

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ХАБАРОВСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ХФИЦ ДВО РАН)

На правах рукописи



Лукашина Анастасия Алексеевна

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ В
УСЛОВИЯХ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

Специальность: 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Петрова Светлана Николаевна

Благовещенск – 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ЗНАЧЕНИЕ, СОСТОЯНИЕ И ИЗУЧЕННОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ.....	10
1.1 Биологические и ботанические особенности кукурузы, её значение в сельском хозяйстве, приемы возделывания.....	10
1.2 Реакция сортов и гибридов кукурузы на удобрения и сроки посева.....	20
1.3 Современное состояние возделывания кукурузы в Хабаровском крае.....	36
Заключение по главе 1	38
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	39
2.1 Почвенно-климатические условия Хабаровского края.....	39
2.1.1 Погодные условия в годы исследований	41
2.2 Материал и методика проведения исследований	45
2.2.1 Объект исследований и схема опыта	45
2.2.2 Агротехника в опыте.....	53
2.2.3 Сопутствующие исследования	54
ГЛАВА 3 ВЛИЯНИЕ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СРОКОВ ПОСЕВА НА ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ.....	56
3.1 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на продолжительность межфазных периодов сортов и гибридов кукурузы.....	56
3.2 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на высоту сортов и гибридов кукурузы.....	65
3.3 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на высоту прикрепления нижнего початка и количество листьев сортов и гибридов кукурузы	69
3.4 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на количество початков на одном растении у сортов и гибридов кукурузы.....	74
Заключение по главе 3	77
ГЛАВА 4 ВЛИЯНИЕ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СРОКОВ ПОСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И ЗЕРНА СОРТОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ.....	78
4.1 Влияние различных доз минеральных удобрений и сроков посева на урожайность зеленой массы сортов и гибридов кукурузы.....	78
4.2 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на урожайность початков сортов и гибридов кукурузы.....	83
4.3 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на урожайность зерна сортов и гибридов кукурузы.....	88
4.4 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на массу 1000 зерен сортов и гибридов кукурузы.....	93

4.5 Вынос питательных веществ с урожаем	97
4.6 Элементы структуры урожая сортов и гибридов кукурузы.....	99
Заключение по главе 4	101
ГЛАВА 5 ВЛИЯНИЕ ДОЗ УДОБРЕНИЙ И СРОКОВ ПОСЕВА НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ	103
5.1 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание сухого вещества в зерне сортов и гибридов кукурузы.....	104
5.2 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание фосфора в сухом веществе зерна сортов и гибридов кукурузы	107
5.3 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание сырого протеина и азота в сухом веществе зерна сортов и гибридов кукурузы.....	110
5.4 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание калия в сухом веществе зерна кукурузы	115
5.5 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание крахмала в сухом веществе зерна кукурузы	118
5.6 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание сырой клетчатки в сухом веществе зерна кукурузы	121
5.7 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание сырой золы в сухом веществе зерна кукурузы	125
5.8 Питательность зерна сортов и гибридов кукурузы в зависимости от доз удобрений и сроков посева.....	127
5.9 Питательность зеленой массы сортов и гибридов в зависимости от доз удобрений и сроков посева.....	133
Заключение по главе 5	137
ГЛАВА 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ	140
6.1 Экономическая эффективность	140
Заключение по главе 6	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	146
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	148
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	149
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	185

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. Кукуруза (*Zea mays*) является одной из ведущих зерновых культур в мировом земледелии. В Российской Федерации её посевные площади, по данным Росстата, в 2023 году составили 3987,5 тыс. га, из которых 34 % (1351,4 тыс. га) отведены для возделывания кукурузы на кормовые цели. В развитии кормовой базы ей принадлежит важная роль как высокопродуктивному растению с высокой питательностью зерна (1,34 к. ед.) и зеленой массы (0,15–0,25 к. ед.).

В Постановлении правительства Хабаровского края № 215–пр «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Хабаровского края на период до 2030 года» от 13.06.2013 года рекомендовано вести работу по созданию высокоурожайных и устойчивых к экстремальным условиям среды Дальневосточного региона сортов и гибридов кормовых культур, повысить их урожайность за счет внесения минеральных удобрений, совершенствования технологий, ориентированных на использование биологического потенциала растений.

Кукуруза, являясь растением с типом фотосинтеза C_4 , отличается весьма высокой отзывчивостью на изменение условий минерального питания, повышая не только ее зерновую продуктивность в среднем на 25–30 %, но и качество получаемой продукции. При этом агротехнический вопрос оптимизации технологии возделывания кукурузы в условиях Хабаровского края до сих пор остается открытым и, наряду с агроклиматическими условиями возделывания, требует учета сортовых особенностей растений, обуславливающих до 40–60 % их урожайности.

Это особенно актуально в условиях замещения иностранных гибридов кукурузы достижениями отечественной селекции. По данным многолетних наблюдений за агроклиматическими условиями Хабаровского края установлено, что в течение последних 60 лет наблюдается тенденция к увеличению температуры приземного слоя воздуха на 1,4 °С, что требует корректировки и по срокам посева.

Поэтому поиск решений, позволяющих максимально реализовать потенциал каждого сорта или гибрида кукурузы, позволит получать не только высококачественное зерно, но и в целом будет способствовать улучшению состояния растениеводства в крае.

Степень разработанности темы исследования. В СССР и Российской Федерации агротехническими вопросами возделывания кукурузы в разное время занимались: Калинин М.С. (1956), Иванов А.Ф. (1970), Киреев В.Н. (1985), Шатилов И.С. (1999), Йованович Ж. (2000), Ильин В.С. (2001), Калашников А.П. (2003), Петрик Г.Ф. (2004), Сотченко В.С. (2005), Хлопяников А.М. (2010), Соколов А.В. (2013), Багринцева В.Н. (2014), Бондарев В. А. (2016)., Усанова З.И. (1999, 2018) и др.

Официально селекцией кукурузы в Приамурье и, в частности, Хабаровском крае занялись в 1991 году в Дальневосточном НИИСХ, Приморском НИИСХ, ВНИИ Сои (Зубрев, 2000). В Хабаровском крае вопросами селекции и возделывания кукурузы занимались Зубрев А.И. (1999, 2010), Кологоров Н.В. (1999, 2000), Шевцова А.А. (1999), была разработана технология возделывания кукурузы в Хабаровском крае.

Однако агротехнический вопрос оптимизации технологии возделывания кукурузы за счет подбора оптимальной схемы минерального питания при разных сроках посева для конкретного гибрида и/или сорта кукурузы в условиях Хабаровского края остается открытым.

В связи с этим поставлены цель и задачи исследований.

Цель – оптимизировать внесение минеральных удобрений и сроки посева сортов и гибридов кукурузы на зерно и зеленую массу в условиях Хабаровского края.

Задачи:

- выявить особенности роста и развития сортов и гибридов кукурузы в почвенно-климатических условиях Хабаровского края;
- установить влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на продуктивность сортов и гибридов кукурузы;

- определить влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на качество урожая зерна и зеленой массы сортов и гибридов кукурузы;
- дать экономическую оценку возделывания сортов и гибридов кукурузы на зерно и зеленую массу при различном уровне минерального питания в условиях Хабаровского края.

Решение поставленных задач позволит рекомендовать производству оптимальные технологические приемы и повысить эффективность каждого гектара пашни, занятого кукурузой, за счет роста ее урожайности и качества получаемой продукции.

Научная новизна. Впервые в динамично изменяющихся гидротермических условиях Хабаровского края проведена сравнительная оценка хозяйственно полезных признаков сортов и гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции в едином технологическом эксперименте в зависимости от дозы минеральных удобрений и сроков посева.

Выявлены закономерности формирования элементов продуктивности и качества урожая у современных сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы минеральных удобрений и сроков посева. Применение полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{90}$ в комплексе с локальным применением $N_{20}P_{20}$, повышает реализацию потенциальной продуктивности сортов и обеспечивает получение урожайности зерна полной спелости 12,3–13,7 т/га.

Оптимизированы элементы технологии возделывания сортов и гибридов кукурузы, предусматривающие посев в ранние сроки и применение полной системы минерального питания ($N_{90}P_{90}K_{90}+N_{20}P_{20}$), что в условиях Хабаровского края повышает урожайность зерна у сортов на 22,7–24,9 %, у гибридов – не более 14,14 %.

Определена экономическая эффективность изучаемых приемов оптимизации технологии возделывания для новых сортов кукурузы отечественной селекции и иностранных гибридов в условиях Дальневосточного региона при различном уровне минерального питания и сроках посева.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. В результате проведенных исследований выявлены и оптимизированы наиболее значимые агротехнологические приемы возделывания сортов кукурузы с целью получения высокой урожайности зеленой массы и зерна в гидротермических условиях Хабаровского края. Изучено влияние дополнительного внесения азота и фосфора на урожайность и качество зерна кукурузы. Даны практические рекомендации по срокам посева и применению минеральных удобрений для реализации генетического потенциала сортов кукурузы селекции ДВ НИИСХ на уровне 12,0 т/га. Установлена эффективность дополнительного азотного и фосфорного питания, способствующая повышению качества зерна кукурузы и увеличивающая содержание сырого протеина на 4,13 %, фосфора на 4,41 %, концентрации обменной энергии на 1,14 %, кормовых единиц до 1,36–1,39. Выявлена возможность смещения сроков посева кукурузы в условиях Хабаровского края на более ранний период (5 дней) без негативного влияния на урожайность культуры.

Результаты диссертационных исследований применяются в технологии возделывания кукурузы в сельскохозяйственных предприятиях всех форм собственности Хабаровского края. Усовершенствованные приемы возделывания культуры апробированы и внедрены в двух сельскохозяйственных предприятиях Хабаровского края.

Методология и метод исследования.

Планирование и проведение исследований основано на анализе информационного материала, изложенного в научных статьях, монографиях и трудах конференций. Методология базируется на использовании полевых, лабораторных и статистических методов исследований по общепринятым методикам и ГОСТам.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Реализация хозяйственно полезных признаков современных сортов и гибридов кукурузы в агроэкологических условиях Хабаровского края;

2. Урожайность и качество продукции кукурузы современных сортов и гибридов в зависимости от минерального питания и сроков посева;
3. Экономическая эффективность оптимизации минерального питания кукурузы за счет дополнительного внесения азотно-фосфорных удобрений.

Степень достоверности результатов. Степень достоверности результатов, полученных в ходе настоящих исследований, подтверждена ежегодной приемкой полевых опытов, заложенных и проведенных по общепризнанным методикам лабораторных исследований и полевых экспериментов в течение трех лет, соответствующими наблюдениями и учетами, а также математической обработкой полученных данных (SNEDECOR, Excel).

Апробация работы. Основные результаты научных исследований апробированы и доложены на всероссийских и международных научно-практических конференциях: Международная конференция II Foreign International Scientific Conference (Харбин, Китай, 24.10.2023 г.); Национальная научно-практическая конференция «Чтения памяти доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Петровича Ващенко» (к 90-летию со дня рождения) (Уссурийск, 20.03.2024 г.); VI Международная научно-практическая конференция, посвященная 300-летию Российской академии наук «Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов» (Курск, 27.07.2024 г.); Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение АПК регионов» (Хабаровск, 15.10.2024 г.).

Результаты исследований внедрены в 2024 году в производственные посевы кукурузы сортов Алитет 2 на площади 15 га и Гуран 2 на площади 10 га в ООО «Даниловка», а также на предприятии ИП Прилепин Сергей Иванович на площади 25 га (приложения Ш, Щ).

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 215 страницах печатного текста, содержит 39 таблиц, 35 рисунков и состоит из введения, 6 глав, заключения, практических рекомендаций и приложений. Список литературы включает 300 источников.

Публикации результатов исследования. Опубликовано 10 научных статей, 4 из них в журналах, включенных в перечень ВАК РФ.

Личное участие автора. Автор провела работу по планированию полевого опыта, постановке целей и задач, разработке схемы опыта. Автор самостоятельно закладывала полевой опыт, проводила уход за посевами, наблюдения и учеты. В диссертации автор самостоятельно интерпретирует результаты исследований по влиянию минерального питания и сроков посева сортов и гибридов кукурузы на рост, развитие, формирование урожая и его качества в условиях Хабаровского края. Автором самостоятельно выполнены лабораторные исследования по качеству зерна сортов и гибридов кукурузы. Обобщены полученные результаты исследований, проведена их апробация на ряде конференций, опубликованы основные положения диссертационной работы в научных статьях и написана диссертационная работа. Личный вклад автора составляет 95 %.

Благодарности. Автор выражает признательность и искреннюю благодарность за своевременную помощь и поддержку научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук Петровой Светлане Николаевне, директору ДВ НИИСХ, доктору сельскохозяйственных наук, члену-корреспонденту РАН Асеевой Татьяне Александровне и коллективу отдела животноводства с группой кормопроизводства в проведении исследований.

ГЛАВА 1 ЗНАЧЕНИЕ, СОСТОЯНИЕ И ИЗУЧЕННОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ

1.1 Биологические и ботанические особенности кукурузы, её значение в сельском хозяйстве, приемы возделывания

Кукуруза, или маис (*Zea mays*), – культурное растение семейства злаков или мятликовых (*Gramineae* или *Poaceae*), подсемейства *Andropogonodeae*, трибуса *Maydeae* (*Zeeae*), роду *Zea*. Внутри вида кукуруза подразделяется на 7 подвидов: кремнистая, зубовидная, сахарная, крахмалистая, лопающаяся, пленчатая и восковидная (Шпаар, 2009).

Корневая система – мочковатая, в диаметре вокруг стебля распространяется около 1 метра, в глубину проникает на 2,5–3 метра. В фазу выметывания появляются воздушные поверхностные корни, которые выполняют опорную функцию и препятствуют полеганию. Полностью формируется корневая система в фазе 6–8 листьев, максимальной глубины достигает к фазе выметывания, а максимального развития – к фазе восковой спелости зерна. У кукурузы имеется 4 типа корней, которые отличаются по срокам образования и выполняемой функции. Главный зародышевый корень прорастает из семян, функционирует весь вегетационный период растения и может достигать большой глубины. Боковые зародышевые корни появляются позже главного корня и выполняют основную функцию при обеспечении растения водой и питательными веществами. При их повреждении до фазы 7–8 листа снижается урожайность. Основную часть корневой системы составляют подземные корни, которые отходят от подземных узлов стебля и играют главную роль в питании растения. Первый их ярус развивается в фазу 3 листа на глубине 4 см от поверхности почвы, второй – в фазу 5 листа и т. д. Воздушные корни выполняют опорную функцию, могут укореняться и обеспечивать растение дополнительным питанием (Кашеваров, 2004).

У молодых растений корневая система развивается медленно, что затрудняет использование земляного пространства и, как следствие, питательные вещества усваиваются тяжело (Андреев, 1959).

Стебель состоит из отдельных междоузлий, разделенных стеблевыми узлами, охватывающими влагалище листа, гладкий, округлый, хорошо облиствен, в диаметре может достигать от 2 до 7 см, способен фотосинтезировать. Высота его варьирует от 60 до 400 см. Способен к развитию боковых побегов, не образующих початки, у сортов и гибридов силосного направления (Кашеваров, 2004).

Листья крупные, линейно-ланцетные, шириной 5–8 см, длиной 15–40 см, цельнокройные, расположены в чередующемся порядке. Их может быть на растении от 6 или 8 у раннеспелых сортов и гибридов и до 23 у позднеспелых. Количество листьев и междоузлий является устойчивым сортовым признаком. Листья появляются при температуре 20–21 °С в течение 2 дней. Этот срок увеличивается при более низкой температуре воздуха. Общая поверхность листовой пластины зависит от сортовых особенностей и варьирует от 0,3 до 1,2 м² (Алабушев, 2001; Кашеваров, 2004; Dammer, 2007).

Кукуруза – однодомное, раздельнополое, перекрестноопыляющееся растение, то есть мужские и женские соцветия находятся на одном растении.

Мужские соцветия называются метелками и находятся на верхушке стебля. Они представляют собой центральную ось с боковыми почками, на которых находятся колоски. Цветение мужского соцветия начинается примерно на 5-й день после полного выхода из влагалищного листа, длится от 3 до 15 дней и зависит от погодных условий. Женские соцветия образуют початки, находящиеся в пазухе листа, и имеют двулопастные рыльца. Цветение начинается с появления пестичных нитей из обертки початка. На стержне початка попарно образуются колоски. Процесс самоопыления практически невозможен, так как цветение мужских и женских соцветий на одном растении не совпадает по времени (Сусидко, 1978; Кашеваров, 2004).

Жаркая и сухая погода отрицательно влияет на оплодотворение женских цветков, так как пыльца не образует протеины, защищающие ее от высоких

температур. Количество полноценных початков на растении варьирует от 1 до 3–4 в зависимости от сорта и его производственного назначения.

Плод – крупная голая зерновка различной величины формы и окраски. Зерно кремнистой, лопающейся и восковидной кукурузы имеет роговидную периферическую часть эндосперма. У зубовидных форм роговидный слой эндосперма находится только по бокам (Поспелов, 1985; Шатилов, 1985; Гуляев 1990; Ильин, 2001; Усанова, 2018).

Кукуруза считается полиморфным видом растений, а это позволяет выделять сорта и гибриды, удовлетворяющие условиям широкого ареала распространения культуры от 58° северной широты (Швеция) до 42° южной широты (Новая Зеландия) (Вербицкая, 1977).

Требования кукурузы к водному режиму. Кукуруза, являясь засухоустойчивой культурой, в начальные фазы развития может довольно долго находиться в состоянии увядания и сохранять способность к восстановлению нормальной функциональности после выпадения осадков. Тем не менее долгая засуха приводит к недобору урожая. Недостаток почвенной влаги в мае и июне является главной причиной снижения урожая зерновых культур, в том числе и кукурузы. Оптимальным считается выпадение осадков за вегетационный период не менее 450–600 мм. Всходы кукурузы не требуют слишком много влаги; прорастание и набухание семян происходит при 18–20 % влажности почвы. Потребление воды резко возрастает в фазу цветения метелки и молочной спелости зерна. Растения кукурузы способны экономно расходовать влагу, но это не значит, что она имеет меньшую потребность в воде, чем другие культуры. На создание 1 ц сухого вещества эта культура расходует от 17,4 до 40,6 ц воды, то есть меньше, чем овес и ячмень. Однако на растения кукурузы отрицательно влияет и переувлажнение почвы, так как нарушается фосфорный обмен, и это ведет к аномалии в оплодотворении и уменьшению количества зерен в початке. Недостаток влаги в критический период приводит к значительному уменьшению урожая. Оптимальный режим влаги в почве составляет 70–80 % от полной влагоемкости (Андреев, 1955; Кулешов, 1955; Пакудин, 1994; Шпаар, 2016; Зубрев, 2010).

Дефицит осадков в период закладки генеративных органов способен привести к значительной потере урожая кукурузы. Засушливые условия способствуют гибели пыльцы, замедлению развития метелок и початков, существенно увеличивая временной разрыв между созреванием пыльцы на тычинках и появлением рылец на початке. Это несоответствие ухудшает процесс оплодотворения или делает его невозможным. Следствием этого является либо полное отсутствие зерна на початке, либо его частичное формирование. Засуха на ранних стадиях формирования зерна также способна существенно снизить или полностью уничтожить ожидаемый урожай. Важно отметить, что пик водопотребления растений приходится на период до начала цветения, поскольку именно в это время достигается максимальная продуктивность. Недостаток влаги в этот критический период провоцирует преждевременное увядание листьев и тормозит рост початков, а сильное обезвоживание может привести к их полному высыханию. Селекционерами ведется отбор на засухоустойчивость кукурузы в различных эколого-географических условиях. Особенно эффективным он оказался в регионах с засушливым климатом.

Гибриды разных групп спелости различаются по водопотреблению. Так, по данным Всероссийского НИИ кукурузы, суммарное водопотребление за вегетационный период у среднеспелого и среднепозднего гибридов было выше, чем у раннеспелого и среднераннего (Багринцева, 2021; Бельченко, 2023; Котляров, 2025).

Требования к температуре воздуха. Температурный режим является одним из основных факторов жизнедеятельности растений. Температура воздуха и почвы оказывают значительное влияние на рост и развитие растений кукурузы. Известно, что в период вегетации в теплые годы урожай кукурузы бывает выше, чем в прохладные. Большую опасность для всходов представляют поздние заморозки, если повреждается точка роста.

Оптимальный температурный режим для роста и развития кукурузы варьируется от 12 до 25 °С, при этом идеальными считаются дневные показатели 22–25 °С и ночные около 18 °С. Для формирования вегетативных органов

критический минимум составляет 10–11 °С, а для репродуктивных и цветения – 12–15 °С. Различные стадии развития культуры имеют свои температурные потребности. Высокая потребность в тепле при прорастании семян кукурузы объясняется высоким содержанием жиров в зерне. Гидролиз жиров протекает медленнее, чем углеводов, требуя больше тепла, воды и кислорода. Как следствие, при недостатке кислорода в переувлажненной почве и низких положительных температурах семена набухают, но не прорастают (Шпаар, 1999, 2009; Казакова, 2015; Исакова, 2021).

Мнения о минимальной температуре прорастания семян кукурузы расходятся. Большинство исследователей указывают на 10–12 °С как на оптимальную. В некоторых регионах эффективной является 9–10 °С. При этом раннеспелые гибриды могут давать дружные всходы и при 6–8 °С, 5–6 °С и даже 4–5 °С. Скороспелые сорта демонстрируют наибольшую холодоустойчивость. Так как они наиболее устойчивы к холоду, то способны давать урожай зерна полной спелости в более северных и рискованных зонах земледелия. Среднеспелые и позднеспелые гибриды менее устойчивы к низким температурам на ранних этапах, но отличаются высокой урожайностью при оптимальных условиях. Это генетическое разнообразие важно для определения сроков посева (Циков, 1989; Кашеваров, 2004; Казакова, 2015; Тютюнов, 2016; Волощенко, 2025).

Важным критерием теплообеспеченности являются среднесуточные температуры воздуха за период с мая по сентябрь или до наступления фазы полной спелости зерна. Считается, что позднеспелым гибридам необходимо большее количество тепла. Так, например, для скороспелых сортов необходима сумма эффективных температур от 1800 до 2000 °С, для среднеспелых и позднеспелых сортов – от 2300 до 2700 °С (Шатилов, 1980, 1985; Шпаар, 2006; Сидоров, 2014; Кошелева, 2018).

Кукуруза отрицательно реагирует на снижение температуры воздуха. Заморозки (–2–3 °С) повреждают всходы кукурузы, которые способны к восстановлению в течение недели, если точка роста не повреждена. Температура –4 °С полностью убивает всходы. Интенсивность роста растений, подвергшихся

заморозкам, заметно снижается (Циков, 1989; Шпаар, 1999; Кравчук, 2005; Харитонов, 2020).

Требования к свету. Кукуруза – светолюбивое растение короткого дня. В начале вегетации она требовательна к солнечному свету и нуждается в интенсивном освещении. Загущение посевов задерживает формирование органов плодоношения, что сокращает количество початков на растении. Ухудшение освещенности угнетает растения кукурузы. Оптимальная густота посева способствует увеличению урожайности. Солнечная радиация оказывает влияние на все физиологические процессы, происходящие в период роста и развития растения. Продолжительность вегетации зависит от региона возделывания кукурузы, так как изменяется угол падения солнечной радиации и соотношение светлого и темного времени суток. Фотопериодизм регулирует рост и развитие растений. Световые и температурные факторы ограничивают перенос сортов между зонами, определяя их приспособленность к местным условиям (Третьяков, 1974; Вавилов, 1986; Кравченко, 2010; Усанова, 2018; Григорьев, 2020).

Различные биотипы кукурузы предъявляют определенные требования к световому режиму. Раннеспелые сорта и гибриды кукурузы обычно имеют меньшую потребность в продолжительности светового дня, что связано с их адаптацией к более короткому вегетационному периоду, за счет высокой фотосинтетической активности. Они способны эффективно использовать свет при умеренной интенсивности, что позволяет им развиваться в условиях северных широт и регионов с коротким летом.

Среднеспелые и позднеспелые сорта требуют более длительного светового дня и высокой световой интенсивности для полного формирования урожая. Они лучше развиваются в южных регионах с более продолжительным летом и интенсивным солнечным излучением (Пестерева, 2018; Демин, 2020; Евдакова, 2021, 2023; Головкин, 2025).

Требования к почве. Кукуруза может произрастать на различных почвах, но предпочтительнее глубокие, легкие суглинки или супесчаные почвы с хорошей водопроницаемостью. Почвы с повышенной кислотностью, незначительным

гумусовым горизонтом, уплотненные и склонные к заболачиванию не подходят для возделывания кукурузы. Диапазон удовлетворительной кислотности почв варьирует от pH 5,5 до pH 7,5–8,0. Развитие корневой системы сильно зависит от структуры и сложения почвы. Уплотнение пахотного слоя отрицательно влияет на растения и урожайность кукурузы. Подходящая плотность почвы для кукурузы – 1,1–1,3 г/см³ (Калинин, 1956; Третьяков, 1979; Афанасьев И. А., 1995; Зубрев А. И., 1999; Шпаар, 2006).

Одним из важнейших условий стабильных и высоких урожаев кукурузы является система обработки почвы, которая во многом зависит от агроклиматических условий региона, предшественника, фитосанитарного состояния и засоренности полей. Кукуруза – растение рыхлых почв, поэтому все приемы обработки должны быть направлены на создание глубоко разрыхленного, хорошо проницаемого для тепла, воздуха и воды пахотного слоя (Лапин, 1951; Егоян, 2007; Зубрев, 2010).

Уход за посевами. Важную роль в получении высоких и качественных урожаев кукурузы играет уход за посевами. Система ухода за посевами кукурузы включает в себя ряд операций: прикатывание после посева, междурядная обработка до всходов и по всходам, защита растений от сорняков, вредителей и болезней (Нёсбер, 1988; Григорьев, 2020). Прикатывание улучшает контакт семян с почвой, что способствует улучшению полевой всхожести культуры на 9–10 %, повышению урожайности, снижению потерь влаги при её недостатке. Необходимость в прикатывании возникает в случае недостаточной влажности посевного слоя, но если наблюдается повышенная влажность, то почва в прикатывании не нуждается (Киреев, 1985).

Засорённость посевов часто становится причиной снижения урожая практически всех сельскохозяйственных культур. Поскольку кукуруза отличается невысокой конкурентностью в период развития до фазы 9–10 листа, до этого момента необходимо уделять особое внимание борьбе с сорной растительностью при уходе за посевами. При более позднем появлении сорной растительности кукуруза хорошо противостоит ей. Исследования установили, что при низкой

засоренности посевов потери составляют 9 % урожая, при средней – 19 %, при высокой – более 25 %. Для удаления сорной растительности проводят довсходовое боронование; для борьбы с многолетними и однолетними корнеотпрысковыми сорняками необходимы междурядные обработки на глубину 10–11 см, которые при своевременном проведении достаточно эффективны (Allen, 1951; Бабенков, 1957; Громовой, 1960; Харьков, 2007; Захаренко, 2010; Гулидова, 2017). Агротехнические меры борьбы с сорняками не всегда обеспечивают полное очищение посевов, поэтому при сильной засоренности используют гербициды. Их можно вносить как до посева кукурузы, так и по вегетирующим растениям до фазы 5–6 листьев, что обеспечивает повышение урожайности (Баздырев, 2004; Наумкин, 2006; Хлопяников, 2006, 2010).

Ощутимый ущерб посевам кукурузы часто наносят вредители: шведская муха, проволочник, кукурузный мотылёк, озимая совка, а также болезни: пузырчатая и пыльная головня, фузариоз, стеблевые и корневые гнили, гельминтоспориоз и т. д. Распространение этих вредителей и болезней в большей мере зависит от нарушения системы севооборотов и агротехнических мероприятий. Усугубляют негативную фитосанитарную обстановку в посевах кукурузы погодные условия в период вегетации. Обильные осадки в виде дождя способствуют развитию грибных заболеваний (Пересыпкин, 1990). Меры по борьбе с вредителями разнообразны и эффективны при их своевременном применении. В первую очередь, это соблюдение севооборотов и применение химических средств защиты растений, которые включают предпосевную обработку семян кукурузы препаратами с фунгицидной или комплексной активностью, обработку семян и посевов пестицидами и инсектицидами (Трепашко и др., 2016). Также применяются биологические методы защиты растений: использование естественных энтомофагов, обитающих в посевах кукурузы (хищные клопы, жуужелицы, пауки, божьи коровки и т.д.). Отрицательно на вредоносных насекомых воздействуют грамотно внесенные удобрения (очень губителен фосфор) (Азбукина З.М., 1956; Сшипова, 2006; Трепашко и др., 2012; Трепашко и др., 2015).

Уборка. Кукурузу на силос убирают в фазе молочно-восковой и восковой спелости, когда содержание сухого вещества в растении достигает 24–40 %. В этот период стебель и листья ещё имеют достаточное количество влаги – около 70 %. Использование кукурузы на зелёный корм возможно в период между цветением и фазой молочной спелости (Волотова, 1957; Шульц, 2013; Смирнов, 2017).

Семена кукурузы при созревании не осыпаются, поэтому убирать урожай можно с минимальными потерями. Обычно к уборке на зерно приступают при содержании сухой массы 60 %. Уборка при повышенной влажности ухудшает качество зерна, так как увеличивается доля дробленого зерна, примесей, повреждение зародышей, что влечёт за собой ухудшение товарного вида и качества. В результате проведённых исследований установлено, что при влажности зерна 10 % доля битых зёрен составляет 30 %, поэтому уборку на семена рекомендуется проводить при влажности зерна не ниже 20–30 %. Абсолютно недопустимо начинать уборку поздней осенью, так как зерно кукурузы при повышенной влажности до наступления морозов поражается различными грибными заболеваниями и теряет свою кормовую ценность. После уборки початки необходимо просушить воздухом до влажности 14 %, далее нужно обмолотить зерно, очистить, отсортировать и откалибровать. Хранить зерно не рекомендуется во влажных, сырых и плохо проветриваемых помещениях (Гулидова, 2017).

Уборка кукурузы на заготовку зерностержневой массы допустима при влажности зерна 40 % в фазу восковой спелости. При этом из початков получают консервированный корм в виде мелкоизмельчённой зерностержневой смеси (смесь влажного зерна и стержней). Этот тип корма нуждается в консервации, поэтому початки необходимо быстро измельчить до размера 2,9–4,1 мм, загрузить в силосные траншеи, загерметизировать и обязательно уплотнить. При заготовке влажно измельчённого зерна сушка не требуется. В таком виде зерно легко переваривается жвачными животными, что несёт в себе экономию энергозатрат (Соловьева, 2005; Зубрев, 2010; Федоренко, 2020).

За счёт питательных свойств кукуруза широко используется для производства продуктов питания. Она является одним из основных продуктов питания в Мире.

Зерно кукурузы содержит большое количество энергии, протеина, жира, крахмала, клетчатки и других полезных веществ (микро- и макроэлементов) (Лисунова, 2011). Некоторые сорта и гибриды кукурузы содержат не меньше витаминов и минеральных веществ, чем горох (Беляева, 1956; Рядчиков, 2012; Коломейченко, 2015). Из большинства злаковых культур кукуруза имеет наиболее высокую питательную ценность (Фомина, 2001; Николаев, 2006; Коломейченко, 2015; Радочинская, 2021).

Кукуруза играет важную роль и в кормопроизводстве, так как пригодна для скармливания всем сельскохозяйственным животным, в том числе крупному рогатому скоту и птице в качестве высокоэнергетического корма. Она имеет отличные кормовые достоинства, поэтому является важным элементом в составе различных комбикормов и добавок (Лебединский, 1958). В приготовлении кормов можно использовать как различные части растений, так и их сочетание (Васильченко, 1955).

Кукуруза незаменима при силосовании, так как имеет сбалансированное содержание сахаров, протеина и влаги, которые создают благоприятные условия для консервации. В кукурузном силосе, заготовленном в фазу молочно-восковой спелости, содержится от 3 до 5 % легкоперевариваемых сахаров и до 21 г перевариваемого протеина. Силос хорошего качества отлично поедается животными, так как имеет специфический, приятный для них вкус. Качественный силос по биологической ценности и питательности не уступает свежему корму из зелёной травы. Выяснено, что силос способствует улучшению пищеварения и повышению аппетита у скота, повышению его продуктивности (Ларионов, 1987; Бакай, 1992; Тарануха, 2016; Fischer, 2020).

Нельзя преуменьшать значение кукурузы и при заготовке зернофуража для большинства сельскохозяйственных животных, поскольку в среднем в 1 кг спелого зерна содержится 1,3 кормовых единиц, что по общей питательности на 35 % выше овса. Зерно является основной составной частью комбикормов промышленного производства и хозяйственных кормовых смесей для крупного и мелкого рогатого скота, лошадей и птицы. Нормы её включения в рацион составляют 30–70 %.

Кукуруза имеет высокую переваримость питательных веществ. Органические вещества (протеин, жиры и углеводы) перевариваются животными на 80–90 %. Из всех зерновых хлебов кукуруза имеет самую высокую энергетическую питательность.

По химическому составу зерно кукурузы выделяется в общей массе злаковых культур высоким содержанием крахмала (в среднем около 70 %) и жира (8 %). Однако оно несколько беднее протеином, содержание которого в среднем составляет 10,3 %. Он состоит из неполноценных зеина и глютена. Содержание углеводов составляет примерно 67,5 %, в том числе моно- и дисахаридов – 2,7 %, клетчатки – 2,1 %, БЭВ – 65–70 %. Также имеются микро- и макроэлементы, витамины, необходимые животным для полноценного роста и развития (Петрик, 2004; Шпаар, 2006; Коломейченко, 2015).

1.2 Реакция сортов и гибридов кукурузы на удобрения и сроки посева

Одним из инструментов увеличения урожайности зеленой массы и зерна кукурузы является внедрение в сельскохозяйственное производство высокопродуктивных гибридов и сортов, пригодных для возделывания в разнообразных почвенно-климатических условиях (Киреев, 1985; Асланова, 2021; Амаева, 2022; Кривошеев, 2025; Задорожная, 2025, Торилов, 2025).

Кукуруза обладает высокой приспособляемостью к разнообразным климатическим условиям: от тропических широт до холодного пояса. Известно огромное разнообразие сортов и гибридов этой культуры (Бельтюков, 2015).

Уровень урожайности, в первую очередь, зависит от генетических особенностей сорта или гибрида. В мировой практике принято считать, что 50 % прироста урожайности зерновых культур достигается за счёт внедрения новых сортов и гибридов, 30 % – за счёт агротехнических факторов и 20 % — за счёт климатических условий (Йованович, 2000; Созаев, 2006). В современных условиях выбор сорта или гибрида является важнейшим условием увеличения урожайности кукурузы для тех или иных производственных целей.

Многие отечественные и зарубежные учёные проводят селекционную работу по выведению гибридов и сортов, которые способны наиболее полно использовать почвенно-климатические условия региона возделывания. Так, в 2018 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, было включено более 1500 сортов и гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции. Все новые гибриды должны соответствовать требованиям производства по уровню продуктивности, холодо- и засухоустойчивости, устойчивости к болезням и вредителям, полеганию. Для определения пригодности гибрида к использованию необходимо проводить испытания перспективных и районированных гибридов именно в тех почвенно-климатических условиях, где планируется его использование (Сотченко, 1992, 2000; Гимбатов, 2004; Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 2018).

Сельхозпроизводителям необходимо чётко понимать разницу между сортами и гибридами кукурузы для более эффективного и экономически выгодного возделывания этой культуры.

Сорт – это группа сходных по хозяйственно-биологическим свойствам и морфологическим признакам культурных растений, отобранных и размноженных для возделывания в соответствующих природных и производственных условиях с целью повышения урожайности и качества продукции (Минькач, 2020). Сорта сохраняют хозяйственно полезные признаки из поколения в поколение, поэтому вести их семеноводство проще и дешевле, но сорта, как правило, проигрывают гибридам в урожайности.

Гибрид – это гетерозиготная особь, возникшая в результате скрещивания генетически различающихся родительских форм. Гибриды в первом поколении дают значительно больший урожай, но при этом из них невозможно получение качественных семян с сохранением хозяйственно полезных признаков. Их получают только из родительских форм; их семеноводство сложнее и дороже.

Классификация биотипов кукурузы по скороспелости является сложным и неоднозначным вопросом. Скороспелость сортов и гибридов кукурузы находится

в зависимости от теплообеспеченности и длины дня. Изменение сроков посева приводит к изменению таких показателей, как фотопериод, теплообеспеченность и влагообеспеченность растений кукурузы. Выяснено, что в зависимости от агроклиматических условий изменяются требования к сумме активных температур, необходимых для развития растений кукурузы. Потребность в тепле возрастает под влиянием фотопериода в условиях увеличения освещенности в зависимости от реакции конкретных сортов и гибридов кукурузы. Исследователями было отмечено, что полезные признаки раннеспелых форм в северных регионах возделывания не проявляются в южных районах. Оценка сортов и гибридов основывается на некоторых критериях современной классификации по скороспелости: период от посева до полной спелости, сумма эффективных или активных температур за весь вегетационный период, количество листьев на главном стебле (Югенмейхер, 1979; Derieux, 1988; Мустяца, 1998; Шмараев, 1999; Кравченко, 2010; Воскобулова, 2012).

Первые классификации были основаны на длине вегетационного периода, на внутренних закономерностях роста и развития растений кукурузы. Ученые выделяли три сортотипа: первый тип – очень скороспелые формы, второй – среднеспелые, третий – среднепоздние и поздние формы (Шмараев, 1999; Куперман, 1971).

В настоящее время скороспелость сортов и гибридов оценивается по шкале ФАО, которая включает интервалы чисел от 100 до 900 (диапазон 100 единиц) (Кравченко, 2010).

Число ФАО – это условный показатель, принятый Международной организацией по продовольствию и сельскому хозяйству при ООН. По этой классификации, чем ниже число ФАО, тем скороспелее считается гибрид. Основой этой классификации является зависимость между вегетационным периодом и количеством листьев и междоузлий на растении: чем больше количество листьев, тем продолжительнее вегетационный период. Также прослеживается подобная связь и между вегетационным периодом и урожаем сухого вещества: максимальный урожай сухой массы дадут те гибриды и сорта, которые полностью

используют вегетационный период региона. Стоит отметить, что чем ниже скороспелость гибрида, тем выше должна быть сумма среднесуточных и эффективных температур (таблица 1). Эта связь с минимальными отклонениями прослеживается во всех регионах возделывания кукурузы (Билинский, 1952; Гурьев, 1998; Волков, 2020).

Таблица 1 – Классификация сортов и гибридов кукурузы по ФАО

Группа спелости	ФАО	Вегетационный период, дни	Сумма температур, °С	
			среднесуточных	эффективных
Раннеспелые	100–200	90–100	2200	800–900
Среднеранние	201–300	101–115	2400	1100
Среднеспелые	301–400	115–120	2600	1170
Среднепоздние	401–500	120–130	2800	1210
Позднеспелые	501–600	130–140	3000	1250–1300

Поскольку территория нашей страны отличается разнообразием климатических условий по регионам, необходимо подбирать районированные гибриды и сорта, которые будут отвечать конкретным условиям окружающей среды и условиям производства. Так, например, для северной зоны возделывания кукурузы необходимы раннеспелые гибриды, тогда как для южных районов подойдут и позднеспелые (Домашнев, 1988; Коренев, 1990; Сотченко, 2005; Орлянский, 2005; Панфилов, 2023; Лукашина, 2023; Дронов, 2025).

