ и Воронежский 182 МВ, материнский компонент которых высевается в фазе 1 листа отцовского.

8. Загущение посевов родительских форм гибридов кукурузы до 70 тыс. шт./га создавало менее благоприятные условия для потери влаги зерном, что повышало уровень уборочной влажности на 0,4–1,0 %.

9. Положительные корреляционные связи средней силы отмечались между урожайностью материнских компонентов и количеством початков на 100 растений ($r = 0,324$), числом зерен в ряду ($r = 0,336$) и рядов зерен початка ($r = 0,377$), озерненностью ($r = 0,396$) и выходом зерна из початка ($r = 0,541$). В то же время существенной зависимости продуктивности родительских форм от длины початка, а также массы 1000 зерен не наблюдалось.

10. Наибольшие значения экономической и энергетической эффективности выращивания семян раннеспелых гибридов кукурузы первого поколения в условиях лесостепной зоны ЦЧР отмечались при схеме размещения рядов родительских компонентов 6:2 и густоте стояния растений 70 тыс. шт./га, что обеспечивало формирование максимальных показателей стоимости продукции (1 038 306–1 127 232 руб./га), условного чистого дохода (574 730–692 246 руб./га) и уровня рентабельности (124,0–168,0 %), а также наибольшие значения выхода накопленной энергии с урожаем (82,88–102,31 ГДж/га) и коэффициентов энергетической эффективности (2,69–3,73).

11. Лучшими с учетом более высокой стабильности семеноводства в условиях засухи являются гибриды Воронежский 145 МВ и Воронежский 150 СВ с одновременно высеваемыми родительскими формами на участках гибридизации.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

1. Родительские формы раннеспелых трехлинейных гибридов кукурузы Воронежский 130 МВ, Воронежский 145 МВ, Воронежский 150 СВ, Воронежский 182 МВ рекомендуется выращивать с густотой стояния растений 70 тыс. шт./га и схемой размещения рядов 6:2.

2. Расширить выращивание трехлинейных гибридов Воронежский 145 МВ и Воронежский 150 СВ с одновременно высеваемыми родительскими формами на участках гибридизации, характеризующихся более стабильным семеноводством по годам.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дальнейшие исследования должны быть направлены на комплексное изучение элементов технологии возделывания родительских форм отечественных гибридов кукурузы в различных почвенно-климатических условиях с целью расширения площадей их выращивания. Важнейшими направлениями при этом являются применение орошения, оптимизация площади питания растений и соотношения материнских и отцовских компонентов, что позволит снизить себестоимость производимой продукции и повысить конкурентоспособность российских семеноводческих хозяйств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Воронежской области. – Ленинград : Гидрометеоздат, 1972. – 108 с.
2. Адерихин, П.Г. Почвы Воронежской области, их генезис, свойства и краткая агропроизводственная характеристика / П.Г. Адерихин. – Воронеж : Издательство Воронежского университета, 1963. – 264 с.
3. Анохин, Л.С. Некоторые вопросы агротехники и методики выращивания гибридных семян кукурузы для селекционных целей в условиях Белоруссии : автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук / Л.С. Анохин. – Горки, 1966. – 26 с.
4. Афонин, Н.М. Сроки посева, густота растений и продуктивность кукурузы / Н.М. Афонин // Кукуруза и сорго. – 1996. – № 2. – С. 7–8.
5. Ахияров, Б.Г. Урожайность зерна и зеленой массы гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений и сроков посева / Б.Г. Ахияров, М.М. Хайбуллин, Р.Р. Абдулвалеев и др. // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 4(36). – С. 23–29. – DOI: 10.47737/2307-2873_2021_36_23.
6. Багринцева, В.Н. Кукуруза на Ставрополье. Технология возделывания и урожайность : монография / В.Н. Багринцева. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского государственного аграрного университета, 2021. – 256 с.
7. Багринцева, В.Н. Отзывчивость на азотное удобрение современных гибридов кукурузы в условиях Ставропольского края / В.Н. Багринцева, И.Н. Ивашененко // Агрехимия. – 2015. – № 11. – С. 45–50.
8. Багринцева, В.Н. Урожайность гибридов кукурузы при разной густоте стояния растений / В.Н. Багринцева, Т.И. Борщ, И.А. Шарапова // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 5. – С. 2–4.
9. Багринцева, В.Н. Эффективность применения удобрений под кукурузу / Багринцева, В.Н., В.В. Букарев, В.С. Варданян // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 3. – С. 9–11.
10. Барсуков, С.С. Густота стояния и фотосинтетическая деятельность / С.С. Барсуков // Кукуруза и сорго. – 1991. – № 3. – С. 13–14.

11. Бельтюков, Л.П. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от удобрений и густоты стояния растений: монография / Л.П. Бельтюков, Е.К. Кувшинова, И.М. Тюрин и др. – зерноград : Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет», 2015. – 181 с.

12. Блиев, С.Г. Влияние густоты растений на урожай зерна кукурузы в условиях горной зоны / С.Г. Блиев // Кукуруза и сорго. – 1997. – № 4. – С. 9–10.

13. Богданов, А.З. Изменение параметров листовой поверхности гибридов кукурузы различной скороспелости под влиянием густоты стояния растений и сроков сева / А.З. Богданов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 60–64.

14. Борщ, Т.И. Формирование урожая зерна гибридов кукурузы при разных сроках сева и густоте стояния растений на черноземе обыкновенном : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Т.И. Борщ. – Ставрополь, 2005. – 28 с.

15. Букарев, В.В. Урожайность кукурузы в зависимости от предшественников, удобрений и густоты стояния растений / В.В. Букарев // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы : сб. научных трудов международной науч.-практ. конф. «Золотое наследие академика ВАСХНИЛ М.И. Хаджинова», посвященной 110-летию со дня его рождения (Краснодар, 27–29 июля 2009 г.). – Краснодар : ООО «Эдви», 2009. – С. 201–204.

16. Венецианский, А.С. Повышение зерновой продуктивности инбредных линий кукурузы путем загущения посевов на светло-каштановых почвах при орошении : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / А.С. Венецианский. – Волгоград, 2006. – 20 с.

17. Виличку, Ф. Результаты изучения подсева отцовской формы в междурядье материнской линии на участке гибридизации простых гибридов кукурузы / Ф. Виличку, Н. Спицина, Г. Аббасов и др. // Информационный бюллетень по кукурузе. – 1990. – № 8. – С. 363–379.

18. Вожегова, Р.А. Влияние сроков сева и густоты стояния на показатели высоты растений гибридов кукурузы в орошаемых условиях юга Украины / Р.А.

Вожегова, А.Н. Влащук, А.С. Дробит и др. // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – № 55. – С. 75–81.

19. Волков, Д.П. Влияние густоты стояния растений на морфометрические параметры кукурузы / Д.П. Волков, С.А. Зайцев, А.Ю. Лёвкина и др. // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений : сб. статей IV национальной науч.-практ. конф., посвященной 150-летию со дня рождения Г.К. Мейстера (Саратов, 20 апреля 2023 г.). – Саратов : Саратовский гос. ун-т генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 28–38.

20. Волков, Д.П. Селекция и семеноводство кукурузы РСК Аврора в условиях аридизации и изменения климата / Д.П. Волков, С.А. Зайцев, О.С. Башинская и др. // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 1(55). – DOI: 10.51419/202131112.

21. Воронин, А.Н. Агротехника семеноводческих посевов кукурузы как показатель реализации потенциальной продуктивности / А.Н. Воронин, Н.С. Сокорев, Д.Л. Веретнов и др. // Кукуруза и сорго. – 2002. – № 3. – С. 13–14.

22. Воронин, А.Н. Минеральное питание кукурузы для получения оптимальной урожайности зерна / А.Н. Воронин, С.А. Хорошилов, М.В. Клименко и др. // Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства : матер. Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием и Всероссийской Школы молодых ученых (Белгород, 19–21 июня 2019 г.). – Белгород : ООО «Принт», 2019. – С. 38–43.

23. Воронин, А.Н. Оптимизация схем семеноводства гибридов кукурузы для современных технологий / А.Н. Воронин, М.В. Клименко, Т.В. Бирюкова и др. // Селекция растений : прошлое, настоящее и будущее : сб. материалов I Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной 140-летию НИУ «БелГУ» и 100-летию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, д-ра с.-х. наук, профессора Щелоковой Зои Ивановны, Белгород, 24–26 ноября 2016 г.). – Белгород : Издательский дом «Белгород», 2017. – С. 30–34.

24. Габрич, И. Влияние густоты стояния в разных агроэкологических условиях на урожай и на качество семян кукурузы / И. Габрич // Информационный бюллетень по кукурузе. – 1987. – № 6. – С. 213–217.

25. Гогмачадзе, Г.М. Формирование и структура урожая кукурузы в зависимости от площади питания на бурых лесных почвах горной части Грузии / Г.М. Гогмачадзе // Кукуруза и сорго. – 1998. – № 6. – С. 5–8.

26. Гончар, И.Д. Принципы подбора родительских компонентов при создании гибридов кукурузы для Центрально-Черноземной зоны Европейской части СССР : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук / И.Д. Гончар. – Ульяновск, 1966. – 24 с.

27. Губин, С.В. Влияние густоты стояния растений на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости / С.В. Губин, А.М. Логинова, Г.В. Гетц // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3(47). – С. 24–32. – DOI: 10.48136/2222-0364_2022_3_24.

28. Гудова, Л.А. Использование методов многомерной статистики для оценки модельной популяции кукурузы / Л.А. Гудова, С.А. Зайцев, В.И. Жужукин и др. // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 7. – С. 9–15. – DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp9-15.

29. Гурьев, Б.П. Урожайность раннеспелых гибридов в зависимости от густоты посева / Б.П. Гурьев, А.В. Михайленко // Кукуруза. – 1984. – № 3. – С. 17–19.

30. Домашнев, П.П. Селекция кукурузы / П.П. Домашнев, Б.В. Дзюбецкий, В.И. Костюченко. – Москва : Агропромиздат, 1992. – 208 с.

31. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник. 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

32. Дранищев, Н.И. Густота растений гибридов кукурузы различной скороспелости в условиях юго-восточной Степи УССР : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук / Н.И. Дранищев. – Полтава, 1975. – 30 с.

33. Дьёрффи, Б. Влияние засухи, удобрений и густоты стояния растений на урожайность кукурузы / Б. Дьёрффи, З. Бержени // Кукуруза и сорго. – 1996. – № 4. – С. 11–12.

34. Егоян, С.Е. Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на продуктивность кукурузы на черноземе обыкновенном Западного Предкавказья : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / С.Е. Егоян. – Краснодар, 2007. – 24 с.

35. Жужукин, В.И. Селекция кукурузы в Нижнем Поволжье : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05 / В.И. Жужукин. – Саратов, 2002. – 542 с.
36. Жунько, В.С. Густота растений гибридов кукурузы различной скороспелости в условиях северной Степи Украины : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук / В.С. Жунько. – Харьков, 1966. – 27 с.
37. Зеленская, Г.М. Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева семян / Г.М. Зеленская, М.В. Видничук, С.А. Носырев // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2024. – № 4(54). – С. 5–13.
38. Золотов, В.И. Пути повышения продуктивности участков гибридизации кукурузы при орошении / В.И. Золотов, А.Н. Камышов // Бюллетень Всесоюзного ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института кукурузы. – 1989. – № 1(70). – С. 25–28.
39. Золотов, В.И. Сортовая агротехника на участках гибридизации кукурузы в Степи Украины / В.И. Золотов, А.К. Пономаренко, В.А. Запорожченко и др. // Селекция и семеноводство : сборник научных трудов. – Днепропетровск, 1986. – С. 124–129.
40. Иванова, З.А. Влияние уровня минерального питания и густоты посева на урожай зерна кукурузы и его структуру / З.А. Иванова, Т.Б. Шалов, А.Я. Томахина и др. // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 2(50). – С. 62–66. – DOI: 10.52671/20790996_2022_2_62.
41. Иншин, Н.А. Удобрения, густота посевов и урожайность / Н.А. Иншин, Е.Н. Вишнякова // Кукуруза и сорго. – 1990. – № 5. – С. 35–36.
42. Кадыров, С.В. Рост и развитие гибридов кукурузы при разных нормах высева в условиях лесостепи Центрального Черноземья / С.В. Кадыров, М.Ю. Харитонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 59, № 4. – С. 30–36. – DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.4.30.
43. Кадыров, С.В. Урожайность и качество семян кукурузы при разных нормах высева / С.В. Кадыров, М.Ю. Харитонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1(48). – С. 12–16. – DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.1.12.

44. Казакова, Н.И. Органогенез и продукционный процесс ультрараннего и раннеспелого гибридов кукурузы в связи со сроками посева в северной лесостепи Зауралья : автореферат дис. канд. с.-х. наук : специальность 06.01.01 / Н.И. Казакова. – Пермь, 2012. – 18 с.