Выбор сортов и гибридов кукурузы для возделывания имеет важное значение в производстве. Для успешного возделывания необходимо подбирать сорта и гибриды, подходящие для погодных условий данного региона, имеющие высокие показатели урожайности и качества продукции. Необходимо также учитывать возможности производителей при закупке семян, так как доставка из южных регионов в Дальневосточный регион может быть затруднена, поэтому нужно отдавать предпочтение местным сортам и гибридам. Поскольку большинство селекционных центров находится в южных регионах нашей страны, необходимо проводить работу по исследованию сортов и гибридов на пригодность и на их реакцию в различных почвенно-климатических условиях на урожайность и качество продукции (Губанов, 1987; Жидков, 1998; Ломовской, 2011; Ториков,

2018; Бельченко, 2014; Бопп, 2021; Панфилов, 2022; Евдакова, 2023; Горбачева, 2024; Кривошеев, 2025).

Потребность в элементах минерального питания. Минеральное питание является ключевым регулируемым фактором, применяемым для эффективного контроля над ростом и развитием растений с целью получения высокого и качественного урожая (Дзанагов, 2018, 2019; Джусоев, 2022).

Поскольку кукуруза требовательна к пищевому режиму почвы, важным фактором в получении высоких и качественных урожаев является оптимизация минерального питания. При недостатке питательных веществ растения не реализуют весь свой генетический потенциал, дают меньший урожай зелёной массы, початков и зерна (Семина, 2012).

Так как кукурузе требуется большое количество минеральных веществ в период роста и развития, она очень хорошо отзывается на различные системы удобрений. Повышение урожайности как зелёной массы, так и зерна кукурузы обеспечивает применение минеральных и органических удобрений.

Рациональная система применения удобрений должна формироваться на основе использования умеренных доз минеральных удобрений, так как слишком большие или малые, а также несбалансированные дозы оказывают угнетающий эффект на растения (Минкевич, 1965; Афендулов, 1973; Ягодин, 1989).

Оптимальное питание сортов гибридов, адаптированное к их скороспелости и фазам развития, является главным фактором для улучшения урожайности и эффективного использования ресурсов. Установлено, что при оценке потребности гибридов в питательных веществах необходимо учитывать их скороспелость: раннеспелые гибриды проявляют повышенную чувствительность к фосфорно-калийным удобрениям, тогда как для достижения максимальной урожайности среднеранних гибридов критически важен достаточный уровень азотного питания (Миронов С.К., 1985; Панфилов А.Э., 2004; Еремин Д.И., 2016; Кошелева, 2018).

Исследования, проведенные в различных регионах России, доказывают необходимость подбора оптимальных доз удобрений для конкретных почвенно-климатических условий среды. Учёными установлены оптимальные дозы внесения

минеральных удобрений при возделывании кукурузы различных сортов и гибридов в некоторых регионах России. Исследователи выяснили, что отзывчивость гибридов кукурузы на сочетания удобрений зависит не от группы спелости, а от сортовых особенностей (Ракицкий, 2013; Бобренко, 2014; Григоров, 2014; Севостьянова, 2019; Каменев, 2020; Еряшев, 2025).

На юге России изучено влияние доз удобрений на различные гибриды кукурузы разных групп спелости селекции ВНИИ кукурузы: раннеспелые (Машук 170 МВ и К 180 СВ), среднеранние (Ньютон, Машук 220 МВ), среднеспелые (Машук 355 МВ, Машук 360 МВ), среднепоздние (Эрик и Машук 480 СВ). Установлена неодинаковая отзывчивость гибридов кукурузы на удобрения. Проведены исследования по влиянию удобрений на гибриды кукурузы Краснодарский 295 МВ, Краснодарский 385 МВ, Краснодарский 410 МВ, Краснодарский 507 АМВ. Установлено, что в условиях засухи гибрид Краснодарский 385 МВ более отзывчив на внесение удобрений. Выявлены лучшие сочетания удобрений для получения высоких урожаев для гибридов Краснодарский 410 МВ, Краснодарский 507 АМВ, РИК 301 МВ, КОС 600 АСВ, Кавказ 417 СВ. Отмечено различное влияние сочетаний удобрений для гибридов ДСК 3079, ДСК 4792. Разработана методика оценки отзывчивости гибридов кукурузы на азотное удобрение. Созданы системы удобрений для выращивания на силос гибридов Нарт 150 СВ, РИК 345 МВ, Кабардинская 3812 (Сухоярская, 2009; Багринцева, 2009, 2015, 2023; Кашукоев, 2015; Ивашененко, 2018, 2023; Габараев, 2023; Мамсиров, 2025).

Донской НИИСХ Россельхозакадемии провел работу по отзывчивости гибридов кукурузы на внесение минеральных азотно-фосфорных удобрений. Были проанализированы: раннеспелые гибриды кукурузы (ТК 178, Машук 180 СВ, ПР39Г12, СЗТК 191, ПР39Х32, НК Гитаго), среднеранние гибриды (Галина, ПР39Ф58, ДКС 2960, Шаролта, ПР39Д81, НК Аробаз, НК Делитоп, ДКС 3476, ПР39Р86, НК Симба, НК Игл), среднеспелые гибриды (НК Люциус, ПР37Д25, ПР38Х67, НК Фурио, ДК 315, МВ 213, ПР38Р92, ДКС 3871, НК Термо), среднепоздние гибриды (НК Целест, НК Долар, НК Пако, ПР37Ф73, ПР38А24).

Установлено, что удобрения влияли на урожайность гибридов в зависимости от сортовых особенностей (Лабынцев, 2012).

Было определено влияние удобрений в Поволжье на урожайность гибридов кукурузы иностранной селекции: ПР39Х32, НК Фалькон, Роналдинио, ПР39В45, Белкорн 250МВ. В условиях лесостепной зоны Поволжья изучена реакция гибридов разных групп спелости определено, что отзывчивость на удобрения зависит от сортовых особенностей кукурузы. В результате разработана оптимальная система удобрений для гибридов Талисман, Гитаго 220 и Феномен 220 (Власов, 2016; Тойгильдин, 2020).

В центральной части России проведены исследования по влиянию удобрений на гибриды кукурузы «Пионер» (П 9241, П 8816, П 7515 и др.), гибриды ДКС 317, ДКС 3912, ДКС 4014, ДКС 3203, НК Фалькон, Авалон, Делитоп, ЕС Алимпус и др. Разработана система внесения удобрений для гибрида Дельфин, Воронежский 175 АСВ. Оценен эффект от вносимых минеральных удобрений на программированную урожайность гибрида Воронежский 160 СВ (Малышева, 2021, 2024; Нестеренко, 2021; Мамеев, 2022; Ланцев, 2022; 2023; Бельченко, 2023; Торилов, 2024; Полянский, 2025).

В Республике Татарстан рассчитаны дозы удобрений для гибридов отечественной селекции: Воронежский 158 СВ, Лидер 165 СВ, Ладожский 181 СВ, Ладожский 191 СВ, РОСС 140 СВ, Каскад 195 СВ, РОСС 195 МВ, Катерина СВ, Машук 170, Нур и рекомендованы наиболее отзывчивые для возделывания на зерно. Изучено влияние микро- и макроудобрений на гибрид кукурузы РОСС-199 МВ. Определено влияние различных доз удобрений на гибриды Краснодарский 194, Кремень 200 (наиболее отзывчив), Космикс, РОСС 140, Ньютон (Таланов, 2015; Чекмарев, 2017; Фомин, 2025).

Азот имеет большое значение для кукурузы, поскольку он ускоряет синтез протеинов, улучшает работу фотосинтетического аппарата, повышая количество хлорофилла, способствует развитию листовой поверхности и увеличивает срок жизни листа. Потребление азота максимально важно в начале вегетации растений и до начала молочной спелости. При его недостатке в начале вегетации происходит

замедление ростовых процессов, снижается интенсивность поглощения других элементов питания, в результате чего уменьшается содержание протеина в зерне. Визуально азотное голодание проявляется в низкорослости растений, листья становятся бледно-зелёными и желтовато-зелёными, происходит их отмирание от кончика к основанию по жилке (Азубеков, 2012; Чухина, 2015; Волошин, 2018).

Фосфор играет важную роль в азотном обмене и синтезе протеина, в формировании урожая, повышает холодостойкость и засухоустойчивость растений, способствует лучшему развитию растений и ускоренному прорастанию семян, стимулирует развитие корневой системы, повышает урожай зерна. Кукурузе он крайне необходим в фазу развития 4–6 листьев, во время закладки будущих соцветий. Поскольку фосфор требуется растению на протяжении всего вегетационного периода до полного созревания зерна, его недостаток в ранние сроки развития не может быть компенсирован внесением в более поздние сроки. Недостаток фосфора в это время ведёт к слабому развитию корневой системы и початков. При его дефиците окраска растений становится фиолетово-пурпурной, причём холодная погода может усиливать признаки фосфорного голодания. Максимальное потребление фосфора растениями кукурузы происходит в период формирования зерна. Следует отметить, что фосфор малоэффективен без внесения азота и калия (Мигулев, 2019).

Калий начинает поступать в растение при появлении всходов. Около 90 % его поглощается до фазы вымётывания, после цветения его поступление стабилизируется. Активно калий участвует в белковом и углеводном обменах, обеспечивает устойчивость растений к засухе, способствует хорошей наполненности зерна, повышает сопротивляемость к грибным заболеваниям, усиливает поступление азота в растение и его синтез. При дефиците калия снижается скорость передвижения углеводов, ухудшается синтетическая деятельность, становится слабее корневая система, снижается устойчивость к полеганию растений кукурузы при ветре. Дефицит калия в начале вегетации вызывает замедление роста растений, листья становятся жёлто-зелёными и непропорционально длинными к высоте растения, края и верхушки листьев

приобретают коричневый цвет, как при ожогах, отмирают, страдают в том числе и початки (Волошин, 2018; Мигулев, 2019).

В Брянской области на дерново-подзолистой почве легкосуглинистого типа было изучено качество зерна гибридов фирмы «KWS» и компании «Золотой Початок». Сравнительная оценка качества зерна показала, что гибриды «KWS» обладают более высоким качеством зерна по содержанию протеина и крахмала (Ториков, 2026).

Исследования на выщелоченном черноземе Северной Осетии-Алании по влиянию различных доз азотно-фосфорно-калийных удобрений на качество зерна показали, что при изменении системы удобрений менялся и химический состав зерна. Выяснено, что количество протеина увеличивалось пропорционально содержанию азота в зерне кукурузы, а применение средних и высоких доз удобрений вызвало тенденцию снижения содержания жира и клетчатки в зерне кукурузы, а при увеличении доз NPK наблюдалось понижение содержания крахмала. Положительное влияние оказано удобрениями и на питательный состав зеленой массы кукурузы. Наибольшим содержанием протеина характеризуется зеленая масса, полученная на повышенном уровне минерального питания. Под действием удобрений содержание жира, золы и клетчатки повышается в корме из зеленой массы кукурузы. Содержание азота, фосфора и калия в биомассе кукурузы находятся в прямой зависимости от увеличения дозы аналогичного элемента в составе удобрения (Кануков, 2015; Гагиев, 2021; Дзанагов, 2023).

В условиях Краснодарского края выяснено влияние различных удобрений на качество зерна кукурузы на плакорных, эрозионных и переувлажненных почвах. Выяснено, что содержание азота в зерне достоверно увеличивалось на всех группах земель. Внесение аммонийной селитры эффективнее повышало содержание азота, чем жидкие удобрения марки ЛиквиФорс, а изменение содержания калия, фосфора, сырого жира и клетчатки по вариантам опыта имело недостоверный характер. В Ростовской области установлены оптимальные приемы внесения удобрений при выращивании кукурузы на черноземе обыкновенном, способствующие

повышению урожайности и качества зерна (Легоцкая, 2022; Куприянов, 2024, 2025).

Исследования, проведенные на типичном и выщелоченном черноземе в Курской, Белгородской и Пензенской областях, показали зависимость содержания питательных элементов зерне от дозы внесения органических и минеральных удобрений: при внесении удобрений в увеличенных дозах содержание белка и жира в зерне увеличивалось (Тютюнов, 2021; Семина, 2018, 2023; Малышева, 2021).

Проведена биохимическая оценка сортов и гибридов кукурузы в Амурской области. Выяснено, что внесение удобрений незначительно увеличило содержание жира и золы в зерне кукурузы, но не оказало влияния на содержание обменной энергии (Слободяник, 2017; Чепелева, 2019).

Проведены опыты в северной части лесостепи Среднего Поволжья на темно-серой лесной среднесуглинистой почве. Использование азота в составе удобрений увеличивало содержание сырого протеина в зерне. Применение удобрений существенно не влияло на содержание в зерне кукурузы крахмала (Моисеев, 2019).

На серых лесных почвах республики Татарстан проведены исследования по совместному применению макроэлементов в основное удобрение и листовой подкормки органоминеральным микроудобрением. Внесение минеральных удобрений улучшало качество сочного корма из кукурузы. Изучено влияние жидких органоминеральных удобрений на гибрид кукурузы ДКС 3006. Некорневая подкормка способствовала увеличению урожайности и качества зерна (содержание крахмала увеличивалось на 2–4,4 %, содержание азота в зерне на 0,1–0,14%) (Михайлова, 2023; Зиганшин, 2025).

Важную роль в питании растений играют микроэлементы (Mo, Mn, Zn, Cu, Fe, Co, B, Ni, Li, Cr, Se и др.). Сбалансированность минерального питания способствует увеличению урожая и повышению его качества, устойчивости растений к болезням, вредителям и неблагоприятным факторам среды. Микроэлементы входят в состав различных ферментов, витаминов, гормонов и, таким образом, существенно влияют на продуктивность и обмен веществ растений.

В последние годы приобретают популярность микроудобрения в хелатной форме, так как они легче усваиваются растениями, меньше адсорбируются почвой, менее токсичны для окружающей среды и имеют пролонгированное действие. Наибольший эффект достигается при применении комплексных микроэлементных подкормок (Гайсин, 2007; Булдыкова, 2014; Моисеев, 2016, 2017).

Выяснено, что применение микроудобрений и регуляторов роста повышает урожайность кукурузы и качество получаемой продукции. При этом исследователи отмечают, что при внесении микроудобрений снижаются дозы внесения макроудобрений (Воскобулова, 2014; Склярова, 2014; Метлина, 2014; Ахияров, 2025).

В лесостепи Западной Сибири изучено действие различных цинксодержащих препаратов на урожайность зеленой массы и качество зерна раннеспелого гибрида кукурузы РОСС 140 СВ. Некорневая подкормка хелатных форм цинка увеличивала урожайность биомассы кукурузы от 24,0 % до 26,3 %, а сульфат цинка не только увеличивал урожайность зеленой массы на 54,2 %, но и способствовал повышению содержания белка и золы в зерне кукурузы (Мармулев, 2026).

В Республике Беларусь доказана эффективность применения микроудобрений и комплексных удобрений для повышения урожайности и качества зерна и зеленой массы кукурузы. Максимальная энергетическая ценность зерна кукурузы была получена в вариантах с органоминеральной системой удобрений. Некорневая подкормка МикроСтим-Цинк положительно влияла на содержание сырого протеина, сырого жира и сырой клетчатки в зеленой массе кукурузы (Вильдфлуш, 2020; Мосур, 2021, 2024).

Учеными проведены исследования в различных регионах России на разных почвах по выносу питательных веществ кукурузой. Аналогично другим зерновым культурам, для формирования 1 тонны зерна кукурузы требуется: азота (N) – 25–30 кг, фосфора (P_2O_5) – 8–32 кг, калия (K_2O) – 22–27 кг. В среднем на образование 1 центнера абсолютно сухого зерна и листостебельной массы кукуруза потребляет 2,60 кг азота, 0,88 кг фосфора и 2,69 кг калия. В листостебельной массе содержится 0,65 % азота, 0,26 % фосфора и 1,59 % калия. Соответственно, 1 тонна выносит

элементов: N – 1,62 кг; P₂O₅ – 0,65 кг; K₂O – 3,97 кг (Каюмов, 1986; Афендулов, 1966, 1973; Усанова, 1999).

Отмечено влияние различных доз внесения минеральных удобрений на вегетационный период растений кукурузы. Установлено, что высокие дозы азота могут отрицательно влиять на полевую всхожесть кукурузы и увеличивать межфазные периоды и сроки вегетации растений в целом (Привалов, 2019; Кравченко, 2020; Трутаева, 2023). Фосфорное питание способно влиять на интенсивность ростовых процессов, что изменяет продолжительность вегетационного периода (Кузнецова, 2022; Шомансуров, 2024). Различные сочетания минеральных удобрений способны увеличивать или укорачивать сроки вегетации растений (Мамсиров, 2021; Бахманлы, 2023). Большие дозы минеральных удобрений увеличивают период вегетации до 12 дней в условиях лесостепной зоны Зауралья. При изучении вопроса о влиянии полного минерального удобрения на гибриды кукурузы иностранной селекции было выяснено, что внесение удобрений увеличивало продолжительность вегетационного периода до 5 дней. Было отмечено и отрицательное влияние комплексного удобрения на некоторые гибриды. Отмечено положительное влияние оптимальных доз удобрений на биохимический состав биомассы кукурузы. Это свидетельствует о необходимости учета индивидуальных особенностей сортов или гибридов кукурузы при возделывании (Кравченко, 2011; Демин, 2019; Семина, 2022).

Таким образом, исследования по влиянию различных доз удобрений на кукурузу позволили выявить специфические потребности гибридов в питательных веществах. Разработаны комплексные системы удобрений для высокопродуктивных сортов и гибридов, учитывающие не только основные элементы питания, но и микроэлементы, играющие важную роль в метаболических процессах растений. Для повышения урожайности кукурузы и качества получаемой продукции необходимо разрабатывать для каждого региона свою систему удобрений для подходящих сортов и гибридов кукурузы.

Сроки посева. При возделывании кукурузы важно учитывать сроки посева. Они оказывают значительное влияние на дружность, полноту и своевременность всходов, темпы роста и уровень урожайности культуры (Циков, 2003; Bruns, 2005; Wijewardana, 2015).

Рассматривая оптимальные сроки посева кукурузы, стоит учитывать и агроклиматические условия региона возделывания. Пагубное влияние оказывают как слишком ранний, так и слишком поздний срок посева. Отступление от оптимальных сроков посева в сторону как более ранних, так и более поздних, приводит к недобору урожая как зеленой массы, так и зерна. В опытах, проведенных в регионах с различными почвенно-климатическими условиями, изучение сроков посева проводили с учетом морфобиологических особенностей гибридов и их групп спелости (Демин, 2019, 2021; Сотченко, 2019).

В ходе исследований установлено, что биотипы кукурузы по-разному реагируют на сроки посева, и каждый из них индивидуально отзывается на условия окружающей среды. При изучении сроков посева и их оптимизации следует учитывать и постоянно изменяющиеся климатические условия регионов, так как имеется тенденция к изменению климата (Циков, 2003; Пащенко, 2000; Черемисинов, 2018; Мингалев, 2018; Пойда, 2020).

Ряд авторов отмечает положительное влияние ранних сроков посева на урожайность сортов и гибридов кукурузы за счет более полного использования агроклиматических ресурсов региона, так как при поздних сроках посева недобор тепла является критическим фактором (Панфилов, 2010; Мингалев, 2014; Сурин, 2014; Демин, 2020; Ахияров, 2021; Овчинников, 2023; Макаренко, 2025; Горбачева, 2025).

Однако ранний посев семян кукурузы может привести к ухудшению полевой всхожести и затягиванию периода «посев–всходы», «посев–полная спелость зерна». Отмечено, что на продолжительность периода «посев–всходы» группа спелости кукурузы не оказывает влияния (Иванова, 2014; Грабовский, 2014; Аутлова, 2018; Кирячек, 2021; Надточаев, 2023). В некоторых исследованиях по срокам посева кукурузы отмечено положительное влияние смещения срока посева

на качественный состав зерна и зеленой массы кукурузы (Мингалева, 2014; Овчинников, 2023; Зезин, 2018).

Так, в условиях Республики Беларусь установлено, что наилучший сбор сухого вещества обеспечивал гибрид ДН Галатея при раннем сроке посева, когда гибрид Полесский 202 показывал равную урожайность независимо от срока, а гибрид ДН Пивиха показал лучший результат во втором сроке посева. Теплая погода при позднем сроке посева способствовала сокращению периода «всходы–цветение початков», что положительно влияет на накопление сухого вещества. В условиях Казахстана поздние сроки посева гибридов Краснодарский 194 МВ и РОСС 195 МВ способствовали лучшей урожайности зерна и зеленой массы. В Южной степи Украины гибриды разных групп спелости Тендра, Скадовский и Каховский лучшие результаты показали при среднем сроке посева (Влащук, 2017; Привалов, 2018; Богданов, 2021, 2022; Аширбеков, 2025).

В Республике Башкортостан были установлены оптимальные сроки посева гибридов кукурузы. По урожайности зеленой массы ранний посев выделил гибриды Нур, Байкал и Машук 220. Гибриды Шихан и Машук 140 показали лучший результат по урожайности и качеству при среднем сроке посева (Ахияров, 2021, 2024, 2025).

На Юге России, в лесостепной зоне РСФСР – Алания, положительное влияние позднего посева отмечено у гибридов Ир 180, Ир 201, Кабардинская 3812, Краснодарский 507 АМВ. В предгорной зоне КБР при позднем сроке посева получены более высокие урожаи кукурузы и улучшена структура урожая у гибридов Диана МВ и Стелла СВ. Для степи Донбасса оптимальными сроками посева были средние (конец апреля) для гибридов Луганский 287 МВ, Оржица 237 МВ, Днепровский 257 СВ, Краснодарский 230 АМВ, Краснодарский 292 АМВ. В зоне Центрального Предкавказья рекомендовано использовать гибриды для посева в середине апреля: раннеспелый Машук 170, среднеранний Ньютон и среднепоздний Эрик, а для гибридов РИК 345 и Российская 1 – в мае (Кравченко, 2015; Цыкалова, 2019; Ковтун, 2019; Шалыгина, 2023; Шогенов, 2025).

В северных регионах России необходимо высевать холодостойкие гибриды, способные долго выдерживать температуру почвы ниже биологического минимума (10 °C). Для Челябинской области рекомендуются ранние сроки посева гибридов кукурузы Машук 150 МВ и Нур. В лесостепной зоне Зауралья предпочтителен ранний срок посева для гибридов Обский 140 и Кубанский 101; хорошо показал себя гибрид Машук 150 МВ (Сурин, 2014; Мингалев, 2016, 2018; Сотченко, 2016, 2019; Демин, 2021). В Чувашской Республике ранний срок посева предпочтителен для гибридов РОСС 190 МВ и Байкал (Кондратьев, 2024).

Таким образом, определение оптимального срока посева кукурузы является комплексной проблемой, решение которой обусловлено совокупностью факторов. Главными из них выступают климатические особенности и специфические характеристики гибрида. Хотя зачастую более ранние сроки посева способствуют эффективному освоению агроклиматических ресурсов, особенно в регионах с дефицитом тепла, нельзя игнорировать сопутствующие риски: снижение всхожести в полевых условиях и увеличение вегетационного периода. Но поздние сроки посева могут ускорить прохождение фенологических фаз развития, что ведет к увеличению урожайности и улучшению качественных характеристик урожая. Данные, полученные в различных почвенно-климатических условиях и на разнообразных гибридах, доказывают необходимость индивидуального подхода к установлению оптимальных сроков посева для каждого региона. Поэтому универсального решения не существует для определения оптимальных сроков посева кукурузы. Выбор определенного срока посева должен основываться на анализе сортовых особенностей выбранного гибрида и условий возделывания.

Важно также учитывать, что оптимальные сроки посева могут варьировать не только в зависимости от региона, но и от целевого назначения выращиваемой кукурузы – будь то на зерно, силос или зелёный корм. Для каждого из этих направлений могут быть актуальны различные сроки, влияющие на соотношение сухого вещества, питательных веществ и других качественных показателей.

Так как кукуруза является теплолюбивой культурой, при выборе сроков посева необходимо учитывать следующие условия:

- на глубине заделки семян почва прогрелась до 10–12 °С;
- количество продуктивной влаги в пахотном слое не менее 25–35 мм;
- среднесуточные температуры в приземном слое воздуха установились выше 15 °С;
- прекратились опасные заморозки.

Способы внесения минеральных удобрений. Их делят на разбросной (удобрения распределяют по поверхности и заделывают в почву) и локальный (вносят лентой или очагами на определённую глубину). Локальный способ обеспечивает более равномерное распределение питательных веществ, создаёт зоны с высокой концентрацией элементов питания, способствует лучшему развитию корневой системы и повышает урожайность, снижая при этом загрязнение окружающей среды.

Можно выделить три приёма внесения удобрений в почву по времени. Основной (допосевной) – удобрения распределяют по полю и заделывают в почву; так вносят навоз, компосты, большую часть минеральных, известковых и гипсодержащих материалов. Припосевной (рядковый) – удобрения размещают в рядках при посеве, чтобы они оказались во влажном слое почвы, доступном для корней. Обычно используют фосфорные и фосфорно-азотные удобрения; этот способ обязателен для всех культур и требует строгого соблюдения дозы. Послепосевной (подкормка) – удобрения вносят в период роста растений: зерновые и травы подкармливают по всей поверхности, а пропашные – во время ухода за посевами (Абдулнатилов, 2019; Павлов, 2022).

Растения кукурузы в период прорастания и в начале вегетации не могут использовать питательные вещества в полной мере при внесении удобрений разбросным способом, так как корневая система слабо развита. В начальный период развития наибольший эффект даёт локальное внесение удобрений. Известно, что комплексные удобрения можно вносить локально, не навредив высокими их дозами росткам кукурузы (Авдонин, 1952; Прянишников, 1965; Давидеску, 1967; Кашеваров, 2004).

Выбор конкретного способа и времени внесения удобрений должен основываться на ряде факторов, включая тип почвы, климатические условия, биологические особенности культуры и доступность техники.

1.3 Современное состояние возделывания кукурузы в Хабаровском крае

В Хабаровском крае кукуруза является основной силосной культурой. Раннеспелые сорта необходимы сельскому хозяйству, так как с их помощью можно обеспечить производство кормов высокого качества для нужд животноводства в крае.

Хабаровский край расположен в зоне экстремального земледелия: пахотные земли маломощные, гумусовый горизонт редко превышает 15–20 см, почвы преимущественно тяжелосуглинистые, подстилаются мощными тяжелыми глинами (Росликова, 2009; Вдовенко, 2013; Назарова, 2019).

В данном регионе на климат серьезно влияют муссоны, которые наносят вред сельскому хозяйству, в том числе отрицательно воздействуют на возделывание кукурузы. В таких неблагоприятных климатических условиях выращивание кукурузы сопряжено с определенными трудностями: нестабильные погодные условия в период вегетации, переувлажнение почв, возможны ранние заморозки и др.

По данным Росстата, общие посевные площади под кукурузу в Хабаровском крае за последние 14 лет уменьшились на 6,7 тыс. га (рисунок 1).

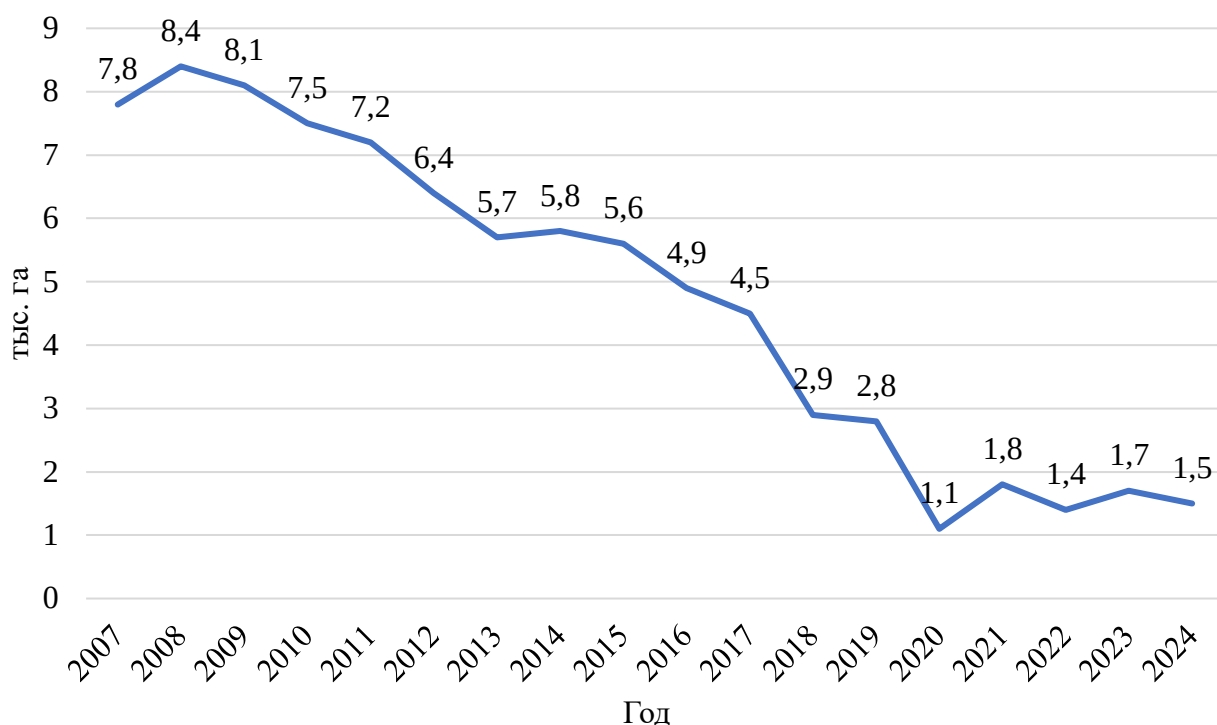


Рисунок 1 – Динамика посевных площадей кукурузы в Хабаровском крае по годам, тыс. га

Однако, по некоторым данным, опубликованным в открытом доступе, несмотря на сокращение посевных площадей, урожайность кукурузы растет, что говорит о лучшем уходе за культурой и улучшении агротехнических мероприятий, направленных на повышение урожайности (Назарова, 2018; Ким, 2018).

Наиболее адаптированными к почвенно-климатическим условиям Хабаровского края являются сорта кукурузы, созданные в Дальневосточном научно-исследовательском институте сельского хозяйства, сорт Бирсу принят за стандарт. При испытании гибридов и сортов кукурузы в коллекционном питомнике выявили, что гидротермические условия окружающей среды региона способны обеспечивать получение высокого урожая зерна и зеленой массы сортов и гибридов кукурузы раннеспелой группы. Продолжается активная работа по созданию сортов и гибридов кукурузы, устойчивых к болезням и вредителям, а также к экстремальным условиям среды Дальневосточного региона.

Интенсивная технология возделывания кукурузы позволяет увеличить урожайность зеленой массы до 34,5–37,4 и початков до 10,0–12,0 т/га соответственно у сорта Бирсу (Асеева, 2020).

Исследования в области технологий возделывания кукурузы в Хабаровском крае активно проводились учеными в конце 1990-х – начале 2000-х годов. Ключевые работы этого периода принадлежат таким исследователям, как Зубрев (1999, 2000, 2010), Кологоров (1999, 2000) и Шевцова А.А. (1999). В последние годы, с появлением новых отечественных сортов и гибридов кукурузы, при активном импортозамещении, а также в условиях потепления климата, возникла необходимость в оптимизации существующих технологий (Лукашина, 2023, 2024).

Заключение по главе 1

Таким образом, кукуруза играет ведущую роль в кормопроизводстве, занимая одно из важных мест как основная кормовая культура. В настоящее время отрасль животноводства нуждается в качественных кормах, которые может обеспечить кукуруза за счет повышения урожайности зеленой массы и качественного зерна.

При всей изученности технологии возделывания кукурузы остается открытым вопрос об оптимизации ряда технологических приемов при возделывании новых сортов и гибридов с учетом изменения параметров погодных и климатических факторов, вызванных глобальным потеплением климата, и направленных на повышение реализации их продуктивного потенциала.

На основании проведенного анализа достижений науки и передового опыта, современного состояния изученности технологии возделывания кукурузы обоснованы актуальность, цель и задачи исследований.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатические условия Хабаровского края

Территория Хабаровского края очень вытянута в субмеридиональном направлении с юго-запада на северо-восток. Она находится в умеренном климатическом поясе, но северо-восточная оконечность его близко подходит к границе субарктического пояса, поэтому климат в южных и северных районах значительно разнится. Большая часть территории края имеет сложное, неоднородное строение, преобладающая часть территории является горным рельефом. Климат муссонного характера и определяется влиянием Азиатского континента и Тихого океана. Зимние муссоны, которые несут воздушные массы с континента, создают условия для продолжительной и холодной зимы с преобладанием ясной и безоблачной погоды.

Средние температуры самого холодного месяца составляют минус 22–24 °С, достигая абсолютного минимума в некоторых районах минус 43 °С. Почва при этом промерзает на глубину 2,5–3 метра. Во время летнего муссона направление ветра меняется на противоположное (с океана на материк), обуславливая теплое, облачное и дождливое лето. Самым теплым месяцем является июль со средней положительной температурой приземного слоя воздуха 20–24 °С на юге и 14–16 °С на севере края. Абсолютный максимум на юге достигает 35–40 °С и на севере края – 30–35 °С. Разнообразие форм рельефа несколько искажает основные направления воздушных потоков, что способствует сохранению проявлений муссонного характера климата во всем крае (Агроклиматические ресурсы Хабаровского края, 1974; Нарбут, 2016; Асеева, 2020; Федорова, 2022).

Безморозный период продолжается примерно 200 дней, когда среднесуточная температура выше 0 °С. Весной переход среднесуточной температуры через +10 °С в южных районах происходит в конце второй декады мая, в северных – в третьей декаде мая. Осенью в южных районах этот переход приходится на третью декаду сентября, а в северных – на вторую декаду сентября. Суммы температур в этот

период на юге Хабаровского края достигают 2400° и более, на севере – 1600–1800 °С (Асеева, 2017).

Среднегодовая норма осадков в Хабаровском крае составляет 680,3 мм, 54 % из которых приходится на июль, август и сентябрь. Количество выпавших осадков в теплый период варьирует в широких пределах – от 360 до 1048 мм. Наибольшее количество фотосинтетически активной радиации (ФАР) в теплое время года на земную поверхность поступает в июне, наименьшее – в октябре. Динамика сезонного изменения суммы ФАР имеет пульсационный вид с направленной тенденцией увеличения ФАР от апреля к июню и постепенного уменьшения от июня к октябрю. Суммы ФАР от апреля до октября распределяются следующим образом: IV – 6,2; V – 7,05; VI – 7,7; VII – 7,3; VIII – 5,8; IX – 4,7; X – 3,5 ккал/см² (Асеева, 2008; Федорова, 2022, 2023).

Основные сельскохозяйственные земли в Хабаровском крае расположены на Среднеамурской равнине. Они имеют маломощный гумусовый слой от 14 до 22 см, тяжело- и среднесуглинистые, подстилаются на глубине 20–80 см тяжелыми глинами со слабой водопроницаемостью (0,1–0,3 мм/сут.). Во второй половине мая – начале июня потери влаги из корнеобитаемого слоя могут достигать 7–12 мм в сутки.

Пахотный фонд земель региона представлен подзолисто-бурыми (32,3 %), бурыми лесными (23,1 %), лугово-глеевыми (19,7 %), лугово-бурыми (15,2 %), торфяно-глеевыми (9,7 %) типами почв. По механическому составу только 0,2 % площади почв сельскохозяйственных угодий относится к супесям и легким суглинкам, 22,7 % – к средним суглинкам и 77,1 % – к тяжелым суглинкам и глинам. Все пахотные земли обладают низким естественным плодородием, содержат мало основных питательных веществ и гумуса, имеют кислую реакцию почвенной среды. Обеспеченность подвижным фосфором низкая, а подвижным калием изменяется в пределах от средней до высокой (Асеева, 2008, 2009, 2016).

В результате глобального потепления климата происходят изменения показателей климатических ресурсов и в Хабаровском крае, что необходимо учитывать при разработке отдельных приемов технологии возделывания кукурузы.

В результате ранее проведенных исследований было выявлено, что за последние 60 лет в южных районах Хабаровского края сумма положительных температур приземного слоя воздуха увеличилась на 264 °С. При повышении среднесуточных температур воздуха изменяется и показатель среднегодовых температур, что свидетельствует о процессе потепления климата (Асеева, 2009; Хлебникова, 2020; Федорова, 2023).

2.1.1 Погодные условия в годы исследований

Погодные условия периода вегетации кукурузы в годы исследований представлены на рисунках 2, 3 и 4.

Метеорологические условия весны 2020 года характеризовались преимущественно теплой и сухой погодой, что способствовало хорошей подготовке почвы для посева кукурузы. В апреле и мае сухая и теплая погода способствовала своевременной предпосевной обработке почвы. Средняя температура мая составила 14,3 °С, что выше нормы на 1,3 °С, при недостаточном увлажнении почвы пахотного слоя – 57,1 % от среднегодовой нормы. Летний период 2020 года характеризовался незначительным понижением температурного фона и высокой степенью влагообеспеченности почвы. Обильные осадки в июне (131 мм) и августе (231 мм) привели к переувлажнению почвы.

Сентябрь был теплым (15 °С) и дождливым (119 мм). Созревание кукурузы протекало при нормальном обеспечении теплом, близком к среднегодовой норме (на 1,6 °С выше нормы), и сильном переувлажнении почвы. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 15 °С в сторону понижения произошёл 9–11 сентября, что в пределах среднегодовых значений.

Весна 2021 года была в основном теплой и сухой, благодаря чему почва прогрелась достаточно хорошо для получения дружных всходов кукурузы. Среднесуточная температура мая составила 12,2 °С, что близко к среднегодовой норме. Осадков выпало 71,6 мм, что выше среднегодовых показателей на 13,6 %.

Летний период характеризовался повышенным температурным фоном и неравномерным распределением осадков. В июле дефицит осадков (34,4 % от нормы) и высокая температура воздуха, превышающая норму на 4,3 °С, привели к ухудшению процесса оплодотворения кукурузы и сокращению времени цветения. В результате завязь семян была неполной.

Сентябрь выдался достаточно теплым (14,9 °С) и сухим (сумма осадков составила 78,4 % от нормы), что позволило своевременно осуществить уборку урожая кукурузы. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 15 °С в сторону понижения произошел 12 сентября, что находится в пределах нормы.

В 2022 году погода в мае была оптимальной для посева кукурузы: средняя температура воздуха составила 12,6 °С, выпало достаточное количество осадков – 66,8 мм (выше нормы на 6 %).

Лето характеризовалось хорошей обеспеченностью теплом (на 0,1–1,7 °С выше нормы) и неравномерной влагообеспеченностью. При недостатке осадков в июне (82 % нормы) и июле (37,9 % нормы), в августе наблюдался их избыток, превышающий норму в 2,4 раза. Неравномерное распределение осадков компенсировалось комфортным температурным режимом, что в целом создало удовлетворительные условия для роста и развития растений кукурузы. В сентябре отмечено превышение температуры воздуха на 1 °С, осадков – 22,4 мм от среднегодовых значений.