45. Казакова, Н.И. Урожайность и влажность зерна при различных сроках посева кукурузы в лесостепи Зауралья / Н.И. Казакова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 9(83). – С. 8–11.

46. Камышов, А.Н. Пути повышения продуктивности участков гибридизации при орошении / А.Н. Камышов // Тезисы V Всесоюзной науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов по проблемам кукурузы (Днепропетровск, 1–30 мая 1978 г.). – Днепропетровск, 1987. – С. 157.

47. Карамурзова, М.М. Молекулярно-генетические исследования многопочатковых линий кукурузы / М.М. Карамурзова, Л.Л. Канкулова, Ж.Х. Пшихачева и др. // NovaInfo.Ru. – 2020. – № 115. – С. 7–13.

48. Кирячек, С.А. Урожайность кукурузы разных групп спелости в зависимости от сроков посева и густоты растений в северной зоне Краснодарского края / С.А. Кирячек, В.П. Малаканова, М.В. Марченко и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 168. – С. 98–108. – DOI: 10.21515/1990-4665-168-008.

49. Кирячек, С.А. Влияние сроков посева, густоты стояния растений гибридов разных групп спелости на урожайность кукурузы / С.А. Кирячек, М.В. Марченко, И.В. Палапин и др. // Эколого-генетические основы селекции и возделывания сельскохозяйственных культур : матер. Международной науч.-практ. конф. и Школы молодых ученых по эколого-генетическим основам растениеводства (Краснодар, 24–27 мая 2022 г.). – Краснодар : ЭДВИ, 2022. – С. 112–116.

50. Кислинский, К.Н. Оценка устойчивости к загущению различных гибридов кукурузы по величине коэффициента вариации морфоанатомических параметров / К.Н. Кислинский // Кукуруза и сорго. – 1997. – № 5. – С. 9–10.

51. Козаев, П.З. Влияние густоты стояния растений на продуктивность кукурузы в условиях лесостепной зоны РСО-Алания / П.З. Козаев, Д.П. Козаева //

Известия Горского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 52, № 1. – С. 20–27.

52. Корнев, В.А. Продуктивность родительских форм кукурузы различной спелости в зависимости от густоты растений и обработки семян микроэлементами на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / В.А. Корнев. – Краснодар, 2005. – 26 с.

53. Косолапов, В.М. Агроландшафты Центрального Черноземья / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова. – Москва : Наука, 2015. – 198 с.

54. Коцюбан, А.И. Густота растений родительских форм гибридов кукурузы в связи с фонами удобрений / А.И. Коцюбан // Материалы IV Всесоюзной науч.-практ. конф. молодых ученых по проблемам кукурузы. – Днепропетровск, 1985. – С. 103–104.

55. Коцюбан, А.И. Роль предшественника и густоты посевов / А.И. Коцюбан // Кукуруза и сорго. – 1991. – № 2. – С. 20–22.

56. Кравченко, В.В. Продуктивность ультраранних и раннеспелых гибридов кукурузы и оптимизация сроков их уборки на силос в условиях Среднего и Южного Урала : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / В.В. Кравченко. – Тюмень, 2015. – 16 с.

57. Кравченко, Р.В. Агробиологические показатели кукурузы В зависимости от густоты стояния растений на различных фонах удобренности в условиях Западного Предкавказья / Р.В. Кравченко, А.М. Зантария // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 191. – С. 146–156. – DOI: 10.21515/1990-4665-191-025.

58. Кравченко, Р.В. Продукционные показатели кукурузы в зависимости от густоты стояния растений на различных фонах удобренности в условиях Западного Предкавказья / Р.В. Кравченко, А.М. Зантария // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 192. – С. 58–68. – DOI: 10.21515/1990-4665-192-005.

59. Кривошеев, Г.Я. Оптимизация параметров количественных признаков гибридов кукурузы зернового использования / Г.Я. Кривошеев, А.С. Игнатьев //

Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 5 (59). – С. 35–39. – DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-35-39.

60. Кривошеев, Г.Я. Параметры гибридов кукурузы, создаваемых для условий недостаточного и неустойчивого увлажнения / Г.Я. Кривошеев, А.С. Игнатъев // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 1(49). – С. 29–34.

61. Кривошеев, Г.Я. Признаки для отбора исходного материала, адаптированного к условиям недостаточного и неустойчивого увлажнения / Г.Я. Кривошеев, А.С. Игнатъев // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 4. – С. 29–33.

62. Крячко, Ф.Г. Семеноводство гибридной кукурузы (С. 427–466) / Ф.Г. Крячко, П.П. Дыга // Основы селекции и семеноводства гибридной кукурузы ; под ред. Б.П. Соколова. – Москва : Колос, 1968. – 495 с.

63. Кудин, С.М. Адаптационный потенциал урожая зерна гибридов кукурузы различных групп спелости и приемы их возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / С.М. Кудин. – Пенза, 2004. – 23 с.

64. Ласкин, Р.В. Экономическая оценка выращивания семян кукурузы / Р.В. Ласкин, Т.Р. Толорая, Р.В. Пацкан // Селекция гибридов кукурузы для современного семеноводства : матер. Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства (Белгород, 24–25 августа 2016 г.) – Белгород : ИП Каверин И.С., 2016. – С. 288–293.

65. Лысенко, Д.В. Изменчивость урожайных и морфофизиологических признаков родительских форм и гибридов кукурузы в зависимости от применения гербицидов : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Д.В. Лысенко. – Краснодар, 2008. – 25 с.

66. Малушко, Н.В. Экономическая эффективность выбора оптимальных приемов выращивания гибридных семян кукурузы / Н.В. Малушко, М.Г. Ахтырцев, Т.Р. Толорая, В.П. Малаканова // Кукуруза и сорго. – 2002. – № 5. – С. 11–13.

67. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые

культуры. – Москва : Калининская областная типография управления издательств, полиграфии и книжной продукции Калининского облисполкома, 1989. – 194 с.

68. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке гибридов кукурузы. – Москва : Типография ВАСХНИЛ, 1988. – 40 с.

69. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. – Днепропетровск : Городская типография № 3 Днепропетровского областного управления по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 1980. – 54 с.

70. Методические указания по производству гибридных семян кукурузы. – Пятигорск : ООО «Кайрос Плюс», 2007. – 20 с.

71. Моргун, Д.Д. Качество семян родительских форм раннеспелых гибридов кукурузы при мульчировании почвы пленкой : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Д.Д. Моргун. – Новосибирск, 1992. – 18 с.

72. Мордвинкин, С.А. Влияние густоты стояния и режимов орошения на наступление фенологических фаз родительских форм гибрида кукурузы Росс 272 АМВ / С.А. Мордвинкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 2(14). – С. 42–47.

73. Нижимбере, Ж. Изучение элементов структуры урожая зерна у новых позднеспелых сортолинейных гибридов кукурузы / Ж. Нижимбере, А.И. Супрунов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 181. – С. 1–10. – DOI: 10.21515/1990-4665-181-001.

74. Никитенко А.Б. Влияние органоминеральных удобрений на урожайность родительских форм гибрида кукурузы Краснодарский 291 АМВ / А.Б. Никитенко, В.П. Малаканова, М.В. Марченко и др. // Рисоводство. – 2021. – № 1(50). – С. 65–69. – DOI: 10.33775/1684-2464-2021-50-1-65-69.

75. Норовяткин, В.И. Продуктивность различных по скороспелости гибридов кукурузы в зависимости от основных приемов технологии возделывания на черноземах Саратовского Правобережья : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / В.И. Норовяткин. – Саратов, 2007. – 24 с.

76. Орлянский, Н.А. Влияние густоты стояния растений на элементы структуры урожая диаллельных гибридов кукурузы / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская, Д.Г. Зубко // Селекция гибридов кукурузы для современного семеноводства : матер. Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства (Белгород, 24–25 августа 2016 г.). – Белгород : ИП Каверин И.С., 2016. – С. 301–305.

77. Орлянский, Н.А. Влияние типа плазмы отцовских самоопыленных линий на устойчивость к загущению раннеспелых гибридов кукурузы / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская // Кукуруза и сорго. – 2017. – № 4. – С. 20–24.

78. Орлянский, Н.А. Выделение раннеспелых линий кукурузы с положительной реакцией на загущение посевов / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская, Д.С. Чеботарёв // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 1(88). – С. 41–47. – DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.1.4.

79. Орлянский, Н.А. Густота растений, урожай, влажность зерна раннеспелых гибридов кукурузы / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская, Д.Г. Зубко и др. // Кукуруза и сорго. – 2017. – № 2. – С. 3–8.

80. Орлянский, Н.А. Изучение и подбор новых самоопыленных линий для создания скороспелых гибридов кукурузы : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Н.А. Орлянский. – Днепропетровск, 1986. – 173 с.

81. Орлянский, Н.А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья : автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05 / Н.А. Орлянский. – Воронеж, 2004. – 40 с.

82. Орлянский, Н.А. Селекция кукурузы на адаптивность и загущение посевов / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская, Д.Г. Зубко // Кукуруза и сорго. – 2005. – № 5. – С. 2–3.

83. Оруджев, В.М. Особенности выращивания семян кукурузы / В.М. Оруджев, А.Т. Казиев, Н.О. Маммедова // Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур : матер. Международной науч.-практ. конф., посвященной юбилею ученого-селекционера, Заслуженного изобретателя РФ,

Заслуженного деятеля науки РСО-Алания, д-ра с.-х. наук, профессора С.А. Бекузаровой (Владикавказ, 18 февраля 2017 г.). – Владикавказ : Горский ГАУ, 2017. – С. 56–58.

84. Панфилова, О.Н. Исходный материал для селекции кукурузы на засухоустойчивость / О.Н. Панфилова, Е.В. Чугунова, С.Н. Дерунова // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 2. – С. 29–37. – DOI: 10.28983/asj.y2020i2pp29-37.

85. Панфилова, О.Н. Основные элементы технологии возделывания гибридов кукурузы на зерно на северо-западе Волгоградской области / О.Н. Панфилова, С.Н. Дерунова // Орошаемое земледелие. – 2023. – № 1(40). – С. 20–24. – DOI: 10.35809/2618-8279-2023-1-5.

86. Панькин, В.С. Фотосинтетическая деятельность растений кукурузы в связи с густотой посева и удобрением / В.С. Панькин // Тезисы докладов II Всесоюзной научно-технической конференции молодых ученых по проблемам кукурузы (Днепропетровск, 21–23 ноября 1978 г.). – Днепропетровск, 1978. – С. 56–57.

87. Потапов, А.П. Влияние сроков сева и норм высева на продуктивность среднеранних гибридов кукурузы / А.П. Потапов, А.И. Пашнин, И.В. Пивоваров // Символ науки : международный научный журнал. – 2016. – № 11-2(23). – С. 25–27.

88. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [Электронный ресурс] // Официальный сайт. URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC> (дата обращения: 11.02.2025).

89. Прокапало, И.С. Влияние густоты растений и соотношения рядов родительских форм кукурузы на участках гибридизации на урожай и посевные качества семян / И.С. Прокапало, П.И. Алещенко // Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института кукурузы. – 1971. – № 4(21). – С. 23–26.

90. Пуцарич, А. Технология производства семян гибридной кукурузы / А. Пуцарич // Информационный бюллетень по кукурузе. – 1984. – № 3. – С. 291–323.

91. Селакович, Д. Влияние способа посева родительских форм кукурузы на семена гибридов / Д. Селакович, З. Видойкович, З. Хойка и др. // Кукуруза и сорго. – 2004. – № 4. – С. 21–24.

92. Селекция 2.0 (исследовательский проект). Научный доклад НИУ ВШЭ и ФАС России ; авторский коллектив под ред. А.Ю. Иванова. – Москва : Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2020. – 296 с.

93. Семина, С.А. Фотосинтетическая деятельность кукурузы в зависимости от условий минерального питания / С.А. Семина, И.В. Гаврюшина // Нива Поволжья. – 2017. – Т. 45. – № 4. – С. 138–144.

94. Системы земледелия Воронежской области. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 1982. – 190 с.

95. Скубицкий, И.И. Продуктивность гибридов Краснодарский 440 М и Одесский 50 М в связи с густотой и удобрением в юго-западной части Степи УССР / И.И. Скубицкий // Тезисы докладов II Всесоюзной науч.-техн. конф. молодых ученых по проблемам кукурузы (Днепропетровск, 21–23 ноября 1978 г.). – Днепропетровск, 1978. – С. 171–172.

96. Слюдеев, Ю.А. Продуктивность гибридов кукурузы при различной густоте стояния растений и дозах удобрений на выщелоченных черноземах Рязанской области / Ю.А. Слюдеев // Кукуруза и сорго. – 2003. – № 4. – С. 6–8.

97. Соколова, Е.А. Формирование урожая зерна кукурузы в условиях Республики Марий Эл / Е.А. Соколова, В.М. Измestьев, Н.А. Кириллов и др. // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2017. – № 3(48). – С. 12–18.

98. Сотченко, В.С. Технология возделывания кукурузы / В.С. Сотченко, В.Н. Багринцева // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № S2. – С. 79–84.