Агроклиматические условия периода вегетации 2023 года отличались повышенной температурой воздуха и недостатком влаги в начале вегетационного периода. В мае температуры воздуха была превышена на 1,1 °С от среднегодовой нормы, а осадков выпало 85,4 % от нормы. В июне температура превысила среднегодовую норму на 0,9 °С, сумма осадков составила 68,8 % от среднегодового показателя. Июль был тёплым (на 1,2 °С выше нормы) и влажным (на 8 % осадков выше нормы), что соответствует нормальным условиям для опыления растений кукурузы. Неравномерное распределение осадков в августе и их небольшой дефицит (95,2 % от нормы) и теплая погода, совпадающая со среднегодовой

нормой (19 °С), создали в целом удовлетворительные условия для наращивания зеленой массы кукурузы. В сентябре недостаток осадков (60 % от нормы) и повышенная температура воздуха (на 1,7 °С выше нормы) создали благоприятные условия для созревания и уборки початков.

В целом, метеорологические условия периода вегетации в годы исследований отличались теплом и неравномерным увлажнением, что в итоге не сказалось отрицательно на формировании урожайности зеленой массы и зерна кукурузы.

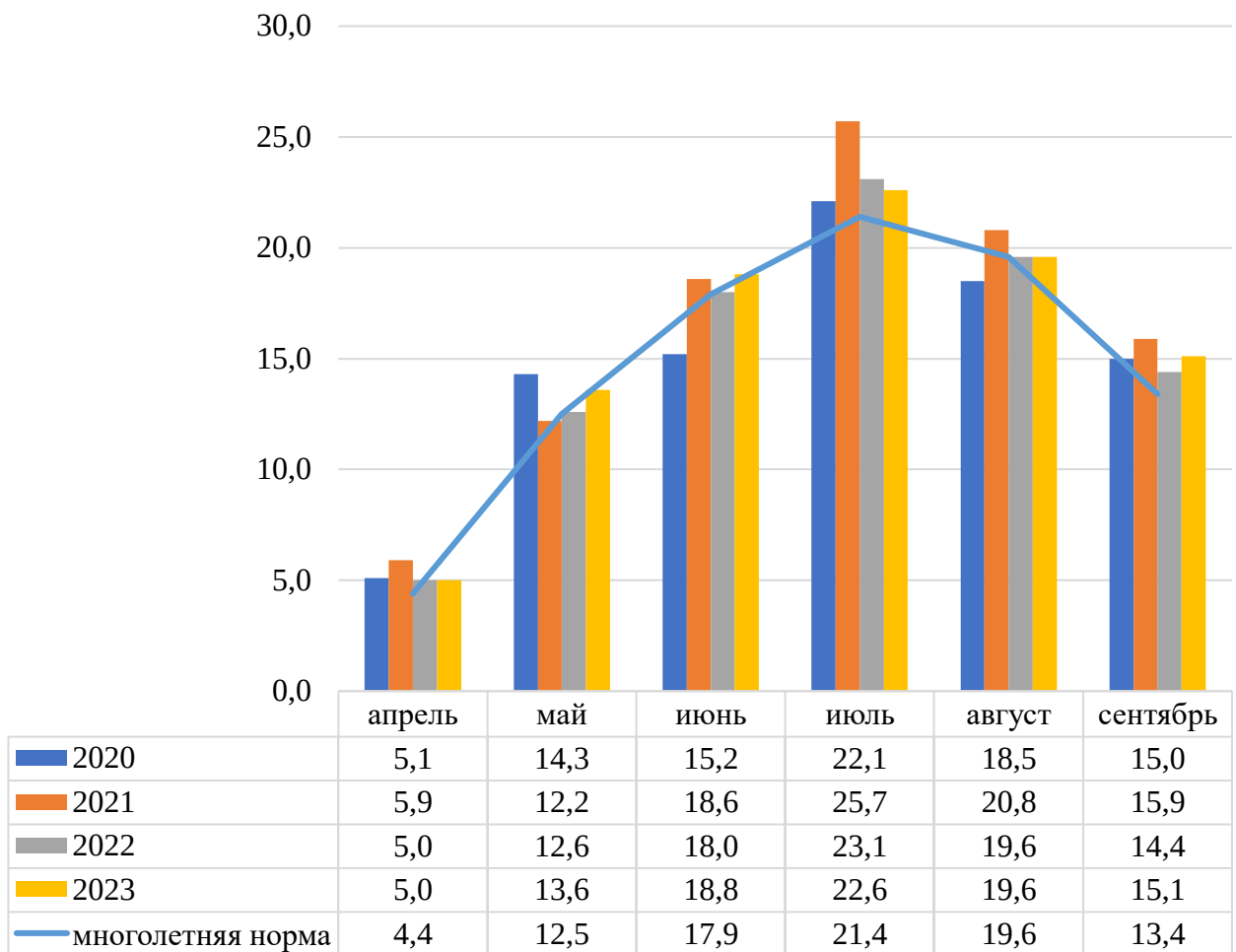


Рисунок 2 – Среднемесячная температура воздуха в годы исследования, °С

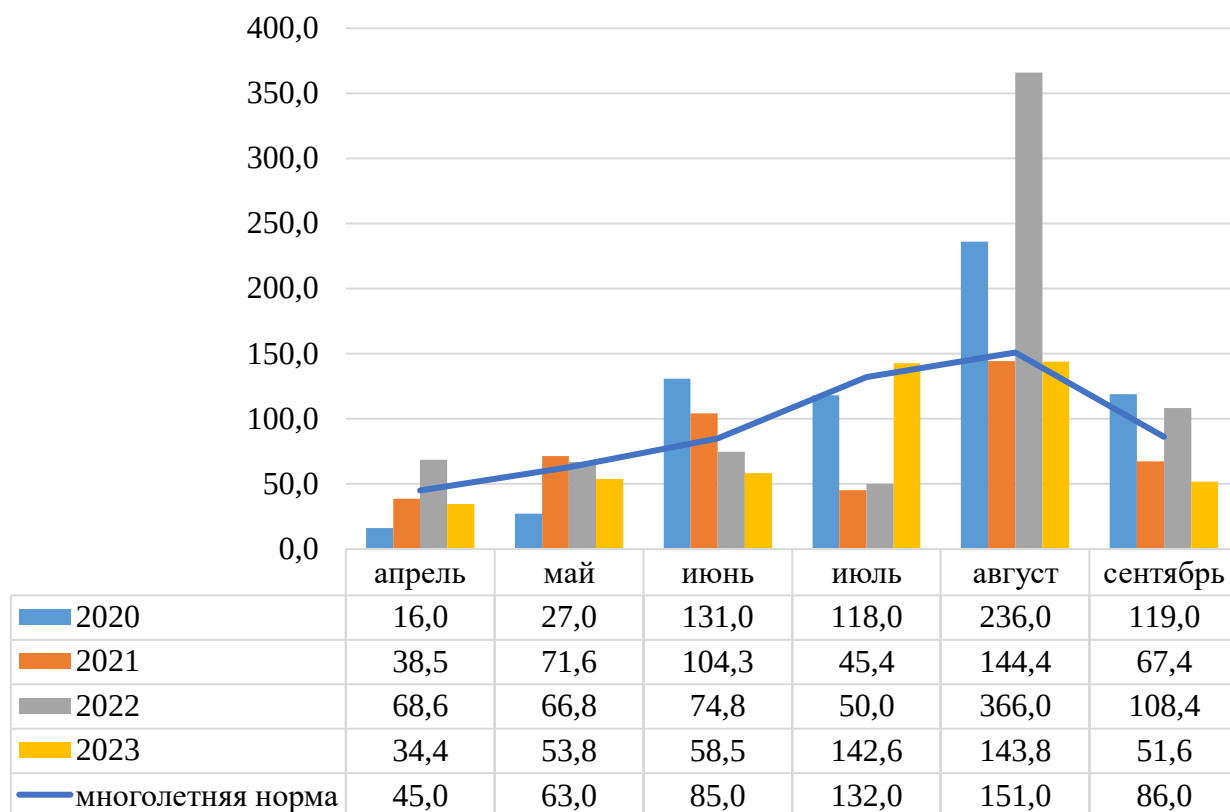


Рисунок 3 – Сумма осадков в годы исследования, мм

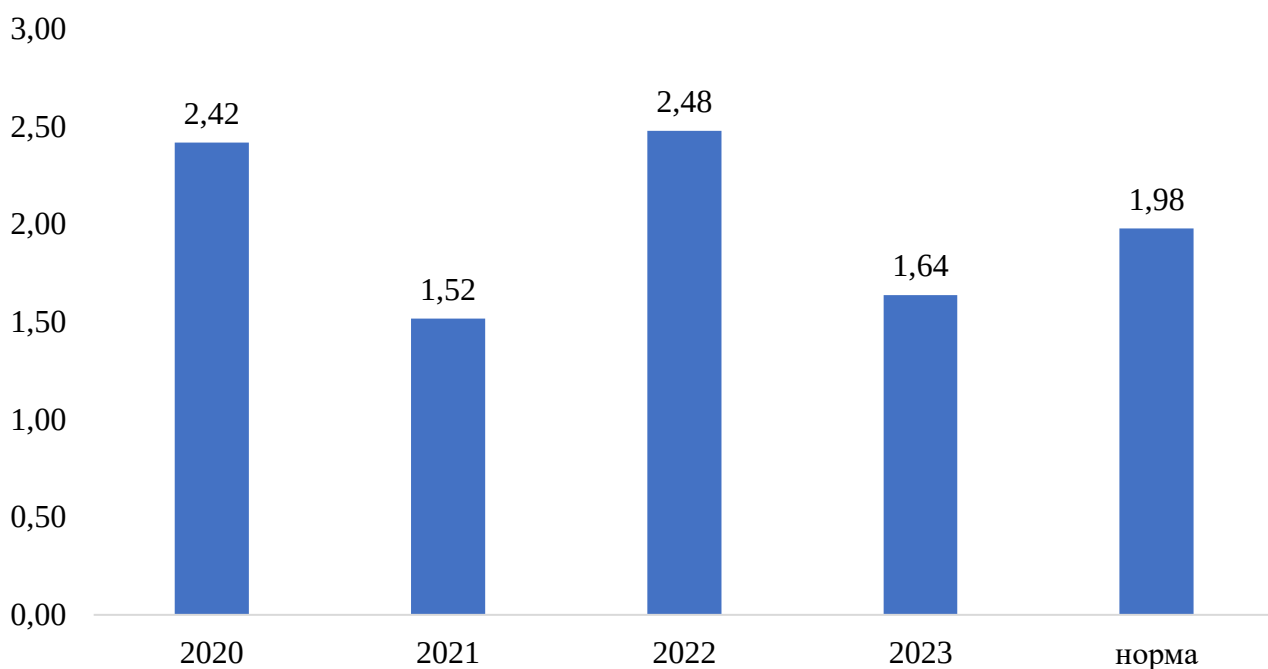


Рисунок 4 – ГТК в годы исследования

Исходя из анализа гидротермических условий, оптимальным годом для реализации продуктивного потенциала сортов и гибридов кукурузы был 2022 год, а наименее благоприятным стал 2021 год.

2.2 Материал и методика проведения исследований

Полевые и лабораторные опыты проведены в полном соответствии с Методикой полевого опыта (Доспехов, 1985) на опытном поле Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства обособленного подразделения Хабаровского Федерального Исследовательского центра ДВО РАН в 2020–2023 гг.

Почва опытного участка – лугово-бурая, оподзоленно-глеевая тяжелого механического состава. Содержание в пахотном слое гумуса (по Тюрину) не превышает 3,8–4,0 %; pH солевой вытяжки в пределах 4,4–4,7; содержание P_2O_5 (по Кирсанову) варьирует от 4,2 до 6,3 мг/100 г почвы; K_2O_5 (по Масловой) – от 5,53 до 5,64 мг/100 г почвы; гидролитическая кислотность от 3,67 до 4,14 мг-экв/100 г.

2.2.1 Объект исследований и схема опыта

Объект исследований – сорта селекции ДВ НИИСХ и гибриды кукурузы иностранной селекции.

В 2020 году провели предварительную оценку по урожайности зерна и зеленой массы 14 сортов и гибридов кукурузы раннеспелой и среднеранней групп спелости отечественной и зарубежной селекции, отобранных из более чем 80 сортообразцов коллекционного питомника ДВ НИИСХ (таблица 2). Для дальнейшего изучения в многофакторном опыте отобрали 2 новых сорта кукурузы селекции ДВ НИИСХ и 3 гибрида иностранной селекции. В качестве стандарта для сортов служил сорт Бирсу, для гибридов – гибрид Молдавский 215 АМВ. Отбор сортов производился по способности вызревать до полной спелости к уборке в гидротермических условиях региона; гибриды отбирались по урожайности зелёной массы и распространённости. В 2020 году они занимали до 35 % российского рынка семян кукурузы.

Таблица 2 – Урожайность сортов и гибридов кукурузы в 2020 году, т/га (данные ДВ НИИСХ)

Сорт	Страна	Оригинатор	ФАО	Направление	Дни вегетации	Урожайность, т/га		
						общая	початков	зерна 14 % влаж.
Бирсу, St	Россия	ДВ НИИСХ	170	Силос	101	28,4	8,6	6,3
Алитет 2	Россия	ДВ НИИСХ	180	Зерно	101	21,6	6,7	5,3
Гуран 2	Россия	ДВ НИИСХ	180	Зерно, силос	101	24,7	8,3	5,9
Молдавский 215 АМВ, St	Молдова	Институт растениеводства «Порумбень»	180	Зерно, силос	101	31,8	10,7	9,3
Бемо 182 СВ	Молдова	Институт растениеводства «Порумбень»	180	Силос	103	16,4	5,8	4,7
P 7515	США	PIONEER OVERSEAS CORPORATION	170	Зерно	104*	45,2	17,3	13,7
P 8521	США	PIONEER OVERSEAS CORPORATION	200	Зерно	106*	36,2	16,3	14,3
P 7460	США	PIONEER OVERSEAS CORPORATION	160	Зерно, силос	106*	37,2	18,7	16,9
Берта	Россия	ООО Селекционно-семеноводческий центр «Отбор»	150	Зерно, силос	106	31,3	6,9	5,0
Катерина СВ	Россия	ООО СП ССК «Кукуруза», ФГБНУ «Всероссийский научно- исследовательский институт кукурузы»	180	Зерно, силос	101**	21,4	7,4	5,3
Краснодарский 194 МВ	Россия	ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»	190	Зерно, силос	100	24,4	9,1	7,5
Прохладненский 175 СВ	Россия	ООО Селекционно-семеноводческий центр «Отбор»	170	Зерно, силос	102	34,6	12,2	9,6
РОСС 199 МВ	Россия	ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»	190	Зерно, силос	102	38,1	12,5	9,7

*восковая спелость, **молочно-восковая спелость

Многофакторный опыт по элементам сортовой технологии проводился в 2021–2023 гг., в котором изучали три фактора: фактор А – сорта и гибриды, фактор В – дозы минеральных удобрений, фактор С – сроки посева. Схема опыта представлена в таблице 3. Каждому сорту, гибриду соответствовало по три дозы удобрений, а дозам удобрений – по два срока посева. За стандарт (St) для сортов принят Бирсу, гибридов – Молдавский 215 АМВ, включенные в Государственный реестр селекционных достижений по Дальневосточному региону (12). Контроль – $N_{90}P_{90}K_{90}$ (фон), рекомендованный для сельскохозяйственных предприятий Хабаровского края (Зубрев, 1999), контроль срока посева – поздний, рекомендуемый методикой ГСИ. Опыт закладывали методом расщепленных делянок при четырехкратной повторности всех факторов. Площадь одной опытной делянки – 10,5 м².

Таблица 3 – Схема опыта

Вариант, фактор А		Удобрение предпосевное, фактор В		Срок посева, фактор С
		сплошное	локальное	
1		2	3	4
Сорт	1.Бирсу, St	Фон $N_{90}P_{90}K_{90}$	–	1
				2, контроль
			$N_{20}P_{20}$	1
				2, контроль
			$N_{40}P_{40}$	1
				2, контроль
	2.Алитет 2	Фон $N_{90}P_{90}K_{90}$	–	1
				2, контроль
			$N_{20}P_{20}$	1
				2, контроль
			$N_{40}P_{40}$	1
				2, контроль
	3.Гуран 2	Фон $N_{90}P_{90}K_{90}$	–	1
				2, контроль
			$N_{20}P_{20}$	1
				2, контроль
			$N_{40}P_{40}$	1
				2, контроль
Гибрид	4. Молдавский 215 АМВ, St	Фон $N_{90}P_{90}K_{90}$	–	1
				2, контроль
			$N_{20}P_{20}$	1
				2, контроль

Продолжение таблицы 3

1		2	3	4
Гибрид	4. Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₄₀ P ₄₀	1
				2, контроль
	5. P 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	—	1
				2, контроль
			N ₂₀ P ₂₀	1
			N ₄₀ P ₄₀	2, контроль
				1
			—	2, контроль
				1
	6. P 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	—	2, контроль
				1
			N ₂₀ P ₂₀	2, контроль
			N ₄₀ P ₄₀	1
				2, контроль
			—	1
				2, контроль
	7. P 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	—	1
				2, контроль
			N ₂₀ P ₂₀	1
			N ₄₀ P ₄₀	2, контроль
				1
			—	2, контроль
				1

Краткая характеристика изучаемых сортов и гибридов.

Бирсу – раннеспелый сорт (ФАО 170) силосного назначения (рисунок 5). Создан в Дальневосточном научно-исследовательском институте сельского хозяйства. Включен в Госреестр по 12 региону. Растение высокое – 213 см, высота прикрепления нижнего початка – 84 см. Среднее количество початков на 1 растении – 1 шт. Озерненность початков – 100 %. Выход зерна – 82 %. Масса 1000 зерен – 200 г. Тип зерна – кремнистый. Окраска верхней и нижней частей зерна желтая и оранжевая – 10 %. Степень прикрытия верхушки – полная. Средняя урожайность зерна – 6,32 т/га, зеленой массы – 25,70 т/га. Вегетационный период составляет 92 дня. Влажность зерна при уборке в среднем – 26,3 %.



Рисунок 5 – Початок Бирсу

Алитет 2 – раннеспелый сорт (ФАО 180) универсального назначения (рисунок 6). Создан в Дальневосточном научно-исследовательском институте сельского хозяйства. Включен в Госреестр по 12 региону. Растение высокое – 223 см, высота прикрепления нижнего початка – 81 см. Среднее количество початков на 1 растении 1–2 шт. Озерненность початков – 98,3 %. Выход зерна – 76,3 %. Масса 1000 зерен – 215 г. Тип зерна – кремнистый. Окраска верхней и нижней частей зерна оранжевая. Степень прикрытия верхушки – хорошая. Средняя урожайность зерна – 7,29 т/га, зеленой массы – 26,16 т/га. Вегетационный период составляет 100 дней. Влажность зерна при уборке в среднем – 23,3 %.



Рисунок 6 – Початок Алитет 2

Гуран 2 – раннеспелый сорт (ФАО 180) универсального назначения (рисунок 7). Создан в Дальневосточном научно-исследовательском институте сельского хозяйства. В 2024 году подана заявка на включение в Госреестр. Растение высокое

– 230 см, высота прикрепления нижнего початка – 83 см. Среднее количество початков на 1 растении – 1–2 шт. Озерненность початков – 99,3 %. Выход зерна – 73 %. Масса 1000 зерен – 215 г. Тип зерна – кремнистый. Окраска верхней и нижней частей зерна оранжевая. Степень прикрытия верхушки хорошая. Средняя урожайность зерна – 5,87 т/га, зеленой массы – 26,16 т/га. Вегетационный период составляет 100 дней. Влажность зерна при уборке в среднем – 23 %.



Рисунок 7 – Початок Гуран 2

Молдавский 215 АМВ, St – раннеспелый гибрид (ФАО 180) универсального назначения (рисунок 8). Создан в Молдове в институте растениеводства «Порумбень». Включен в Госреестр по 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 регионам. Растение среднерослое – 205 см, высота прикрепления початка 70-80 см. Среднее количество початков на 1 растении – 1 шт. Озерненность початков – 90,0 %. Выход зерна – 80 %. Масса 1000 зерен – 270 г. Тип зерна кремнистый. Окраска зерна желтая. Средняя урожайность зерна – 5,97 т/га, зеленой массы – 35,0 т/га.



Рисунок 8 – Початок Молдавский 215 АМВ

Р 7515 – раннеспелый гибрид (ФАО 170) зернового назначения (рисунок 9). Создан в США фирмой «Pioneer overseas corporation». Включен в Госреестр по 3, 7, 10, 12 регионам. Растение среднерослое, высота прикрепления початка более 80 см. Среднее количество початков на 1 растении – 2 шт. Озерненность початков достигает 90,0 %. Выход зерна – 85 %. Масса 1000 зерен – 250 г. Тип зерна зубовидный. Окраска зерна желтая. Степень прикрытия верхушки полная. Средняя урожайность зерна – 5,89 т/га, зеленой массы – 43,0 т/га. Вегетационный период составляет 127 дней. Влажность зерна при уборке в среднем – 28 %.



Рисунок 9 – Початок Р 7515

Р 8521 – раннеспелый гибрид (ФАО 200) зернового назначения (рисунок 10). Создан в США фирмой «Pioneer overseas corporation». Включен в Госреестр по 5 и 12 регионам. Растение среднерослое, высота прикрепления початка более 80 см. Среднее количество початков на 1 растении – 2 шт. Озерненность початков достигает 90,0 %. Выход зерна – 83 %. Масса 1000 зерен – 240 г. Тип зерна зубовидный. Окраска зерна желтая. Степень прикрытия верхушки полная. Средняя урожайность зерна – 5,26 т/га, зеленой массы – 35,0 т/га. Вегетационный период составляет 122 дня. Влажность зерна при уборке в среднем – 28 %.



Рисунок 10 – Початок Р 8521

Р 7460 – раннеспелый гибрид (ФАО 160) универсального назначения (рисунок 11). Создан в США фирмой «Pioneer overseas corporation». В 2021 году подана заявка на включение в Госреестр. Растение среднерослое, высота прикрепления початка более 80 см. Среднее количество початков на 1 растении – 2 шт. Озерненность початков – 90,0 %. Выход зерна – 81 %. Масса 1000 зерен – 250 г. Тип зерна зубовидный. Окраска зерна желтая. Степень прикрытия верхушки полная. Средняя урожайность зерна – 5,80 т/га, зеленой массы – 35,6 т/га. Вегетационный период составляет 114 дней. Влажность зерна при уборке в среднем – 29 %.



Рисунок 11– Початок Р 7460

Минеральные удобрения внесены в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ (контроль) и заделаны по зяби боронами. Дополнительно внесены минеральные удобрения в дозах $N_{20}P_{20}$ и $N_{40}P_{40}$ перед посевом кукурузы при формировании гребней.

В 2021 г. первый срок посева проведен 22 мая, второй (контроль) – 27 мая. В 2022 г. контроль – 16 мая, второй – 21 мая. В 2023 г. контроль – 12 мая, второй – 17

мая. Интервал между первым и вторым сроком посева 5 суток. При посеве кукурузы были следующие условия (таблица 4).

Таблица 4 – Условия при посеве семян кукурузы

Показатель	Слой, глубина	2021 г.		2022 г.		2023 г.	
		22 мая	27 мая	16 мая	21 мая	12 мая	17 мая
Температура воздуха, °С	1 м над почвой	20,6	11,3	9,4	11,4	14,8	14,5
Температура почвы, °С	5 см	16,4	10,9	9,0	10,8	9,9	11,8
	10 см	13,1	12,7	8,2	9,1	6,9	9,3
Влажность почвы, %	0–10 см	35,1	33,2	42,0	42,6	37,7	38,9
	10–20 см	16,5	15,2	40,2	41,3	35,1	36,2
	20–30 см	42,8	40,0	45,3	46,4	24,9	24,3

2.2.2 Агротехника в опыте

Для всех вариантов опыта предшественником в 2021 и 2022 годах была соя, в 2023 г. – сидерат (соя совместно с овсом). Осенняя зябь, сплошная культивация в двух направлениях в начале-середине мая, затем внесение минеральных удобрений в общепринятой дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ с их заделкой боронованием в один след. Локальное внесение доз азота и фосфора $N_{20}P_{20}$ и $N_{40}P_{40}$ согласно схеме опыта, шириной между гребневыми бороздами 0,7 м. Посев семян кукурузы в опытах проводили ручной сажалкой с нормой высева семян из расчета 70 000 шт./га по схеме 70×20 см. Второй срок посева осуществлялся после первого через 5 суток. Уход за посевами состоял из двух междурядных обработок в фазу 5-го и 7-го листа, внесения гербицидов. В борьбе с сорной растительностью в посевах в 2021 г. был внесен почвенный гербицид Ацетал ПРО, КЭ (действующее вещество (д.в.) – 720 г/л пропизохлор, химический класс – амиды) в дозе 2,0 л/га, в 2022 и 2023 годах – послевсходовый гербицид Дублон Голд, ВДГ (д.в. 600+150 г/л никосульфурон + тифенсульфурон-метил, химический класс – сульфонилмочевины) 50 г/га + прилипатель Адьют, ВР (д.в. 900 г/л этоксилат изодецилового спирта) 0,2 л/га в фазу развития кукурузы 3–6 листьев. Уборку на зеленую массу проводили в фазу молочно-восковой зрелости зерна, на зерно – в фазу полной спелости у сортов и восковой у гибридов, 10–25 сентября. Зерно кукурузы с каждого варианта опыта помещали в бумажные пакеты для проведения оценки его питательных свойств и

качеств. Все лабораторные исследования проводились в лаборатории ДВ НИИСХ по общепринятым методикам и ГОСТам.

2.2.3 Сопутствующие исследования

В течение вегетационного периода кукурузы проведены учеты роста и развития растений, отмечены основные фенологические фазы: появление всходов, появление 3-го, 5-го, 7-го, 9-го листьев, выметывание метелки, цветение початка, цветение метелки, молочная, молочно-восковая, восковая и полная спелость зерна. За начало фазы считали вступление в неё 10 %, массовое – 75 % растений (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985).

Морфологические наблюдения проводили после окончания вставочного роста растений кукурузы в конце июля–начале августа. Учитывались следующие показатели: высота растений, высота прикрепления нижнего початка, количество початков на одном растении, количество листьев, продолжительность межфазовых периодов (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985).

Уборку кукурузы проводили ручным способом: серпом вырезалась учетная делянка, взвешивалась отдельно общая масса и початки. Математическую обработку данных проводили по общепринятой методике (Доспехов, 1979), используя программу прикладной статистики SNEDECOR (Сорокин, 2012).

При определении качества зерна учитывали содержание сухого вещества, содержание в сухом веществе азота, фосфора, калия, сырой золы (СЗ), сырого протеина (СП), крахмала, сырой клетчатки (СК).

Расчет питательности получаемой продукции проводили в соответствии с методическими указаниями по оценке качества и питательности кормов (Методические указания, 2002). Себестоимость единицы концентрации обменной энергии в натуральном силосе и зерне кукурузы проводили по Методике комплексной поэтапной экономической оценки эффективности производства и

использования кормового зерна в молочном животноводстве. Все лабораторные исследования проведены в лабораториях Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТами (Косолапов, 2019).

Метод Кьельдаля не позволяет различить белковый и небелковый азот, поэтому в зерне и корме оценивали содержание сырого протеина в сухом веществе зерна и зеленой массы кукурузы (Филиппов, 2012; Коробов, 2015; ГОСТ 13496.4–2019).

Сухое вещество определялось по ГОСТ 31640–2012. Содержание азота и сырого протеина в зерне и корме определялось методом Кьельдаля, (ГОСТ 13496.4–2019). Количество фосфора в сухом веществе зерна определялось спектрометрическим способом (ГОСТ 6491–2016). Содержание калия определялось фотометрическим способом (ГОСТ 32250–2013). Содержание сырой золы – по ГОСТ 32933–2014, крахмал – по ГОСТ 10845–98, сырая клетчатка – по ГОСТ 31675–2012.

ГЛАВА 3 ВЛИЯНИЕ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СРОКОВ ПОСЕВА НА ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

3.1 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на продолжительность межфазных периодов сортов и гибридов кукурузы

Фенологические исследования являются важной частью полевых исследований, так как с их помощью оценивается взаимосвязь роста и развития растений изучаемой культуры, а также формирования урожайности с почвенно-климатическими условиями среды. Для наступления той или иной фазы роста и развития растений кукурузы требуются определенные условия внешней среды. Недостаток тепла и влаги отрицательно влияет на прорастание семян и появление дружных всходов. Сухая и жаркая погода в фазу цветения початка и метелки приводит к быстрой гибели пыльцы и мешает полноценной завязи семян в початке.

К наступлению фазы молочно-восковой спелости растениям кукурузы требуются оптимальные условия по тепло- и влагообеспеченности. Недостаточная сумма активных температур и переувлажнение в конце вегетации растений, в фазе восковой спелости, отрицательно сказывается на созревании зерна до полной спелости. Поэтому фенологические наблюдения имеют важное производственное значение. Продолжительность вегетационного периода является одним из признаков, который необходимо учитывать для успешного подбора сортов и гибридов для эффективного возделывания в различных почвенно-климатических условиях (Марченко, 2018; Черкашина, 2021; Сотченко, 2021).

Известно, что сорта и гибриды кукурузы различного происхождения по-разному реагируют на одни и те же условия внешней среды конкретного региона. Для реализации их продуктивного потенциала требуется биологически обоснованное количество тепла и влаги. Продолжительность вегетационного периода является определяющим фактором для возделывания кукурузы на корм, поскольку необходимо рассчитывать сроки уборки зерна и зеленой массы.

Продолжительность межфазных периодов определяется количеством тепла и влаги в эти периоды.

В результате наших исследований выявлены различия в реакции сортов и гибридов на изменение гидротермического режима в вегетационный период, дозы минеральных удобрений и сроки посева.

Так, продолжительность вегетационного периода изучаемых сортов отечественной селекции изменялась в зависимости от гидротермических условий от 99 до 100 суток и в среднем за годы исследований составила 99,6 суток, независимо от срока посева и дополнительного внесения минеральных удобрений в дозе $N_{20}P_{20}$. Повышение дозы азотно-фосфорных удобрений до $N_{40}P_{40}$ привело к увеличению продолжительности периода от посева до восковой спелости на 9–13 суток, и в среднем составила 109,7 суток.

Гибриды иностранной селекции заявлены оригинатором как раннеспелые (ФАО 160–200), но в гидротермических условиях Хабаровского края вегетационный период увеличился.

У гибридов иностранной селекции, в отличие от сортов, продолжительность вегетационного периода в большей мере зависит от изучаемых приемов. Так, при рекомендованном сроке посева (2-й срок) в контрольном варианте продолжительность периода составила 125 суток с варьированием по годам от 123 до 127 суток. Перенос же срока посева на более раннюю дату привел к незначительному сокращению продолжительности, в среднем на 0,5 суток.

Дополнительное внесение при посеве азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{20}P_{20}$ не оказало фактического влияния на длительность периода посев–восковая спелость. Повышение дозы минерального удобрения до $N_{40}P_{40}$ при посеве гибридов привело к значительной задержке роста и развития растений в течение каждого межфазного периода: при 1-ом сроке посева в среднем на 10,4 суток и 2-ом – на 6,9 суток (таблица 5, приложение А, Б, В, Г).

Таблица 5 – Продолжительность межфазных периодов в среднем по годам, сут. (2021–2023 гг.)

Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Сорт, гибрид (фактор А)	Продолжительность периодов, сут.						
			посев- всходы	всходы- 7 лист	7-9 лист	9-й лист цветение початка	цветение початка- восковая спелость	посев- молочно- восковая спелость	посев- восковая спелость
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – фон (контроль)	1-й срок	Бирсу, st	18,3	19,3	6,0	22,7	33,3	89,0	99,7
		Алитет 2	18,3	19,3	6,0	23,0	33,0	89,0	99,7
		Гуран 2	18,3	19,3	6,0	23,0	33,0	89,0	99,7
		P 7515	18,3	19,3	9,3	33,0	44,7	109,7	124,7
		P 8521	18,3	19,3	9,3	33,0	44,7	109,7	124,7
		P 7460	18,3	19,3	9,3	33,0	44,7	109,7	124,7
		Молдавский 215 АМВ, st	18,7	19,0	6,3	24,0	34,3	91,0	102,3
	2- срок	Бирсу, st	18,7	18,7	6,0	22,7	33,7	89,7	99,7
		Алитет 2	18,7	18,7	6,0	22,7	33,7	89,3	99,7
		Гуран 2	18,7	18,7	6,0	22,7	33,7	89,3	99,7
		P 7515	18,7	18,7	9,0	33,7	45,0	110,0	125,0
		P 8521	18,7	18,7	9,0	33,7	45,0	110,0	125,0
		P 7460	18,7	18,7	9,0	33,7	45,0	110,0	125,0
		Молдавский 215 АМВ, st	19,0	18,3	6,3	23,7	34,3	90,3	101,7
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1-й срок	Бирсу, st	18,3	19,3	6,0	23,0	33,0	89,0	99,7
		Алитет 2	18,3	19,3	6,0	23,0	33,0	89,0	99,7
		Гуран 2	18,3	19,3	6,0	23,0	33,0	89,0	99,7
		P 7515	18,3	19,3	9,3	33,0	44,7	109,7	124,7
		P 8521	18,3	19,3	9,3	33,0	44,7	109,7	124,7
		P 7460	18,3	19,3	9,3	33,0	44,7	109,7	124,7
		Молдавский 215 АМВ, st	18,7	19,0	6,3	23,7	34,7	90,7	102,3

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	2-й срок	Бирсу, st	18,7	18,7	6,0	22,7	33,7	89,7	99,7
		Алитет 2	18,7	18,7	6,0	22,7	33,7	89,3	99,7
		Гуран 2	18,7	18,7	6,0	22,7	33,7	89,3	99,7
		P 7515	18,7	18,7	9,0	33,7	45,0	110,0	125,0
		P 8521	18,7	18,7	9,0	33,7	45,0	110,0	125,0
		P 7460	18,7	18,7	9,0	33,7	45,0	110,0	125,0
		Молдавский 215 АМВ, st	19,0	18,3	6,3	23,7	34,3	90,3	101,7
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1-й срок	Бирсу, st	18,3	23,7	7,3	24,7	35,7	98,3	109,7
		Алитет 2	18,3	23,7	7,3	24,7	35,7	98,3	109,7
		Гуран 2	18,3	23,7	7,3	24,7	35,7	98,3	109,7
		P 7515	18,3	23,7	10,0	35,7	47,3	119,0	135,0
		P 8521	18,3	23,7	10,0	35,7	47,3	119,0	135,0
		P 7460	18,3	23,7	10,0	35,7	47,3	119,0	135,0
		Молдавский 215 АМВ, st	18,7	23,3	7,7	25,3	35,3	98,7	110,3
	2-й срок	Бирсу, st	18,7	23,0	7,0	24,3	36,7	97,3	109,7
		Алитет 2	18,7	23,0	7,0	24,3	36,7	97,3	109,7
		Гуран 2	18,7	23,0	7,0	24,3	36,7	97,3	109,7
		P 7515	18,7	23,0	10,0	35,0	44,7	118,3	131,3
		P 8521	18,7	23,0	10,0	35,0	44,7	118,3	131,3
		P 7460	18,7	23,0	10,0	35,0	44,7	118,3	131,3
		Молдавский 215 АМВ, st	19,0	22,7	7,3	24,7	36,7	99,3	110,3

Следует отметить, что в два первых межфазных периода: посев–всходы и всходы–7-й лист – различий в росте и развитии растений кукурузы сортов и гибридов не отмечено. Продолжительность периода зависела в большей степени от гидротермических условий и срока посева и варьировала в пределах 17–20 суток при раннем сроке посева и 16–23 суток при контрольном сроке посева. Время наступления каждой последующей фазы роста и развития у сортов и гибридов было различным. Более короткие межфазные периоды отмечались у отечественных сортов кукурузы, а более продолжительными они были у гибридов иностранной селекции.

Продолжительность периода посев–молочно-восковая спелость, когда рекомендуется убирать кукурузу на зеленую массу, у сортов Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 в условиях региона составляет 89,0–97,3 суток, у изучаемых гибридов Р 7515, Р 8521 и Р 7460 иностранной селекции – 109,7–119,0 суток в зависимости от срока посева и дозы минеральных удобрений.

Полной спелости зерна в гидротермических условиях Хабаровского края достигают только сорта на 107–108 день после посева и стандартный гибрид Молдавский 215 АМВ. Гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 не достигли полной спелости на время уборки сортов селекции ДВ НИИСХ, но имели восковую спелость зерна и сочную зеленую массу.

В результате настоящих исследований установлено, что гибридам и сортам необходимо различное количество тепла и влаги для роста и развития. Так, при периоде посев–молочно-восковая спелость гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 требуют от 2183,4 °С до 2139,5 °С тепла и осадков от 408,0 мм до 413,0 мм на контрольном уровне питания и с внесением $N_{20}P_{20}$, когда с увеличением дозы азота и фосфора до $N_{40}P_{40}$ увеличивается этот период, растения получают больше тепла (от 2551,8 °С до 2557,7 °С) и влаги (от 420,9 мм до 451,1 мм). Сортам Бирсу, Гуран 2 и Алитет 2 требуется меньшее количество тепла и влаги и гибриду Молдавский 215 АМВ для достижения той же фазы спелости – 1782,2 – 1877,1 °С и 306,6 – 308,2 мм соответственно на контрольном уровне питания и с внесением $N_{20}P_{20}$. При

увеличении дозы до $N_{40}P_{40}$, требуется увеличение суммы активных температур до 1965,2–2020,7 °С и влаги до 354,5–392,5 мм в среднем за 3 года исследований.

При оценке периода посев – восковая спелость зерна в среднем за 3 года исследования выяснено, что сортам Бирсу, Алитет 2 и Гуран 2 достаточно суммы активных температур на контрольном питании с дополнительным внесением $N_{20}P_{20}$ 2010,1–2037,2 °С и влаги до 389 мм. В вариантах с дополнительным внесением азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$ было отмечено увеличение суммы активных температур до 2175,1 °С и суммы осадков до 408,7 мм. Контрольный гибрид Молдавский 215 АМВ был чуть более требователен к теплу и влаге: на контрольном питании и с внесением $N_{20}P_{20}$ потребовалось 2068,5–2077,4 °С тепла и влаги до 379,4 мм, в вариантах с дополнительным внесением азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$ эти показатели увеличились до 2179,9 °С тепла и осадков до 424,5 мм. При оценке гибридов Р 7515, Р 8521 и Р 7460 установлено, что их требования к влаге и теплу были значительно более высокие в промежуток от посева до восковой спелости зерна: на контрольном питании и с внесением $N_{20}P_{20}$ потребовалось 2429,0–2434,1 °С суммы активных температур и влаги до 452,0 мм. В вариантах с дополнительным внесением азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$ эти показатели увеличились до 2525,0 °С тепла и осадков до 472,7 мм.

Для достижения полной спелости зерна сортам кукурузы и гибриду Молдавский 215 АМВ потребовалось тепла 2159,3–2182,9 °С и осадков 425,7–445,6 мм. Тогда как в вариантах с дополнительным внесением азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$ эти показатели составили 2219,2–2247,4 °С и 459,7–608,3 мм, соответственно, в среднем за 3 года исследования (таблица 6).

Необходимо отметить, что наиболее благоприятными для роста и развития кукурузы был 2022 год, так как наблюдалось достаточное количество тепла и осадков в конце июля – начале августа, когда была активная фаза цветения и опыления початков.

Таблица 6 – Сумма активных температур (°C) и сумма осадков (мм) (2021–2023 гг.)

Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Сорт, гибрид (фактор А)	Посев–молочно-восковая спелость зерна			Посев–восковая спелость зерна			Посев–полная спелость зерна		
			дни	сумма активных t, °C	сумма осадков, мм	дни	сумма активных t, °C	сумма осадков, мм	дни	сумма активных t, °C	сумма осадков, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – фон (контроль)	1-й срок	Бирсу, st	89,0	1782,2	307,3	99,7	2010,1	362,9	108,0	2159,3	425,7
		Алитет 2	89,0	1782,2	307,3	99,7	2010,1	362,9	108,0	2159,3	425,7
		Гуран 2	89,0	1782,2	307,3	99,7	2010,1	362,9	108,0	2159,3	425,7
		P 7515	109,7	2183,4	408,0	124,7	2434,1	447,3	–	–	–
		P 8521	109,7	2183,4	408,0	124,7	2434,1	447,3	–	–	–
		P 7460	109,7	2183,4	408,0	124,7	2434,1	447,3	–	–	–
		Молдавский 215 АМВ, st	91,0	1827,1	308,2	102,3	2077,4	379,4	109,0	2177,9	426,3
	2-й срок	Бирсу, st	89,7	1862,5	306,7	99,7	2037,2	389,0	107,5	2170,8	445,6
		Алитет 2	89,7	1862,5	306,7	99,7	2037,2	389,0	107,5	2170,8	445,6
		Гуран 2	89,7	1862,5	306,7	99,7	2037,2	389,0	107,5	2170,8	445,6
		P 7515	110,0	2439,5	413,0	125,0	2429,0	452,0	–	–	–
		P 8521	110,0	2439,5	413,0	125,0	2429,0	452,0	–	–	–
		P 7460	110,0	2439,5	413,0	125,0	2429,0	452,0	–	–	–
		Молдавский 215 АМВ, st	90,3	1877,1	306,7	101,7	2068,5	394,5	108,5	2182,9	445,6
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1-й срок	Бирсу, st	89,0	1782,2	307,3	99,7	2010,1	362,9	108,0	2159,3	425,7
		Алитет 2	89,0	1782,2	307,3	99,7	2010,1	362,9	108,0	2159,3	425,7
		Гуран 2	89,0	1782,2	307,3	99,7	2010,1	362,9	108,0	2159,3	425,7
		P 7515	109,7	2183,4	408,0	124,7	2434,1	447,3	–	–	–
		P 8521	109,7	2183,4	408,0	124,7	2434,1	447,3	–	–	–
		P 7460	109,7	2183,4	408,0	124,7	2434,1	447,3	–	–	–
		Молдавский 215 АМВ, st	90,7	1827,1	308,2	102,3	2077,4	379,4	109,0	2177,9	426,3

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	2-й срок	Бирсу, st	89,7	1862,5	306,7	99,7	2037,2	389,0	107,5	2170,8	445,6
		Алитет 2	89,7	1862,5	306,7	99,7	2037,5	389,0	107,5	2170,8	445,6
		Гуран 2	89,7	1862,5	306,7	99,7	2037,8	389,0	107,5	2170,8	445,6
		Р 7515	110,0	2439,5	413,0	125,0	2429,0	452,0	—	—	—
		Р 8521	110,0	2439,5	413,0	125,0	2429,0	452,0	—	—	—
		Р 7460	110,0	2439,5	413,0	125,0	2429,0	452,0	—	—	—
		Молдавский 215 АМВ, st	90,3	1877,1	306,7	101,7	2068,5	394,5	108,5	2182,9	445,6
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1-й срок	Бирсу, st	98,3	1965,2	354,5	109,7	2166,5	408,7	114,0	2234,0	459,7
		Алитет 2	98,3	1965,2	354,5	109,7	2166,5	408,7	114,0	2234,0	459,7
		Гуран 2	98,3	1965,2	354,5	109,7	2166,5	408,7	114,0	2234,0	459,7
		Р 7515	119,0	2551,8	420,9	135,0	2525,0	472,7	—	—	—
		Р 8521	119,0	2551,8	420,9	135,0	2525,0	472,7	—	—	—
		Р 7460	119,0	2551,8	420,9	135,0	2525,0	472,7	—	—	—
		Молдавский 215 АМВ, st	98,7	1972,7	354,5	110,3	2165,9	408,7	115,0	2247,4	459,7
	2-й срок	Бирсу, st	97,3	1988,8	377,4	109,7	2175,1	424,5	112,5	2219,2	607,4
		Алитет 2	97,3	1988,8	377,4	109,7	2175,1	424,5	112,5	2219,2	607,4
		Гуран 2	97,3	1988,8	377,4	109,7	2175,1	424,5	112,5	2219,2	607,4
		Р 7515	118,3	2557,7	451,1	131,3	2447,9	464,0	—	—	—
		Р 8521	118,3	2557,7	451,1	131,3	2447,9	464,0	—	—	—
		Р 7460	118,3	2557,7	451,1	131,3	2447,9	464,0	—	—	—
		Молдавский 215 АМВ, st	99,3	2020,7	392,5	110,3	2179,9	424,5	113,5	2234,6	608,3

Результаты корреляционного анализа подтверждают зависимость продолжительности межфазных периодов от суммы активных температур в период от посева до 5-го листа. В последующие периоды зависимость наступления фазы от температуры приземного слоя воздуха снижается (рисунок 12).

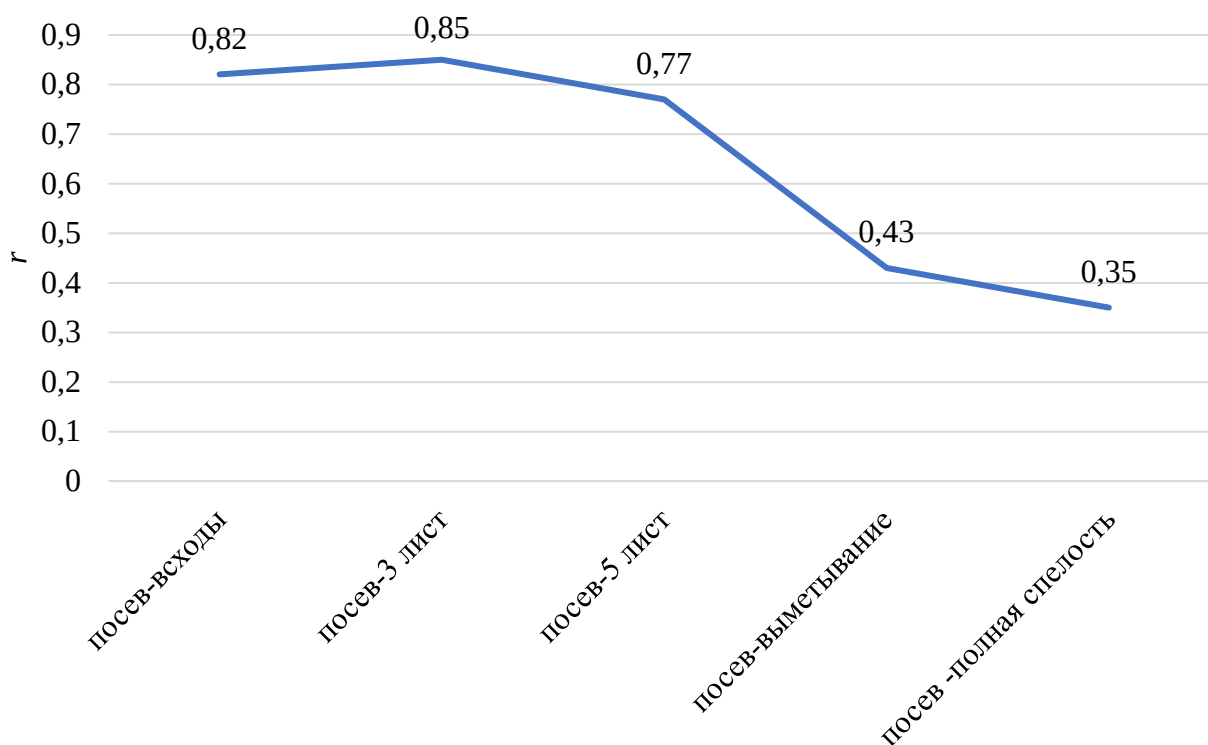


Рисунок 12 – Влияние суммы активных температур на наступление фаз роста и развития кукурузы

Таким образом, выяснено, что дополнительное внесение при посеве азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{20}P_{20}$ не оказало фактического влияния на длительность периода посев–восковая спелость как у сортов, так и у гибридов. Внесение же азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$ привело к увеличению продолжительности межфазных периодов, увеличивая сроки вегетации кукурузы, что подтверждает мнение других исследователей (Демин, 2019).

Продолжительность периода посев–молочно-восковая спелость, когда рекомендуется убирать кукурузу на зеленую массу, у сортов Бирсу, Алитет 2 и Гуран 2 в условиях региона составляет 89,0–97,3 суток, у изучаемых гибридов Р 7515, Р 8521 и Р 7460 иностранной селекции – 109,7–119,0 суток в зависимости от срока посева и дозы минеральных удобрений.

Полной спелости зерна в гидротермических условиях Хабаровского края достигают только сорта на 107–108 день после посева и стандартный гибрид Молдавский 215 АМВ. Гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 не достигли полной спелости ввиду высоких требований к сумме активных температур на время уборки сортов селекции ДВ НИИСХ, но имели восковую спелость зерна и сочную зеленую массу. Все гибриды пригодны для уборки на зеленую массу до конца сентября.

3.2 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на высоту сортов и гибридов кукурузы

Высота растений является важнейшим морфологическим признаком, так как она коррелирует с высотой прикрепления початка. Эти признаки определяют возможность механизированной уборки кукурузы. Они зависят не только от сортовых особенностей, но и тесно связаны с условиями выращивания, в том числе с уровнем минерального питания, агротехникой и природно-климатическими условиями.

Анализ данных по высоте растений показал, что растения в среднем в контрольном варианте (225,9–242,7 см) были ниже, чем на фоне с дополнительным внесением азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ (236,6–249,9 см), что составило 4,7 % у сортов и 2,7 % у гибридов от контрольного фона, и на фоне с внесением $N_{40}P_{40}$ (232,2–252,0 см), что составило 2,8 % у сортов и 3,2 % у гибридов (приложение Д).

Сравнительный анализ сортов и гибридов кукурузы по высоте растений при возделывании в условиях Хабаровского края позволил установить, что сорта отечественной селекции по высоте растений уступают гибридам иностранной селекции (таблица 7). Средняя высота растений у сортов кукурузы изменялась в пределах 228,9–233,9 см. Максимальных размеров в высоту достигали растения стандартного сорта Бирсу. В зависимости от гидротермических условий вегетационного периода их высота варьировала от 200,7 см до 250,7 см. Растения сортов Алитет 2 и Гуран 2 достигали в высоту 232,0 и 228,9 см соответственно, с

Таблица 7 – Зависимость высоты растений сортов и гибридов кукурузы от дозы удобрений и срока посева (2021–2023 гг.)

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Высота растений, см	Изменение высоты от:				V, % по фактору			
				дозы удобрений		срока посева					
				см	%	см	%	В	С		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	220,3	—	—	−18,7	−7,8	11,5	12,9		
		2 – к	239,0	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	236,7	16,4	7,4	4,4	1,9			13,6	
		2 – к	232,3	−6,7	−2,8						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	232,3	12,0	5,0	−10,3	−4,2				9,8
		2 – к	242,6	3,6	1,5						
	среднее		233,9								
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	217,1	—		−14,9	−6,4	10,6	13,8		
		2 – к	232,0	—							
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	241,0	23,9	11,0	0,3	0,1			7,6	
		2 – к	240,7	8,7	3,8						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	232,7	15,6	7,2	4,4	1,9				10,7
		2 – к	228,3	−3,7	−1,6						
	среднее		232,0								
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	217,8	—		−11,5	−5,0	12,1	14,7		
		2 – к	229,3	—							
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	230,0	12,2	5,6	−8,7	−3,6			13,9	
		2 – к	238,7	9,4	4,1						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	229,0	11,2	5,1	0,5	0,2				8,9
		2 – к	228,5	−0,8	−0,3						
	среднее		228,9								
Молдавский й 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	217,7	—		−1,0	−0,5	12,3	12,6		
		2 – к	218,7	—							
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	212,7	−5,0	−2,3	−15,3	−6,7			12,3	
		2 – к	228,0	9,3	4,3						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	216,3	−1,4	−0,6	6,3	3,0				14,1
		2 – к	210,0	−8,7	−4,0						
	среднее		217,2								

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	245,7	–	–	–19,0	–7,2	9,7	13,2
		2 – κ	264,7	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	271,0	25,3	10,3	12,1	4,7		8,7
		2 – κ	258,9	–5,8	–2,2				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	277,8	32,1	13,1	10,1	3,8		7,2
		2 – κ	267,7	3,0	1,1				
среднее			264,3						
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	234,3	–	–	–17,4	–6,9	6,3	8,7
		2 – κ	251,7	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	253,3	19,0	8,1	–1,4	–0,5		4,6
		2 – κ	254,7	3,0	1,2				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	258,6	24,3	10,4	2,1	0,8		4,6
		2 – κ	256,5	4,8	1,9				
среднее			251,5						
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	254,3	–	–	–9,0	–3,5	11,4	11,2
		2 – κ	254,3	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	256,6	11,3	4,6	–1,7	–0,7		13,6
		2 – κ	258,3	4,0	1,6				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	266,5	21,2	8,6	4,0	1,5		11,1
		2 – κ	262,5	8,2	3,2				
среднее			257,3						
V, % по фактору			11,3						

Дополнительное внесение азотно-фосфорного удобрения в обеих изучаемых дозах оказало максимальный эффект при раннем сроке посева. Дополнительная обеспеченность элементами минерального питания за счет удобрений в контрольный срок не оказала положительного влияния на рост растений.

Средняя высота растений у гибридов иностранной селекции изменялась в пределах 251,5–264,3 см, что выше стандартного гибрида Молдавский 215 АМВ на 34,3–47,1 см. Наиболее высокорослые растения отмечены у гибрида Р 7515; в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода, его рост составлял 235,7–282,0 см (приложение Д). У гибрида Р 7460 высота растений варьировала в пределах 220,0–280,7 см, у гибрида Р 8521 – от 235,7 до 262,5 см.

Как и у сортов отечественной селекции, у гибридов иностранной селекции высота растений зависела от срока посева и дозы минеральных удобрений. Без дополнительного внесения минеральных удобрений их высота была выше при посеве в контрольный срок на 19,0, 17,4 и 9,0 см у Р 7515, Р 8521 и Р 7460

соответственно. Внесение дополнительно при посеве азотно-фосфорных удобрений оказало положительное влияние только при посеве в ранний срок. В зависимости от дозы, растения гибридов были выше на 4,6–10,3 % при внесении $N_{20}P_{20}$ и на 1,9–13,1 % при внесении $N_{40}P_{40}$.

Доля вариации (V) по факторам по высоте растения распределялась следующим образом: по сортам: А – 11,2 %, В – 10,6–12,1 %, С – 7,6–13,1 %; по гибридам А – 19,5 %, В – 6,3–12,3 %, С – 4,3–14,1,0 %.

При определении влияния факторов на высоту растений выявили, что на сорта селекции ДВ НИИСХ в большей степени влияет внесение дополнительных доз азота и фосфора – 34,7 %, тогда как на гибриды – сортовые особенности – 86,0 % (рисунок 13).

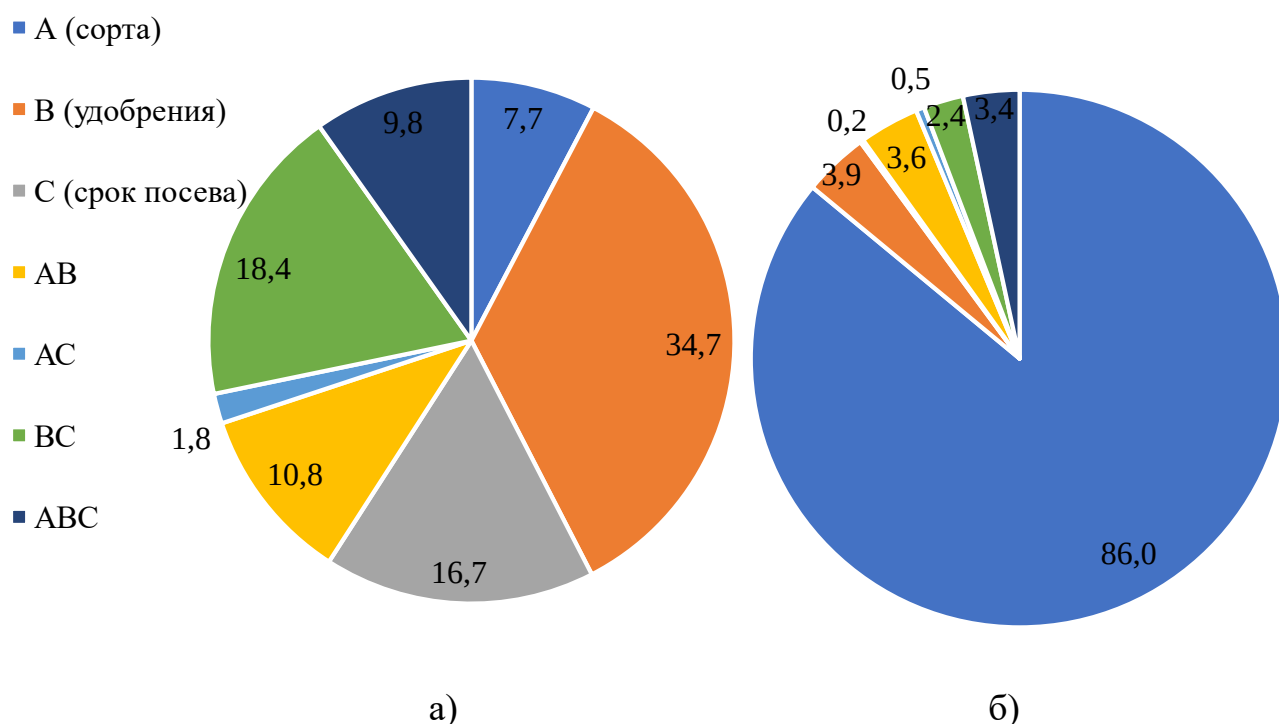


Рисунок 13 – Влияние факторов на высоту растений по сортам и гибридам, %
(а – сорта, б – гибриды)

Различия средних достоверны на уровне 5 % по фактору В – у сортов, по фактору А – у гибридов.

Наибольшая высота прикрепления нижнего початка отмечена у гибридов иностранной селекции – 98,2–105,5 см, что на 10,9–17,6 см выше, чем у стандартного гибрида Молдавский 215 АМВ. У сортов отечественной селекции данный показатель варьировал в пределах 89,7–93,3 см; минимальная высота отмечена у стандартного сорта Бирсу. Характер изменчивости высоты прикрепления початка в зависимости от дозы удобрений и сроков посева идентичен изменению высоты растений (таблица 8, приложение Е).

дозы удобрений	срока посева	Срок посева (фактор С)	Высота прикрепления нижнего початка, см	Изменение высоты в зависимости от:				V, % по фактору		
				дозы удобрений		срока посева				
				см	%	см	%	В	С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	76,7	–	–	–16,6	–17,8	18,8	25,4	
		2 – к	93,3	–	–					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	95,9	19,2	25,0	–0,4	–0,4			15,5
		2 – к	96,3	3,0	3,2					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	85,7	9,0	9,6	–4,4	–4,9			
		2 – к	90,1	–3,2	–3,4					
	среднее		89,7							
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	79,5	–	–	–7,8	–8,9	19,2	20,7	
		2 – к	87,3	–	–					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	91,7	12,2	15,3	–4,0	–4,2			15,0
		2 – к	95,7	8,4	9,6					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	87,7	8,2	10,3	–12,9	–12,8			
		2 – к	100,6	13,3	15,2					
	среднее		90,4							

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	84,1	–	–	–13,6	–13,9	20,0	20,8
		2 – κ	97,7	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	97,3	13,2	15,7	–3,9	–3,9		17,3
		2 – κ	101,2	3,5	3,6				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	85,7	1,6	1,9	–8,0	–8,5	24,1	
		2 – κ	93,7	–4,0	–4,1				
среднее			93,3						
V, % по фактору А			19,1						
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	78,3	–	–	–6,2	–7,3	21,4	24,4
		2 – κ	84,5	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	93,3	15,0	19,2	5,3	6,0		14,2
		2 – κ	88,0	3,5	4,1				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	91,5	13,2	16,9	3,5	4,0	26,5	
		2 – κ	88,0	3,5	4,1				
среднее			87,3						
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	97,3	–	–	–6,0	–5,8	16,8	21,0
		2 – κ	103,3	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	114,0	16,7	17,2	18,1	18,9		16,8
		2 – κ	95,9	–7,4	–7,2				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	111,3	14,0	14,4	0,2	0,2	13,9	
		2 – κ	111,1	7,8	7,6				
среднее			105,5						
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	91,5	–	–	7,2	8,5	16,7	20,9
		2 – κ	84,3	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	102,9	11,4	12,5	0,0	0,0		15,3
		2 – κ	102,9	18,6	22,1				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	102,2	10,7	11,7	–3,0	–2,9	11,3	
		2 – κ	105,2	20,9	24,8				
среднее			98,2						
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	100,3	–	–	– 3,7	– 3,6	19,2	23,3
		2 – κ	104,0	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	95,9	–4,4	4,4	–12,8	–11,8		18,4
		2 – κ	108,7	4,7	4,5				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	105,3	5,0	5,0	–3,9	–3,6	19,0	
		2 – κ	109,2	5,2	5,0				
среднее			103,9						
V, % по фактору			19,5						

По уровню влияния на высоту прикрепления нижнего початка факторы распределились следующим образом: на сорта наибольшее влияние оказали удобрения – 35,7 % и сроки посева – 34,2 %, на гибриды в большей степени повлияли сортовые особенности – 58,2 % и дополнительное внесение азотно-фосфорных удобрений – 17,9 % (рисунок 14).

Доля вариации (V) по высоте прикрепления початка по сортам: А – 19,1 %, В – 18,8–20,0 %, С – 15,0–25,4 %; по гибридам А – 19,5 %, В – 16,7–21,4 %, С – 11,3–24,4 %.

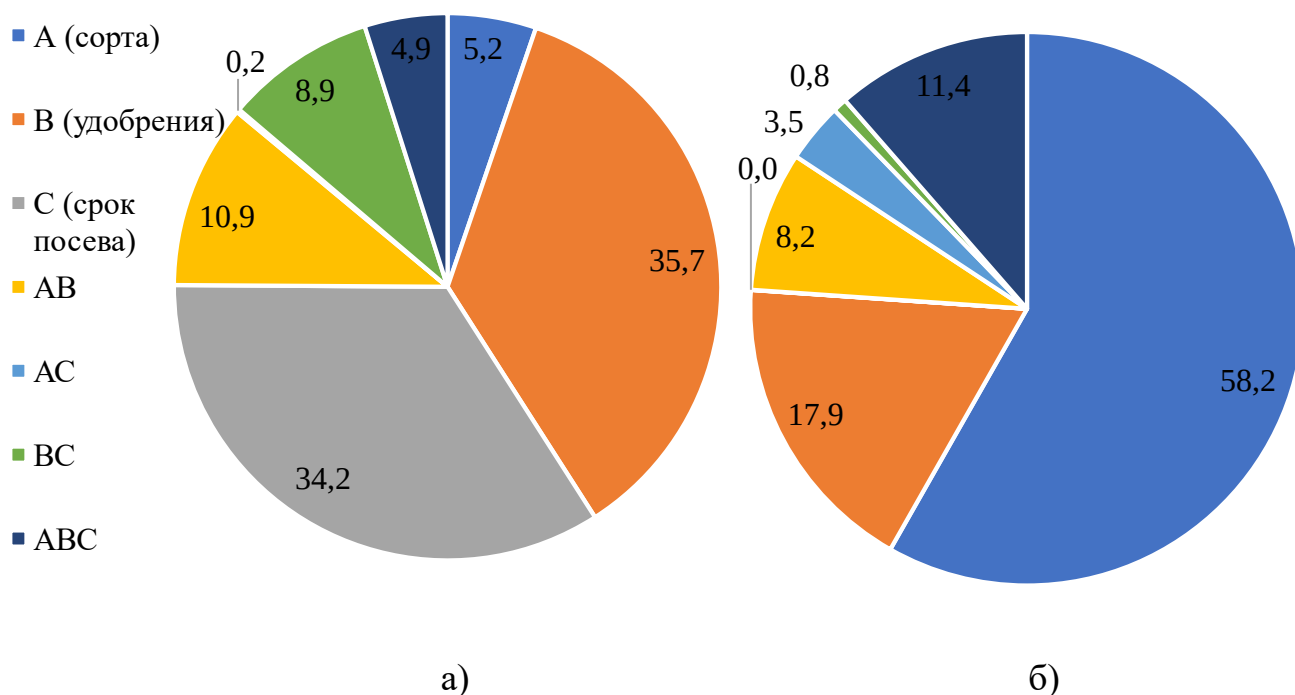


Рисунок 14 – Влияние факторов на высоту прикрепления нижнего початка по сортам и гибридам, %, (а – сорта, б – гибриды)

Количество листьев и междоузлий на растении кукурузы является характерным сортовым признаком и зависит от группы раннеспелости растений: чем продолжительнее вегетационный период, тем большее междоузлий и листьев имеет растение кукурузы. Агротехнические мероприятия, как правило, оказывают минимальное значение. Количество листьев и междоузлий коррелирует между собой: чем больше междоузлий, тем больше и листьев, поэтому оценивали только количество листьев. У раннеспелых гибридов (ФАО 100–200) количество листьев обычно колеблется в пределах 10–14 штук (Мигулев, 2019; Малышева, 2021; Ланцев, 2022).

Количество листьев по годам практически не изменялось и было близко к среднему показателю по сорту/гибриду (приложение Ж). В ходе наших исследований было установлено, что у гибридов Р 7515, Р 8521 и Р 7460 количество листьев в среднем больше, чем у сортов Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и гибрида Молдавский 215 АМВ на 11,2 %, что связано с их позднеспелостью (таблица 9). На

количество листьев на одном растении у гибридов кукурузы не оказали влияния ни дополнительное внесение азотно-фосфорных удобрений, ни сроки посева. В отличие от гибридов, сорта были отзывчивы на агротехнические мероприятия.

Таблица 9 – Зависимость количества листьев от дозы удобрений и срока посева сортов и гибридов кукурузы (2021–2023 гг.)

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Количество листьев, шт.	Изменение количества листьев от:				V, % по фактору			
				дозы удобрений		срока посева					
				шт.	%	шт.	%	В	С		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	11,4	–	–	–0,7	–5,8	4,8	4,5		
		2 – к	12,1	–	–						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,3	0,9	7,9	0,2	1,7			4,6	
		2 – к	12,1	0,0	0,0						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12,3	0,9	7,4	–0,2	–1,6				4,1
		2 – к	12,5	0,4	3,3						
	средняя		12,1								
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	11,5	–	–	–0,4	–3,4	5,0	4,9		
		2 – к	11,9	–	–						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,5	1,0	8,7	0,4	3,3			4,3	
		2 – к	12,1	0,2	1,7						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	11,8	0,3	2,6	–0,4	–3,3				5,5
		2 – к	12,2	0,3	2,5						
	средняя		12,0								
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	11,7	–	–	–0,7	–5,6	5,1	6,5		
		2 – к	12,4	–	–						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,3	0,6	5,1	0,4	3,4			4,9	
		2 – к	11,9	–0,5	–4,0						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12,2	0,5	4,3	–0,2	–1,6				4,3
		2 – к	12,4	0,0	0,0						
	средняя		12,2								
V, % по Фактору А			4,9								
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	11,8	–	–	–0,4	–3,3	4,7	5,9		
		2 – к	12,2	–	–						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,0	0,2	1,7	–0,3	–2,4			5,9	
		2 – к	12,3	0,1	0,8						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	11,9	0,1	0,8	–0,1	–0,8				1,4
		2 – к	12,0	–0,2	–1,6						
	средняя		12,0								

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	12,2	–	–	–0,1	–0,8	7,6	6,3
		2 – κ	12,3	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	13,8	1,6	13,1	–0,4	–2,8		3,7
		2 – κ	14,2	1,9	15,4				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	14,1	1,9	15,6	0,5	3,7	4,8	
		2 – κ	13,6	1,3	10,6				
	средняя	13,4							
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	14,1	–	–	0,1	0,7	3,4	1,1
		2 – κ	14,0	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,9	–1,2	–8,5	–0,9	–6,5		4,3
		2 – κ	13,8	–0,2	–1,4				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	13,4	–0,7	–5,0	–0,3	–2,2	2,5	
		2 – κ	13,7	–0,3	–2,1				
	средняя	13,7							
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	13,7	–	–	0,2	1,5	5,2	4,0
		2 – κ	13,5	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,7	–1,0	–7,3	–1,1	–8,0		7,8
		2 – κ	13,8	0,3	2,2				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	13,7	0,0	0,0	0,1	0,7	3,6	
		2 – κ	13,6	0,1	0,7				
	средняя	13,5							
V, % по Фактору А			7,6						

В результате математической обработки выявлена доля влияния изучаемых факторов на количество листьев растений кукурузы. Доказано, что агротехнические мероприятия достоверно оказали влияние на сорта селекции ДВ НИИСХ: А (сорт/гибрид) – 4,3 %, В (удобрения) – 30,8 %, С (срок посева) – 8,1 % и их сочетания: АВ – 14,7 %, АС – 0,2 %, ВС – 39,77 %, АВС – 2,1 %. На гибриды достоверное влияние оказано фактором А (сорт/гибрид) – 66,8 %, но не агротехническими мероприятиями (В и С).

Коэффициент вариации (V) по количеству листьев составил по сортам: А – 4,9 %, В – 4,8 %, С – 4,5 %; по гибридам – А – 7,6 %, В – 3,7 %, С – 1,2 %. Это говорит о незначительной изменчивости.

3.4 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на количество початков на одном растении у сортов и гибридов кукурузы

По данным ряда исследователей, количество початков на одном растении зависит в большей степени от сортовых особенностей, чем от агротехнических мероприятий, таких как уровень минерального питания, сроки посева или густота стояния; они могут оказывать только некоторое воздействие. Однако, несмотря на относительную стабильность этого показателя у гибридов к внешним воздействиям, даже незначительное увеличение количества початков, достигаемое за счет оптимизации агротехники, может иметь существенное значение в масштабах крупного сельскохозяйственного производства. Так, даже десятые доли початка на растении, умноженные на тысячи гектаров, трансформируются в значительный прирост валового сбора. (В.В. Кравченко, 2015; Г.Я. Кривошеев, 2017; Харитонов, 2020).

Как видно из таблицы 10, в почвенно-климатических условиях Хабаровского края максимальное количество початков формируется у гибридов иностранной селекции. Их количество, в зависимости от гибрида, варьирует в пределах 1,3–1,5 шт. на растении, в то время как у сортов отечественной селекции – 1,2–1,3 шт. Из изучаемых сортов наибольшее количество початков формируется у стандартного сорта Бирсу и гибридов Р 7515 и Р 7460. Дополнительное внесение азотно-фосфорных удобрений при раннем сроке посева в обеих изучаемых дозах способствует формированию большего количества початков на одном на растении кукурузы.

У гибридов же сроки посева и дозы дополнительных удобрений не оказывали существенного влияния на количество початков на одном растении. Достоверное влияние на данный показатель оказывали только сортовые особенности.

Наиболее благоприятные условия для формирования початков складывались в 2021 году, когда количество растений с более чем 1 початком встречалось чаще, чем в 2022 и 2023 годах во всех исследуемых вариантах, что связано с

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Количество початков, шт.	Количество початков от				V, % по фактору			
				дозы удобрений		срока посева					
				шт.	%	шт.	%	В	С		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,2	—	—	0,0	0,0	16,2	14,9		
		2 – к	1,2	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,3	0,1	8,3	0,2	18,2			14,9	
		2 – к	1,1	–0,1	–8,3						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,4	0,2	16,7	0,1	7,7				17,1
		2 – к	1,3	0,1	8,3						
	средняя		1,3								
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,1	—	—	–0,2	–15,4	17,8	18,3		
		2 – к	1,3	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,5	0,4	36,4	0,2	15,4			17,1	
		2 – к	1,3	0,0	0,0						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0				14,4
		2 – к	1,1	–0,2	–15,4						
	средняя		1,2								
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,0	—	—	–0,1	–9,1	20,6	7,9		
		2 – к	1,1	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,2	0,2	20,0	0,1	9,1			22,8	
		2 – к	1,1	0,0	0,0						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,3	0,3	30,0	0,1	8,3				23,9
		2 – к	1,2	0,1	9,1						
	средняя		1,2								
V, % по фактору А			18,3								
Молдавски й 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,1	—	—	0,0	0,0	10,8	10,0		
		2 – к	1,1	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0			9,7	
		2 – к	1,1	0,0	0,0						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,1	0,0	0,0	–0,2	–15,4				10,5
		2 – к	1,3	0,2	18,2						
	средняя		1,1								
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,6	—	—	–0,1	–5,9	20,8	16,3		
		2 – к	1,7	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,5	–0,1	–6,3	0,0	0,0			16,3	
		2 – к	1,5	–0,2	–11,8						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,4	–0,2	–12,5	0,2	16,7				27,1
		2 – к	1,2	–0,5	–29,4						
	средняя		1,5								

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,1	–	–	–0,4	–26,7	29,6	26,3
		2 – κ	1,5	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,3	0,2	18,2	0,0	0,0		38,7
		2 – κ	1,3	–0,2	–13,3				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,3	0,2	18,2	0,0	0,0		27,9
		2 – κ	1,3	–0,2	–13,3				
средняя			1,3						
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,6	–	–	0,0	0,0	17,3	11,2
		2 – κ	1,6	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,5	–0,1	–6,3	–0,1	–6,3		22,8
		2 – κ	1,6	0,0	0,0				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,5	–0,1	–6,3	0,1	7,1		18,6
		2 – κ	1,4	–0,2	–12,5				
средняя			1,5						
V, % по фактору А			23,8						

Степень влияния факторов распределена неравномерно: одни оказали большее влияние на сорта, другие – на гибриды (рисунок 15). Сортные особенности имели определяющее значение у гибридов (68,1 %), а у сортов наибольшее влияние оказало сочетание факторов – сортные особенности совместно с внесением удобрений (43,4 %).

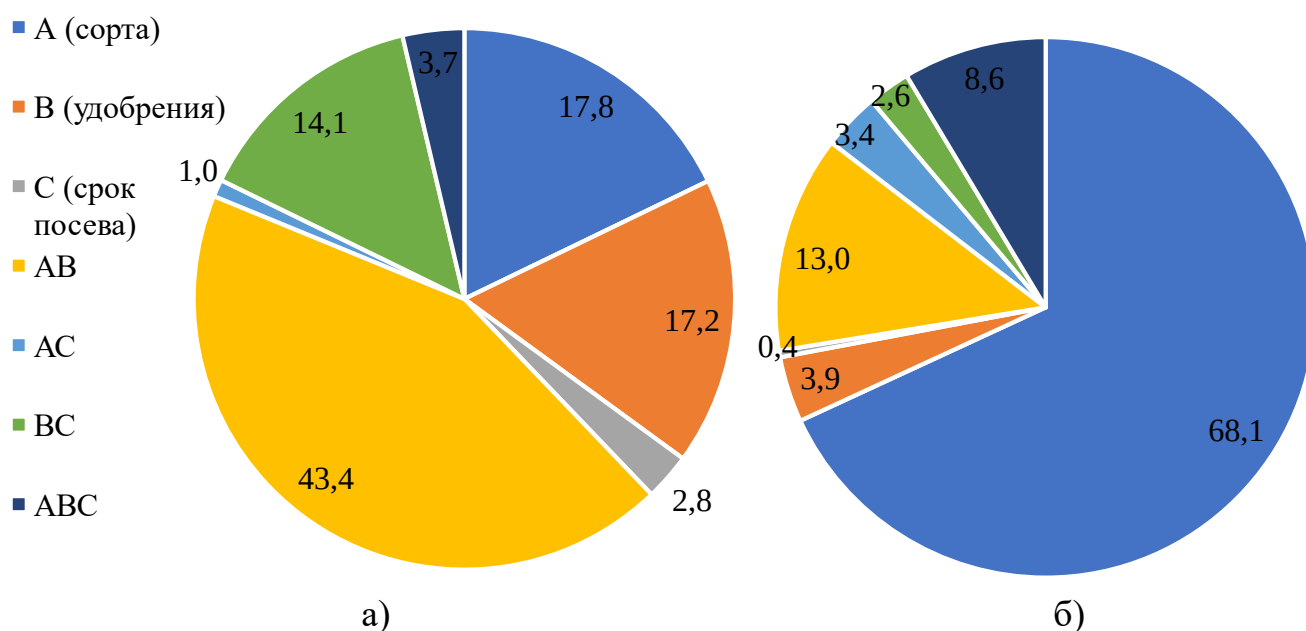


Рисунок 15 – Влияние факторов на количество початков у сортов и гибридов, (а – сорта, б – гибриды)

Заключение по главе 3

Таким образом, выяснено, что дополнительное внесение при посеве азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{20}P_{20}$ не оказало фактического влияния на длительность периода посев–восковая спелость как у сортов, так и у гибридов. Внесение же азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$ привело к увеличению продолжительности межфазных периодов, увеличивая сроки вегетации кукурузы. Это наблюдение согласуется с исследованиями других авторов (Демин, 2019).

Продолжительность периода посев–молочно-восковая спелость, когда рекомендуется убирать кукурузу на зеленую массу, у сортов Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 в условиях региона составляет 89,0–97,3 суток, у изучаемых гибридов Р 7515, Р 8521 и Р 7460 иностранной селекции – 109,7–119,0 суток в зависимости от срока посева и дозы минеральных удобрений.

Наиболее активное влияние на продолжительность межфазных периодов температура воздуха оказывает в начале вегетации ($r = 0,82–0,77 \%$).

При изучении влияния сроков посева (фактор С), доз минерального питания (фактор В) и особенностей сорта или гибрида кукурузы (фактор А) установлено, что наибольшее влияние на морфологические особенности у сортов оказывают агротехнические мероприятия (в среднем от 34,2 до 43,4 %), тогда как на гибриды наибольшее влияние оказывают сортовые особенности (58,2–86,0 %).