99. Сотченко, В.С. Методические указания по производству гибридных семян кукурузы / В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, В.Н. Багринцева и др. // Кукуруза и сорго. – 2020. – № 3. – С. 3–27.

100. Сотченко, В.С. Скорость потери влаги зерном кукурузы в период созревания в зависимости от генотипа и условий среды / В.С. Сотченко, А.Э. Панфилов, А.Г. Горбачева и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56, № 1. – С. 54–65.

101. Сотченко, В.С. Сумма эффективных температур в период всходы-цветение родительских форм гибридов кукурузы в различных условиях выращивания / В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, Л.А. Бортникова и др. // Кукуруза и сорго. – 2012. – № 1. – С. 15–18.
102. Сотченко, В.С. Характеристика элитных линий кукурузы по основным хозяйственно ценным признакам / В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, И.А. Ветошкина, и др. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2021. – Т. 100, № 2. – С. 60–67. – DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-60-67.
103. Стулин, А.Ф. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от густоты растений и уровня минерального питания / А.Ф. Стулин // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 1. – С. 4–5.
104. Стулин, А.Ф. Продуктивность гибридов кукурузы и их родительских форм / А.Ф. Стулин // Кукуруза и сорго. – 1999. – № 5. – С. 5–7.
105. Сыкало, Н.Г. Кукуруза – урожай и качество / Н.Г. Сыкало. – Краснодарское книжное издательство. – Краснодар, 1976. – 124 с.
106. Таха, А.Х. Влияние густоты стояния на продуктивность самоопыленных линий / А.Х. Таха // Кукуруза и сорго. – 1990. – № 6. – С. 30.
107. Таха, А.Х. Особенности реакции модифицированных гибридов кукурузы на густоту стояния растений : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / А.Х. Таха. – Харьков, 1990. – 15 с.
108. Терехова, С.С. Продуктивность новых гибридов кукурузы в зависимости от предшественников на черноземе обыкновенном Гулькевичского района / С.С. Терехова, А.А. Макаренко, А.А. Горовцов // The Scientific Heritage. – 2021. – № 77-2 (77). – С. 17–22. – DOI: 10.24412/9215-0365-2021-77-2-17-22.
109. Ткачев, И.А. Выращивание гибридных семян кукурузы с улучшенными качествами : автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук / И.А. Ткачев. – Волгоград, 1967. – 24 с.
110. Толорая, Т.Р. Агроэкологические факторы оптимизации продуктивности посевов кукурузы на зерно и семена на черноземах Западного Предкавказья : автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Т.Р. Толорая. – Краснодар, 2000. – 49 с.

111. Толорая, Т.Р. Кукуруза (Агротехнические основы возделывания на черноземах Западного Предкавказья) / Т.Р. Толорая, Н.Ф. Лавренчук, М.В. Чумак и др. – Краснодар: [б. и.], 2003. – 310 с.
112. Толорая, Т.Р. Продуктивность материнских форм гибридов кукурузы различной спелости / Т.Р. Толорая, В.П. Малаканова, В.А. Корнев // Кукуруза и сорго. – 2005. – № 3. – С. 8–10.
113. Томашевский, Д.Ф. Кукуруза / Д.Ф. Томашевский. – Киев : Урожай, 1970. – 364 с.
114. Требисовский, А.С. Приемы повышения семенной продуктивности родительских форм гибридов кукурузы / А.С. Требисовский // Тезисы V Всесоюзной науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов по проблемам кукурузы (Днепропетровск, 1–30 мая 1978 г.). – Днепропетровск, 1987. – С. 65–66.
115. Тхабисимова, Э.М. Повышение продуктивности новых гибридов кукурузы и их послеуборочная обработка в степной зоне Кабардино-Балкарской Республики : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Э.М. Тхабисимова. – Владикавказ, 2007. – 23 с.
116. Усманов, Р.Р. Статистическая обработка данных агрономических исследований в программе «STATISTICA» : учебно-методическое пособие / Р.Р. Усманов. – Москва : РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. – 177 с.
117. Федеральная служба государственной статистики. Публикации [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 11.02.2025).
118. Филев, Д.С. Сравнительная продуктивность гибридов кукурузы различной скороспелости в зависимости от густоты растений / Д.С. Филев, В.С. Жунько // Основные итоги научно-исследовательских работ по кукурузе : сборник научных трудов. – Днепропетровск, 1971. – С. 88–91.
119. Филин, В.И. Густота посева и способ обработки почвы как факторы повышения зерновой продуктивности кукурузы на южных черноземах Волгоградской области / В.И. Филин, Б.В. Михин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – Т. 33, № 1. – С. 112–117.

120. Фрунзе, И.И. Разработка элементов технологии выращивания гибридных семян кукурузы в Молдове / И.И. Фрунзе, И.В. Гарбур // Institutul de fitotehnie "Porumbeni" la 40 ani de activitate științifică (Pașcani, 17 Sept. 2014). – Pașcani: Print-Caro SRL, 2014. – С. 189–204.
121. Хаджинов, М.И. Семеноводство кукурузы / М.И. Хаджинов. – Краснодар : Краснодарское книжное издательство, 1959. – 40 с.
122. Хатефов, Э.Б. Инновационные направления в селекции зерновых культур на продуктивность / Э.Б. Хатефов, Ж.О. Канукова, Б.Р. Шомахов и др. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2017. – Т. 77. – № 3. – С. 117–122.
123. Хорошилов, С.А. Генетические закономерности потери влаги зерном кукурузы при созревании : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / С.А. Хорошилов. – Рамонь, 2006. – 23 с.
124. Циков, В.С. Кукуруза: технология, гибриды, семена / В.С. Циков. – Днепропетровск : Зоря, 2003. – 296 с.
125. Чилашвили, И.М. Анализ зависимости урожайности новых гибридов кукурузы от структурных элементов продуктивности / И.М. Чилашвили, А.И. Супрунов, Л.Ю. Судакова // Известия Горского ГАУ. – 2013. – Т. 50. – № 4. – С. 11–17.
126. Чумак, М.В. Селекция раннеспелых и среднеспелых гибридов кукурузы в Краснодарском НИИСХ / М.В. Чумак // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы : Юбилейный выпуск, посвященный 100-летию со дня рождения академика М.И. Хаджинова. – 1999. – С. 13–28.
127. Шмалько, И.А. Густота стояния растений – один из основных факторов высокой урожайности гибридов кукурузы / И.А. Шмалько, В.Н. Багринцева // Земледелие. – 2019. – № 1. – С. 21–23. – DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10106.
128. Шмалько, И.А. Урожайность раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений / И.А. Шмалько // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 19–24.
129. Шпаар, Д. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар, К. Гинапп, Д. Дрегер и др. – Москва : ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2009. – 390 с.

130. Шумаков, А.В. Влияние сроков посева, густоты насаждения и доз минеральных удобрений на урожай и качество гибридов кукурузы в условиях лесостепи ЦЧО : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Шумаков. – Курск, 1996. – 19 с.
131. Эколого-географический атлас-книга Воронежской области : справочник ; под ред. Федотова В.И. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2013. – 514 с.
132. Якунин, А.А. Оптимизация площади питания кукурузы / А.А. Якунин, С.М. Крамарев, В.П. Бондарь и др. // Кукуруза и сорго. – 1997. – № 2. – С. 5–8.
133. Яхтанигова, Ж.М. Продуктивность различных подвидов кукурузы в зависимости от различной густоты стояния растений / Ж.М. Яхтанигова, З.Х. Топалова // Новые технологии. – 2008. – № 6. – С. 48-51.
134. Абельмасов, О.В. Особливості прояву основних елементів структури врожайності самозапилених ліній кукурудзи в різних умовах вирощування / О.В. Абельмасов, А.В. Бебех // Plant Varieties Studying and Protection. – 2018. – Vol. 14(2). – Pp. 209–214. – DOI: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771.
135. Вожегова, Р.А. Удосконалення елементів технології виробництва насіння високих репродукцій зернових культур на зрошуваних землях / Р.А. Вожегова, А.М. Влащук, О.С. Дробіт и др. // Аграрні інновації. – 2020. – № 1. – С. 84–90. – DOI: 10.32848/agrar.innov.2020.1.14.
136. Дзюбецький, Б.В. Насінництво кукурудзи: навчальний посібник / Б.В. Дзюбецький, В.Ю. Черчель, М.Я. Кирпа и др. – Київ : Аграрна наука, 2019. – 200 с.
137. Дуда, О.М. Використання різного за тривалістю вегетаційного періоду вихідного матеріалу в гетерозисній селекції кукурудзи : автореферат дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.05 / О.М. Дуда. – Дніпропетровськ, 2001. – 19 с.
138. Запорожець, Ж.М. Вплив всівання батьківського компонента на урожайність і якість гібридного насіння кукурудзи / Ж.М. Запорожець // Збірник наукових праць Уманського ДАУ. – 2005. – № 60. – С. 119–125.
139. Пащенко, Н.О. Система насінництва та основні принципи добору гібридів кукурудзи / Н.О. Пащенко, Т.К. Лобко // Аграрні інновації. – 2023. – № 19. – С. 180–184. – DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.19.27.

140. Absy, R. Response of maize (*Zea mays* L.) hybrids to different levels of nitrogen fertilizer and plant density on yield and its components / R. Absy, H.M. Abdel-Lattif // *Plant Archives*. – 2020. – Vol. 20(2). – Pp. 7669–7679.
141. Ahsan, M. Contribution of various leaf morpho-physiological parameters towards grain yield in maize / M. Ahsan, M.Z. Hader, M. Saleem, M. Aslam // *International Journal of Agriculture and Biology*. – 2008. – Vol. 10(5). – Pp. 546–550.
142. Allison, J.C.S. Climate and optimum plant density for maize / J.C.S. Allison, M. Eddowes // *Nature*. – 1968. – Vol. 220. – Pp. 1343–1344. – DOI: 10.1038/2201343a0.
143. Assefa, Y. Analysis of long term study indicates both agronomic optimal plant density and increase maize yield per plant contributed to yield gain / Y. Assefa, P. Carter, M. Hinds et al. // *Scientific Reports*. – 2018. – Vol. 8(1). – Art. No. 4937. – DOI: 10.1038/s41598-018-23362-x.
144. Beck, D.L. Management of hybrid maize seed production / D.L. Beck. – Mexico : CIMMYT, 2002. – 68 p.
145. Bernhard, B.J. Plant population and row spacing effects on corn: Plant growth, phenology, and grain yield / B.J. Bernhard, F.E. Below // *Agronomy Journal*. – 2020. – Vol. 112(4). – Pp. 2456–2465. – DOI: 10.1002/agj2.20245.
146. Chassaigne-Ricciulli, A.A. Effective seed yield and flowering synchrony of parents of CIMMYT three-way-cross tropical maize hybrids / A.A. Chassaigne-Ricciulli, L.E. Mendoza-Onofre, L. Córdova-Téllez et al. // *Agriculture*. – 2021. – Vol. 11(2). – Art. No. 161. – DOI: 10.3390/agriculture11020161.
147. Cloninger, F.D. Synchronization of flowering in corn (*zea mays* L.) by clipping young plants / F.D. Cloninger, M.S. Zuber, R.D. Horrocks // *Agronomy Journal*. – 1974. – Vol. 66(2). – Pp. 270–272. – DOI: 10.2134/agronj1974.00021962006600020026x.
148. Culy, M.D. Row position effects within seed corn production fields on yield and quality of inbred corn // *Journal of production agriculture* / M.D. Culy, C.R. Edwards, J.R. Cornelius // *Journal of Production Agriculture*. – 1991. – Vol. 4(3). – Pp. 373–376.