На высоту растения кукурузы и количество початков на нем оказывают влияние гидротермические условия вегетационного периода. Недостаток осадков и повышенная температура воздуха в июле негативно влияют на высоту растений, а теплая и влажная погода в июне во время закладки генеративных органов положительно повлияла на количество початков на растении.

Коэффициент вариации (V) по количеству листов был незначительным и составлял от 4,8 % до 7,0 %; по высоте прикрепления початка – средним и значительным (от 15,0 % до 25,4 %); по высоте растения – от незначительного до среднего (от 7,6 % до 19,5 %).

ГЛАВА 4 ВЛИЯНИЕ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СРОКОВ ПОСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И ЗЕРНА СОРТОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

4.1 Влияние различных доз минеральных удобрений и сроков посева на урожайность зеленой массы сортов и гибридов кукурузы

Увеличение в структуре посевных площадей в Российской Федерации, и в Хабаровском крае в частности, пашни под посевы кукурузы для кормовых целей обусловлено высокой урожайностью этой культуры и ее ценными продуктивными качествами, пригодностью использования на различные цели: силосование и зеленый корм, получение зернофуража. Тем не менее, в современных экономических условиях возникает потребность в усовершенствовании сортовых приемов повышения урожайности кукурузы. Урожайность зеленой массы и зерна кукурузы зависит от множества различных факторов, в том числе важную роль играют изучаемые в представленной работе факторы: минеральные удобрения, сроки посева, выбор сортов и гибридов для тех или иных целей в производстве кормов. Немаловажным фактором оценки сортов и гибридов является урожайность их зеленой массы, так как именно она используется в качестве корма для всех сельскохозяйственных животных как в свежем виде, так и в виде силоса и сенажа.

В гидротермических условиях региона максимальную зеленую массу сформировали гибриды Р 7515, Р 8521, Р 7460. В среднем за три года их урожайность достигала 40,0–46,0 т/га, что превысило стандартный гибрид Молдавский 215 АМВ на 15,7–21,7 т/га. Сорта Бирсу, Алитет 2 и Гуран 2 сформировали урожай зеленой массы на уровне 27,0–28,2 т/га. Сорт Гуран 2 превысил стандарт Бирсу на 1,2 т/га (таблица 11).

Смещение сроков посева не имело достоверного влияния на урожайность кукурузы. Но стоит отметить, что сорта и гибриды кукурузы по-разному реагировали на изменение сроков посева и увеличение дозы минеральных удобрений. Сорта Бирсу, Алитет 2 и Гуран 2 при внесении в ранний срок посева азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{20}P_{20}$ сформировали урожайность зеленой

массы соответственно на 5,6, 6,0 и 6,0 т/га выше контрольного варианта, где внесены фоном минеральные удобрения в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$. При внесении дополнительно этой же дозы в более поздний срок посева эффективность от них снижалась: прибавка зеленой массы у сортов составила 3,2, 4,6 и 3,7 т/га. Увеличение дозы азотно-фосфорного удобрения до $N_{40}P_{40}$ не обеспечило дальнейшего роста урожайности зеленой массы у изучаемых сортов кукурузы при посеве как в ранний, так и в более поздний срок посева.

Реакция изучаемых гибридов на дополнительное внесение минеральных удобрений при раннем и более позднем сроках посева различна. Так, урожай зеленой массы у гибрида Р 7515 возрастает при дополнительном внесении минеральных удобрений в дозе $N_{20}P_{20}$ и $N_{40}P_{40}$ на 3,4 и 3,5 т/га только при раннем сроке посева. При внесении этих же доз удобрений при посеве во второй срок урожайность зеленой массы у гибрида снижается на 2,5 и 5,3 т/га. При посеве в ранний срок на зеленую массу гибрида Р 8521 для реализации урожая необходимо внесение азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{40}P_{40}$, что обеспечивает получение дополнительно 3,5 т/га зеленой массы. При посеве во второй срок эффективность от дополнительного внесения минеральных удобрений в обеих дозах фактически одинаковая – 3,4 и 3,6 т/га. Максимальную урожайность зеленой массы у гибрида Р 7460 обеспечило дополнительное внесение при посеве во второй срок азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{20}P_{20}$, прибавка составила 9,2 т/га.

Изучение сроков посева сортов и гибридов кукурузы в почвенно-климатических условиях Хабаровского края доказало необходимость индивидуального подбора сроков. Стандартный сорт Бирсу и сорт Гуран 2 при внесении только основного минерального удобрения перед посевом в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ формируют максимальную зеленую массу при оптимальном втором сроке посева. Дополнительное внесение минерального удобрения при посеве способствует увеличению зеленой массы только при более раннем сроке посева. Сорт Алитет 2 наибольшую урожайность зеленой массы формирует во всех случаях при раннем сроке посева. У всех гибридов, кроме Р 7460, оптимальным сроком для формирования зеленой массы является 2 срок (таблица 11).

Таблица 11 – Урожайность зеленой массы сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и срока посева (2021–2023 гг.)

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Урожайность, т/га	Прибавка урожая			
				от дозы мин. уд.		от сроков посева	
				т/га	%	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	23,7	—	—	–1,5	–6,0
		2 – к	25,2	—	—		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	29,3	5,6	23,6	0,9	3,2
		2 – к	28,4	3,2	12,7		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	28,3	4,6	18,3	0,8	2,9
		2 – к	27,5	2,3	9,1		
	средняя	27,0					
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	26,4	—	—	1,3	5,2
		2 – к	25,1	—	—		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	32,4	6,0	22,7	2,7	9,1
		2 – к	29,7	4,6	18,3		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	28,6	2,2	8,3	1,3	4,8
		2 – к	27,3	2,2	8,8		
	средняя	28,2					
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	24,1	—	—	–1,1	–4,4
		2 – к	25,2	—	—		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	30,1	6,0	24,9	1,2	4,2
		2 – к	28,9	3,7	14,7		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	30,1	6,0	24,9	4,4	17,1
		2 – к	25,7	0,5	2,0		
	средняя	27,3					
НСР ₀₅ : А–2,30, В–2,30, С–1,88, АВ–3,99, АС–3,25, ВС–3,25, АВС–5,64							
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	22,3	—	—	–2,2	–9,0
		1	24,5	—	—		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	2 – к	21,7	–0,6	–2,7	–4,6	–17,5
		1	26,3	1,8	7,3		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	2 – к	26,6	4,3	19,3	2,1	8,6
		1	24,5	0,0	0,0		
	средняя	24,3					
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	43,1	—	—	–6,1	–12,4
		2 – к	49,2	—	—		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	46,5	3,4	7,9	–0,2	–0,4
		2 – к	46,7	–2,5	–5,1		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	46,6	3,5	8,1	2,7	6,2
		2 – к	43,9	–5,3	–10,8		
		средняя	46,0				

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	34,3	—	—	-2,1	-5,8
		2 – κ	36,4	—	—		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	34,6	0,3	0,9	-5,2	-13,1
		2 – κ	39,8	3,4	9,3		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	37,8	3,5	10,2	-2,2	-5,5
		2 – κ	40,0	3,6	9,9		
	средняя	37,2					
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	42,6	—	—	2,8	7,0
		2 – κ	39,8	—	—		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	41,8	-0,8	-1,9	-7,2	-14,7
		2 – κ	49,0	9,2	23,1		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	41,0	-1,6	-3,8	1,2	3,0
		2 – κ	39,8	0,0	0,0		
	средняя	42,3					
НСР ₀₅ : А– 4,47, В– 3,87, С–3,16, АВ–7,75, АС–6,33, ВС–5,48, АВС–10,46							

Урожайность зеленой массы кукурузы в основном зависит от высоты растений: чем выше растение, тем больше урожайность зеленой массы (рисунок 16), что подтверждается коэффициентами корреляции: в 2021 году $r = 0,81$; в 2022 году $r = 0,73$; в 2023 году $r = 0,77$.

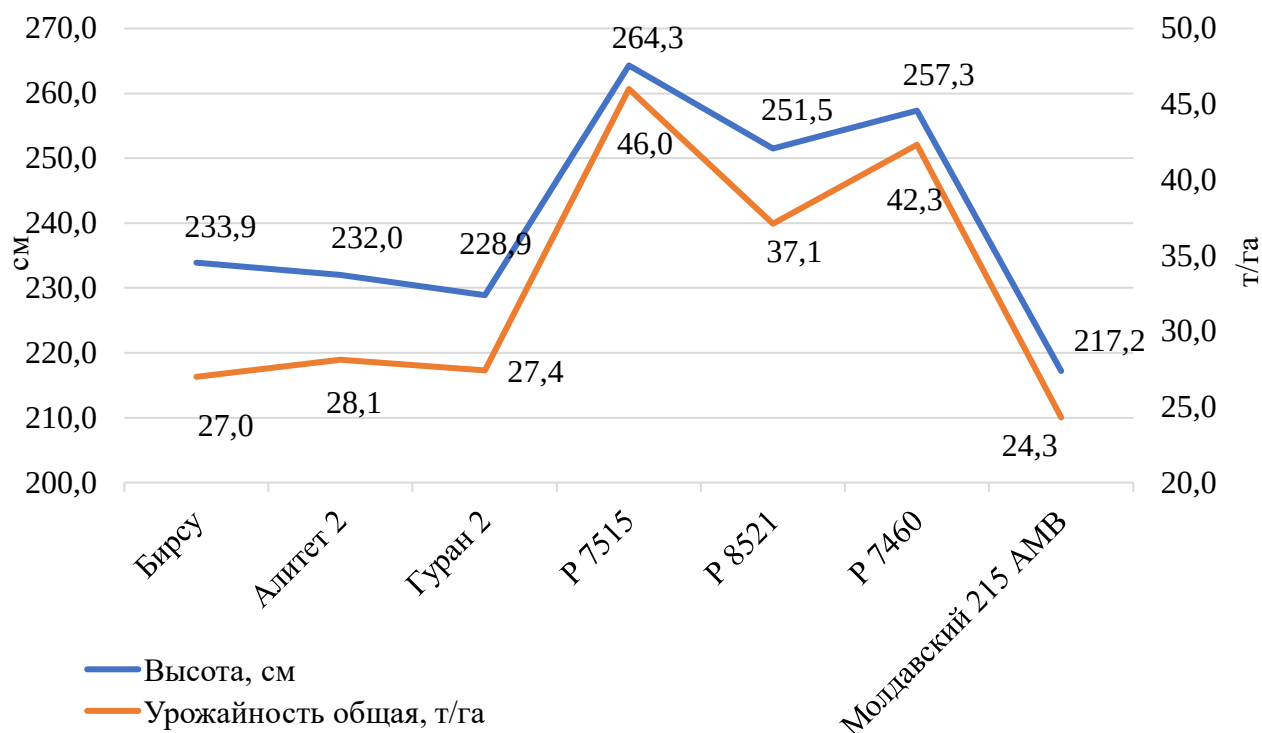


Рисунок 16 – Урожайность зеленой массы (т/га) и высота растений (см), среднее 2021–2023 гг.

При изучении влияния дополнительного внесения азота и фосфора, сроков посева в зависимости от сортовых особенностей растений доказано, что в большей степени урожайность зеленой массы кукурузы в Хабаровском крае зависит от дозы минеральных удобрений и сортовых особенностей, а в меньшей степени – от срока посева с разницей в 5 дней (рисунок 17).

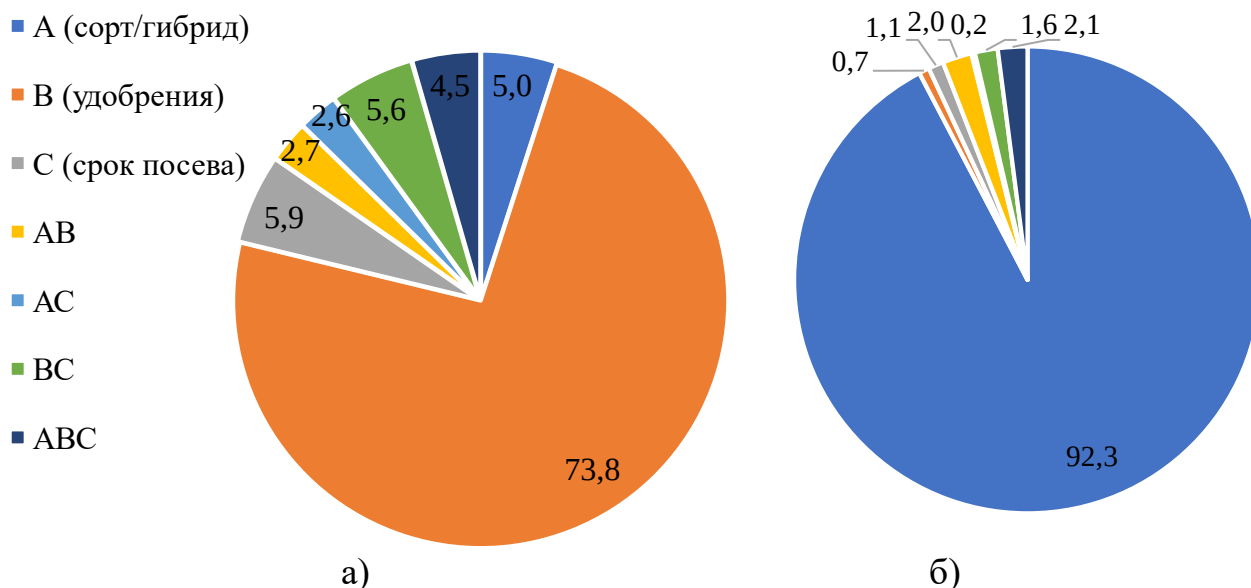


Рисунок 17 – Влияние факторов на урожайность зеленой массы по сортам и гибридам, %, (а – сорта, б – гибриды)

Так, по результатам математической обработки выявлено, что наибольшее влияние на урожайность зеленой массы сортов кукурузы оказало дополнительное внесение азота и фосфора при посеве – 73,8 %, тогда как урожайность зеленой массы у гибридов определялась сортовыми особенностями – 92,3 %, сроки посева имели минимальное значение.

Различия средних фактора В (удобрения) достоверны на уровне 5 % у сортов, а у гибридов различия средних фактора А (сорт/гибрид) достоверны на уровне 5 %. Совместное действие факторов носит аддитивный характер и у сортов, и у гибридов.

Таким образом, доказана необходимость индивидуального подбора сроков посева и дополнительных доз азота и фосфора для каждого сорта или гибрида. Сорта Бирсу и Гуран 2 формируют большую урожайность зеленой массы при внесении только основного удобрения $N_{90}P_{90}K_{90}$ при втором сроке посева. Однако

внесение дополнительных доз азота и фосфора способствует повышению урожайности при более раннем сроке посева.

У всех гибридов, за исключением Р 7460, оптимальным сроком посева для формирования повышенной зеленой массы является 2 срок посева.

4.2 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на урожайность початков сортов и гибридов кукурузы

Урожайность початков кукурузы является интегральным показателем эффективности применения различных агротехнических мероприятий.

В результате проведенных исследований выявлено, что изучаемые факторы оказывали различное влияние на формирование початков у сортов и гибридов (таблица 12, приложение Л). Максимальную урожайность початков в условиях лет исследований сформировали гибриды иностранной селекции. В среднем уровень урожайности початков у них достигал 19,2–23,2 т/га, что выше стандартного сорта Молдавский 215 АМВ на 7,6–11,6 т/га. Из изучаемых гибридов максимальный уровень урожайности получен у гибрида Р 7515, наименьший – у гибрида Р 8521. Наибольшей устойчивостью к динамично изменяющимся условиям окружающей среды обладает гибрид Р 7515, который сформировал наиболее стабильный урожай початков в годы исследований; разница между максимальным и минимальным уровнями урожайности составила 3,2 т/га. Наименьшая устойчивость отмечена нами у гибрида Р 8521, который сформировал урожай початков в благоприятных условиях 24,6 т/га и неблагоприятных – 14,8 т/га; разница составила 9,8 т/га. Смещение сроков посева на более ранние не обеспечило лучших условий для формирования урожая початков, максимальный их урожай сформировался у всех гибридов при контрольном сроке посева. Повышению уровня урожайности початков у гибридов способствует дополнительное внесение азотно-фосфорных удобрений. Следует отметить индивидуальную отзывчивость гибридов иностранной селекции на дозу удобрений и срок их внесения. Так, у гибрида Р 7515

дополнительное внесение удобрений при посеве обеспечивает прибавку урожая початков на 6,5 и 11,1 % только при раннем сроке посева. У гибрида Р 8521 повышение обеспеченности элементами минерального питания за счет внесения азотно-фосфорных удобрений способствует росту урожайности початков при их внесении как при раннем сроке посева, так и в оптимальные рекомендованные сроки, прибавка урожая составила 5,3–17,8 %. У гибрида Р 7460 достоверный рост урожайности початков получен только при внесении $N_{20}P_{20}$ при контрольном сроке посева.

В этих же условиях урожайность початков у сортов отечественной селекции составила 12,7–13,0 т/га. Максимальный за три года урожай початков получен у сорта Алитет 2. Сорт Гуран 2 сформировал урожай фактически на уровне стандартного сорта. При этом следует отметить его устойчивость к изменению гидротермических условий в годы исследований: разница в урожае составляла 1,3 т/га (таблица 12, приложение Л). Как и у гибридов, у сортов выявлена специфичность к изменению срока посева и дозам минеральных удобрений. Сорт Алитет 2 формирует наибольшую урожайность початков во всех случаях при раннем сроке посева, максимальный урожай получен при внесении основного удобрения в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$. Сорта Гуран 2 и Алитет 2 отзывчивы на ранние сроки посева. Максимальный уровень урожая сформировался при внесении азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{20}P_{20}$; прибавка составила, в зависимости от срока посева, 45,7–44,6 %.

Таблица 12 – Урожайность початков сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и срока посева (2021–2023 гг.)

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Урожайность, т/га	Прибавка урожая				
				от дозы мин. уд.		от сроков посева		
				т/га	%	т/га	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	11,5	—	—	–0,1	–0,9	
		2 – к	11,6	—	—			
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	13,2	1,7	14,8	0,0	0,0	
		2 – к	13,2	1,6	13,8			
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	13,1	1,6	13,8	–0,3	–2,2	
		2 – к	13,4	1,8	15,5			
	средняя		12,7					

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	13,0	–		2,5	23,8
		2 – к	10,5	–			
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	15,2	2,2	16,9	1,6	11,8
		2 – к	13,6	3,1	29,5		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	13,3	0,3	2,3	0,8	6,4
		2 – к	12,5	2,0	19,0		
средняя		13,0					
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	10,5	–		0,4	4,0
		2 – к	10,1	–			
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	15,3	4,8	45,7	0,7	4,8
		2 – к	14,6	4,5	44,6		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	13,9	3,4	32,4	1,5	12,1
		2 – к	12,4	2,3	22,8		
средняя		12,8					
НСР ₀₅ : А–1,10, В–1,10, С–0,90, АВ–1,90, АС–1,55, ВС–1,55, ABC–2,69							
Молдавский 215 AMB, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	11,3	–		–0,7	–5,8
		2 – к	12,0	–			
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	10,8	–0,5	–4,4	–1,2	–10,0
		2 – к	12,0	0,0	0,0		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	10,9	–0,4	–3,5	–1,5	–12,1
		2 – к	12,4	0,4	3,3		
средняя		11,6					
P 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	21,7	–	–	–3,5	–13,9
		2 – к	25,2	–	–		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	23,1	1,4	6,5	0,6	2,7
		2 – к	22,5	–2,7	–10,7		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	24,1	2,4	11,1	1,8	8,1
		2 – к	22,3	–2,9	–11,5		
средняя		23,2					
P 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	16,9	–	–	–1,7	–9,1
		2 – к	18,6	–	–		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	17,8	0,9	5,3	–3,3	–15,6
		2 – к	21,1	2,5	13,4		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	19,9	3,0	17,8	–0,9	–4,3
		2 – к	20,8	2,2	11,8		
средняя		19,2					
P 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	20,2	–	–	–0,6	–2,9
		2 – к	20,8	–	–		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	19,8	–0,4	–2,0	–4,0	–16,8
		2 – к	23,8	3,0	14,4		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	20,8	0,6	3,0	1,1	5,6
		2 – к	19,7	–1,1	–5,3		
средняя		20,9					
НСР ₀₅ : А–2,41, В–2,09, С–1,71, АВ–4,18, АС–3,41, ВС–2,95, ABC–5,91							

Уровень урожайности початков кукурузы связан с таким показателем структуры урожая, как масса одного початка. На рисунке 18 показано, что при увеличении массы одного початка кукурузы повышается и урожайность початков в целом. При этом коэффициент корреляции между этими показателями высокий и составил: в 2021 году – $r = 0,9$; в 2022 году – $r = 0,8$; в 2023 – $r = 0,8$.

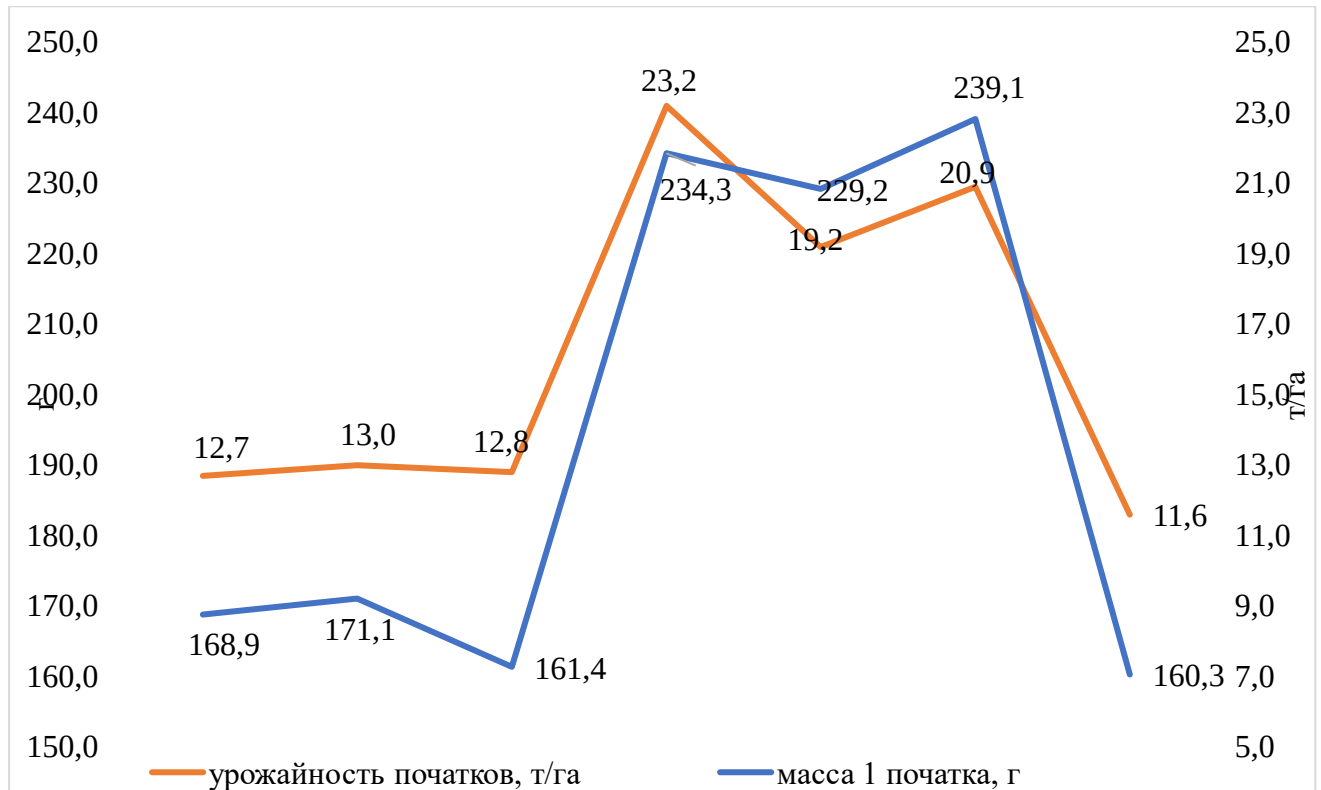


Рисунок 18 – Урожайность початков и масса 1 початка (2021–2023 гг.)

Оценка влияния факторов на урожайность початков кукурузы в гидротермических условиях Хабаровского края показала, что у гибридов иностранной селекции она определялась сортовыми особенностями, уровень влияния достиг 92,7 %, а у сортов отечественной селекции – дополнительным внесением азота и фосфора – 69,6 % (рисунок 19).

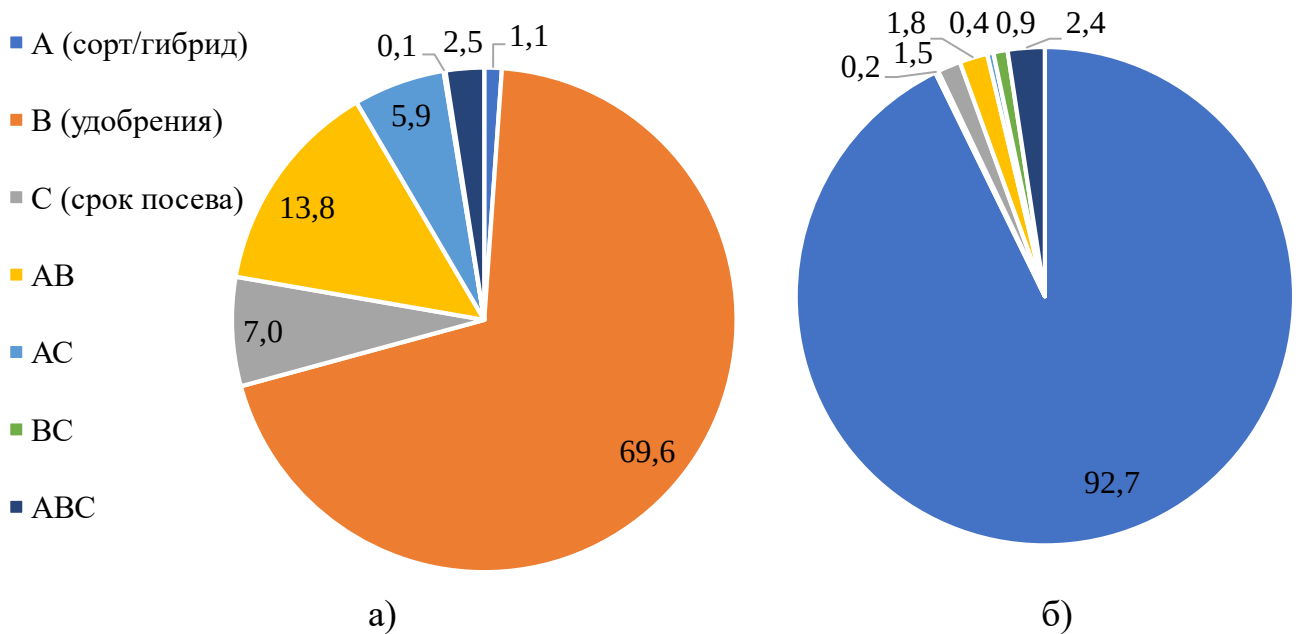


Рисунок 19 – Влияние факторов на урожайность початков по сортам и гибридам, %, (а – сорта, б – гибриды)

Уровень урожайности початков во многом определялся показателями структурных элементов (приложение М). Установлено, что при увеличении длины початка увеличивалось и количество зерен в ряду, и количество рядов в нем (рисунок 20).

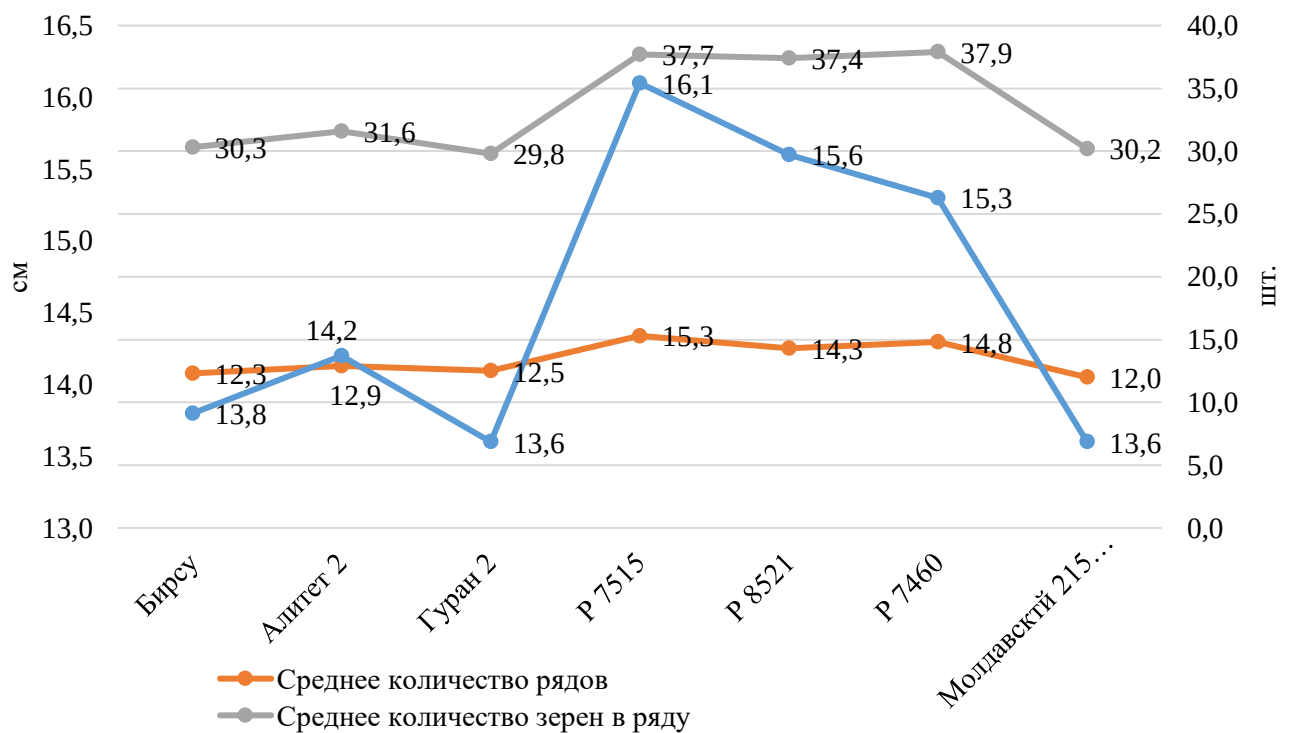


Рисунок 20 – Элементы структуры урожая по сортам/гибридам (2021–2023 гг.)

Таким образом, было выяснено, что на урожайность початков кукурузы влияют и система удобрений (у сортов до 69,9 %), и сортовые особенности (у гибридов до 92,7 %); на сроки посева каждый сорт и гибрид реагирует индивидуально.

4.3 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на урожайность зерна сортов и гибридов кукурузы

Одним из наиболее значимых показателей продуктивности кукурузы является урожайность зерна, поскольку именно его используют на кормовые цели как в необработанном виде, так и в качестве ингредиента для различных комбикормов для всех видов сельскохозяйственных животных.

Характер зависимости урожайности зерна у гибридов иностранной селекции и сортов отечественной селекции от изучаемых приемов идентичен урожайности початков у сортов и гибридов. Сравнительная оценка урожайности зерна сортов и гибридов показала, что в гидротермических условиях Хабаровского края она значительно выше у гибридов иностранной селекции. Если у сортов средняя урожайность зерна за годы исследований изменялась в пределах 10,1–10,8 т/га, то у гибридов иностранной селекции она была выше в 1,6–1,9 раза и достигала 16,0–19,8 т/га, что выше урожайности стандартного гибрида Молдавский 215 АМВ на 6,7–10,5 т/га.

Из изучаемых гибридов максимальной зерновой продуктивностью в условиях региона обладал гибрид Р 7515 (19,8 т/га), наименьшей – гибрид Р 8521 (16,0 т/га). Следует отметить, что гибрид Р 7515 в почвенно-климатических условиях Хабаровского края наиболее стабильно реализовал свой продуктивный потенциал. При неблагоприятных гидротермических условиях его урожайность зерна снижалась на 3,3 т/га по сравнению с оптимальными условиями вегетационного периода. У гибрида же Р 8521 эта разница была максимальной и достигала 8,0 т/га, у гибрида Р 7460 – 4,5 т/га (таблица 13, приложение Н).

Таблица 13 – Урожайность зерна сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и срока посева, в среднем за 2021–2023 гг.

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Урожайность, т/га	Прибавка урожая			
				от дозы мин. уд.		от сроков посева	
				т/га	%	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,3	—	—	–1,0	–9,7
		2 – к	10,3	—	—		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	9,9	0,6	6,5	–1,2	–10,8
		2 – к	11,1	0,8	7,8		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	9,3	0,0	0,0	–1,4	–13,1
		2 – к	10,7	0,4	3,9		
средняя	10,1						
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	10,7	—		0,7	7,0
		2 – к	10,0	—			
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,3	1,6	15,0	1,1	9,8
		2 – к	11,2	1,2	12,0		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	10,3	–0,4	–3,7	0,3	2,8
		2 – к	10,6	0,6	6,0		
средняя	10,9						
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,4	—		0,4	4,4
		2 – к	9,0	—			
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,1	2,7	28,7	–1,6	–11,7
		2 – к	13,7	4,7	52,2		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	10,0	0,6	6,4	0,5	5,3
		2 – к	9,5	0,5	5,6		
средняя	10,6						
НСР ₀₅ : А–0,86, В–10,5, С–1,49, АВ–1,05, АС–1,82, ВС–1,49, АВС–2,58							
Молдавски й 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	8,6	—		–1,4	–14,0
		2 – к	10,0	—			
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	9,4	0,8	9,3	–0,2	–2,1
		2 – к	9,6	–0,4	–4,0		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	8,2	–0,4	–4,7	–1,7	–17,2
		2 – к	9,9	–0,1	–1,0		
средняя	9,3						
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	17,4	—	—	–2,3	–11,7
		2 – к	19,7	—	—		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	20,1	2,7	15,5	–0,4	–2,0
		2 – к	20,5	0,8	4,1		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	20,8	3,4	19,5	0,7	3,5
		2 – к	20,1	0,4	2,0		
средняя	19,8						
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	13,7	—	—	–2,3	–14,4
		2 – к	16,0	—	—		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	15,9	2,2	16,1	–2,3	–12,6
		2 – к	18,2	2,2	13,8		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	17,0	3,3	24,1	1,6	10,4
		2 – к	15,4	–0,6	–3,8		
средняя	16,0						

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	13,7	–	–	–2,3	–14,4
		2 – κ	16,0	–	–		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	15,9	2,2	16,1	–2,3	–12,6
		2 – κ	18,2	2,2	13,8		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	17,0	3,3	24,1	1,6	10,4
		2 – κ	15,4	–0,6	–3,8		
	средняя	16,0					
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	16,7	–	–	0,3	1,8
		2 – κ	16,4	–	–		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	17,6	0,9	5,4	–4,3	–19,6
		2 – κ	21,9	5,5	33,5		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	19,0	2,3	13,8	0,2	1,1
		2 – κ	18,8	2,4	14,6		
	средняя	18,4					
НСР ₀₅ : А–2,06, В–1,78, С–1,46, АВ–2,3,57, АС–2,91, ВС–2,52, АВС–5,05							

Следует отметить, что гибриды иностранной селекции Р 7515, Р 8521 и Р 7460 при высоком уровне урожайности зерна по сравнению с контрольным гибридом Молдавский 215 АМВ не достигли полной спелости.

Реализации зерновой продуктивности гибридов способствовало дополнительное внесение азотно-фосфорного удобрения. Эффективность его внесения зависела как от срока посева, так и от сортовых особенностей растений. У гибридов Р 7515 и Р 8521 внесение азотно-фосфорных удобрений как в дозе N₂₀P₂₀, так и в дозе N₄₀P₄₀ обеспечило достоверную прибавку урожая зерна при раннем сроке посева: на 15,5–19,5 % и 16,1–24,1 % соответственно. У гибрида Р 7460 максимальная прибавка от их внесения была при посеве в контрольный срок – 33,5 и 14,6 %. Сдвиг сроков посева на более раннюю дату от контрольной не оказало существенного влияния на урожайность зерна. При посеве их по фоновому внесению минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₉₀ урожайность зерна снижалась на 0,3–2,3 т/га. Дополнительное внесение азотно-фосфорного удобрения в обеих изучаемых дозах при посеве гибрида Р 7515 повысило урожайность зерна на 2,0–3,5 %. У гибридов Р 8521 и Р 7460 прибавка зерна 10,4 % и 1,1 % получена при внесении N₄₀P₄₀ при посеве в ранний срок.

Из изучаемых сортов отечественной селекции максимальная зерновая продуктивность получена у сорта Алитет 2 – 10,8 т/га, что превысило уровень стандартного сорта на 7,9 %. Хотя сорт Гуран 2 по урожайности зерна превысил стандартный сорт Бирсу всего на 5,9 %, он обладает максимально стабильной реализацией продуктивного потенциала. Разница в урожайности зерна при формировании в крайне противоположных гидротермических условиях составляет 1,0 т/га, что в 2,5 раза ниже, чем у стандартного сорта. Для реализации сортового потенциала урожайности зерна каждый сорт нуждается в определенном уровне обеспеченности элементами минерального питания. Наибольшая прибавка урожая зерна от внесения азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{20}P_{20}$ получена у сорта Гуран 2 при посеве в контрольный срок и составила 52,2 %, при раннем сроке посева – 28,7 %. Повышение дозы до $N_{40}P_{40}$ не обеспечило дальнейшего роста урожайности. У сорта Алитет 2 максимальная прибавка урожая зерна получена при дополнительном внесении азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{20}P_{20}$ и составила, в зависимости от срока посева, 15,0–12,0 %. В отличие от гибридов, новые сорта – Алитет 2 и Гуран 2 – положительно реагировали на смещение срока посева на более раннюю дату от контрольной; дополнительно было получено от 0,3 т/га до 1,6 т/га зерна. У стандартного сорта Бирсу урожайность зерна снижалась при раннем сроке посева.

Урожайность зерна зависела также от такого показателя, как выход зерна. Выяснено, что при увеличении выхода зерна увеличивается и урожайность как в среднем по сортам/гибридам, так и по фонам минерального питания (рисунки 21, 22).

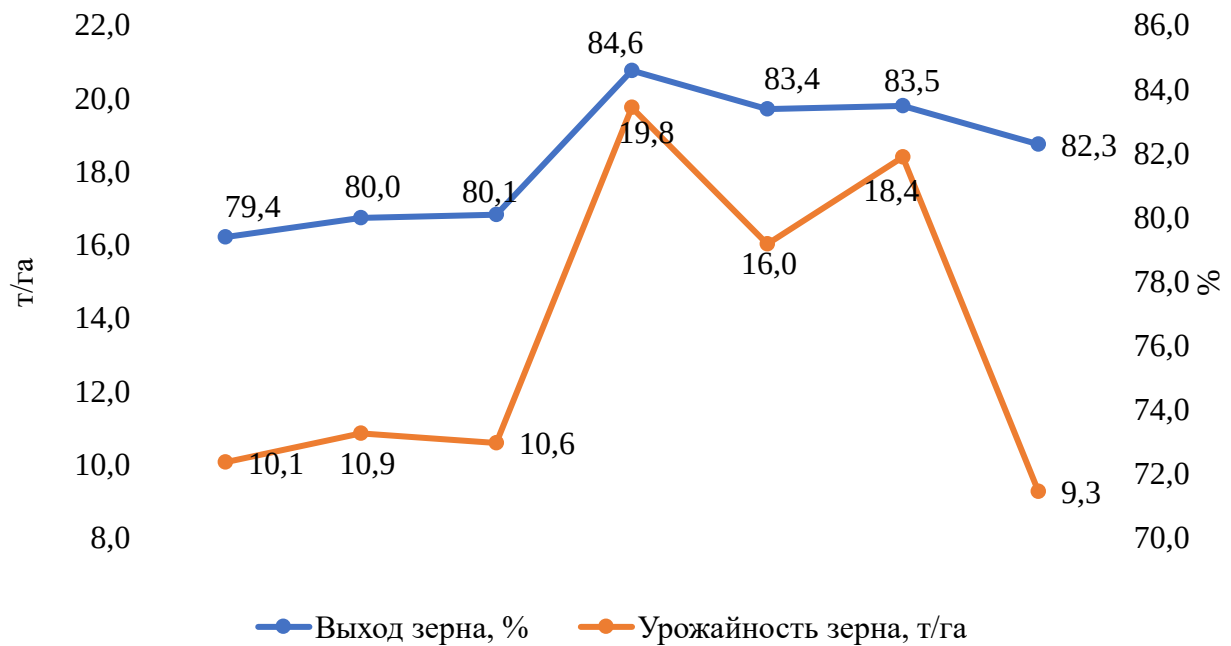


Рисунок 21 – Выход зерна и урожайность зерна сортов/гибридов кукурузы (2021–2023 гг.)

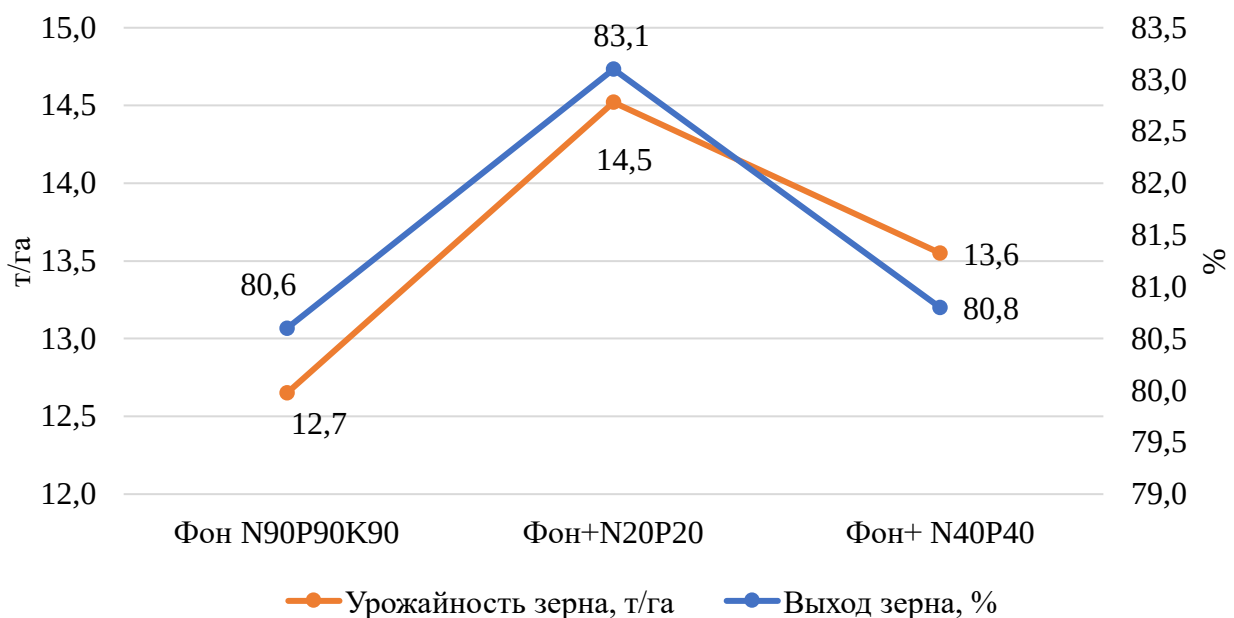


Рисунок 22 – Выход зерна и урожайность зерна кукурузы в зависимости от уровня питания (среднее 2021–2023 гг.)

Из всех изучаемых факторов наибольшее влияние на урожайность зерна 14 % влажности на сорта отечественной селекции оказало внесение удобрений (49,9 %), на гибриды иностранной селекции – сортовые особенности (90,3 %) (рисунок 23).

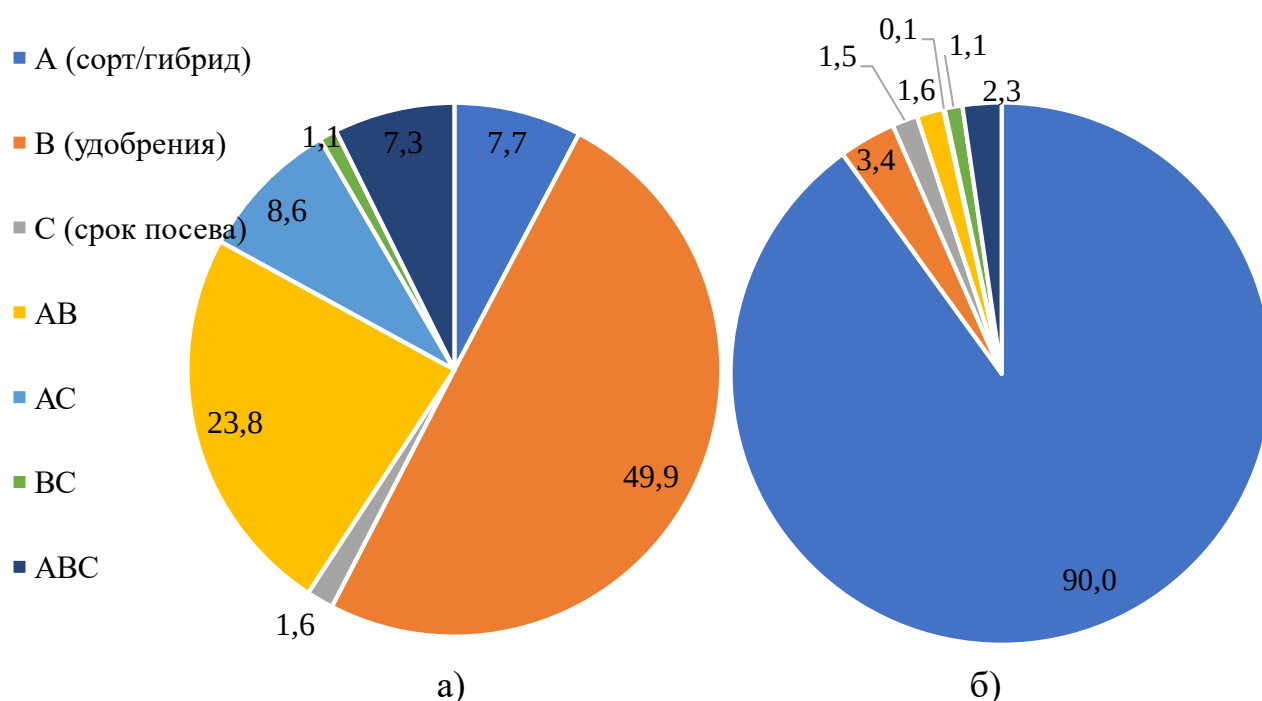


Рисунок 23 – Доля влияния факторов на урожайность зерна, %
(а – сорта, б – гибриды)

Дополнительное минеральное питание положительно сказалось на продуктивности посевов кукурузы, увеличив ее у сортов Бирсу до 7,8 %, Алитет 2 до 15,0 %, у Гуран 2 до 52,2 %, у гибридов Р 7515 – 19,5 %, Р 7460 – 33,5 %, Р 8521 – 24,1 %. Гибрид Молдавский 215 АМВ не показал значительной отзывчивости на изменение уровня минерального питания. Новые сорта – Алитет 2 и Гуран 2 положительно реагировали на смещение срока посева на более раннюю дату от контрольной (прибавка составила от 0,3 до 1,6 т/га зерна).

4.4 Влияние доз минеральных удобрений и сроков посева на массу 1000 зерен сортов и гибридов кукурузы

Масса 1000 зерен является одним из основных показателей качества зерна, отражающим количество полезного вещества, содержащегося в зерне, его выполненность и крупность. Крупное и выполненное зерно содержит больше питательных веществ. Этот показатель способен повлиять и на всхожесть семян: чем крупнее зерно, тем более дружные всходы можно ожидать. В первую очередь, этот показатель зависит от сортовых особенностей растения, уровня минерального

питания, агроклиматических условий текущего года и может незначительно отличаться от года к году. Кукурузное зерно начинает накапливать в себе крахмал, протеин, клетчатку и другие питательные вещества (макро- и микроэлементы) сразу после фазы цветения и до конца фазы полной спелости. В этот период растение нуждается в адекватной влажности, тепле и удобрениях.

Масса 1000 зерен у гибридов иностранной селекции и сортов отечественной селекции зависела от изучаемых приемов. Сравнительная оценка этого показателя сортов и гибридов показала, что в гидротермических условиях Хабаровского края она выше у сортов, чем у гибридов. Дополнительное внесение азота и фосфора в среднем за 3 года исследования показало, что масса 1000 зерен была выше, чем в контроле: у сортов – на 9,4–13,5 г, у гибридов – на 0,7–13,2 г.

Если средняя масса 1000 зерен за годы исследований составляла у сортов Гуран 2 (251,3 г) и Алитет 2 (252,6 г), то у гибридов иностранной селекции она была ниже и варьировала от 226,1 г у стандартного гибрида Молдавский 215 АМВ до 252,2 г у Р 8521 г.

Из изучаемых гибридов максимальной массой 1000 зерен обладал гибрид Р 8521 – 252,2 г, наименьшей – гибрид Р 7460 – 246,7 г. Следует отметить, что для всех сортов и гибридов, кроме стандарта Молдавский 215 АМВ, наиболее благоприятными были 2022 и 2023 годы, когда гидротермические условия способствовали накоплению питательных веществ в зерне, а в 2021 году отмечена наименьшая масса 1000 зерен по всем вариантам (приложение П).

Дополнительное внесение азотно-фосфорного удобрения способствовало повышению массы 1000 зерен у гибридов. Эффективность от их внесения зависела как от срока посева, так и от сортовых особенностей. У гибрида Р 7515 внесение азотно-фосфорных удобрений как в дозе $N_{20}P_{20}$, так и в дозе $N_{40}P_{40}$ обеспечило увеличение массы 1000 зерен на первом сроке посева на 2,9 % и 10,3 %, соответственно. У гибрида Р 8521 повышение этого показателя было на контрольном сроке посева при внесении дополнительных доз азота и фосфора в дозах $N_{20}P_{20}$ и $N_{40}P_{40}$, превысив на 9,1 % и 9,6 % соответственно контрольный

вариант. Гибрид Р 7460 дал прибавку по массе 1000 зерен только при внесении азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$ на 1,3 % при обоих сроках посева.

Из изучаемых сортов отечественной селекции максимальная масса 1000 зерен отмечена у сорта Алитет 2 – 256,2 г, что незначительно превысило уровень стандартного сорта (на 0,62 %). Гуран 2 также незначительно превысил стандарт в среднем по сортам. У сортов Бирсу и Алитет 2 отмечено повышение массы 1000 зерен на контрольном уровне питания в зависимости от внесения дополнительных доз азота и фосфора: в дозе $N_{20}P_{20}$ – на 7,3 % и 2, %, а $N_{40}P_{40}$ – на 9,0 и 6,3 %. У сорта Алитет 2 лучшие показатели отмечены при первом сроке посева при внесении азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ на 17,1 % и дозе $N_{40}P_{40}$ – на 11,3 % (таблица 14).

Таблица 14 – Масса 1000 зерен сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и срока посева, г, в среднем за 2021–2023 гг.

[illegible]

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	225,0	–	–	3,3	1,5
		2 – к	221,7	–	–		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	228,3	3,3	1,5	0,0	0,0
		2 – к	228,3	6,6	3,0		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	223,3	–1,7	–0,8	–6,7	–2 ,9
		2 – к	230,0	8,3	3,7		
	средняя	226,1					
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	244,7	–	–	11,4	4,9
		2 – к	233,3	–	–		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	251,7	7,0	2,9	18,4	7,9
		2 – к	233,3	0,0	0,0		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	270,0	25,3	10,3	8,3	3,2
		2 – к	261,7	28,4	12,2		
	средняя	249,1					
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	243,3	–	–	6,6	2,8
		2 – к	236,7	–	–		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	250,0	6,7	2,8	–8,3	–3 ,2
		2 – к	258,3	21,6	9,1		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	265,0	21,7	8,9	3,3	1,3
		2 – к	261,7	25,0	10,6		
	средняя	252,2					
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	246,7	–	–	–8,3	–3,3
		2 – к	255,0	–	–		
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	235,0	–11,7	–4,7	0,0	0,0
		2 – к	235,0	–20,0	–7,8		
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	250,0	3,3	1,3	–8,3	–3,2
		2 – к	258,3	3,3	1,3		
	средняя	246,6					

Влияние каждого фактора по отдельности на массу 1000 зерен сортов и гибридов соответствовало тенденции по урожайности кукурузы (рисунок 24).

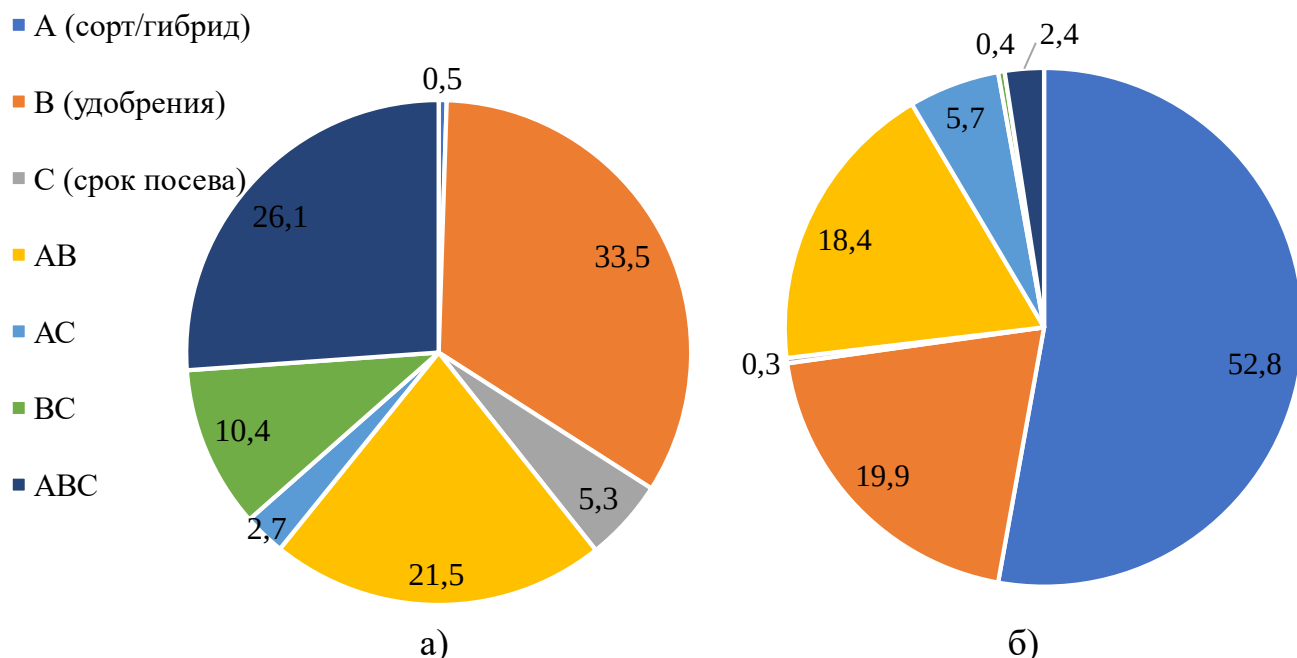


Рисунок 24 – Доля влияния факторов на массу 1000 зерен, %
(а – сорта, б – гибриды)

На сорта селекции ДВ НИИСХ особое влияние оказали удобрения (33,5 %) и сочетание всех трех факторов (26,1 %), на гибриды иностранной селекции – сортовые особенности (52,8 %) и удобрения (19,9 %). Сроки посева оказали минимальное влияние как на сорта, так и на гибриды.

Таким образом, выявлено, что масса 1000 зерен в гидротермических условиях Хабаровского края повышается у сортов и гибридов в зависимости от внесения дополнительных доз азота и фосфора, смещение сроков посева не приводит к значительным изменениям по этому показателю.

4.5 Вынос питательных веществ с урожаем

Вынос питательных веществ за 3 года имел прямую зависимость от урожайности зерна и наличия этих веществ в нем. Наибольший показатель выноса был у Р 7515 и Р 7460 (таблица 15). В среднем по сортам наибольший вынос фосфора отмечен у Алитет 2 (4,54 т/га), азота у Гуран 2 (16,46 т/га) и калия у Алитет 2 (3,63 т/га). Гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 выносили значительно больше фосфора: от 5,54 до 6,64 т/га, азота – 17,40–21,47 т/га, калия – 6,05–7,61 т/га.

Корреляционный анализ это доказал: коэффициент корреляции по азоту $r=0,95$, по фосфору $r=0,89$, по калию $r=0,96$, что указывает на прямую зависимость выноса веществ от урожайности зерна.

Таблица 15 – Вынос веществ с урожаем зерна кукурузы (2021– 2023 гг.)

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Вынос питательных веществ, т/га		
			фосфор	азот	калий
1	2	3	4	5	6
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	3,95	12,83	2,99
		2 – к	4,06	14,88	2,89
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	3,96	15,60	3,12
		2 – к	4,27	16,02	3,52
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	3,77	13,80	3,06
		2 – к	4,02	15,06	3,41
	средняя		4,01	14,70	3,17
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	4,62	15,74	3,53
		2 – к	3,96	14,93	3,62
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	5,31	17,87	4,14
		2 – к	4,24	16,02	3,49
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	4,34	15,78	3,54
		2 – к	4,77	16,33	3,48
	средняя		4,54	16,11	3,63
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	3,65	13,16	3,09
		2 – к	3,64	14,44	2,50
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	4,84	17,01	3,81
		2 – к	6,35	22,94	4,35
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	4,51	16,07	3,73
		2 – к	4,03	15,13	3,23
	средняя		4,50	16,46	3,45
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	3,35	11,18	2,85
		2 – к	3,82	13,48	3,48
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	3,84	13,43	3,36
		2 – к	3,72	12,49	3,40
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	3,44	10,50	3,02
		2 – к	3,96	14,65	3,37
	средняя		3,69	12,62	3,25
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	5,81	18,83	6,09
		2 – к	6,61	20,47	7,12
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	7,07	21,43	8,10
		2 – к	7,66	22,32	8,55
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	7,67	23,51	7,50
		2 – к	6,82	21,60	8,32
	средняя		6,94	21,36	7,61

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	5,81	18,83	6,09
		2 – к	6,61	20,47	7,12
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	7,07	21,43	8,10
		2 – к	7,66	22,32	8,55
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	7,67	23,51	7,50
		2 – к	6,82	21,60	8,32
	средняя		6,94	21,36	7,61
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	3,23	15,01	3,81
		2 – к	5,28	17,28	5,28
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	5,80	17,38	6,21
		2 – к	6,66	17,87	6,66
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	6,65	19,49	7,54
		2 – к	5,66	17,39	6,82
	средняя		5,54	17,40	6,05
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	5,81	18,35	6,81
		2 – к	5,81	18,35	6,81
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	6,35	19,56	6,80
		2 – к	7,88	27,84	7,88
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	7,06	22,16	6,42
		2 – к	6,95	22,59	5,82
	средняя		6,64	21,47	6,75

В среднем по сортам наибольший вынос фосфора отмечен у сорта Алитет 2 (4,54 т/га), азота – у Гуран 2 (16,46 т/га) и калия – у Алитет 2 (3,63 т/га). Гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 выносили значительно больше фосфора: от 5,54 до 6,64 т/га, азота – 17,40–21,47 т/га, калия – 6,05–7,61 т/га.

Таким образом, доказана прямая зависимость выноса азота, фосфора и калия от урожайности сортов и гибридов кукурузы. Наибольший вынос питательных веществ наблюдался при питании с дополнительным внесением N₂₀P₂₀.

4.6 Элементы структуры урожая сортов и гибридов кукурузы

Структура урожая кукурузы является важным показателем, поскольку определяет урожайность одного растения. Сортные особенности растений кукурузы и условия выращивания, в том числе и система удобрений, являются определяющими показателями структуры урожая: масса одного початка, выход

зерна, количество рядов зерен в початке, количество зерен в ряду, количество зерен в початке, длина початка, масса 1000 зерен (таблица 16, приложение М).

Таблица 16 – Элементы структуры урожая кукурузы, среднее 2021–2023 гг.

Сорт/гибрид	1000 зерен, г	Длина початка, см	Количество, шт.			Выход зерна, %	Масса 1 початка, г
			рядов	зерен в ряду	семян в початке		
Бирсу	251,1	15,6	12,3	30,3	374,6	79,4	168,9
Алитет 2	252,6	16,1	12,8	31,5	404,3	82,8	172,3
Гуран 2	252,6	15,3	12,5	29,8	372,1	79,0	161,4
Р 7515	248,1	15,9	14,8	37,1	549,0	82,2	237,1
Р 8521	249,1	17,0	15,3	37,7	575,4	84,6	234,3
Р 7460	252,5	16,6	14,3	37,4	536,0	83,4	229,2
Молдавский 215 АМВ	226,1	14,8	12,0	30,2	362,5	82,3	160,3

В результате проведенных исследований получены данные по элементам структуры урожая, характеризующие формирование урожайности кукурузы. Выяснено, что размер и строение початков кукурузы изменялись по сортовым особенностям: у гибридов Р 8521, Р 7460 и Р 7515 початок был больше на 15,6–18,5 см, чем у сортов селекции ДВ НИИСХ (14,3–16,9 см), а Молдавский 215 АМВ имел наименьшие початки (14,3–15,6 см). Сорта селекции ДВ НИИСХ уступали гибридам Р 7515, Р 8521, Р 7460, но превышали Молдавский 215 АМВ.

Таким образом, комплексный анализ элементов структуры урожая подтверждает, что гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 обладают более высоким потенциалом продуктивности за счет формирования более крупных и многозерных початков. Сорта селекции ДВ НИИСХ, хотя и уступают гибридам, демонстрируют конкурентоспособные показатели по сравнению с Молдавским 215 АМВ, особенно сорт Алитет 2, который выделяется среди сортов по ряду ключевых параметров. Эти данные подчеркивают важность выбора подходящего сорта или гибрида для конкретных агроклиматических условий, а также подтверждают значимость оптимизации системы удобрений для максимальной реализации генетического потенциала растений.

Заключение по главе 4

Таким образом, в настоящем исследовании было установлено, что дополнительное внесение азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ в условиях Хабаровского края является наиболее оптимальным для реализации потенциала урожайности сортов и гибридов кукурузы. На урожайность кукурузы повлияли как сортовые особенности, так и система удобрений. Сорт Алитет 2 показал наилучший результат в условиях Хабаровского края среди сортов, среди гибридов лучшим был Р 7515.

Смещение сроков посева не имело достоверного влияния на урожайность кукурузы. Но стоит отметить, что сорта Бирсу, Алитет 2 и Гуран 2 при внесении в ранний срок посева дополнительно азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ сформировали урожайность зеленой массы соответственно на 5,6, 6,0 и 6,0 т/га выше контрольного варианта, что составляет 23,6 %, 22,7 % и 24,9 %. У всех гибридов, за исключением Р 7460, оптимальным сроком посева для формирования повышенной зеленой массы является 2 срок посева. Прибавки урожая в среднем отмечены по дозе $N_{20}P_{20}$ до 14,4 %, по дозе $N_{40}P_{40}$ до 17,8 %.

Дополнительное минеральное питание положительно сказалось на продуктивности зерна посевов кукурузы, увеличив ее у Бирсу до 7,8 %, у Алитет 2 до 15,0 %, у Гуран 2 до 52,2 %, у гибридов: Р 7515 – 19,5 %, Р 7460 – 33,5 %, Р 8521 – 24,1 %. Гибрид Молдавский 215 АМВ не показал значительной отзывчивости на изменение уровня минерального питания. Новые сорта – Алитет 2 и Гуран 2 положительно реагировали на смещение срока посева на более раннюю дату от контрольной (прибавка от 0,3 до 1,6 т/га зерна).

Сорта селекции ДВ НИИСХ Гуран 2 и Алитет 2 формируют урожайность зерна полной спелости до 13,7 т/га и 12,3 т/га, а урожайность зеленой массы – на уровне 30,1 т/га и 32,4 т/га; гибриды иностранной селекции Р 7515, Р 8521 и Р 7460 урожайность зеленой массы до 46,7 т/га, 40,0 т/га, 49,0 т/га, а зерна восковой спелости – 20,8 т/га, 18,2 т/га и 21,9 т/га.

Наибольшее влияние на урожайность сортов оказало внесение дополнительного фосфора и азота от 49,9 % до 73,8 %, в то время как на гибриды

основное влияние оказали сортовые особенности от 90,0 % до 92,70 %, сроки посева не имели достоверного значения как у сортов, так и у гибридов. Различия средних фактора В (удобрения) по сортам достоверны на уровне 5 %, у гибридов – фактора А (сорт/гибрид).

Урожайность зеленой массы кукурузы коррелировала с высотой растений: коэффициент корреляции составил в 2021 году – $r=0,81$, в 2022 году $r=0,73$, в 2023 – $r=0,77$. Урожайность зерна повышалась за счет выхода зерна. Коэффициент корреляции составил $r=0,84$.

Вынос питательных веществ в среднем по 3 годам имел прямую зависимость от урожайности зерна и наличия этих веществ в зерне. Коэффициент корреляции по азоту $r=0,95$, по фосфору $r=0,89$, по калию $r=0,96$.

ГЛАВА 5 ВЛИЯНИЕ ДОЗ УДОБРЕНИЙ И СРОКОВ ПОСЕВА НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

Повышение качества продукции растениеводства достигается разработкой и оптимизацией технологии возделывания. Продукцией при выращивании кукурузы являются зеленая масса и зерно, которые используются в Хабаровском крае для нужд кормопроизводства (заготовка силоса, зернофуража, составная часть комбикормов и др.). Кукурузе принадлежит ведущая роль в создании крепкой кормовой базы для всех видов сельскохозяйственных животных и, как следствие, продуктов питания для человека. Питательные вещества любого корма – это его составные компоненты, которые используются для поддержания жизни животных. Питательность кормов определяется на основании их химического состава: содержание сухого вещества, сырой золы, клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ. В качестве основного показателя энергетической питательности используют величину концентрации обменной энергии. Минеральные вещества также играют важную роль в питании животных, хоть и не несут особенной питательной ценности. Получают их животные из растительной пищи, поэтому недостаток макроэлементов в почве приводит к получению кормов низкого качества. В Дальневосточном регионе и в Хабаровском крае, в частности, продукция растениеводства имеет меньшую питательную ценность, чем в среднем по стране (Старикова, 1984; Нормы, рационы, корма и кормление сельскохозяйственных животных в зоне Дальнего Востока, 1991).

Для решения этой проблемы необходимо совершенствовать приемы возделывания кукурузы за счет регулирования доз минеральных удобрений и правильного подбора сортов или гибридов, отвечающих нуждам сельхозпроизводителей.

Анализ кукурузного зерна выполнен автором самостоятельно в лаборатории ДВ НИИСХ по общепринятым методикам и ГОСТам. Определены следующие показатели: содержание сырого протеина, азота, фосфора, калия, сырой клетчатки, сырой золы. Расчетным методом определены показатели питательности зерна и

зеленой массы кукурузы: концентрация обменной энергии, кормовые единицы, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), переваримый протеин (в зерне).

5.1 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание сухого вещества в зерне сортов и гибридов кукурузы

Кукурузное зерно используют как фураж, так и для производства различных комбикормов. От его качества зависят показатели продуктивности животных. Содержание сухого вещества в зерне кукурузы (СВ) должно составлять около 87 % (Справочные таблицы по кормлению животных, 2017).

По результатам настоящего исследования установлено, что при дополнительном внесении азота и фосфора повышается содержание сухого вещества в зерне кукурузы. По средним показателям за 3 года исследования происходит постепенное увеличение сухого вещества у сортов отечественной селекции с 84,34 % до 85,69 % при увеличении дозы азота и фосфора на фоновое удобрение, тогда как у гибридов с 85,11 % до 85,51 %.

В 2021 году наименьшее количество сухого вещества отмечено у гибрида Р 8515 – 78,87 % на уровне минерального питания с внесением $N_{40}P_{40}$ второго срока посева, а максимальный показатель отмечен у гибрида Р 7515 – 88,95 % на питании с внесением азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ второго срока посева (приложение С).

Гибриды и сорта по-своему реагировали на внесение различных доз азота и фосфора и смещение сроков посева. Так сорта Бирсу и Алиете 2 показали большую прибавку сухого вещества при внесении азотно-фосфорных удобрений при более раннем сроке посева – 3,0 % и 2,5 % соответственно, а сорт Гуран 2 дал большую прибавку при внесении дополнительной дозы $N_{20}P_{20}$ при контрольном сроке посева, а при внесении $N_{40}P_{40}$ при более раннем посеве (таблица 17).

Гибрид Молдавский 215 АМВ реагировал на внесение дополнительных доз азота и фосфора только при раннем сроке посева: при внесении $N_{20}P_{20}$ повышение сухого вещества составило 3 %, при внесении $N_{40}P_{40}$ – 1,1 % повышение сухого вещества. Гибрид Р 7515 незначительно отзывчив (0,1–0,7 %) только на

дополнительное внесение азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$. У гибрида Р 8521 отмечено большее влияние при внесении азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{40}P_{40}$ при раннем сроке посева. Гибрид Р 7460 показал отрицательную и незначительную реакцию на агротехнические мероприятия. Однако при средних расчетах по всем гибридам он показал наилучшие результаты – 86,1 % (таблица 17).

Таблица 17 – Содержание сухого вещества в зерне сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и сроков посева (2021–2023 гг.)

[illegible]

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	85,8	–	–	–0,3	–0,3	2,6	2,7
		2 – к	86,1	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	85,9	0,1	0,1	–0,8	–0,9		3,1
		2 – к	86,7	0,6	0,7				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	85,2	–0,6	–0,7	–0,2	–0,2		2,2
		2 – к	85,4	–0,7	–0,8				
	средняя			85,9					
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	84,0	–	–	–0,6	–0,8	3,3	3,1
		2 – к	84,6	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	85,0	1,0	1,2	0,1	0,1		3,0
		2 – к	85,0	0,3	0,4				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	86,9	2,9	3,5	3,3	4,0		4,3
		2 – к	83,6	–1,1	–1,3				
	средняя			84,8					
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	86,2	–	–	0,0	0,0	3,2	3,9
		2 – к	86,2	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	86,0	–0,2	–0,2	0,4	0,4		2,9
		2 – к	85,7	–0,6	–0,6				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	86,4	0,2	0,2	0,5	0,6		3,4
		2 – к	85,9	–0,3	–0,4				
	средняя			86,1					
V, % по фактору А			3,4						

п.п.* – процентный пункт

При оценке влияния факторов на сорта и гибриды установлено, что на содержание сухого вещества в зерне наибольшее влияние оказали сортовые особенности – 34,63 % и уровень минерального питания – 15,88 %, а также взаимодействие трех факторов – 19,78 %. Сроки посева не оказали определяющего влияния на этот показатель (рисунок 25).

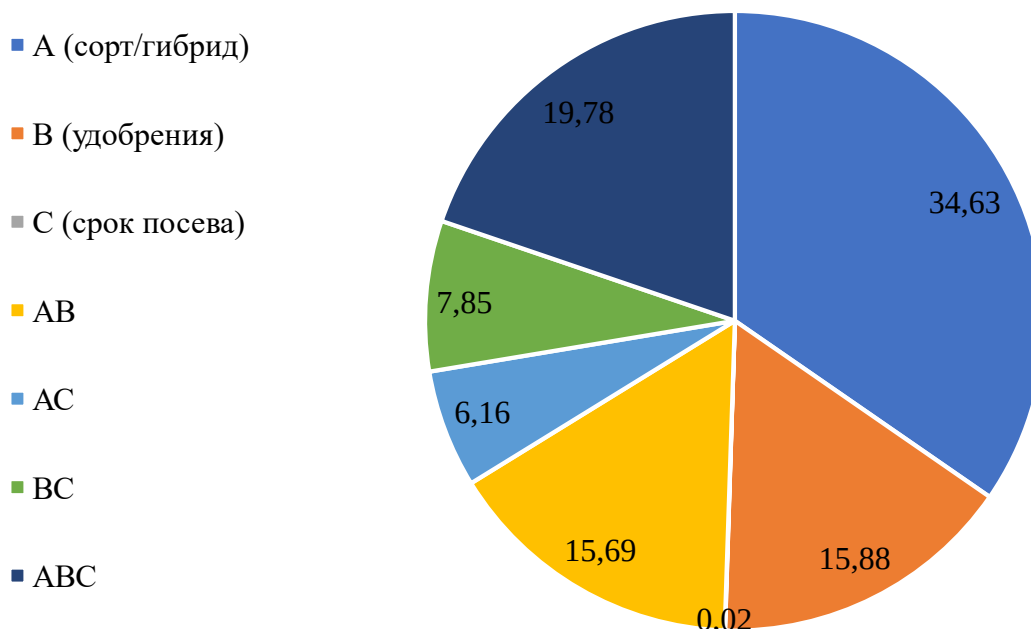


Рисунок 25 – Доля влияния факторов на содержание сухого вещества в зерне кукурузы, %

Таким образом, у сортов селекции ДВ НИИСХ выявлена зависимость содержания сухого вещества в зерне кукурузы от уровня минерального питания: с повышением дозы азота и фосфора увеличивалась доля СВ в зерне.

5.2 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание фосфора в сухом веществе зерна сортов и гибридов кукурузы

Фосфор является важным макроэлементом в питании животных, так как с его обменом связаны важнейшие функции живого организма. Наравне с кальцием он участвует в формировании костной ткани. Примерно 80 % фосфора приходится на содержание в костной ткани, 20 % – в остальных тканях.

Содержание фосфора в сухом веществе зерна кукурузы, по справочным таблицам, находится около 0,31 % (Справочные таблицы по кормлению сельскохозяйственных животных, 2017).

По результатам исследования установлено, что увеличение дозы азота и фосфора повышало уровень фосфора в сухом веществе зерна. Данные исследований в среднем за 3 года выявили, что наибольшее содержание изучаемого элемента отмечено при уровне питания с внесением $N_{40}P_{40}$ и составило 0,50 % у

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,50	–	–	0,04	9,56	17,0	18,5
		2 – к	0,45	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,50	0,01	1,34	–0,02	–3,82		18,6
		2 – к	0,52	0,07	15,44				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,49	0,01	–0,67	–0,03	–5,13		15,8
		2 – к	0,52	0,07	14,71				
средняя			0,50						
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,46	–	–	–0,02	–4,83	20,3	26,0
		2 – к	0,48	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,47	0,01	2,90	–0,06	–11,80		23,3
		2 – к	0,54	0,05	11,03				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,52	0,06	12,32	–0,01	–2,52		12,6
		2 – к	0,53	0,05	9,66				
средняя			0,50						
V, % по фактору А			18,65						
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,47	–	–	0,02	4,41	22,2	19,3
		2 – к	0,45	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,48	0,01	1,41	0,02	3,60		26,7
		2 – к	0,46	0,01	2,21				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,50	0,03	5,63	0,03	5,63		23,0
		2 – к	0,47	0,02	4,41				
средняя			0,47						
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,41	–	–	0,02	4,27	20,9	25,0
		2 – к	0,39	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,41	0,00	0,00	–0,02	–4,69		21,3
		2 – к	0,43	0,04	9,40				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,45	0,04	9,84	0,04	8,94		19,5
		2 – к	0,41	0,02	5,13				
средняя			0,41						
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,28	–	–	–0,11	–27,35	31,9	45,5
		2 – к	0,39	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,43	0,15	52,94	0,01	2,36		26,0
		2 – к	0,42	0,03	8,55				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,45	0,16	57,65	0,00	0,75		24,4
		2 – к	0,44	0,05	13,68				
средняя			0,40						
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,41	–	–	0,00	0,00	17,1	9,5
		2 – к	0,41	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,42	0,01	2,44	0,00	0,00		20,8
		2 – к	0,42	0,01	2,44				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,44	0,03	8,13	0,01	3,10		20,6
		2 – к	0,43	0,02	4,88				
средняя			0,42						
V, % по фактору А			24,63						

п.п.* – процентный пункт

По данным математической обработки, на содержание фосфора в зерне кукурузы наибольшее влияние оказали индивидуальные особенности сортов и гибридов (61,9 %) и дозы азотно-фосфорных удобрений (13,1 %) (рисунок 26). Различия средних фактора А (сорт/гибрид) и В (удобрения) статистически достоверны на 5 %-ном уровне значимости.

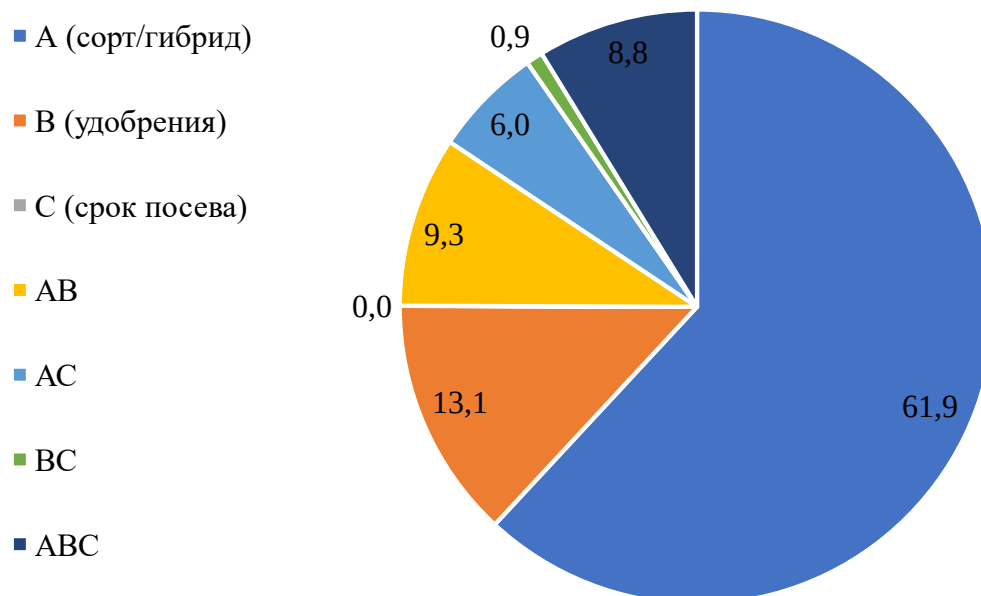


Рисунок 26 – Влияние факторов и их взаимодействия на содержание фосфора в зерне кукурузы, %

Таким образом, при дополнительном внесении фосфора повышалось его содержание в зерне кукурузы в среднем по сортам и гибридам: в вариантах с дополнительным внесением азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ – на 5,6 % и 7,9 %, а в дозе $N_{40}P_{40}$ – на 6,30 % и 11,7 % к контрольному фону, соответственно. Сорта селекции ДВ НИИСХ Гуран 2 и Алитет 2 были лучшими по содержанию фосфора в сухом веществе зерна кукурузы, превысив контрольный сорт Бирсу на 8,7 %. Сроки посева не имели достоверного значения.