149. Dungan, G.H. Clipping corn plants to delay their development / G.H. Dungan, H.W. Gausman // *Agronomy Journal*. – 1951. – Vol. 43. – Pp. 90–93.
150. Edmeades, G.O. The relationship between final yield and photosynthesis at flowering in individual maize plants / G.O. Edmeades, T.B. Daynard // *Canadian Journal of Plant Science*. – 1979. – Vol. 59(3). – Pp. 585–601.
151. Ferwerda, F.P. Methods to synchronize the flowering time of the components in crossing plots for the production of hybrid seed corn / F.P. Ferwerda // *Euphytica*. – 1953. – Vol. 2. – Pp. 127–134. – DOI: 10.1007/BF00038912.
152. Flores, J.L.T. Técnicas para sincronizar floración en la producción de semilla híbrida de maíz / J.L.T. Flores, D.L. Beck, A.C. Carballo et al. // *Agricultura Técnica en México*. – 2004. – Vol. 30(1). – Pp. 89–100.
153. Fromme, D.D. Agronomic Response of Corn (*Zea mays* L.) Hybrids to Plant Populations / D.D. Fromme, T.A. Spivey, W.J. Grichar // *International Journal of Agronomy*. – 2019. Vol. 2. – Art. No. 3589768. – DOI: 10.1155/2019/3589768.
154. Gou, L. Morphological variation of maize cultivars in response to elevated plant densities / L. Gou, J. Xue, B. Qi et al. // *Agronomy Journal*. – 2017. – Vol. 109(4). – Pp. 1443–1453. – DOI: 10.2134/agronj2016.11.0675.
155. Gozubenli, H. Effect of hybrid and plant density on grain yield and yield components of maize (*Zea mays*) / H. Gozubenli, O. Sener, O. Konuskan et al. // *Indian Journal of Agronomy*. – 2003. – Vol. 48(3). – Pp. 203–205.
156. Green, J.M. Effect of flaming on the growth of inbred lines of corn / J.M. Green // *Agronomy Journal*. – 1949. – Vol. 41. – Pp. 144–146.
157. Gyenes-Hegyí, Z. Plant height and height of the main ear in maize (*Zea Mays* L.) at different locations and different plant densities / Z. Gyenes-Hegyí, I. Pók, L. Kizmus et al. // *Acta Agronomica Hungarica*. – 2002. – Vol. 50(1). – Pp. 75–84. – DOI: 10.1556/AAgr.50.2002.1.9.
158. Jareš, D. Effect of plant density on leaf area index, anthesis to silking interval, yield and yield components of maize inbreds and their sister-lines / D. Jareš, S. Balaš Krnjić, M. Vranić et al. // *Journal of Central European Agriculture*. – 2019. – Vol. 20(1). – Pp. 179–193. – DOI: 10.5513/JCEA01/20.1.2194.

159. Josephson, L.M. Effect of maleic hydrazide in delaying flowering in corn / L.M. Josephson // *Agronomy Journal*. – 1951. – Vol. 43. – Pp. 404–405.
160. Kamara, M.M. Genetic diversity and combining ability of white maize inbred lines under different plant densities / M.M. Kamara, M. Rehan, K.M. Ibrahim et al. // *Plants*. – 2020. – Vol. 9(9). – Art. No. 1140. – DOI: 10.3390/plants9091140.
161. Kang, Y.K. Synchronization of flowering for hybrid corn seed production by clipping young plants, clear polyethylene mulching and planting date / Y.K. Kang, K.Y. Park, Y.S. Ham // *Korean Journal of Crop Science*. – 1983. – Vol. 28(4). – Pp. 481–487.
162. Kim, S.K. Seed production of hybrid maize / S.K. Kim, J. Kling, G.K. Weber. – International Institute of Tropical Agriculture (IITA). – Ibadan, Nigeria, 1999. – 35 p.
163. Koshawatana, C. Inbred flowering control for hybrid maize seed production / C. Koshawatana, P. Grudloyma, W. Indan // *Maize for Asia : Emerging Trends and Technologies : Proceeding of The 10th Asian Regional Maize Workshop, Makassar, 20-23 October 2008*. – Makassar : CIMMYT, 2008. – Pp. 156–159.
164. Kovačević, A. Direct selection parameter estimates and path coefficient analysis for grain yield and quantitative traits in maize (*Zea mays* L.) / A. Kovačević, J. Pavlov, M. Stevanović et al. // *Romanian Agricultural Research*. – 2024. – Vol. 41. – Pp. 3-11. – DOI: 10.59665/rar4101.
165. Kumar, G.S.A. Influence of planting ratios on growth, seed yield and quality in single cross hybrid maize; MAH 14-5 (*Zea mays* L.). / G.S.A. Kumar, T.M. Ramanappa, R. Siddaraju // *Mysore Journal of Agricultural Sciences*. – 2019. – Vol. 53(2). – Pp. 24–31.
166. MacRobert, J.F. Maize hybrid seed production manual / J.F. MacRobert, P.S. Setimela, J. Gethi et al. – Mexico : CIMMYT, 2014. – 26 p.
167. Malešević, M. Semearstvo / M. Malešević, S. Denčić, N. Pržulj et al. – Novi Sad : Institut za ratarstvo i povrtarstvo, 2011. – 830 p.
168. Mandić, V. Response of yield formation of maize hybrids to different planting densities / V. Mandić, S. Đorđević, M. Brankov et al. // *Agriculture*. – 2024. – Vol. 14(3). – Art. No. 351. – DOI: 10.3390/agriculture14030351.

169. Manjulatha, G. Optimum row ratio for seed production of single cross maize hybrid, Karimnagar Makka-1 for enhanced yield and profitability / G. Manjulatha, E. Rajanikanth, D. Sravani // *Ecology, Environment and Conservation*. – 2022. – Vol. 28(4). – Pp. 1931–1936. – DOI: 10.53550/EEC.2022.v28i04.042.
170. Marinković, B. Značaj gustine, međurednog razmaka i udaljenosti redova roditelja u proizvodnji semena hibridnog kukuruza / B. Marinković, J. Crnobarac // *Selekcija i semenarstvo*. – 2006. – Vol. 12(3-4). – Pp. 111–114.
171. Martinčić, J. Urod sjemena hibrida kukuruza u suodnosu s udaljenošću polinatora i majčinske komponente / J. Martinčić, V. Guberac, S. Marić // *Agriculturae Conspectus Scientificus*. – 1997. – Vol. 63. – № 3-4. – Pp. 275–279.
172. Noriega González, L.A. Phenology, plant growth and floral synchrony of the parental lines of H-374C QPM maize hybrid / L.A. Noriega González, R.E. Preciado Ortiz, E. Andrio Enríquez et al. // *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. – 2011. – Vol. 2(4). – Pp. 489–500.
173. Novacek, M.J. Twin rows minimally impact irrigated maize yield, morphology, and lodging / M.J. Novacek, S.C. Mason, T.D. Galusha et al. // *Agronomy Journal*. – 2013. – Vol. 105(1). – Pp. 268–276. – DOI: 10.2134/agronj2012.0301.
174. Ren, B. Effects of plant density on the photosynthetic and chloroplast characteristics of maize under high-yielding conditions / B. Ren, W. Liu, J. Zhang et al. // *The Science of Nature*. – 2017. – Vol. 104(3). – Art. No. 12. – DOI: 10.1007/s00114-017-1445-9.
175. Ren, H. Effects of agronomic traits and climatic factors on yield and yield stability of summer maize (*Zea mays* L) in the Huang-Huai-Hai Plain in China / H. Ren, M. Liu, J. Zhang et al. // *Frontiers in Plant Science*. – 2022. – Vol. 13. – Art. No. 1050064. – DOI: 10.3389/fpls.2022.1050064.
176. Ruiz-Ramírez, S. Effect of the sowing ratios on the yield and quality of seed from maize genotypes / S. Ruiz-Ramírez, L.X. Zelaya-Molina, I.F. Chávez-Díaz et al. // *Agro Productividad*. – 2023. – Vol. 16(2). – Pp. 29–35. – DOI: 10.32854/agrop.v16i2.2353.
177. Sangoi, L. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density / L. Sangoi, M.A. Gracietti, C. Rampazzo et al. // *Field Crops*

Research. – 2002. – Vol. 79(1). – Pp. 39–51. – DOI: 10.1016/S0378-4290(02)00124-7.

178. Sangoi, L. Influence of plant height and of leaf number on maize production at high plant densities / L. Sangoi, R.J. Salvador // *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. – 1998. – Vol. 33(3). – Pp. 297–306.

179. Selaković, D. Uticaj različitog broja redova roditeljskih komponenata na prinos i količinu semena kukuruza po frakcijama / D. Selaković, Z. Hojka, M. Filipović et al. // *Agroznanje*. – 2007. – Vol. 8(1). – Pp. 61–67.

180. Sharma, V. Single cross hybrid of QPM maize seed production as influenced by row ratio and spacing in North Western Himalayan Region / V. Sharma, A. Bhushan, D. Kumar et al. // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. – 2020. – Vol. 9(8). – Pp. 1491–1496. – DOI: 10.20546/ijcmas.2020.908.172.

181. Sher, A. Characterization of the effect of increased plant density on canopy morphology and stalk lodging risk / A. Sher, A. Khan, U. Ashraf et al. // *Frontiers in Plant Science*. – 2018. – Vol. 9. – Art. No. 1047. – DOI: 10.3389/fpls.2018.01047.

182. Singleton, W.R. Hybrid sweet corn / W.R. Singleton. – New Haven : Connecticut Agricultural Experiment Station, 1948. – 70 p.

183. Solomon, K.F. Risks of yield loss due to variation in optimum density for different maize genotypes under variable environmental conditions / K.F. Solomon, Y. Chauhan, A. Zeppa // *Journal of Agronomy and Crop Science*. – 2017. – Vol. 203(6). – Pp. 519–527. – DOI: 10.1111/jac.12213.

184. Song, Y. Morphological Characteristics of Maize Canopy Development as Affected by Increased Plant Density / Y. Song, Y. Rui, G. Bedane, et al. // *PLoS ONE*. – 2016. – Vol. 11(4). – Art. No. e0154084. – DOI: 10.1371/journal.pone.0154084.

185. Tetio-Kagho, F. Responses of maize to plant population density. I. Canopy development, light relationships, and vegetative growth / F. Tetio-Kagho, F.P. Gardner // *Agronomy Journal*. – 1988. – Vol. 80(6). – Pp. 930–935. – DOI: 10.2134/agronj1988.00021962008000060018x.

186. Thapa, S. Varietal evaluation of hybrid maize in the summer and winter seasons in terai region of Nepal / S. Thapa, S. Rawal, S. Adhikari // *Heliyon*. – 2022. – Vol. 8(11). – Art. No. e11619. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e11619.

187. Tokatlidis, I.S. Adapting maize crop to climate change / I.S. Tokatlidis // *Agronomy for Sustainable Development*. – 2013. – Vol. 33(1). – Pp. 63–79. – DOI: 10.1007/s13593-012-0108-7.
188. Van Roekel, R.J. Agronomic responses of corn to planting date and plant density / R.J. Van Roekel, J.A. Coulter // *Agronomy Journal*. – 2011. – Vol. 103(5). – Pp. 1414–1422. – DOI: 10.2134/agronj2011.0071.
189. Venkatesh, B. Studies on effect of planting ratio on plant growth, yield and yield parameters of drought tolerant pre released maize hybrid (*Zea mays* L.) / B. Venkatesh, S.B. Patil, S.N. Vasudevan et al. // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. – 2017. – Vol. 6(8). – Pp. 1603–1606. – DOI: 10.20546/ijemas.2017.608.192.
190. Widdicombe, W.D. Row width and plant density effects on corn grain production in the Northern Corn Belt / W.D. Widdicombe, K.D. Thelen // *Agronomy Journal*. – 2002. – Vol. 94(5). – Pp. 1020–1023. – DOI: 10.2134/agronj2002.1020.
191. Wright, H. Commercial hybrid seed production / H. Wright // *Hybridization of crop plants*. – 1980. – Pp. 161–176.
192. Wu, W. Influence of climatic variables on maize grain yield and its components by adjusting the sowing date / W. Wu, W. Yue, J. Bi et al. // *Frontiers in Plant Science*. – 2024. – Vol. 15. – Art. No. 1411009. – DOI: 10.3389/fpls.2024.1411009.
193. Wych, R.D. Production of hybrid seed corn / R.D. Wych // *Corn and Corn Improvement*. – 1988. – Vol. 18. – Pp. 565–606. – DOI: 10.2134/agronmonogr18.3ed.c9.
194. Yan, P. A high plant density reduces the ability of maize to use soil nitrogen / P. Yan, J. Pan, W. Zhang et al. // *PLoS ONE*. – Vol. 12(2). – Art. No. e0172717. – DOI: 10.1371/journal.pone.0172717.
195. Yang, H. Yield photosynthesis and leaf anatomy of maize in inter- and mono-cropping systems at varying plant densities / H. Yang, Q. Chai, W. Yin et al. // *Crop Journal*. – 2022. – Vol. 10(3). – Pp. 893–903. – DOI: 10.1016/j.cj.2021.09.010.
196. Ya-ting, Z. Effects of planting density on starch particle size distribution and pasting properties of maize kernels along huaihe river / Z. Ya-ting, L. Mengi-li, Y. Meng-qi et al. // *Science and Technology of Cereals, Oils & Foods*. – 2024. – Vol. 32(1). –

Pp. 66–76. – DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2024.01.009.

197. Zenilson, B. Conventional and twin row spacing in different population densities for maize (*Zea mays* L.) / B. Zenilson, A.J. Modolo, M.M. Trezzi et al. // African Journal of Agricultural Research. – 2014. – Vol. 9(23). – Pp. 1787–1792. – DOI: 10.5897/AJAR2014.8714.