5.3 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание сырого протеина и азота в сухом веществе зерна сортов и гибридов кукурузы

Белки являются основной составной частью тела животных и представляют собой высокомолекулярные органические соединения, необходимые для

нормального функционирования живого организма. Их недостаток в рационе может привести к различным тяжелым заболеваниям и снижению продуктивности сельскохозяйственных животных. Эту задачу можно решить повышением белковости зерна кукурузы доступными агротехническими приемами возделывания культуры, посредством регулирования минерального питания, подбором сортов и гибридов.

Поскольку содержание сырого протеина неразрывно связано с содержанием азота в сухом веществе зерна кукурузы, то и его колебания по фонам минерального питания и сортам/гибридам будут соответствовать. Содержание сырого протеина, по справочным таблицам, составляет в среднем 8,5 % в зерне кукурузы (Справочные таблицы по кормлению сельскохозяйственных животных, 2017).

Так, в среднем по трем годам исследования наибольший показатель азота и сырого протеина отмечен у сорта Гуран 2 с внесением дополнительного азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ и $N_{40}P_{40}$ второго срока посева и составил 1,95 % и 11,71 % соответственно, а наименьший показатель был у гибрида Р 7515 – 1,15 % и 6,92 % на уровне минерального питания фон+ $N_{20}P_{20}$ второго срока посева (таблица 19, 20).

Изменение содержания азота и сырого протеина в зерне в ответ на дополнительное внесение доз удобрений проявлялось в первую очередь у сортов селекции ДВ НИИСХ. Контрольный сорт Бирсу по данному показателю превосходили сорта Алитет 2 и Гуран 2 на 3,0 % и 5,7 %, соответственно. Тогда как все гибриды иностранной селекции Р 7515, Р8521 и Р 7660 уступали Бирсу на 25,3 %, 25,5 % и 22,0 %, соответственно, Молдавский 215 АМВ – на 6,6 %.

При накоплении азота и сырого протеина в годы исследования тенденция также сохранялась: на уровне минерального питания с внесением на фон азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ в 2021 году на 3,9 % больше азота, в дозе $N_{40}P_{40}$ на 4,54 % к контролю; в 2022 – на 0,1 % и 3,41 %, в 2023 году – на 2,8 % и 4,5 %. Это говорит о позитивном действии дополнительного внесения азота и фосфора на содержание азота и сырого протеина в зерне кукурузы (приложение Т). Сорта Алитет 2 и Гуран 2 демонстрируют большой потенциал к накоплению сырого протеина в зерне по

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Азот, %	Прибавка				V, % по фактору			
				от дозы мин. уд.		от сроков посева					
				п.п.*	%	п.п.	%	В	С		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,66	—	—	-0,07	-4,05	9,4	7,4		
		2 – к	1,73	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,84	0,18	10,84	0,14	8,24			12,7	
		2 – к	1,70	-0,03	-1,73						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,75	0,09	5,20	0,10	6,06				8,1
		2 – к	1,65	-0,08	-4,62						
	средняя			1,72							
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,74	—	—	0,01	0,58	9,5	7,3		
		2 – к	1,73	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,68	-0,06	-0,45	-0,23	-12,04			11,1	
		2 – к	1,91	0,18	10,40						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,78	0,04	2,30	0,00	0,00				11,1
		2 – к	1,78	0,05	2,89						
	средняя			1,77							
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,66	—	—	-0,24	-12,63	10,5	11,7		
		2 – к	1,90	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,65	-0,01	-0,60	-0,30	-15,38			13,9	
		2 – к	1,95	0,05	2,63						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,85	0,19	11,45	-0,03	-1,60				6,0
		2 – к	1,88	-0,02	-1,05						
	средняя			1,82							
V, % по фактору А			9,94								
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,94	—	—	-0,02	-1,26	10,1	7,6		
		2 – к	1,57	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,59	0,11	7,01	0,14	9,09			12,5	
		2 – к	1,68	-0,05	-3,14						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,54	-0,04	-2,55	-0,21	-12,07				11,1
		2 – к	1,53	0,15	9,43						
	средняя			1,61							
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,33	—	—	0,12	9,92	9,4	7,7		
		2 – к	1,21	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,24	-0,09	-6,77	-0,01	-0,80			6,0	
		2 – к	1,25	0,04	3,31						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,38	0,05	3,76	0,08	6,1				12,8
		2 – к	1,30	0,09	7,44						
	средняя			1,29							

п.п.* – процентный пункт

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Сырой протеин, %	Прибавка				V, % по фактору		
				от дозы мин. уд.		от сроков посева				
				п.п.*	%	п.п.	%	В	С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,95	—	—	—0,45	—4,33	9,4	7,4	
		2 – к	10,40	—	—					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	11,02	1,07	10,75	0,82	8,04			12,7
		2 – к	10,20	—0,20	—1,92					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	10,48	0,53	5,10	0,58	5,86	8,1		
		2 – к	9,90	—0,50	— 4,81					
	средняя		10,33							
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	10,44	—	—	0,03	0,29	9,5	7,3	
		2 – к	10,41	—	—					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	10,09	—0,35	—3,35	—1,39	—12,11			11,1
		2 – к	11,48	1,07	10,28					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	10,69	0,25	2,39	0,01	0,09	11,1		
		2 – к	10,68	0,27	2,59					
	средняя		10,63							
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,96	—	—	—1,47	—12,86	10,5	11,7	
		2 – к	11,43	—	—					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	9,92	—0,04	—0,40	—1,79	—15,29			13,9
		2 – к	11,71	0,28	2,45					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	11,11	1,15	11,55	—0,15	—1,33	6,0		
		2 – к	11,26	—0,17	—1,49					
	средняя		10,9							
V, % по фактору А			9,94							

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,43	–	–	–0,09	–0,95	10,1	7,6
		2 – к	9,52	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	10,07	0,64	6,79	0,81	8,75		12,5
		2 – к	9,26	–0,26	–2,73				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	9,17	–0,26	–2,76	–1,25	–12,00		11,1
		2 – к	10,42	0,90	9,45				
средняя			9,65						
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	7,97	–	–	0,72	9,93	9,4	7,7
		2 – к	7,25	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	7,46	–0,51	–6,40	–0,06	–0,80		6,0
		2 – к	7,52	0,27	3,72				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	8,28	0,31	3,89	0,49	6,29		12,8
		2 – к	7,79	0,54	7,45				
средняя			7,71						
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	7,81	–	–	0,15	1,96	9,2	6,0
		2 – к	7,66	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	7,73	–0,08	–1,02	0,81	11,71		10,3
		2 – к	6,92	–0,74	–9,66				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	7,91	0,10	1,28	–0,20	–2,47		10,0
		2 – к	8,11	0,45	5,87				
средняя			7,69						
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	7,76	–	–	0,00	0,00	18,5	18,0
		2 – к	7,76	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	7,76	0,00	0,00	–1,14	–12,81		25,3
		2 – к	8,90	1,14	14,69				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	8,29	0,53	6,83	–0,10	–1,19		12,6
		2 – к	8,39	0,63	8,12				
средняя			8,14						
V, % по фактору А			15,58						

п.п.*– процентный пункт

По средним показателям дополнительное внесение N₂₀P₂₀ повышало удельный вес сырого протеина и азота в зерне кукурузы: у сортов – на 2,4 % и 2,9 %, у гибридов – на 0,7 % и 4,8 % на уровнях минерального питания фон+N₂₀P₂₀ и фон+N₄₀P₄₀ соответственно. Это связано с улучшением метаболизма растений и усилением синтетических процессов в растении при оптимизации минерального питания растений кукурузы.

При оценке влияния факторов на содержание азота и сырого протеина отмечено, что наибольшее действие оказали индивидуальные особенности сортов и гибридов 88,57 %. Сроки посева не имели достоверного действия.

Таким образом, выяснено, что на содержание сырого протеина и азота в зерне кукурузы первоочередное влияние оказывают индивидуальные особенности растений. Однако при дополнительном внесении азота и фосфора также повышается их содержание в среднем по всем сортам/гибридам, что обусловлено лучшим усвоением азота и, следовательно, синтезом белковых соединений при оптимизации фосфорного питания.

Коэффициент корреляции между сырым протеином и фосфором в сухом веществе составил в 2021 г. – $r=0,74$, в 2022 г. – $r=0,58$, в 2023 г. – $r=0,78$.

5.4 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание калия в сухом веществе зерна кукурузы

Накопление калия по уровням питания не имело достоверных различий, так как он не регулировался с помощью удобрений. Содержание калия в сухом веществе составляет примерно 0,41 % по справочным таблицам.

В среднем по уровням питания калия в зерне больше у гибридов иностранной селекции Р 7515 (0,46 %), Р 8521 (0,44 %), Р 8521 и Молдавский 215 АМВ (0,42 %), когда сорта немного уступали по этому показателю. Однако Алитет 2 (0,40 %) превысил контрольный сорт Бирсу на 7,11 %. По вариантам опыта по срокам посева значительной зависимости отмечено не было (таблица 21).

Колебания по вариантам опыта в течение 3 лет были в диапазоне: в 2021 году от 0,33 % до 0,65 % на контрольном фоне; в 2022 году – на контроле от 0,12 % до 0,47 % на уровне питания фон+N₂₀P₂₀; в 2023 году – от 0,13 на контроле до 0,57 % на уровне питания фон+N₄₀P₄₀. Наибольшее содержание калия в среднем за 3 года исследования показали гибриды Р 8515 (0,51–0,53 %) на уровнях питания фон+N₄₀P₄₀ в обоих сроках посева и Р 7515 (0,51 %) на фон+N₂₀P₂₀ первого срока сева (приложение У).

Таблица 21 – Содержание калия в зерне сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и сроков посева (2021 – 2023 гг.)

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Калий, %	Прибавка						
				от дозы мин. уд.		от сроков посева		V, % по фактору		
				п.п.*	%	т/га	п.п.	В	С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,39	–	–	0,05	14,71	18,3	32,8	
		2 – к	0,34	–	–					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,37	–0,02	–5,13	0,00	0,00			6,2
		2 – к	0,37	0,03	8,82					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,38	–0,01	–2,94	0,01	2,70			7,5
		2 – к	0,37	0,03	8,82					
	средняя		0,37							
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,39	–	–	–0,03	–7,14	7,2	6,4	
		2 – к	0,42	–	–					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00			8,2
		2 – к	0,39	–0,03	–7,14					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,40	0,01	2,56	0,02	5,26			7,8
		2 – к	0,38	–0,04	–9,52					
	средняя		0,40							
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,39	–	–	0,06	18,18	18,0	22,1	
		2 – к	0,33	–	–					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,37	–0,02	–5,13	0,00	0,00			22,8
		2 – к	0,37	0,04	12,12					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,43	0,04	10,26	0,03	7,50			6,5
		2 – к	0,40	0,07	21,21					
	средняя		0,38							
V, % по фактору А			15,21							
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,40	–	–	–0,01	–2,44	14,3	8,9	
		2 – к	0,41	–	–					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,42	0,02	5,00	0,00	0,00			20,2
		2 – к	0,42	0,01	2,44					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,44	0,04	10,00	0,04	10,00			13,6
		2 – к	0,40	–0,01	–2,44					
	средняя		0,42							
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	7,97	–	–	0,72	9,93	9,4	7,7	
		2 – к	7,25	–	–					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	7,46	–0,51	–6,40	–0,06	–0,80			6,0
		2 – к	7,52	0,27	3,72					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	8,28	0,31	3,89	0,49	6,29			12,8
		2 – к	7,79	0,54	7,45					
	средняя		7,71							

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,33	–	–	–0,06	–15,38	23,30	33,74
		2 – κ	0,39	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,46	0,13	39,39	0,03	6,98		9,65
		2 – κ	0,43	0,04	10,26				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,51	0,18	54,55	–0,02	–3,77	12,45	
		2 – κ	0,53	0,14	35,90				
	средняя			0,44					
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,48	–	–	0,00	0,00	30,33	26,71
		2 – κ	0,48	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,45	–0,03	–6,25	0,03	7,14		10,36
		2 – κ	0,42	–0,06	–12,50				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,40	–0,08	–16,67	0,04	11,11	48,15	
		2 – κ	0,36	–0,12	–25,00				
	средняя			0,43					
V, % по фактору А			21,3						

*п.п. – процентный пункт

В среднем по вариантам опыта по годам при дополнительном внесении N₄₀P₄₀ содержание калия было несколько выше, чем при внесении N₂₀P₂₀, учитывая повышение общего выноса элементов минерального питания при формировании большей урожайности и синергизм потребления NPK (рисунок 27).

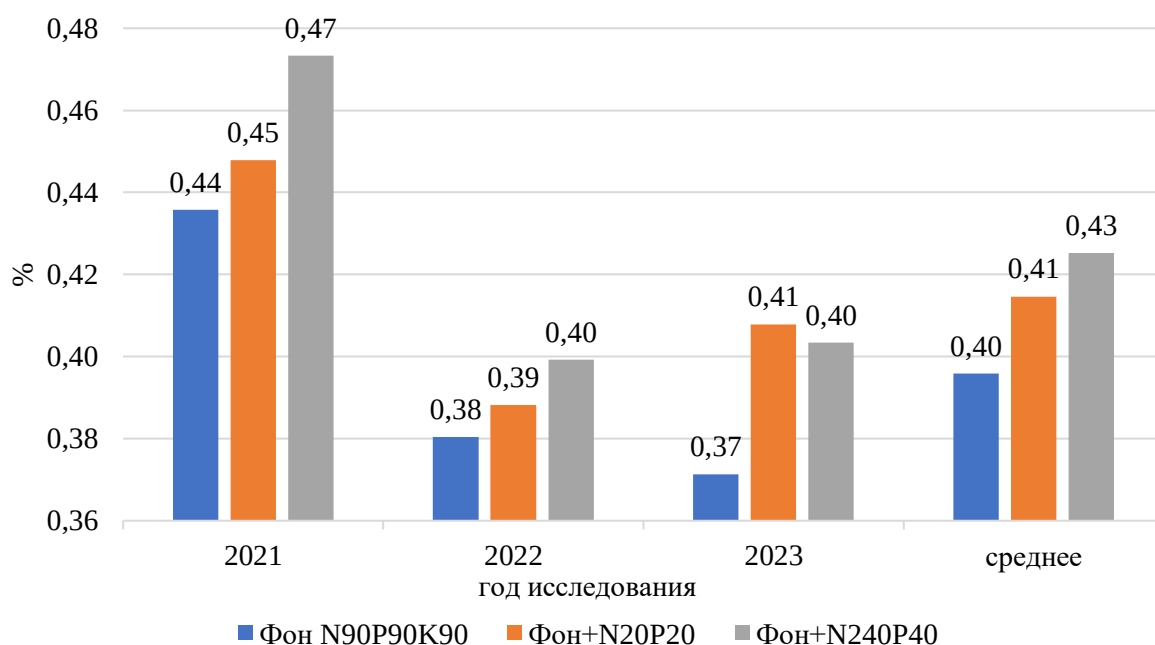


Рисунок 27 – Содержание калия в зерне в зависимости от доз удобрений по годам (2021–2023), %

На содержание калия в зерне кукурузы наибольшее влияние оказали индивидуальные особенности растений (41,67 %) и взаимодействие факторов удобрения совместно с сортом/гибридом (35,17 %). Тройное взаимодействие сортовые особенности*удобрения*сроки посева составило 11,81 %, тогда как сроки посева сами по себе не были определяющим фактором (рисунок 28).

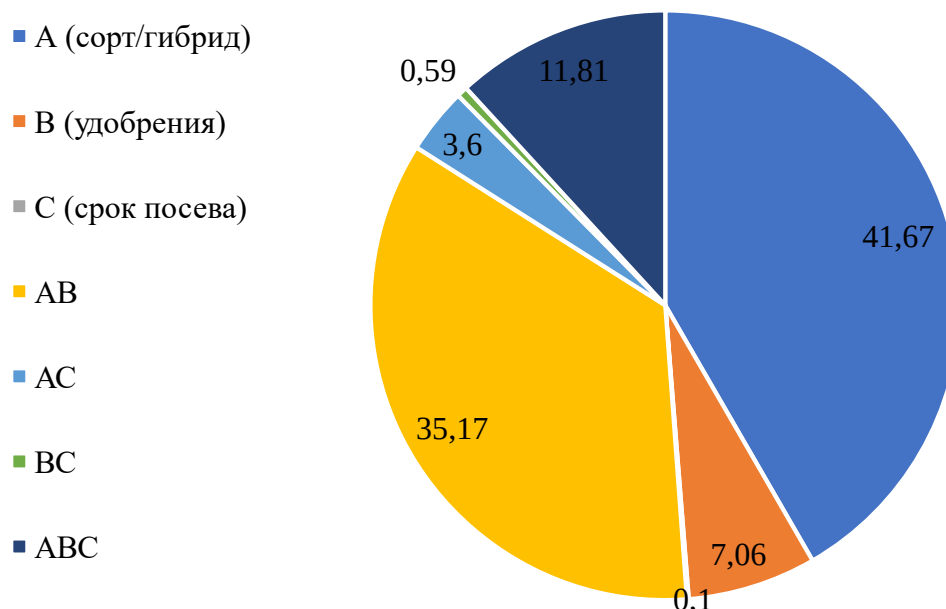


Рисунок 28 – Влияние факторов на содержание калия в зерне кукурузы, % СВ

Таким образом, дополнительное внесение азота и фосфора и сроков посева не являются определяющими факторами при накоплении калия в кукурузном зерне, когда генетические особенности оказывают существенное воздействие. Однако взаимодействие этих факторов влияет на накопление калия в зерне.

5.5 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание крахмала в сухом веществе зерна кукурузы

В кукурузе содержание крахмала наиболее высокое из всех зерновых сельскохозяйственных культур составляет 68–75 %. Его накопление происходит в эндосперме семени, в то время как все другие сахара содержатся в зародыше.

В настоящем исследовании выяснено, что на содержание крахмала в зерне кукурузы влияют погодные условия. Это подтверждается и литературными источниками (Севастьянова, 2019; Зиганшин, 2025; Сафин, 2025).

Оценка содержания крахмала в зерне не показала значимых различий в среднем по сортам/гибридам: от 65,31 % у Бирсу до 68,28 % у Р 8521. По уровням минерального питания в среднем значимых различий нет (таблица 22).

Массовая доля крахмала в зерне кукурузы за 3 года исследований по всем образцам отличалась на 11,66 % от минимума (60,72 %) до максимума (72,38 %) (приложение Ф).

Таблица 22 – Содержание крахмала в зерне сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и сроков посева (2021 – 2023 гг.)

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Крахмал, %	Прибавка				V, % по фактору			
				от дозы мин. уд.		от сроков посева					
				п.п.*	%	п.п.	%	В	С		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	65,97	—	—	−0,26	−0,39	13,89	16,19		
		2 – к	66,23	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	62,39	−3,58	−5,43	−2,76	−4,24			13,37	
		2 – к	65,15	−1,08	−1,63						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	65,76	−0,21	−0,32	−0,61	−0,92				14,21
		2 – к	66,37	0,14	0,21						
	средняя			65,31							
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	67,21	—	—	2,82	4,38	13,56	15,59		
		2 – к	64,39	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	66,60	−0,61	−0,91	0,99	1,51			13,55	
		2 – к	65,61	1,22	1,89						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	65,39	−1,82	−2,71	0,41	0,63				14,04
		2 – к	64,98	0,59	0,92						
	средняя			65,70							
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	65,80	—	—	1,40	2,17	12,46	12,98		
		2 – к	64,40	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	65,17	−0,63	−0,96	0,87	1,35			13,00	
		2 – к	64,30	−0,10	−0,16						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	64,38	−1,42	−2,16	0,87	1,37				13,73
		2 – к	63,51	−0,89	−1,38						
	средняя			64,59							
V, % по фактору А			13,10								
Молдавск ий 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	66,68	—	—	5,96	9,82	14,88	14,89		
		2 – к	60,72	—	—						
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	63,82	−2,86	−4,29	−8,56	−11,83			17,94	
		2 – к	72,38	11,66	19,20						
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	66,86	0,18	0,27	1,41	2,15				13,25
		2 – к	65,45	4,73	7,79						
	средняя			65,99							

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	67,83	–	–	–1,18	–1,71	16,16	22,58
		2 – κ	69,01	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	66,48	–1,35	–1,99	0,49	0,74		13,43
		2 – κ	65,99	–3,02	–4,38				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	67,81	–0,02	–0,03	–0,97	–1,41		13,49
		2 – κ	68,78	–0,23	–0,33				
средняя			67,65						
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	69,69	–	–	2,49	3,71	14,71	15,71
		2 – κ	67,20	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	65,64	–4,05	–5,81	–5,36	–7,55		14,73
		2 – κ	71,00	3,80	5,65				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	66,77	–2,92	–4,19	–2,66	–3,83		16,48
		2 – κ	69,43	2,23	3,32				
средняя			68,29						
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	69,80	–	–	0,00	0,00	13,56	13,05
		2 – κ	69,80	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	67,16	–2,64	–3,78	–1,61	–2,34		13,30
		2 – κ	68,77	–1,03	–1,48				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	64,79	– 5,01	–7,18	–3,22	–4,73		16,34
		2 – κ	68,01	–1,79	–2,56				
средняя			68,08						
V, % по фактору А			14,60						

*п.п. – процентный пункт

В наших исследованиях содержание крахмала в зерне кукурузы зависело от складывающихся по годам условий тепло- и влагообеспеченности, что доказано математической обработкой и составляет 83,6 % (рисунок 29).

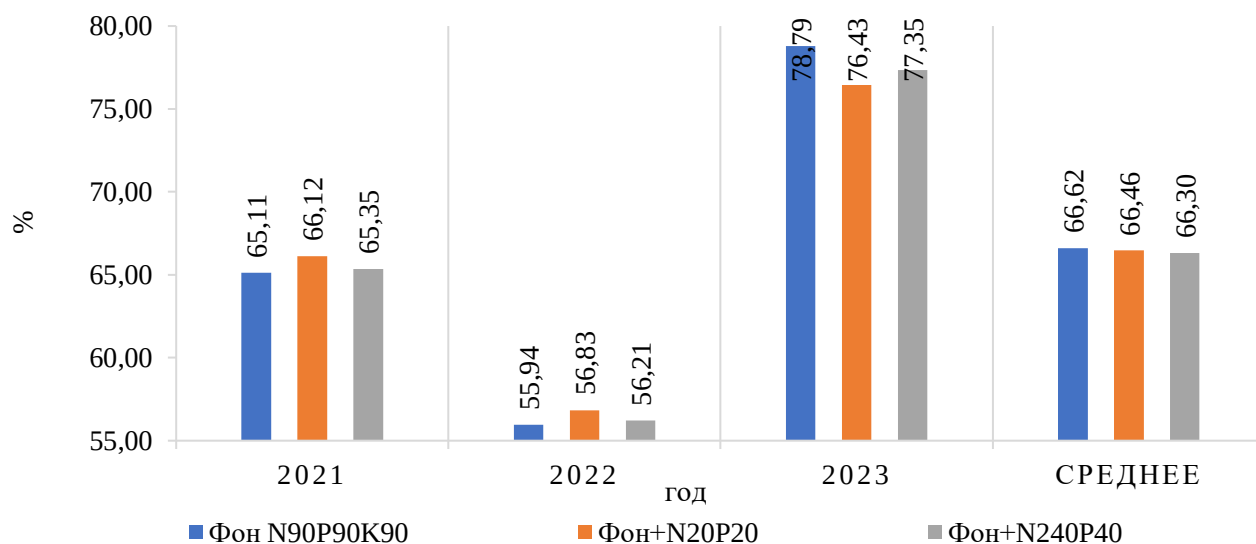


Рисунок 29 – Содержание крахмала в зерне кукурузы (в среднем по сортам и гибридам) по годам (2021–2023), %

Так, в 2021 году значения колебались от 58,26 % на контрольном уровне питания до 81,06 % на уровне питания фон+N₂₀P₂₀. В 2022 году, когда выпало экстремальное количество осадков в августе, показатели составили: от 47,90 % на контроле до 64,50 %. В 2023 году были самые высокие показатели от 71,97 % до 88,22 % контрольном фоне.

Таким образом, содержание крахмала в зерне зависело в большей степени от погодных условий, чем от регулируемых агротехнических приемов: удобрений, сроков посева и сортовых особенностей. Это наблюдение подчеркивает значительную роль климатических факторов в формировании урожая и его качественных характеристик.

5.6 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание сырой клетчатки в сухом веществе зерна кукурузы

Клетчатка в организме животных имеет важное значение, поскольку в рубце жвачных животных она сбраживается целлюлозоразрушающей микрофлорой (бактерии и инфузории). В желудке моногастричных животных и птиц она не переваривается и выполняет механическую функцию, способствуя перевариванию пищи. При недостатке клетчатки у животных нарушается деятельность микрофлоры. Ее дефицит отрицательно влияет на пищеварение животных. Однако ее избыток снижает переваримость корма и использование питательных веществ рациона, поэтому клетчатка строго нормируется в рационах кормления. Потребность в клетчатке у разных видов сельскохозяйственных животных варьирует от 25 % у жвачных до 7 % у свиней (Коробов, 2017).

Разные сорта и гибриды кукурузы имеют различное содержание сырой клетчатки в зерне в (среднем 3–5 %), поэтому был проведен анализ ее содержания в зерне кукурузы в зависимости от сортовых особенностей, доз минеральных удобрений и сроков посева в гидротермических условиях Хабаровского края. Полученные данные свидетельствуют о том, что для достижения максимального

содержания сырой клетчатки в сухом веществе зерна кукурузы необходимо индивидуально подходить к каждому сорту или гибриду.

Среди сортов селекции ДВ НИИСХ лучшим по содержанию сырой клетчатки в сухом веществе был Алитет 2 (6,32 %) при внесении азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{40}P_{40}$, превысив контроль Бирсу на контрольном фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 39,8 %. Среди иностранных гибридов выделялся Р 8521 (5,62 %) на питании с внесением дополнительно азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$ – на 24,49 %. Гибрид Молдавский 215 АМВ имел наименьшее содержание сырой клетчатки во всех вариантах опыта, по сравнению с другими сортами и гибридами кукурузы.

С повышением обеспеченности растений азотом и фосфором повышался процент содержания сырой клетчатки в сухом веществе в среднем по образцам с 4,67 % до 5,08 % у сортов, с 4,41 % до 7,91 % у гибридов (приложение X).

Однако при оценке влияния удобрений на каждый сорт или гибрид кукурузы отдельно было выяснено, что на контрольный сорт Бирсу отрицательно повлияли как внесение удобрений, так и перенос срока посева (от 16,7 до 27,3 %). Сорт Алитет 2 при внесении дополнительно азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ дал прибавку 22,4 % при рекомендованном сроке посева, а при внесении $N_{40}P_{40}$ – 24,7 % при раннем сроке посева. Гуран 2 положительно отреагировал на внесение удобрений в дозе $N_{20}P_{20}$ при контрольном сроке посева.

Гибрид Молдавский 215 АМВ показал лучший результат при внесении $N_{20}P_{20}$ на контрольном сроке посева (8,1 %) и при дополнительном внесении азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$ от 10,2 % до 18,2 % при обоих сроках посева. Гибриды Р 7515 и Р 7460 не отреагировали на внесение дополнительных доз азота и фосфора системно. Гибрид Р 8521 накопил больше клетчатки в сухом веществе при контрольных сроках посева при внесении $N_{20}P_{20}$ и $N_{40}P_{40}$ на 35,8 % и 33,9 %, соответственно (таблица 23).

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Клетчатка, %	Прибавка				V, % по фактору	
				от дозы мин. уд.		от сроков посева			
				п.п.*	%	п.п	%	В	С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	4,52	—	—	-0,01	-0,22	22,3	28,6
		2 – к	4,53	—	—				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	3,32	-1,20	-26,55	-0,34	-9,29		18,0
		2 – к	3,66	-0,87	-19,21				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	3,77	-0,75	-16,56	0,48	14,59	23,5	
		2 – к	3,29	-1,24	-27,37				
	средняя		3,85						
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	5,07	—	—	0,83	19,58	21,9	23,9
		2 – к	4,24	—	—				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	5,21	0,14	2,76	0,02	0,39		20,7
		2 – к	5,19	0,95	22,41				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	6,32	1,25	24,65	1,78	39,21	24,4	
		2 – к	4,54	0,30	7,08				
	средняя		5,10						
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	5,07	—	—	0,47	10,22	15,5	15,2
		2 – к	4,60	—	—				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	4,74	-0,33	-6,51	-0,02	-0,42		16,2
		2 – к	4,76	0,16	3,48				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	4,52	-0,55	-10,85	-0,01	-0,22	19,6	
		2 – к	4,53	-0,07	-1,52				
	средняя		4,70						
V, % по фактору А			19,95						
Молдавс кий 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	4,32	—	—	0,37	9,37	12,0	12,1
		2 – к	3,95	—	—				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	4,29	-0,03	-0,69	0,02	0,47		1,6
		2 – к	4,27	0,32	8,10				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	4,77	0,45	10,42	0,10	2,14	14,9	
		2 – к	4,67	0,72	18,23				
	средняя		4,38						
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	4,67	—	—	0,85	22,25	15,9	19,8
		2 – к	3,82	—	—				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	4,75	0,08	1,71	0,94	24,67		20,7
		2 – к	3,81	-0,01	-0,26				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	4,72	0,05	1,07	0,56	13,46	10,5	
		2 – к	4,16	0,34	8,90				
	средняя		4,32						

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	4,51	–	–	0,85	23,22	23,0	41,2
		2 – κ	3,66	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	4,84	0,33	7,32	–0,13	–2,62		12,5
		2 – κ	4,97	1,31	35,79				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	5,62	1,11	24,61	0,72	14,69		13,4
		2 – κ	4,90	1,24	33,88				
	средняя			4,75					
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	5,18	–	–	0,00	0,00	26,5	29,2
		2 – κ	5,18	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	4,97	–0,21	–4,05	–0,01	–0,20		26,8
		2 – κ	4,98	–0,20	–3,86				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	5,31	0,13	2,51	–0,07	–1,30		30,8
		2 – κ	5,38	0,20	3,86				
	средняя			5,17					
V, % по фактору А			18,29						

*п.п. – процентный пункт

Влияние факторов на содержание клетчатки в сухом веществе кукурузы было следующим: сортовые особенности повлияли в большей степени (34,59 %), чем уровень минерального питания (15,44 %) и сроки посева (12,32 %); взаимодействие всех факторов – на уровне 8,71 % (рисунок 30).

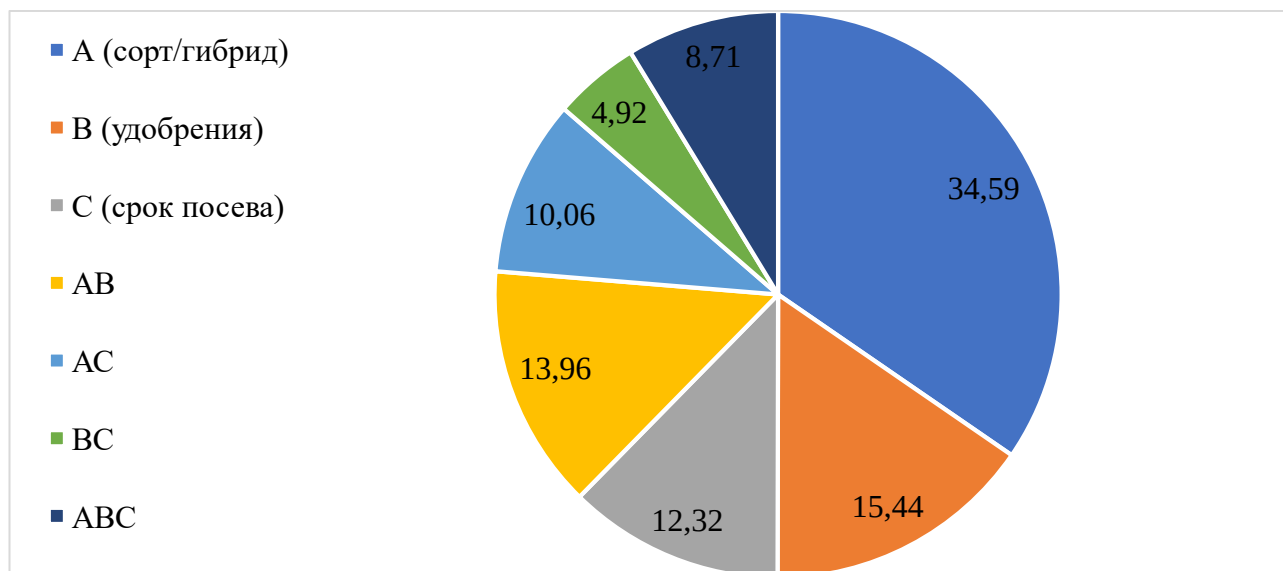


Рисунок 30 – Влияние факторов и их взаимодействия на содержание клетчатки в зерне кукурузы, % СВ

Таким образом, выяснено, что при внесении дополнительных доз азота и фосфора повышается содержание клетчатки в сухом веществе зерна кукурузы в среднем на 8,4–8 %, у сортов, на 4,5–12,0 % у гибридов. Необходимо отметить, что сорта селекции ДВ НИИСХ отличаются большим ее содержанием в отличие от

гибридов иностранной селекции. Этот показатель положительно влияет на общую питательность кормов.

Оптимальное сочетание сортовых особенностей и уровня минерального питания может привести к еще более выраженному увеличению содержания клетчатки. Так, для сортов, генетически предрасположенных к накоплению клетчатки, применение повышенных доз азота и фосфора оказалось особенно эффективным, демонстрируя синергетический эффект. Это подчеркивает важность комплексного подхода к оптимизации агротехнических приемов, учитывающего как генетический потенциал культуры, так и внешние условия.

5.7 Влияние доз удобрений и сроков посева на содержание сырой золы в сухом веществе зерна кукурузы

Зола – это общее содержание всех минеральных веществ, кроме азота, в сухом веществе зерна. По литературным данным, содержание сырой золы в зерне кукурузы в среднем составляет около 1,5 % в сухом веществе

Влияние изучаемых агротехнических приемов на содержание золы в зерне кукурузы в значимых пределах не обнаружено.

В течение 3 лет исследований содержание сырой золы определялось стабильно по всем вариантам опыта и было на уровне 1,68–2,15 %, что не противоречит табличным данным. Наибольшее ее количество в среднем по всем фонам минерального питания и срокам посева обнаружено у сортов: Алитет 2 (1,67 %), Гуран 2 (1,59 %), гибрид Молдавский (1,63 %). Гибриды Р 7515, Р8521 и Р 7460 показали результат меньше контрольного сорта Бирсу.

Диапазон колебаний содержания сырой золы в пределах 1,68–2,15 % на протяжении трех лет исследований, хотя и не выходил за рамки общепринятых значений, показывает определенную вариативность. Коэффициент вариации (V) был значительным и высоким: по фактору А = 20,74–13,80 %, по фактору В = 10,79–20,26 %, по фактору С = 12,98–16,48 % (таблица 24).

Таблица 24 – Содержание золы в зерне сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и сроков посева (2021 – 2023 гг.)

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Зола, %	Прибавка						
				от дозы мин. уд.		от сроков посева		V, % по фактору		
				п.п.*	%	п.п.	%	В	С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,36	—	—	-0,27	-16,56	16,9	16,1	
		2 – к	1,63	—	—					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,48	0,12	8,82	0,03	2,07			13,3
		2 – к	1,45	-0,18	-11,04					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,53	0,17	10,43	0,10	6,99	14,2		
		2 – к	1,43	-0,20	-12,27					
	средняя			1,48						
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,69	—	—	0,26	18,18	26,2	15,5	
		2 – к	1,43	—	—					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,63	-0,06	-3,55	-0,09	-5,23			13,5
		2 – к	1,72	0,29	20,28					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	2,15	0,46	27,22	0,78	56,93	14,0		
		2 – к	1,37	-0,06	-4,20					
	средняя			1,67						
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,69	—	—	0,27	19,01	15,6	12,9	
		2 – к	1,42	—	—					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,41	-0,28	-16,57	-0,06	-4,08			13,0
		2 – к	1,47	0,05	3,52					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,68	-0,01	-0,59	-0,17	-9,19	13,7		
		2 – к	1,69	—	—		19,01		12,9	
	средняя			1,59						
V, % по фактору А			20,74							
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,42	—	—	-0,11	-7,19	13,4	22,5	
		2 – к	1,53	—	—					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,44	0,02	1,41	0,27	23,08			13,4
		2 – к	1,17	-0,36	-23,53					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,43	0,01	0,70	0,04	2,88	13,4		
		2 – к	1,39	-0,14	-9,15					
	средняя			1,40						
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,52	—	—	-0,05	-3,18	10,7	15,7	
		2 – к	1,57	—	—					
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,51	-0,01	-0,66	-0,03	-1,95			14,7
		2 – к	1,54	-0,03	-1,91					
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,46	-0,06	-3,95	0,15	11,45	16,4		
		2 – к	1,31	-0,26	-16,56					
	средняя			1,49						

Продолжение таблицы 24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	4,51	–	–	0,85	23,22	14,71	15,71
		2 – к	3,66	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	4,84	0,33	7,32	–0,13	–2,62		14,73
		2 – к	4,97	1,31	35,79				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	5,62	1,11	24,61	0,72	14,69		16,48
		2 – к	4,90	1,24	33,88				
	средняя			4,75					
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,53	–	–	0,00	0,00	13,39	13,05
		2 – к	1,53	–	–				
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,36	–0,17	–11,11	–0,04	–2,86		13,30
		2 – к	1,40	–0,13	–8,50				
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,38	–0,15	–9,80	0,19	15,97		16,34
		2 – к	1,19	–0,34	–22,22				
	средняя			1,40					
V, % по фактору А			13,80						

*п.п. – процентный пункт

5.8 Питательность зерна сортов и гибридов кукурузы в зависимости от доз удобрений и сроков посева

По справочным материалам содержание питательных веществ в сухом веществе зерна кукурузы следующее: обменная энергия (ОЭ) – 12,2–12,8 МДж, кормовые единицы (КЕ) – 1,34, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) – 65,8 %, переваримый протеин (ПП) – 6–7 % (Справочные таблицы по кормлению сельскохозяйственных животных, 2017).

Безазотистые экстрактивные вещества определяют вычитанием из общей массы питательных веществ (100 %) содержания сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и сырой золы. Поэтому при увеличении сырого протеина, жира, клетчатки и золы БЭВ понижается.