198. Zhou, B. Maize grain yield and dry matter production responses to variations in weather conditions / B. Zhou, Y. Yue, X. Sun et al. // Agronomy Journal. – 2016. – Vol. 108(1). – Pp. 196–204. – DOI: 10.2134/agronj2015.0196.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А
РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА

Таблица 1 – Влияние факторов опыта на продолжительность периода «всходы – цветение початка» материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	275,49	71			
Повторений	0,19	2			
Фактор А (год)	186,36	2	93,18	838,63	3,20
Фактор В (генотип)	30,68	1	30,68	276,13	4,05
Фактор С (схема размещения)	0,13	1	0,13	1,13	4,05
Фактор D (густота стояния)	39,01	1	39,01	351,13	4,05
Взаимодействие АВ	11,69	2	5,85	52,63	3,20
Взаимодействие АС	0,08	2	0,04	0,38	3,20
Взаимодействие ВС	0,12	1	0,12	1,13	4,05
Взаимодействие AD	1,03	2	0,52	4,63	3,20
Взаимодействие BD	0,01	1	0,01	0,13	4,05
Взаимодействие CD	0,13	1	0,13	1,13	4,05
Взаимодействие ABC	0,08	2	0,04	0,38	3,20
Взаимодействие ABD	0,36	2	0,18	1,63	3,20
Взаимодействие ACD	0,08	2	0,04	0,38	3,20
Взаимодействие BCD	0,13	1	0,13	1,13	4,05
Взаимодействие ABCD	0,08	2	0,04	0,38	3,20
Остаток (ошибка)	5,33	46	0,12		

Таблица 2 – Влияние факторов опыта на продолжительность периода «всходы – цветение початка» материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	1022,14	71			
Повторений	0,86	2			
Фактор А (год)	771,69	2	385,85	1543,39	3,20
Фактор В (генотип)	186,89	1	186,89	747,56	4,05
Фактор С (схема размещения)	0,06	1	0,06	0,22	4,05
Фактор D (густота стояния)	37,56	1	37,56	150,22	4,05
Взаимодействие АВ	6,69	2	3,35	13,39	3,20
Взаимодействие АС	0,19	2	0,10	0,39	3,20
Взаимодействие ВС	0,22	1	0,22	0,89	4,05
Взаимодействие AD	3,03	2	1,52	6,06	3,20
Взаимодействие BD	0,06	1	0,06	0,22	4,05
Взаимодействие CD	0,22	1	0,22	0,89	4,05
Взаимодействие ABC	0,53	2	0,27	1,06	3,20
Взаимодействие ABD	1,36	2	0,68	2,72	3,20
Взаимодействие ACD	0,53	2	0,27	1,06	3,20
Взаимодействие BCD	0,06	1	0,06	0,22	4,05
Взаимодействие ABCD	0,19	2	0,10	0,39	3,20
Остаток (ошибка)	12,00	46	0,26		

Таблица 3 – Влияние факторов опыта на продолжительность периода «всходы – цветение метелки» отцовских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	1528,35	71			
Повторений	1,03	2			
Фактор А (год)	441,19	2	220,60	992,69	3,20
Фактор В (генотип)	951,15	3	317,05	1426,73	2,81
Фактор С (густота стояния)	23,35	1	23,35	105,06	4,05
Взаимодействие АВ	91,14	6	15,19	68,35	2,30
Взаимодействие АС	0,36	2	0,18	0,81	3,20
Взаимодействие ВС	2,82	3	0,94	4,23	2,81
Взаимодействие АВС	6,64	6	1,11	4,98	2,30
Остаток (ошибка)	10,67	46	0,23		

Таблица 4 – Влияние факторов опыта на продолжительность периода «всходы – цветение метелки» отцовской формы второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	71,38	17			
Повторений	0,44	2			
Фактор А (год)	63,44	2	31,72	142,75	4,10
Фактор В (густота стояния)	4,50	1	4,50	20,25	4,96
Взаимодействие АВ	0,33	2	0,17	0,75	4,10
Остаток (ошибка)	2,67	10	0,27		

Таблица 5 – Влияние факторов опыта на продолжительность периода «всходы – цветение початка» отцовских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	1389,57	71			
Повторений	0,08	2			
Фактор А (год)	409,08	2	204,54	920,44	3,20
Фактор В (генотип)	869,94	3	289,98	1304,92	2,81
Фактор С (густота стояния)	14,22	1	14,22	64,00	4,05
Взаимодействие АВ	79,47	6	13,25	59,60	2,30
Взаимодействие АС	2,03	2	1,02	4,56	3,20
Взаимодействие ВС	1,11	3	0,37	1,67	2,81
Взаимодействие АВС	2,97	6	0,50	2,23	2,30
Остаток (ошибка)	10,67	46	0,23		

Таблица 6 – Влияние факторов опыта на продолжительность периода «всходы – цветение початка» отцовской формы второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	51,55	17			
Повторений	0,44	2			
Фактор А (год)	38,11	2	19,06	114,33	4,10
Фактор В (густота стояния)	10,89	1	10,89	65,33	4,96
Взаимодействие АВ	0,11	2	0,06	0,33	4,10
Остаток (ошибка)	2,00	10	0,20		

Таблица 7 – Влияние факторов опыта на высоту растений материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	20448,84	71			
Повторений	14,41	2			
Фактор А (год)	15737,02	2	7868,51	779,96	3,20
Фактор В (генотип)	3444,50	1	3444,50	341,43	4,05
Фактор С (схема размещения)	0,72	1	0,72	0,07	4,05
Фактор D (густота стояния)	338,00	1	338,00	33,50	4,05
Взаимодействие АВ	331,24	2	165,62	16,42	3,20
Взаимодействие АС	5,61	2	2,81	0,28	3,20
Взаимодействие ВС	1,18	1	1,18	0,12	4,05
Взаимодействие AD	6,88	2	3,44	0,34	3,20
Взаимодействие BD	20,06	1	20,06	1,99	4,05
Взаимодействие CD	6,01	1	6,01	0,60	4,05
Взаимодействие ABC	15,90	2	7,95	0,79	3,20
Взаимодействие ABD	7,48	2	3,74	0,37	3,20
Взаимодействие ACD	12,22	2	6,11	0,61	3,20
Взаимодействие BCD	0,27	1	0,27	0,03	4,05
Взаимодействие ABCD	23,10	2	11,55	1,14	3,20
Остаток (ошибка)	484,24	46	10,53		

Таблица 8 – Влияние факторов опыта на высоту растений материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	19144,41	71			
Повторений	175,87	2			
Фактор А (год)	7940,83	2	3970,42	168,66	3,20
Фактор В (генотип)	8782,54	1	8782,54	373,07	4,05
Фактор С (схема размещения)	1,18	1	1,18	0,05	4,05
Фактор D (густота стояния)	537,92	1	537,92	22,85	4,05
Взаимодействие АВ	202,19	2	101,10	4,29	3,20
Взаимодействие АС	15,70	2	7,85	0,33	3,20
Взаимодействие ВС	35,28	1	35,28	1,50	4,05
Взаимодействие AD	183,74	2	91,87	3,90	3,20
Взаимодействие BD	23,58	1	23,58	1,00	4,05
Взаимодействие CD	4,30	1	4,30	0,18	4,05
Взаимодействие ABC	20,74	2	10,37	0,44	3,20
Взаимодействие ABD	43,61	2	21,81	0,93	3,20
Взаимодействие ACD	5,64	2	2,82	0,12	3,20
Взаимодействие BCD	1,18	1	1,18	0,05	4,05

Таблица 9 – Влияние факторов опыта на высоту прикрепления початка материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	9189,45	71			
Повторений	46,21	2			
Фактор А (год)	8575,96	2	4287,98	571,69	3,20
Фактор В (генотип)	23,35	1	23,35	3,11	4,05
Фактор С (схема размещения)	0,29	1	0,29	0,04	4,05
Фактор D (густота стояния)	102,25	1	102,25	13,63	4,05
Взаимодействие АВ	37,05	2	18,53	2,47	3,20
Взаимодействие АС	1,40	2	0,70	0,09	3,20
Взаимодействие ВС	2,80	1	2,80	0,37	4,05
Взаимодействие AD	4,33	2	2,17	0,29	3,20
Взаимодействие BD	25,21	1	25,21	3,36	4,05
Взаимодействие CD	0,29	1	0,29	0,04	4,05
Взаимодействие ABC	0,39	2	0,20	0,03	3,20
Взаимодействие ABD	3,49	2	1,75	0,23	3,20
Взаимодействие ACD	3,02	2	1,51	0,20	3,20
Взаимодействие BCD	1,23	1	1,23	0,16	4,05
Взаимодействие ABCD	2,15	2	1,08	0,14	3,20
Остаток (ошибка)	360,03	46	7,83		

Таблица 10 – Влияние факторов опыта на высоту прикрепления початка материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	9250,97	71			
Повторений	2,36	2			
Фактор А (год)	5085,25	2	2542,63	185,37	3,20
Фактор В (генотип)	3261,63	1	3261,63	237,79	4,05
Фактор С (схема размещения)	3,29	1	3,29	0,24	4,05
Фактор D (густота стояния)	124,29	1	124,29	9,06	4,05
Взаимодействие АВ	55,78	2	27,89	2,03	3,20
Взаимодействие АС	6,39	2	3,20	0,23	3,20
Взаимодействие ВС	0,13	1	0,13	0,01	4,05
Взаимодействие AD	19,00	2	9,50	0,69	3,20
Взаимодействие BD	0,25	1	0,25	0,02	4,05
Взаимодействие CD	0,03	1	0,03	0,00	4,05
Взаимодействие ABC	3,27	2	1,64	0,12	3,20
Взаимодействие ABD	0,92	2	0,46	0,03	3,20
Взаимодействие ACD	1,48	2	0,74	0,05	3,20
Взаимодействие BCD	2,07	1	2,07	0,15	4,05
Взаимодействие ABCD	26,43	2	13,22	0,96	3,20
Остаток (ошибка)	658,40	46	14,31		

Таблица 11 – Влияние факторов опыта на высоту растений отцовских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	22409,72	71			
Повторений	69,20	2			
Фактор А (год)	9703,31	2	4851,66	155,04	3,20
Фактор В (генотип)	8822,78	3	2940,93	93,98	2,81
Фактор С (густота стояния)	370,83	1	370,83	11,85	4,05
Взаимодействие АВ	1749,70	6	291,62	9,32	2,30
Взаимодействие АС	98,71	2	49,36	1,58	3,20
Взаимодействие ВС	63,69	3	21,23	0,68	2,81
Взаимодействие ABC	29,42	6	4,90	0,16	2,30
Остаток (ошибка)	1502,08	46	32,65		

Таблица 12 – Влияние факторов опыта на высоту растений отцовской формы второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	2689,18	17			
Повторений	8,44	2			
Фактор А (год)	2515,24	2	1257,62	114,65	4,10
Фактор В (густота стояния)	30,42	1	30,42	2,77	4,96
Взаимодействие АВ	3,45	2	1,73	0,16	4,10
Остаток (ошибка)	131,63	10	13,16		

Таблица 13 – Влияние факторов опыта на высоту прикрепления початка отцовских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	11090,14	71			
Повторений	26,97	2			
Фактор А (год)	3992,45	2	1996,23	166,16	3,20
Фактор В (генотип)	5159,04	3	1719,68	143,14	2,81
Фактор С (густота стояния)	108,54	1	108,54	9,03	4,05
Взаимодействие АВ	1122,07	6	187,01	15,57	2,30
Взаимодействие АС	31,85	2	15,93	1,33	3,20
Взаимодействие ВС	27,24	3	9,08	0,76	2,81
Взаимодействие АВС	45,31	6	7,55	0,63	2,30
Остаток (ошибка)	576,67	46	12,54		

Таблица 14 – Влияние факторов опыта на высоту прикрепления початка отцовской формы второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	651,29	17			
Повторений	45,05	2			
Фактор А (год)	502,49	2	251,25	32,30	4,10
Фактор В (густота стояния)	7,48	1	7,48	0,96	4,96
Взаимодействие АВ	2,94	2	1,47	0,19	4,10
Остаток (ошибка)	93,33	10	9,33		

Таблица 15 – Влияние факторов опыта на диаметр стебля материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	3,43	71			
Повторений	0,02	2			
Фактор А (год)	1,40	2	0,70	115,99	3,20
Фактор В (генотип)	0,37	1	0,37	61,07	4,05
Фактор С (схема размещения)	0,01	1	0,01	2,29	4,05
Фактор D (густота стояния)	0,18	1	0,18	30,39	4,05
Взаимодействие АВ	1,04	2	0,52	85,91	3,20
Взаимодействие АС	0,01	2	0,01	0,89	3,20
Взаимодействие ВС	0,00	1	0,00	0,00	4,05
Взаимодействие AD	0,04	2	0,02	3,59	3,20
Взаимодействие BD	0,00	1	0,00	0,18	4,05
Взаимодействие CD	0,01	1	0,01	1,32	4,05
Взаимодействие ABC	0,00	2	0,00	0,11	3,20
Взаимодействие ABD	0,02	2	0,01	1,98	3,20
Взаимодействие ACD	0,02	2	0,01	1,40	3,20
Взаимодействие BCD	0,00	1	0,00	0,09	4,05
Взаимодействие ABCD	0,02	2	0,01	1,93	3,20
Остаток (ошибка)	0,29	46	0,01		

Таблица 16 – Влияние факторов опыта на диаметр стебля материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	1,83	71			
Повторений	0,02	2			
Фактор А (год)	0,08	2	0,04	5,39	3,20
Фактор В (генотип)	0,30	1	0,30	40,76	4,05
Фактор С (схема размещения)	0,02	1	0,02	2,66	4,05
Фактор D (густота стояния)	0,17	1	0,17	23,93	4,05
Взаимодействие АВ	0,78	2	0,39	53,92	3,20
Взаимодействие АС	0,03	2	0,02	1,87	3,20
Взаимодействие ВС	0,00	1	0,00	0,13	4,05
Взаимодействие AD	0,00	2	0,00	0,10	3,20
Взаимодействие BD	0,00	1	0,00	0,48	4,05
Взаимодействие CD	0,00	1	0,00	0,64	4,05
Взаимодействие ABC	0,00	2	0,00	0,10	3,20
Взаимодействие ABD	0,06	2	0,03	4,40	3,20
Взаимодействие ACD	0,01	2	0,01	0,78	3,20
Взаимодействие BCD	0,00	1	0,00	0,28	4,05
Взаимодействие ABCD	0,01	2	0,01	0,71	3,20
Остаток (ошибка)	0,35	46	0,01		

Таблица 17 – Влияние факторов опыта на диаметр стебля отцовских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	2,41	71			
Повторений	0,01	2			
Фактор А (год)	0,51	2	0,26	34,17	3,20
Фактор В (генотип)	0,34	3	0,11	15,00	2,81
Фактор С (густота стояния)	0,12	1	0,12	16,01	4,05
Взаимодействие АВ	0,91	6	0,15	20,19	2,30
Взаимодействие АС	0,01	2	0,01	0,81	3,20
Взаимодействие ВС	0,01	3	0,00	0,54	2,81
Взаимодействие АВС	0,14	6	0,02	3,05	2,30
Остаток (ошибка)	0,36	46	0,01		

Таблица 18 – Влияние факторов опыта на диаметр стебля отцовской формы второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	0,83	17			
Повторений	0,01	2			
Фактор А (год)	0,73	2	0,37	68,92	4,10
Фактор В (густота стояния)	0,02	1	0,02	4,02	4,96
Взаимодействие АВ	0,01	2	0,01	0,83	4,10
Остаток (ошибка)	0,06	10	0,01		

Таблица 19 – Влияние факторов опыта на площадь листовой поверхности растения материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	986,28	71			
Повторений	4,75	2			
Фактор А (год)	170,21	2	85,11	11,98	3,20
Фактор В (генотип)	352,89	1	352,89	49,68	4,05
Фактор С (схема размещения)	1,93	1	1,93	0,27	4,05
Фактор D (густота стояния)	92,93	1	92,93	13,08	4,05
Взаимодействие АВ	7,92	2	3,96	0,56	3,20
Взаимодействие АС	2,68	2	1,34	0,19	3,20
Взаимодействие ВС	3,13	1	3,13	0,44	4,05
Взаимодействие AD	2,06	2	1,03	0,14	3,20
Взаимодействие BD	2,80	1	2,80	0,39	4,05
Взаимодействие CD	0,00	1	0,00	0,00	4,05
Взаимодействие ABC	0,06	2	0,03	0,00	3,20
Взаимодействие ABD	6,39	2	3,20	0,45	3,20
Взаимодействие ACD	0,12	2	0,06	0,01	3,20
Взаимодействие BCD	0,01	1	0,01	0,00	4,05
Взаимодействие ABCD	2,20	2	1,10	0,15	3,20
Остаток (ошибка)	340,95	46	7,41		

Таблица 20 – Влияние факторов опыта на площадь листовой поверхности растения материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	1604,73	71			
Повторений	30,59	2			
Фактор А (год)	609,65	2	304,83	31,89	3,20
Фактор В (генотип)	125,61	1	125,61	13,14	4,05
Фактор С (схема размещения)	1,65	1	1,65	0,17	4,05
Фактор D (густота стояния)	139,72	1	139,72	14,62	4,05
Взаимодействие АВ	234,67	2	117,34	12,28	3,20
Взаимодействие АС	4,49	2	2,25	0,23	3,20
Взаимодействие ВС	0,10	1	0,10	0,01	4,05
Взаимодействие AD	1,23	2	0,62	0,06	3,20
Взаимодействие BD	3,00	1	3,00	0,31	4,05
Взаимодействие CD	0,33	1	0,33	0,03	4,05
Взаимодействие ABC	2,12	2	1,06	0,11	3,20
Взаимодействие ABD	8,58	2	4,29	0,45	3,20
Взаимодействие ACD	3,95	2	1,98	0,21	3,20
Взаимодействие BCD	3,25	1	3,25	0,34	4,05
Взаимодействие ABCD	7,54	2	3,77	0,39	3,20
Остаток (ошибка)	458,81	46	9,97		

Таблица 21 – Влияние факторов опыта на длину главной оси метелки отцовских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	966,84	71			
Повторений	3,91	2			
Фактор А (год)	11,07	2	5,54	3,06	3,20
Фактор В (генотип)	638,36	3	212,79	117,78	2,81
Фактор С (густота стояния)	16,34	1	16,34	9,04	4,05
Взаимодействие АВ	186,16	6	31,03	17,17	2,30
Взаимодействие АС	4,16	2	2,08	1,15	3,20
Взаимодействие ВС	8,84	3	2,95	1,63	2,81
Взаимодействие ABC	11,28	6	1,88	1,04	2,30
Остаток (ошибка)	86,72	46	1,89		

Таблица 22 – Влияние факторов опыта на длину главной оси метелки отцовской формы второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	175,72	17			
Повторений	5,76	2			
Фактор А (год)	145,30	2	72,65	38,16	4,10
Фактор В (густота стояния)	0,24	1	0,24	0,13	4,96
Взаимодействие АВ	1,57	2	0,79	0,41	4,10
Остаток (ошибка)	22,85	10	2,29		

Таблица 23 – Влияние факторов опыта на длину нижней боковой веточки метелки отцовских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	289,14	71			
Повторений	1,52	2			
Фактор А (год)	18,11	2	9,06	6,13	3,20
Фактор В (генотип)	106,57	3	35,52	24,04	2,81
Фактор С (густота стояния)	1,62	1	1,62	1,10	4,05
Взаимодействие АВ	72,03	6	12,01	8,12	2,30
Взаимодействие АС	0,65	2	0,33	0,22	3,20
Взаимодействие ВС	8,68	3	2,89	1,96	2,81
Взаимодействие АВС	9,03	6	1,51	1,02	2,30
Остаток (ошибка)	70,93	46	1,54		

Таблица 24 – Влияние факторов опыта на длину нижней боковой веточки метелки отцовской формы второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	83,35	17			
Повторений	7,27	2			
Фактор А (год)	61,71	2	30,86	27,73	4,10
Фактор В (густота стояния)	0,29	1	0,29	0,26	4,96
Взаимодействие АВ	0,73	2	0,37	0,33	4,10
Остаток (ошибка)	13,35	10	1,34		

Таблица 25 – Влияние факторов опыта на число веточек I-го порядка метелки отцовских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	371,19	71			
Повторений	0,33	2			
Фактор А (год)	2,33	2	1,17	1,65	3,20
Фактор В (генотип)	324,15	3	108,05	152,54	2,81
Фактор С (густота стояния)	0,12	1	0,12	0,18	4,05
Взаимодействие АВ	7,89	6	1,32	1,86	2,30
Взаимодействие АС	1,00	2	0,50	0,71	3,20
Взаимодействие ВС	0,15	3	0,05	0,07	2,81
Взаимодействие АВС	1,22	6	0,20	0,29	2,30
Остаток (ошибка)	34,00	46	0,74		

Таблица 26 – Влияние факторов опыта на число веточек I-го порядка метелки отцовской формы второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	29,06	17			
Повторений	0,78	2			
Фактор А (год)	14,78	2	7,39	8,87	4,10
Фактор В (густота стояния)	1,39	1	1,39	1,67	4,96
Взаимодействие АВ	2,11	2	1,06	1,27	4,10
Остаток (ошибка)	10,00	10	1,00		

Таблица 27 – Влияние факторов опыта на число веточек II-го порядка метелки отцовских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	41,68	71			
Повторений	0,36	2			
Фактор А (год)	10,03	2	5,02	51,57	3,20
Фактор В (генотип)	15,82	3	5,27	54,24	2,81
Фактор С (густота стояния)	0,68	1	0,68	7,00	4,05
Взаимодействие АВ	8,31	6	1,39	14,24	2,30
Взаимодействие АС	0,36	2	0,18	1,86	3,20
Взаимодействие ВС	1,26	3	0,42	4,33	2,81
Взаимодействие АВС	0,19	6	0,03	0,33	2,30
Остаток (ошибка)	4,67	46	0,10		

Таблица 28 – Влияние факторов опыта на количество початков на 100 растений материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	28390,84	143			
Повторений	490,68	2			
Фактор А (год)	6073,85	2	3036,93	52,06	3,09
Фактор В (генотип)	7323,35	3	2441,12	41,84	2,70
Фактор С (схема размещения)	19,51	1	19,51	0,33	3,94
Фактор D (густота стояния)	2835,56	1	2835,56	48,60	3,94
Взаимодействие АВ	2566,54	6	427,76	7,33	2,20
Взаимодействие АС	14,68	2	7,34	0,13	3,09
Взаимодействие ВС	146,91	3	48,97	0,84	2,70
Взаимодействие AD	221,54	2	110,77	1,90	3,09
Взаимодействие BD	1137,52	3	379,17	6,50	2,70
Взаимодействие CD	0,34	1	0,34	0,01	3,94
Взаимодействие ABC	377,82	6	62,97	1,08	2,20
Взаимодействие ABD	887,29	6	147,88	2,53	2,20
Взаимодействие ACD	26,10	2	13,05	0,22	3,09
Взаимодействие BCD	161,63	3	53,88	0,92	2,70
Взаимодействие ABCD	506,85	6	84,48	1,45	2,20
Остаток (ошибка)	5600,67	94	59,58		

Таблица 29 – Влияние факторов опыта на количество початков на 100 растений материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	9457,31	71			
Повторений	50,19	2			
Фактор А (год)	5297,53	2	2648,77	145,03	3,20
Фактор В (генотип)	1662,72	1	1662,72	91,04	4,05
Фактор С (схема размещения)	22,22	1	22,22	1,22	4,05
Фактор D (густота стояния)	460,06	1	460,06	25,19	4,05
Взаимодействие АВ	36,86	2	18,43	1,01	3,20
Взаимодействие АС	9,36	2	4,68	0,26	3,20
Взаимодействие ВС	122,72	1	122,72	6,72	4,05
Взаимодействие AD	113,53	2	56,77	3,11	3,20
Взаимодействие BD	227,56	1	227,56	12,46	4,05
Взаимодействие CD	0,06	1	0,06	0,00	4,05
Взаимодействие ABC	415,36	2	207,68	11,37	3,20
Взаимодействие ABD	4,19	2	2,10	0,11	3,20
Взаимодействие ACD	41,03	2	20,52	1,12	3,20
Взаимодействие BCD	72,00	1	72,00	3,94	4,05
Взаимодействие ABCD	45,25	2	22,63	1,24	3,20
Остаток (ошибка)	876,67	46	19,06		

Таблица 30 – Влияние факторов опыта на длину початка материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	248,79	143			
Повторений	0,12	2			
Фактор А (год)	33,97	2	16,99	48,16	3,09
Фактор В (генотип)	132,83	3	44,28	125,56	2,89
Фактор С (схема размещения)	0,71	1	0,71	2,00	4,14
Фактор D (густота стояния)	16,59	1	16,59	47,05	4,14
Взаимодействие АВ	10,03	6	1,67	4,74	2,39
Взаимодействие АС	3,71	2	1,86	5,26	3,28
Взаимодействие ВС	1,30	3	0,43	1,23	2,89
Взаимодействие AD	0,44	2	0,22	0,62	3,28
Взаимодействие BD	0,38	3	0,13	0,36	2,89
Взаимодействие CD	0,31	1	0,31	0,89	4,14
Взаимодействие ABC	3,54	6	0,59	1,67	2,39
Взаимодействие ABD	6,37	6	1,06	3,01	2,39
Взаимодействие ACD	1,07	2	0,54	1,51	3,28
Взаимодействие BCD	0,84	3	0,28	0,80	2,89
Взаимодействие ABCD	2,73	6	0,46	1,29	2,39
Остаток (ошибка)	33,85	94	0,36		

Таблица 31 – Влияние факторов опыта на длину початка материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	94,25	71			
Повторений	0,11	2			
Фактор А (год)	11,07	2	5,54	13,47	3,20
Фактор В (генотип)	21,47	1	21,47	52,25	4,05
Фактор С (схема размещения)	1,16	1	1,16	2,81	4,05
Фактор D (густота стояния)	5,10	1	5,10	12,41	4,05
Взаимодействие АВ	27,87	2	13,94	33,91	3,20
Взаимодействие АС	0,31	2	0,16	0,38	3,20
Взаимодействие ВС	0,09	1	0,09	0,22	4,05
Взаимодействие AD	0,60	2	0,30	0,73	3,20
Взаимодействие BD	1,23	1	1,23	2,99	4,05
Взаимодействие CD	0,46	1	0,46	1,12	4,05
Взаимодействие ABC	0,12	2	0,06	0,14	3,20
Взаимодействие ABD	0,46	2	0,23	0,56	3,20
Взаимодействие ACD	2,35	2	1,18	2,86	3,20
Взаимодействие BCD	0,01	1	0,01	0,02	4,05
Взаимодействие ABCD	2,11	2	1,06	2,56	3,20
Остаток (ошибка)	19,73	46	0,43		

Таблица 32 – Влияние факторов опыта на диаметр початка материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	10,87	143			
Повторений	0,05	2			
Фактор А (год)	4,98	2	2,49	136,67	3,09
Фактор В (генотип)	2,97	3	0,99	54,35	2,70
Фактор С (схема размещения)	0,00	1	0,00	0,03	3,94
Фактор D (густота стояния)	0,11	1	0,11	5,91	3,94
Взаимодействие АВ	0,39	6	0,07	3,60	2,20
Взаимодействие АС	0,00	2	0,00	0,04	3,09
Взаимодействие ВС	0,10	3	0,03	1,75	2,70
Взаимодействие AD	0,10	2	0,05	2,74	3,09
Взаимодействие BD	0,00	3	0,00	0,09	2,70
Взаимодействие CD	0,00	1	0,00	0,13	3,94
Взаимодействие ABC	0,12	6	0,02	1,12	2,20
Взаимодействие ABD	0,11	6	0,02	0,98	2,20
Взаимодействие ACD	0,01	2	0,01	0,17	3,09
Взаимодействие BCD	0,03	3	0,01	0,51	2,70
Взаимодействие ABCD	0,15	6	0,03	1,33	2,20
Остаток (ошибка)	1,75	94	0,02		

Таблица 33 – Влияние факторов опыта на диаметр початка материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	3,76	71			
Повторений	0,00	2			
Фактор А (год)	2,35	2	1,18	93,05	3,20
Фактор В (генотип)	0,04	1	0,04	3,18	4,05
Фактор С (схема размещения)	0,01	1	0,01	0,60	4,05
Фактор D (густота стояния)	0,19	1	0,19	15,08	4,05
Взаимодействие АВ	0,21	2	0,11	8,49	3,20
Взаимодействие АС	0,03	2	0,02	1,23	3,20
Взаимодействие ВС	0,00	1	0,00	0,00	4,05
Взаимодействие AD	0,05	2	0,03	1,88	3,20
Взаимодействие BD	0,00	1	0,00	0,00	4,05
Взаимодействие CD	0,01	1	0,01	0,42	4,05
Взаимодействие ABC	0,15	2	0,08	6,01	3,20
Взаимодействие ABD	0,07	2	0,04	2,75	3,20
Взаимодействие ACD	0,01	2	0,01	0,22	3,20
Взаимодействие BCD	0,00	1	0,00	0,01	4,05
Взаимодействие ABCD	0,03	2	0,02	1,24	3,20
Остаток (ошибка)	0,61	46	0,01		

Таблица 34 – Влияние факторов опыта на число рядов зерен початка материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	127,15	143			
Повторений	1,09	2			
Фактор А (год)	10,61	2	5,31	12,46	3,09
Фактор В (генотип)	53,70	3	17,90	42,06	2,70
Фактор С (схема размещения)	0,19	1	0,19	0,44	3,94
Фактор D (густота стояния)	1,07	1	1,07	2,51	3,94
Взаимодействие АВ	4,68	6	0,78	1,83	2,20
Взаимодействие АС	0,24	2	0,12	0,28	3,09
Взаимодействие ВС	0,97	3	0,32	0,76	2,70
Взаимодействие AD	1,42	2	0,71	1,66	3,09
Взаимодействие BD	0,59	3	0,20	0,46	2,70
Взаимодействие CD	1,07	1	1,07	2,51	3,94
Взаимодействие ABC	2,42	6	0,40	0,95	2,20
Взаимодействие ABD	2,51	6	0,42	0,98	2,20
Взаимодействие ACD	0,96	2	0,48	1,13	3,09
Взаимодействие BCD	1,64	3	0,55	1,28	2,70
Взаимодействие ABCD	3,14	6	0,52	1,23	2,20
Остаток (ошибка)	40,85	94	0,43		

Таблица 35 – Влияние факторов опыта на число рядов зерен початка материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	40,80	71			
Повторений	0,17	2			
Фактор А (год)	8,81	2	4,41	13,49	3,20
Фактор В (генотип)	0,32	1	0,32	0,98	4,05
Фактор С (схема размещения)	0,01	1	0,01	0,03	4,05
Фактор D (густота стояния)	0,22	1	0,22	0,68	4,05
Взаимодействие АВ	10,97	2	5,49	16,80	3,20
Взаимодействие АС	0,16	2	0,08	0,25	3,20
Взаимодействие ВС	0,22	1	0,22	0,68	4,05
Взаимодействие AD	0,70	2	0,35	1,07	3,20
Взаимодействие BD	0,01	1	0,01	0,03	4,05
Взаимодействие CD	0,14	1	0,14	0,44	4,05
Взаимодействие ABC	1,10	2	0,55	1,68	3,20
Взаимодействие ABD	0,67	2	0,34	1,03	3,20
Взаимодействие ACD	1,26	2	0,63	1,93	3,20
Взаимодействие BCD	0,14	1	0,14	0,44	4,05
Взаимодействие ABCD	0,22	2	0,11	0,33	3,20
Остаток (ошибка)	15,68	46	0,34		

Таблица 36 – Влияние факторов опыта на число зерен в ряду початка материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	915,83	143			
Повторений	3,85	2			
Фактор А (год)	91,10	2	45,55	13,20	3,09
Фактор В (генотип)	187,81	3	62,60	18,14	2,70
Фактор С (схема размещения)	16,00	1	16,00	4,64	3,94
Фактор D (густота стояния)	46,69	1	46,69	13,53	3,94
Взаимодействие АВ	149,24	6	24,87	7,21	2,20
Взаимодействие АС	27,13	2	13,57	3,93	3,09
Взаимодействие ВС	2,39	3	0,80	0,23	2,70
Взаимодействие AD	1,10	2	0,55	0,16	3,09
Взаимодействие BD	5,25	3	1,75	0,51	2,70
Взаимодействие CD	5,44	1	5,44	1,58	3,94
Взаимодействие ABC	9,65	6	1,61	0,47	2,20
Взаимодействие ABD	18,13	6	3,02	0,88	2,20
Взаимодействие ACD	3,01	2	1,51	0,44	3,09
Взаимодействие BCD	3,72	3	1,24	0,36	2,70
Взаимодействие ABCD	13,99	6	2,33	0,68	2,20
Остаток (ошибка)	331,33	94	3,52		

Таблица 37 – Влияние факторов опыта на число зерен в ряду початка материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	542,67	71			
Повторений	1,03	2			
Фактор А (год)	125,78	2	62,89	25,58	3,20
Фактор В (генотип)	19,01	1	19,01	7,73	4,05
Фактор С (схема размещения)	4,01	1	4,01	1,63	4,05
Фактор D (густота стояния)	23,35	1	23,35	9,50	4,05
Взаимодействие АВ	208,44	2	104,22	42,40	3,20
Взаимодействие АС	1,44	2	0,72	0,29	3,20
Взаимодействие ВС	0,13	1	0,13	0,05	4,05
Взаимодействие AD	0,78	2	0,39	0,16	3,20
Взаимодействие BD	13,35	1	13,35	5,43	4,05
Взаимодействие CD	0,68	1	0,68	0,28	4,05
Взаимодействие ABC	6,33	2	3,17	1,29	3,20
Взаимодействие ABD	7,44	2	3,72	1,51	3,20
Взаимодействие ACD	4,78	2	2,39	0,97	3,20
Взаимодействие BCD	1,12	1	1,12	0,46	4,05
Взаимодействие ABCD	7,00	2	3,50	1,42	3,20
Остаток (ошибка)	118,00	46	2,57		

Таблица 38 – Влияние факторов опыта на количество зерен в початке материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	471998,49	143			
Повторений	5423,26	2			
Фактор А (год)	63682,10	2	31841,05	28,06	3,09
Фактор В (генотип)	191534,56	3	63844,85	56,26	2,70
Фактор С (схема размещения)	2686,69	1	2686,69	2,37	3,94
Фактор D (густота стояния)	22952,25	1	22952,25	20,23	3,94
Взаимодействие АВ	42277,57	6	7046,26	6,21	2,20
Взаимодействие АС	2428,76	2	1214,38	1,07	3,09
Взаимодействие ВС	1033,64	3	344,55	0,30	2,70
Взаимодействие AD	2490,04	2	1245,02	1,10	3,09
Взаимодействие BD	449,42	3	149,81	0,13	2,70
Взаимодействие CD	81,00	1	81,00	0,07	3,94
Взаимодействие ABC	5925,57	6	987,60	0,87	2,20
Взаимодействие ABD	8168,96	6	1361,49	1,20	2,20
Взаимодействие ACD	3056,37	2	1528,19	1,35	3,09
Взаимодействие BCD	2265,00	3	755,00	0,67	2,70
Взаимодействие ABCD	8602,63	6	1433,77	1,26	2,20
Остаток (ошибка)	108940,67	94	1158,94		

Таблица 39 – Влияние факторов опыта на количество зерен в початке материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	223834,73	71			
Повторений	33,25	2			
Фактор А (год)	65037,25	2	32518,63	49,11	3,20
Фактор В (генотип)	3784,50	1	3784,50	5,72	4,05
Фактор С (схема размещения)	1250,00	1	1250,00	1,89	4,05
Фактор D (густота стояния)	10902,72	1	10902,72	16,47	4,05
Взаимодействие АВ	95055,25	2	47527,63	71,78	3,20
Взаимодействие АС	127,08	2	63,54	0,10	3,20
Взаимодействие ВС	430,22	1	430,22	0,65	4,05
Взаимодействие AD	2697,03	2	1348,52	2,04	3,20
Взаимодействие BD	3784,50	1	3784,50	5,72	4,05
Взаимодействие CD	150,22	1	150,22	0,23	4,05
Взаимодействие ABC	3179,86	2	1589,93	2,40	3,20
Взаимодействие ABD	292,58	2	146,29	0,22	3,20
Взаимодействие ACD	1207,19	2	603,60	0,91	3,20
Взаимодействие BCD	1058,00	1	1058,00	1,60	4,05
Взаимодействие ABCD	3061,08	2	1530,54	2,31	3,20
Остаток (ошибка)	31784,00	46	690,96		

Таблица 40 – Влияние факторов опыта на выход зерна материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	1388,77	143			
Повторений	11,50	2			
Фактор А (год)	189,43	2	94,72	26,20	3,09
Фактор В (генотип)	622,20	3	207,40	57,38	2,70
Фактор С (схема размещения)	35,11	1	35,11	9,71	3,94
Фактор D (густота стояния)	0,02	1	0,02	0,00	3,94
Взаимодействие АВ	93,49	6	15,58	4,31	2,20
Взаимодействие АС	4,40	2	2,20	0,61	3,09
Взаимодействие ВС	7,94	3	2,65	0,73	2,70
Взаимодействие AD	4,87	2	2,44	0,67	3,09
Взаимодействие BD	22,08	3	7,36	2,04	2,70
Взаимодействие CD	1,42	1	1,42	0,39	3,94
Взаимодействие ABC	9,42	6	1,57	0,43	2,20
Взаимодействие ABD	11,85	6	1,98	0,55	2,20
Взаимодействие ACD	2,62	2	1,31	0,36	3,09
Взаимодействие BCD	19,75	3	6,58	1,82	2,70
Взаимодействие ABCD	5,66	6	0,94	0,26	2,20
Остаток (ошибка)	347,01	94	3,69		

Таблица 41 – Влияние факторов опыта на выход зерна материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	573,76	71			
Повторений	2,59	2			
Фактор А (год)	129,81	2	64,91	14,78	3,20
Фактор В (генотип)	1,90	1	1,90	0,43	4,05
Фактор С (схема размещения)	20,16	1	20,16	4,59	4,05
Фактор D (густота стояния)	2,53	1	2,53	0,58	4,05
Взаимодействие АВ	95,45	2	47,73	10,87	3,20
Взаимодействие АС	22,74	2	11,37	2,59	3,20
Взаимодействие ВС	21,45	1	21,45	4,89	4,05
Взаимодействие AD	9,54	2	4,77	1,09	3,20
Взаимодействие BD	1,71	1	1,71	0,39	4,05
Взаимодействие CD	0,13	1	0,13	0,03	4,05
Взаимодействие ABC	32,32	2	16,16	3,68	3,20
Взаимодействие ABD	16,35	2	8,18	1,86	3,20
Взаимодействие ACD	0,26	2	0,13	0,03	3,20
Взаимодействие BCD	0,55	1	0,55	0,13	4,05
Взаимодействие ABCD	5,56	2	2,78	0,63	3,20
Остаток (ошибка)	210,71	46	4,58		

Таблица 42 – Влияние факторов опыта на массу 1000 зерен материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	81649,30	143			
Повторений	11,92	2			
Фактор А (год)	6778,96	2	3389,48	23,27	3,09
Фактор В (генотип)	38996,93	3	12998,98	89,26	2,70
Фактор С (схема размещения)	3009,07	1	3009,07	20,66	3,94
Фактор D (густота стояния)	5840,27	1	5840,27	40,10	3,94
Взаимодействие АВ	5740,32	6	956,72	6,57	2,20
Взаимодействие АС	184,49	2	92,25	0,63	3,09
Взаимодействие ВС	430,99	3	143,66	0,99	2,70
Взаимодействие AD	1271,28	2	635,64	4,36	3,09
Взаимодействие BD	1858,45	3	619,48	4,25	2,70
Взаимодействие CD	1,09	1	1,09	0,01	3,94
Взаимодействие ABC	615,59	6	102,60	0,70	2,20
Взаимодействие ABD	1555,89	6	259,32	1,78	2,20
Взаимодействие ACD	269,54	2	134,77	0,93	3,09
Взаимодействие BCD	164,54	3	54,85	0,38	2,70
Взаимодействие ABCD	938,85	6	156,48	1,07	2,20
Остаток (ошибка)	13981,12	94	148,74		

Таблица 43 – Влияние факторов опыта на массу 1000 зерен материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	98178,66	71			
Повторений	8,39	2			
Фактор А (год)	36899,80	2	18449,90	140,72	3,20
Фактор В (генотип)	18176,25	1	18176,25	138,63	4,05
Фактор С (схема размещения)	3621,00	1	3621,00	27,62	4,05
Фактор D (густота стояния)	5566,53	1	5566,53	42,46	4,05
Взаимодействие АВ	25808,28	2	12904,14	98,42	3,20
Взаимодействие АС	164,74	2	82,37	0,63	3,20
Взаимодействие ВС	7,39	1	7,39	0,06	4,05
Взаимодействие AD	334,19	2	167,10	1,27	3,20
Взаимодействие BD	56,36	1	56,36	0,43	4,05
Взаимодействие CD	262,21	1	262,21	2,00	4,05
Взаимодействие ABC	280,47	2	140,24	1,07	3,20
Взаимодействие ABD	311,50	2	155,75	1,19	3,20
Взаимодействие ACD	274,30	2	137,15	1,05	3,20
Взаимодействие BCD	5,05	1	5,05	0,04	4,05
Взаимодействие ABCD	108,88	2	54,44	0,42	3,20
Остаток (ошибка)	6293,32	46	136,81		

Таблица 44 – Влияние факторов опыта на урожайность материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	145,73	143			
Повторений	0,41	2			
Фактор А (год)	102,76	2	51,38	861,41	3,09
Фактор В (генотип)	9,35	3	3,12	52,25	2,70
Фактор С (схема размещения)	6,04	1	6,04	101,19	3,94
Фактор D (густота стояния)	11,28	1	11,28	189,09	3,94
Взаимодействие АВ	6,64	6	1,11	18,55	2,20
Взаимодействие АС	0,54	2	0,27	4,52	3,09
Взаимодействие ВС	0,00	3	0,00	0,02	2,70
Взаимодействие AD	1,89	2	0,95	15,86	3,09
Взаимодействие BD	0,18	3	0,06	0,99	2,70
Взаимодействие CD	0,19	1	0,19	3,25	3,94
Взаимодействие ABC	0,10	6	0,02	0,28	2,20
Взаимодействие ABD	0,24	6	0,04	0,67	2,20
Взаимодействие ACD	0,17	2	0,09	1,42	3,09
Взаимодействие BCD	0,07	3	0,02	0,40	2,70
Взаимодействие ABCD	0,14	6	0,02	0,40	2,20
Остаток (ошибка)	5,73	94	0,06		

Таблица 45 – Влияние факторов опыта на урожайность материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	113,84	71			
Повторений	0,05	2			
Фактор А (год)	92,52	2	46,26	917,81	3,20
Фактор В (генотип)	8,45	1	8,45	167,70	4,05
Фактор С (схема размещения)	4,00	1	4,00	79,35	4,05
Фактор D (густота стояния)	2,79	1	2,79	55,33	4,05
Взаимодействие АВ	1,41	2	0,71	14,01	3,20
Взаимодействие АС	1,23	2	0,62	12,21	3,20
Взаимодействие ВС	0,01	1	0,01	0,27	4,05
Взаимодействие AD	0,41	2	0,21	4,07	3,20
Взаимодействие BD	0,00	1	0,00	0,08	4,05
Взаимодействие CD	0,16	1	0,16	3,09	4,05
Взаимодействие ABC	0,03	2	0,02	0,32	3,20
Взаимодействие ABD	0,09	2	0,05	0,93	3,20
Взаимодействие ACD	0,19	2	0,10	1,91	3,20
Взаимодействие BCD	0,01	1	0,01	0,23	4,05
Взаимодействие ABCD	0,07	2	0,04	0,66	3,20
Остаток (ошибка)	2,42	46	0,05		

Таблица 46 – Влияние факторов опыта на уборочную влажность зерна материнских форм первого срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	1659,38	143			
Повторений	1,30	2			
Фактор А (год)	1170,96	2	585,48	957,30	3,09
Фактор В (генотип)	240,77	3	80,26	131,22	2,70
Фактор С (схема размещения)	2,18	1	2,18	3,56	3,94
Фактор D (густота стояния)	15,93	1	15,93	26,05	3,94
Взаимодействие АВ	135,85	6	22,64	37,02	2,20
Взаимодействие АС	3,03	2	1,52	2,48	3,09
Взаимодействие ВС	0,85	3	0,28	0,46	2,70
Взаимодействие AD	14,75	2	7,38	12,06	3,09
Взаимодействие BD	1,17	3	0,39	0,64	2,70
Взаимодействие CD	0,01	1	0,01	0,02	3,94
Взаимодействие ABC	6,10	6	1,02	1,66	2,20
Взаимодействие ABD	1,91	6	0,32	0,52	2,20
Взаимодействие ACD	0,60	2	0,30	0,49	3,09
Взаимодействие BCD	2,89	3	0,96	1,58	2,70
Взаимодействие ABCD	2,37	6	0,40	0,65	2,20
Остаток (ошибка)	58,71	94	0,62		

Таблица 47 – Влияние факторов опыта на уборочную влажность зерна материнских форм второго срока посева

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F ₀₅
Общее	2584,50	71			
Повторений	0,40	2			
Фактор А (год)	1938,04	2	969,02	1481,62	3,20
Фактор В (генотип)	500,86	1	500,86	765,81	4,05
Фактор С (схема размещения)	2,10	1	2,10	3,21	4,05
Фактор D (густота стояния)	12,25	1	12,25	18,73	4,05
Взаимодействие АВ	92,54	2	46,27	70,75	3,20
Взаимодействие АС	0,44	2	0,22	0,34	3,20
Взаимодействие ВС	0,00	1	0,00	0,00	4,05
Взаимодействие AD	4,17	2	2,09	3,19	3,20
Взаимодействие BD	0,45	1	0,45	0,69	4,05
Взаимодействие CD	0,01	1	0,01	0,01	4,05
Взаимодействие ABC	1,05	2	0,53	0,81	3,20
Взаимодействие ABD	0,48	2	0,24	0,37	3,20
Взаимодействие ACD	0,27	2	0,14	0,21	3,20
Взаимодействие BCD	0,00	1	0,00	0,00	4,05
Взаимодействие ABCD	0,05	2	0,03	0,04	3,20
Остаток (ошибка)	31,39	46	0,68		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта

1. **Наименование внедренной разработки:**
«Выращивание семян гибрида кукурузы Воронежский 182 МВ первого поколения при схеме размещения рядов родительских форм 6:2 и густоте стояния растений 70 тыс.шт./га»
2. **Разработка внедрена при выполнении НИР «Формирование урожая семян трехлинейных гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схемы размещения и густоты стояния растений в условиях ЦЧР»**
3. **Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению**
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, кафедра растениеводства
4. **Наименование хозяйства (организации), его адрес**
ООО «Россошьгибрид», Воронежская область, Россошанский район, г. Россошь
5. **Календарные сроки внедрения (начало-окончание)**
4 мая 2023 г. – 19 сентября 2023 г.
6. **Объем внедрения мероприятия (по плану и фактический)**
Фактический объем внедрения 20 га
7. **Экономический эффект от внедрения на единицу (га, голов, машину и т.д.) и на весь объем внедрения в рублях**
Производственные затраты на 1 га посевов – 367110 рублей
Стоимость продукции с 1 га посевов – 659615 рублей
Чистый доход с 1 га посевов – 292505 рублей
Чистый доход с площади внедрения (20 га) – 5850100 рублей
Уровень рентабельности – 79,7 %
8. **Фамилия, и.о. и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от университета и хозяйства**
Доктор с.-х. наук, профессор Кадыров С.В., соискатель Чеботарёв Д.С., директор ООО «Россошьгибрид» Сургучев В.И., главный агроном ООО «Россошьгибрид» Пигунов С.А.

Председатель комиссии:

Директор ООО «Россошьгибрид»
Гл. агроном ООО «Россошьгибрид»
Ответственные за внедрение:



Сургучев В.И.
Пигунов С.А.
Кадыров С.В.
Чеботарёв Д.С.

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта

1. Наименование внедренной разработки:

«Выращивание семян гибрида кукурузы Воронежский 182 МВ первого поколения при схеме размещения рядов родительских форм 6:2 и густоте стояния растений 70 тыс.шт./га»

2. Разработка внедрена при выполнении НИР «Формирование урожая семян трехлинейных гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схемы размещения и густоты стояния растений в условиях ЦЧР»

3. Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, кафедра растениеводства

4. Наименование хозяйства (организации), его адрес

ООО «Россошьгибрид», Воронежская область, Россошанский район, г. Россошь

5. Календарные сроки внедрения (начало-окончание)

7 мая 2024 г. – 21 сентября 2024 г.

6. Объем внедрения мероприятия (по плану и фактический)

Фактический объем внедрения 29 га

7. Экономический эффект от внедрения на единицу (га, голов, машину и т.д.) и на весь объем внедрения в рублях

Производственные затраты на 1 га посевов – 256185 рублей

Стоимость продукции с 1 га посевов – 454327 рублей

Чистый доход с 1 га посевов – 198142 рублей

Чистый доход с площади внедрения (29 га) – 5746118 рублей

Уровень рентабельности – 77,3 %

8. Фамилия, и.о. и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от университета и хозяйства

Доктор с.-х. наук, профессор Кадыров С.В., соискатель Чеботарёв Д.С., директор ООО «Россошьгибрид» Сургучев В.И., главный агроном ООО «Россошьгибрид» Пигунов С.А.

Председатель комиссии:

Директор ООО «Россошьгибрид»

Гл. агроном ООО «Россошьгибрид»

Ответственные за внедрение:



Сургучев В.И.

Пигунов С.А.

Кадыров С.В.

Чеботарёв Д.С.

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта

1. Наименование внедренной разработки:

«Выращивание семян гибрида кукурузы Воронежский 145 МВ первого поколения при схеме размещения рядов родительских форм 6:2 и густоте стояния растений 70 тыс.шт./га»

2. Разработка внедрена при выполнении НИР «Формирование урожая семян трехлинейных гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, схемы размещения и густоты стояния растений в условиях ЦЧР»

3. Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, кафедра растениеводства

4. Наименование хозяйства (организации), его адрес

ООО «Агрогибрид», Воронежская область, Россошанский район, г. Россошь

5. Календарные сроки внедрения (начало-окончание)

6 мая 2024 г. – 15 сентября 2024 г.

6. Объем внедрения мероприятия (по плану и фактический)

Фактический объем внедрения 41 га

7. Экономический эффект от внедрения на единицу (га, голов, машину и т.д.) и на весь объем внедрения в рублях

Производственные затраты на 1 га посевов – 332079 рублей

Стоимость продукции с 1 га посевов – 683036 рублей

Чистый доход с 1 га посевов – 350957 рублей

Чистый доход с площади внедрения (41 га) – 14389237 рублей

Уровень рентабельности – 105,7 %

8. Фамилия, и.о. и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от университета и хозяйства

Доктор с.-х. наук, профессор Кадыров С.В., соискатель Чеботарёв Д.С., генеральный директор ООО «Агрогибрид» Колесников В.Ф., агроном-семеновод ООО «Агрогибрид» Алейник С.Н.

Председатель комиссии:

Ген. директор ООО «Агрогибрид»

Агроном-семеновод ООО «Агрогибрид»

Ответственные за внедрение:

Колесников В.Ф.

Алейник С.Н.

Кадыров С.В.

Чеботарёв Д.С.