В настоящей работе изучены питательные свойства зерна кукурузы: концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества, количество кормовых единиц в 1 кг сухого вещества, безазотистые экстрактивные вещества, переваримый протеин.

Наибольшая концентрация обменной энергии в сухом веществе в 1 кг по всем вариантам опыта отмечена у Р 7460 – 13,27 МДж при втором сроке посева в вариантах опыта с внесением азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$. Однако по средним показателям по сортам/гибридам лучшим был Молдавский 215 АМВ – 13,02 МДж. Наиболее близки к лучшему результату, превысив контроль Бирсу на 0,15 % и 0,08 %, были Гуран 2 и Алитет 2 соответственно, когда гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 показали результат ниже Бирсу от 0,3 % до 1,79 % (таблица 25). В среднем по внесению минеральных удобрений была отмечена разница на достоверном уровне: внесение азота и фосфора дополнительно в дозе $N_{20}P_{20}$ приводило к повышению показателя обменной энергии на 0,94 % у сортов и на 0,85 % у гибридов, а при внесении азота и фосфора в дозе $N_{40}P_{40}$ – на 1,02 % у сортов и 1,93 % у гибридов.

При пересчете на кормовые единицы выяснено, что Гуран 2 и Алитет 2 имели показатели на уровне Бирсу – 1,36 в 1 кг зерна, а гибриды Р 7515 – 1,31, Р 8521 – 1,33 и Р 7460 – 1,36 показали результат немного ниже контрольного гибрида Молдавский 215 АМВ – 1,37 (таблица 26).

Анализ на содержание безазотистых экстрактивных веществ показал, что за счет повышения сырого протеина и клетчатки в большинстве вариантов этот показатель снижался и повышался при меньшем уровне этих веществ (таблица 27).

Количество переваримого сырого протеина в сухом веществе зерна в среднем по сортам/гибридам на достоверном уровне определялось следующим образом: выше Бирсу на 2,98 % был Гуран 2, на 5,56 % – Алитет 2. Все гибриды показали результат ниже контрольного гибрида Молдавский 215 АМВ (от 15,43 % до 19,9 %) (таблица 28).

Таблица 25 – Содержание концентрации обменной энергии в сухом веществе зерна кукурузы в зависимости от доз удобрений и сроков посева в СВ, МДж/кг (2021 – 2023 гг.)

Доза удобрений	Срок посева	Бирсу, St	Алитет 2	Гуран 2	Среднее по фону	Прибавка по фону, %	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ, St	Среднее по фону	Прибавка по фону, %
Фон контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Срок 1	12,91	12,88	12,79	12,89	0,00	12,79	12,62	12,79	12,87	12,8	0
	Срок 2	12,99	12,81	12,95			12,75	12,95	12,79	12,81		
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Срок 1	12,95	13,02	13,02	13,01	0,94	12,86	12,65	12,84	13,17	12,9	0,85
	Срок 2	12,98	12,98	13,11			12,89	12,71	12,91	13,2		
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Срок 1	12,93	12,99	12,96	13,02	1,02	12,85	12,89	13,15	13,18	12,93	1,93
	Срок 2	13,05	13,16	13,03			12,27	12,92	13,27	12,9		
Среднее по гибриду/сорт		12,97	12,97	12,98	-	-	12,74	12,79	12,96	13,02	-	-

HCP_{05 A} – 0,10; HCP_{05 B} – 0,16; HCP_{05 C} – 0,09; HCP_{05 A*B} – 0,28; HCP_{05 A*C} – 0,15; HCP_{05 B*C} – 0,2

Таблица 26 – Количество кормовых единиц в 1 кг сухого вещества зерна кукурузы в зависимости от доз удобрений и сроков посева в СВ (2021 – 2023 гг.)

Доза удобрений	Срок посева	Бирсу, St	Алитет 2	Гуран 2	Среднее по фону	Прибавка по фону, %	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ, St	Среднее по фону	Прибавка по фону, %
Фон контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Срок 1	1,35	1,34	1,33	1,35	0,00	1,33	1,29	1,32	1,34	1,33	1,79
	Срок 2	1,37	1,33	1,36			1,32	1,36	1,32	1,33		
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Срок 1	1,36	1,37	1,37	1,37	1,61	1,34	1,3	1,34	1,4	1,35	1,79
	Срок 2	1,36	1,36	1,39			1,35	1,31	1,35	1,41		
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Срок 1	1,35	1,37	1,36	1,37	1,98	1,34	1,35	1,4	1,41	1,36	2,26
	Срок 2	1,38	1,4	1,38			1,22	1,35	1,43	1,35		
Среднее по гибриду/сорт		1,36	1,36	1,36	-	-	1,31	1,33	1,36	1,37	-	-

HCP_{05 A} – 0,03; HCP_{05 B} – 0,02; HCP_{05 C} – 0,02; HCP_{05 A*B} – 0,05; HCP_{05 A*C} – 0,04; HCP_{05 B*C} – 0,03

Таблица 27 – Содержание БЭВ в зерне кукурузы, в зависимости от доз удобрений и сроков посева в СВ, % (2021–2023 гг.)

Доза удобрений	Срок посева	Бирсу, St	Алитет 2	Гуран 2	Среднее по фону	Прибавка по фону, %	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ, St	Среднее по фону	Прибавка по фону, %
Фон контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Срок 1	77,94	78,21	77,27	77,67	0,00	81,46	81,75	81,62	79,47	81,20	0,00
	Срок 2	78,04	77,57	77,00			81,76	82,28	81,62	79,67		
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Срок 1	77,24	78,4	78,92	78,13	0,59	82,27	82,04	82,14	81,85	82,31	1,36
	Срок 2	78,1	78,1	78,01			82,5	83,28	81,52	82,84		
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Срок 1	78,6	77,06	76,16	77,81	0,18	81,92	81,76	83,51	80,8	81,15	–0,06
	Срок 2	80,12	78,38	76,55			77,69	81,78	84,4	77,37		
Среднее по гибриду/сорту		78,34	77,95	77,32	-	-	81,27	82,15	82,47	80,33	-	-

HCP_{05 A} – 1,41; HCP_{05 B}–0,92; HCP_{05 C}–0,75; HCP_{05 A*B}–2,44; HCP_{05 A*C}–1,99; HCP_{05B*C}–1,30

Таблица 28 – Содержание переваримого протеина в зерне кукурузы в зависимости от доз удобрений и сроков посева в СВ, МДж/кг (2021 – 2023 гг.)

Доза удобрений	Срок посева	Бирсу, St	Алитет 2	Гуран 2	Среднее по фону	Прибавка по фону, %	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ, St	Среднее по фону	Прибавка по фону, %
Фон контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Срок 1	7,96	8,35	7,97	8,35	0,00	6,38	6,25	6,21	7,54	6,52	0,00
	Срок 2	8,32	8,33	9,14			5,8	6,13	6,21	7,62		
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Срок 1	8,81	8,07	7,94	8,42	0,88	5,97	6,18	6,21	8,05	6,56	0,67
	Срок 2	8,16	8,16	9,37			6,02	5,53	7,12	7,41		
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Срок 1	8,38	8,56	8,89	8,55	2,48	6,62	6,33	6,63	7,33	6,84	4,87
	Срок 2	7,92	8,55	9,01			6,23	6,49	6,71	8,34		
Среднее по гибриду/сорту		8,26	8,33	8,72	-	-	6,17	6,15	6,52	7,71	-	-

HCP_{05 A} – 0,55; HCP_{05 B}–0,36; HCP_{05 C}–0,29; HCP_{05 A*B}–0,95; HCP_{05 A*C}–0,78; HCP_{05B*C}–0,51

При оценке влияния факторов на питательные свойства зерна кукурузы выяснено, что наибольшее значение оказывали сортовые особенности, удобрения и взаимодействие факторов. Сроки посева оказали минимальное влияние (рисунки 31, 32, 33, 34).

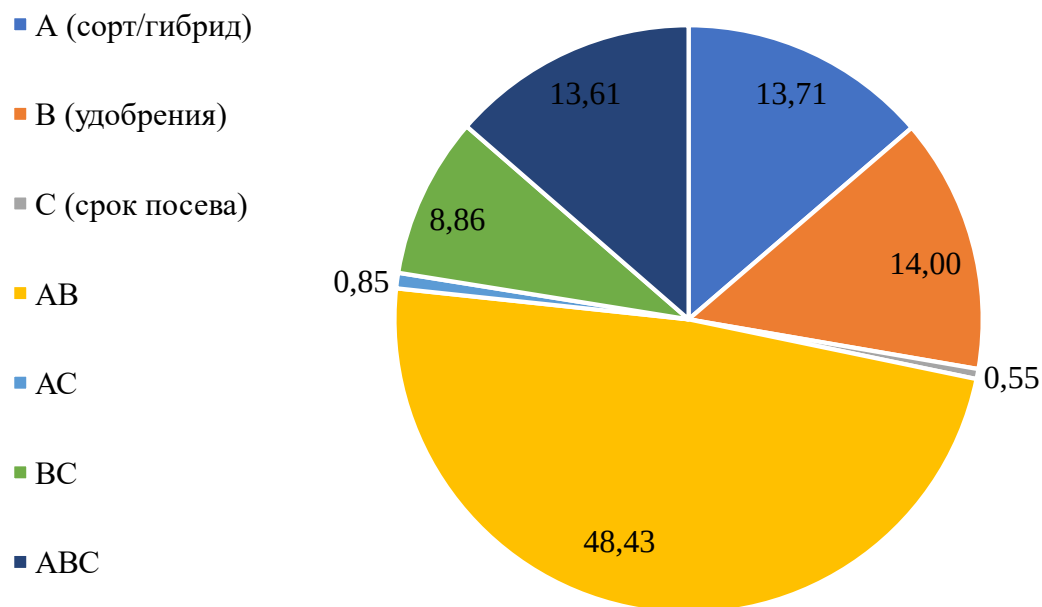


Рисунок 31 – Влияние факторов и их взаимодействия на содержание концентрация обменной энергии в зерне, %

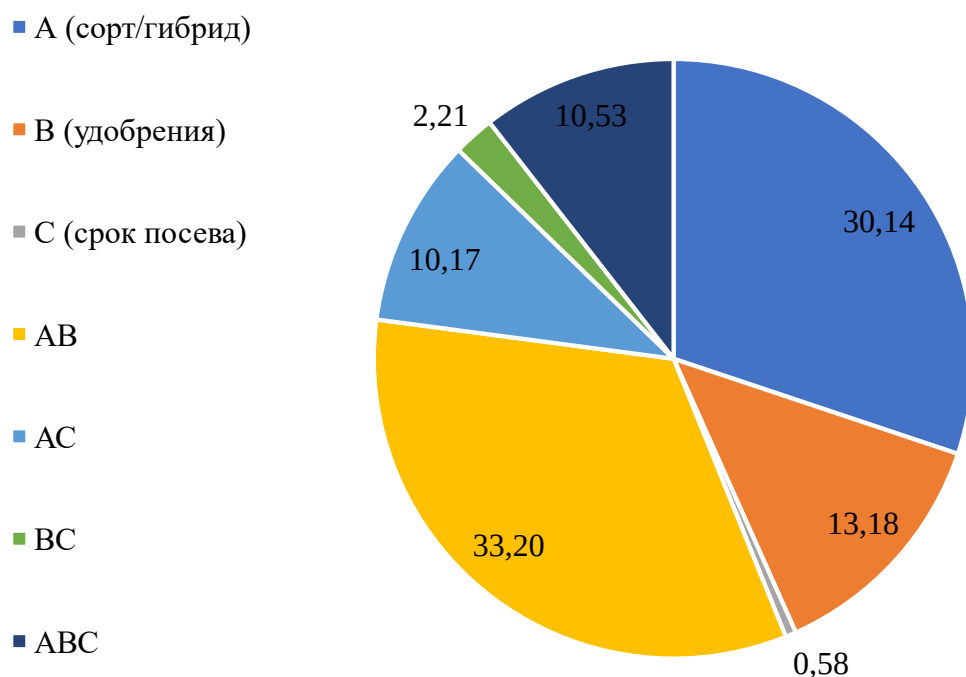


Рисунок 32 – Влияние факторов и их взаимодействия на содержание кормовых единиц в зерне, %

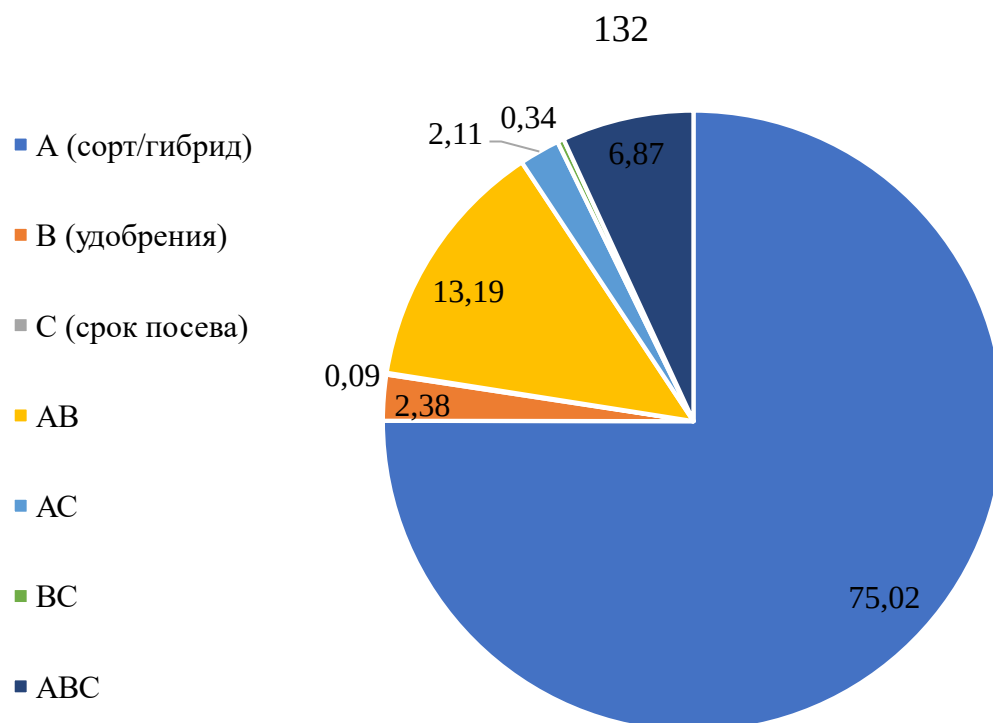


Рисунок 33 – Влияние факторов и их взаимодействия на содержание БЭВ, %

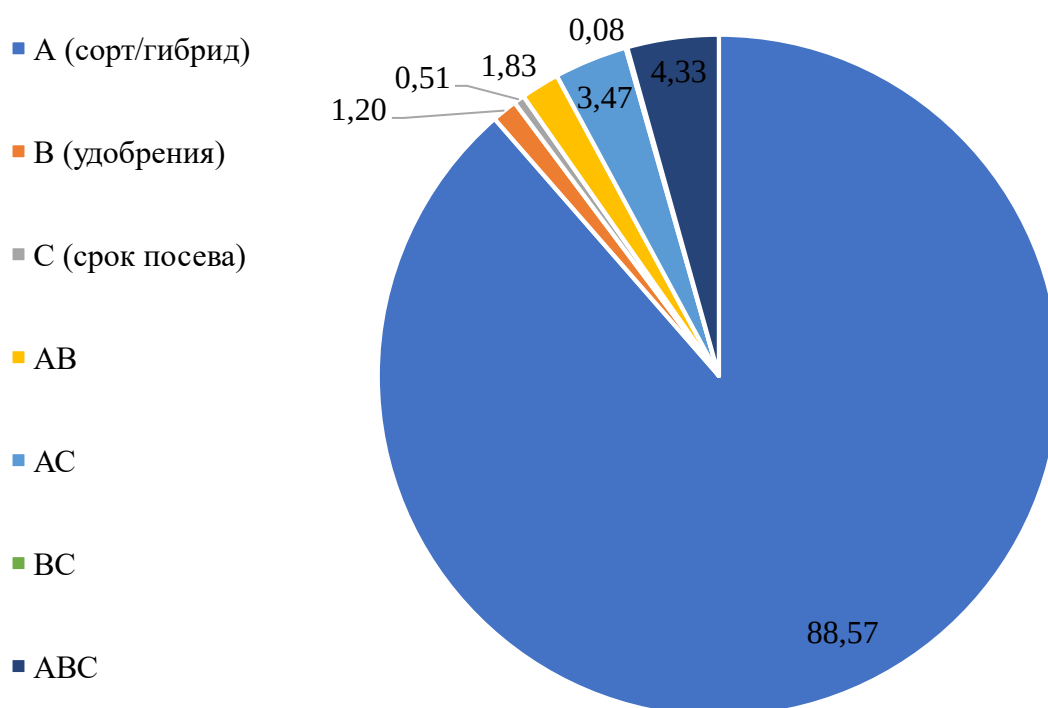


Рисунок 34 – Влияние факторов и их взаимодействия на содержание переваримого протеина, %

Таким образом, при повышении уровня минерального питания повышается и кормовая ценность зерна кукурузы.

5.9 Питательность зеленой массы сортов и гибридов в зависимости от доз удобрений и сроков посева

Оценка зеленой массы по кормовым достоинствам производится по содержанию в ней концентрации обменной энергии и кормовых единиц, по которым можно судить о питательности корма. По табличным данным, в зеленой массе содержится ОЭ в корме натуральной влажности – 2,2; кормовые единицы в корме натуральной влажности – 0,14; БЭВ – 50 % в сухом веществе.

В настоящих исследованиях выяснено, что с повышением уровня вносимых удобрений повышалась питательная ценность кормов как по концентрации обменной энергии, так и по содержанию кормовых единиц. Так, наибольшее количество в сухом веществе концентрации обменной энергии на 1 кг показал Р 7515 – 10,98 МДж, а кормовых единиц – 0,97 на уровне минерального питания с внесением на фон $N_{20}P_{20}$ второго срока посева.

Однако нужно учитывать, что корм скоту необходим натуральной влажности, а по этим показателям лучшим был Гуран 2 – 2,59 МДж и 0,22, соответственно (Таблицы 29, 30, 31, 32). По средним данным по сортам и гибридам выше контроля показатели определялись по концентрации обменной энергии в корме натуральной влажности у Алитет 2 и Гуран 2 на 5,42 % и 9,26 % соответственно, когда все гибриды показали результат ниже контроля от 0,01 % до 3,56 %. По фонам минерального питания выше контроля на 1,83 % у сортов, на 1,77 % у гибридов был фон с дополнительным внесением азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ и 1,90 % у сортов, на 3,62 % у гибридов в дозе $N_{40}P_{40}$.

По содержанию кормовых единиц в корме натуральной влаги по средним показателям по сортам и гибридам наилучший результат определялся у Гуран 2 – 0,20–0,22 КЕ. По фонам минерального питания выше контроля на 23,13 % у сортов, на 2,92 % у гибридов был фон с внесением азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ и на 6,79 % у сортов, на 6,87 % у гибридов в дозе $N_{40}P_{40}$. Безазотистых экстрактивных веществ в сухом веществе определено у Р 7515 на 3,87 % больше, чем у контроля. Аналогичная тенденция отмечена и по содержанию БЭВ (Таблица 33).

Таблица 29 – Концентрация обменной энергии в сухом веществе корма в зависимости от доз удобрений и сроков посева, МДж/кг (2021 – 2023 гг.)

Доза удобрений	Срок посева	Бирсу, St	Алитет 2	Гуран 2	Среднее по фону	Прибавка по фону, %	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ, St	Среднее по фону	Прибавка по фону, %
Фон контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Срок 1	10,38	10,31	10,49	10,44	0,00	10,42	10,35	10,06	10,69	10,27	0,00
	Срок 2	10,50	10,20	10,78			10,48	9,98	10,06	10,15		
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Срок 1	10,56	10,75	10,69	10,63	1,80	10,31	10,72	10,30	10,54	10,46	1,79
	Срок 2	10,58	10,58	10,63			10,92	10,50	9,99	10,38		
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Срок 1	10,56	10,77	10,70	10,64	1,88	10,33	10,71	10,65	10,69	10,61	3,27
	Срок 2	10,58	10,58	10,65			10,7	10,53	10,67	10,6		
Среднее по гибриду/сорт		10,53	10,53	10,66			10,53	10,46	10,29	10,51		

HCP_{05 A} – 0,17; HCP_{05 B} – 0,11; HCP_{05 C} – 0,09; HCP_{05 A*B} – 0,29; HCP_{05 A*C} – 0,24; HCP_{05 B*C} – 0,15

Таблица 30 – Концентрация обменной энергии в корме натуральной влажности, в зависимости от доз удобрений и сроков посева, МДж/кг (2021 – 2023 гг.)

Доза удобрений	Срок посева	Бирсу, St	Алитет 2	Гуран 2	Среднее по фону	Прибавка по фону, %	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ, St	Среднее по фону	Прибавка по фону, %
Фон контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Срок 1	2,12	2,17	2,37	2,31	0,00	2,32	2,4	2,3	2,26	2,30	0,00
	Срок 2	2,29	2,42	2,50			2,41	2,28	2,3	2,16		
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Срок 1	2,19	2,41	2,43	2,37	2,67	2,44	2,36	2,35	2,33	2,36	2,44
	Срок 2	2,33	2,33	2,55			2,41	2,38	2,35	2,26		
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Срок 1	2,28	2,42	2,45	2,44	5,70	2,49	2,46	2,4	2,33	2,44	5,81
	Срок 2	2,42	2,50	2,59			2,58	2,4	2,42	2,42		
Среднее по гибриду/сорт		2,27	2,37	2,48			2,44	2,38	2,35	2,29		

HCP_{05 A} – 0,08; HCP_{05 B} – 0,05; HCP_{05 C} – 0,04; HCP_{05 A*B} – 0,14; HCP_{05 A*C} – 0,11; HCP_{05 B*C} – 0,07

Таблица 31 – Содержание кормовых единиц в 1 кг СВ корма в зависимости от доз удобрений и сроков посева, (2021 – 2023 гг.)

Доза удобрений	Срок посева	Бирсу, St	Алитет 2	Гуран 2	Среднее по фону	Прибавка по фону, %	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ, St	Среднее по фону	Прибавка по фону, %
Фон контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Срок 1	0,87	0,86	0,89	0,88	0,00	0,88	0,87	0,82	0,93	0,86	0,00
	Срок 2	0,89	0,84	0,94			0,89	0,81	0,82	0,83		
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Срок 1	0,90	0,94	0,93	0,92	4,16	0,86	0,93	0,86	0,90	0,89	3,50
	Срок 2	0,91	0,91	0,92			0,97	0,89	0,81	0,87		
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Срок 1	0,90	0,94	0,93	0,92	4,16	0,86	0,93	0,92	0,93	0,91	6,57
	Срок 2	0,91	0,91	0,92			0,93	0,9	0,92	0,91		
Среднее по гибриду/сорту		0,90	0,90	0,92			0,9	0,89	0,86	0,89		

HCP_{05 A} – 0,03; HCP_{05 B} – 0,02; HCP_{05 C} – 0,02; HCP_{05 A*B} – 0,05; HCP_{05 A*C} – 0,04; HCP_{05 B*C} – 0,03

Таблица 32 – Содержание кормовых единиц в 1 кг корма натуральной влажности в зависимости от доз удобрений и сроков посева, (2021 – 2023 гг.)

Доза удобрений	Срок посева	Бирсу, St	Алитет 2	Гуран 2	Среднее по фону	Прибавка по фону, %	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ, St	Среднее по фону	Прибавка по фону, %
Фон контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Срок 1	0,18	0,18	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,00
	Срок 2	0,19	0,21	0,21			0,21	0,19	0,19	0,18		
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Срок 1	0,18	0,21	0,21	0,20	4,27	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	3,87
	Срок 2	0,20	0,20	0,22			0,21	0,20	0,20	0,19		
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Срок 1	0,19	0,21	0,21	0,21	6,84	0,21	0,21	0,20	0,20	0,21	7,10
	Срок 2	0,21	0,21	0,22			0,22	0,20	0,21	0,21		
Среднее по гибриду/сорту		0,19	0,20	0,21			0,21	0,20	0,20	0,19		

HCP_{05 A} – 0,01; HCP_{05 B} – 0,01; HCP_{05 C} – 0,01; HCP_{05 A*B} – 0,01; HCP_{05 A*C} – 0,01; HCP_{05 B*C} – 0,01

Таблица 33 – Содержание БЭВ в корме в зависимости от доз удобрений и сроков посева, % СВ (2021 – 2023 гг.)

Доза удобрений	Срок посева	Бирсу, St	Алитет 2	Гуран 2	Среднее по фону	Прибавка по фону, %	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ, St	Среднее по фону	Прибавка по фону, %
Фон контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Срок 1	56,55	54,87	57,52	56,71	0,00	58,51	57,81	56,15	58,88	57,20	0,00
	Срок 2	56,67	55,35	59,30			59,12	55,72	56,15	55,29		
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Срок 1	57,54	57,62	57,77	57,35	1,13	58,07	60,60	56,62	57,83	58,40	2,09
	Срок 2	56,93	56,93	57,32			62,45	58,91	55,36	57,36		
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Срок 1	56,26	58,44	58,04	57,41	1,24	56,05	60,20	58,72	59,11	58,99	3,12
	Срок 2	57,08	56,55	58,10			60,04	59,15	59,93	58,70		
Среднее по гибриду/сорт		56,84	56,63	58,01			59,04	58,73	57,15	57,86		

НСП_{05 А} – 1,26; НСП_{05 В}–00,82; НСП_{05 С}–0,67; НСП_{05 А*В}–2,18; НСП_{05 А*С}–1,78; НСП_{05В*С}–1,16

При определении влияния факторов на питательность корма выяснено, что наибольшее влияние оказывают сортовые особенности и удобрения (внесение дополнительных доз азота и фосфора) (рисунок 35).

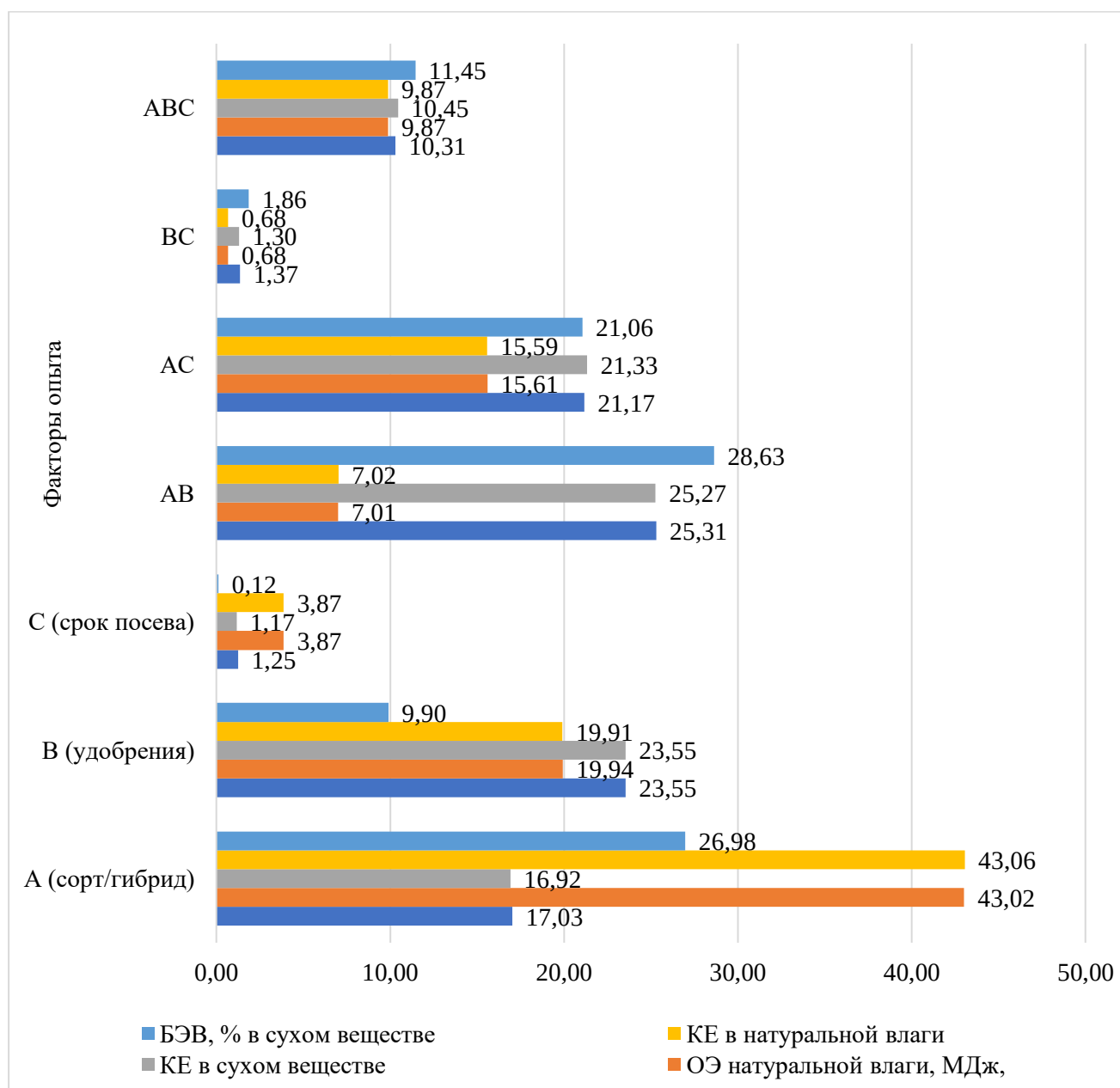


Рисунок 35 – Влияние факторов и их взаимодействия на питательность кормов

Заключение по главе 5

Установлено, что при внесении дополнительных доз азота и фосфора на фоновое удобрение повысилось качество зерна кукурузы за счет увеличения таких показателей, как: сухое вещество (от 84,70 % до 85,46 %), содержание фосфора (на 6,2–7,4 %), азота и сырого протеина (на 2,22–4,13 %), сырой клетчатки (от 4,52 % до 5,02 %). Содержание крахмала на 83,6 % зависело от погодных условий.

Наибольшее влияние на качество зерна по всем показателям, кроме сырого протеина и азота, оказали сортовые особенности (34,59–63,09 %) и внесение дополнительного азота и фосфора (8,28–15,88 %) на фоновое удобрение. На содержание сырого протеина и азота в зерне кукурузы первоочередное влияние оказывают сортовые особенности растений (88,8 %).

Корреляционный анализ доказал прямую зависимость содержание сырого протеина от фосфора и составил в 2021 году – $r=0,74$, в 2022 году – $r=0,58$, в 2023 году – $r=0,78$.

Накопление калия не носило достоверных различий, однако при увеличении доз азота и фосфора его содержание в среднем за 3 года увеличивалось.

В течение 3 лет исследований содержание сырой золы определялось стабильно по всем вариантам опыта на уровне 1,68–2,15 % и не зависело от изучаемых факторов.

По питательности зерна сделаны следующие выводы: увеличение азота и фосфора на фоновое удобрение в дозе $N_{20}P_{20}$ приводило к повышению показателя концентрация обменной энергии на 0,84–0,96 %, в дозе $N_{40}P_{40}$ – на 1,03–1,04 %.

По сортам/гибридам превысили контроль на 0,15 % и 0,08 % сорта Гуран 2 и Алиет 2, соответственно, тогда как гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 показали результат ниже Бирсу от 0,3 % до 1,79 %. По кормовым единицам превзошли Бирсу по среднему показателю Гуран 2, Алитет 2 и Молдавский 215 АМВ на 0,30–0,85 %, а гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 показали результат ниже контроля на 0,57–3,51 %. При повышении концентрации обменной энергии и кормовых единиц в зерне снижалось содержание безазотистых экстрактивных веществ в Гуран 2 на 2,98 %, Алитет 2 на 5,56 % превысил содержание переваримого протеина от контроля Бирсу.

На питательность зерна наибольшее влияние оказали сортовые особенности и система удобрений, а также их взаимодействием, различия средних показателей достоверны на уровне 5 %.

Таким образом, при повышении уровня минерального питания повышается и кормовая ценность зерна кукурузы.

В настоящих исследованиях выяснено, что с повышением уровня вносимых азотно-фосфорных удобрений повышалась питательная ценность кормов как по концентрации обменной энергии (5,42–9,26 %), так и по содержанию кормовых единиц (на 11,10 %). По содержанию кормовых единиц в корме натуральной влажности по средним показателям по сортам и гибридам наилучший результат определялся у Гуран 2 на 11,10 %. По уровням минерального питания выше контроля на 2,92–3,13 % был фон с дополнительным внесением азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ и на 5,6,79–6,87 % в дозе $N_{40}P_{40}$. Безазотистых экстрактивных веществ в сухом веществе определено у Р 7515 на 3,87 % больше, чем у контроля.

При определении влияния факторов на питательность корма выяснено, что наибольшее влияние оказывают сортовые особенности и уровень минерального питания. Различия средних достоверны на уровне 5 %.

Таким образом, при исследовании питательных свойств корма установлено, что дополнительное внесение азота и фосфора при выращивании кукурузы повышало кормовые качества за счет повышения в кормах нутриентов. Сорта селекции ДВ НИИСХ в большинстве случаев были более питательны, чем изучаемые гибриды.

ГЛАВА 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ

6.1 Экономическая эффективность

Кукуруза является высокотехнологичной культурой. Четкое выполнение агротехнических приемов обеспечивает реализацию сортового потенциала урожайности культуры в тех или иных регионах ее возделывания. Для выращивания кукурузы на качественную зеленую массу и зерно необходимо контролировать производственный процесс доступными методами и приемами. Их эффективность обычно оцениваются с экономической точки зрения. Эта оценка необходима как дополнительный метод выбора повышения продуктивности культуры и целесообразности использования каких-либо методов или элементов технологии.

При оценке экономической эффективности необходимо опираться не только на урожайность зерна или зеленой массы, но и на качество получаемой продукции, на доступность семенного материала, его возможную транспортировку от производителя семян до хозяйства.

В текущих экономических условиях в Российской Федерации, сорта селекции ДВ НИИСХ, представляют собой наиболее экономически целесообразный вариант семенного материала для аграриев. Гибриды зарубежной селекции, согласно данным из открытых источников, стоят в 3–4 раза дороже, их приобретение и доставка до хозяйств сопряжены со значительными трудностями и дополнительными расходами для сельхозпроизводителей.

Изменение себестоимости концентрации обменной энергии корма связано с изменением затрат на производство зерна, количеством или качеством продукции. В нашем исследовании проведена оценка себестоимости единицы концентрации обменной энергии в зерне (СОЭн) (таблица 34). Наибольшее снижение себестоимости среди сортов селекции ДВ НИИСХ отмечено при выращивании Гуран 2 и Алитет 2 на уровне минерального питания с внесением $N_{20}P_{20}$: на 13 % и 21 %, соответственно.

Гибриды иностранной селекции Р 7515, Р 8521 и Р 7460 имели снижение себестоимости единицы концентрации обменной энергии на 30,07–47,60 %.

Увеличение дозы азотно-фосфорного удобрения (фон+N₄₀P₄₀) было менее эффективным с точки зрения экономики по сортам и по гибридам.

Таблица 34 – Себестоимость единицы концентрации обменной энергии в зерне кукурузы, рублей за 1 МДж

Уровень питания	Показатель	Сорт/гибрид						
		Бирсу	Алитет 2	Гуран 2	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	СОЭн	58,59	55,78	62,78	33,69	40,97	36,48	62,9
	% к контролю	0	–4,8	7,16	–42,49	–30,07	–37,74	7,36
Фон N ₂₀ P ₂₀	СОЭн	56,81	50,44	45,91	30,7	37,29	31,95	62,03
	% к контролю	–3,03	–13,91	–21,65	–47,6	–36,35	–45,46	5,88
Фон N ₄₀ P ₄₀	СОЭн	62,06	58,34	63,15	33,56	39,87	33,69	68,71
	% к контролю	5,92	–0,43	7,78	–42,71	–31,95	–42,51	17,27

По лучшим вариантам опыта рассчитана экономическая эффективность. Сорта селекции ДВ НИИСХ дают качественную продукцию, вызревают до полной спелости, заготовка зеленой массы из них возможна до сезона муссонных дождей, в отличие от гибридов иностранной селекции. Рассмотрены и проанализированы прибавки урожая зеленой массы и зерна по контрольному уровню минерального питания N₉₀P₉₀K₉₀ и контрольному сорту Бирсу, так как сроки посева не имели принципиального значения.

Установлено, что дополнительные затраты на удобрения в дозе N₂₀P₂₀ в размере 21,9 % дают возможность получить прибавку по урожайности кукурузы по зеленой массе до 20,64 % и по зерну у сортов селекции ДВ НИИСХ до 40,58 %. Анализ прибавок урожайности зеленой массы кукурузы показал, что на уровне минерального питания с внесением на общепринятый фон азота и фосфора в дозе N₂₀P₂₀ получены более высокие прибавки по сортам селекции ДВ НИИСХ от 17,89 % до 20,64 %, по гибридам – от 1,02 % до 10,16 % (таблица 35). Это связано с меньшей отзывчивостью гибридов на внесение удобрений.

Таблица 35 – Прибавка урожая в среднем за 3 года исследований по общей урожайности зеленой массы, т/га

Уровень питания	Показатель	Сорт/гибрид						
		Бирсу	Алитет 2	Гуран 2	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Урожайность	24,44	25,77	24,65	46,15	35,36	41,20	23,40
	% к Бирсу*	—	5,48	0,86	88,89	44,69	68,60	—4,24
	% к фону**	—	—	—	—	—	—	—
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Урожайность	28,81	31,09	29,54	46,63	37,19	45,38	24,01
	% к Бирсу*	17,89	27,24	20,87	90,81	52,22	85,72	—1,74
	% к фону**	17,89	20,64	19,84	1,02	5,20	10,16	2,61
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Урожайность	27,87	27,94	27,92	45,27	38,86	40,41	25,52
	% к Бирсу*	14,04	14,35	14,27	85,26	59,02	65,38	4,43
	% к фону**	14,04	8,41	13,29	—1,92	9,90	—1,91	9,06

* по контрольному фону N₉₀P₉₀ K₉₀, ** по сорту/гибриду

Прибавка по урожайности зерна сорта Бирсу по отношению к контрольному питанию N₉₀P₉₀ K₉₀ составила 7,09 %; сорта Гуран 2 – 40,58 % и сорта Алитет 2 – 13,41 %; гибриды иностранной селекции Р 7515 – 12,15 %, Р 8521 – 14,78 %, Р 8521 – 19,15 %, Молдавский 215 АМВ имел наименьшую прибавку по всем вариантам опыта – 2,05 % (таблица 36).

Таблица 36 – Прибавка урожая в среднем за 3 года исследований по зерну, %

Уровень питания	Показатель	Сорт/гибрид						
		Бирсу	Алитет 2	Гуран 2	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Урожайность, т/га	9,80	10,36	9,18	18,10	14,86	16,57	9,29
	% к Бирсу*	—	5,74	—6,33	84,79	51,67	69,19	—5,15
	% к фону**	—	—	—	—	—	—	—
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Урожайность, т/га	10,49	11,75	12,90	20,30	17,05	19,75	9,48
	% к Бирсу*	7,09	19,92	31,68	107,23	74,09	101,58	—3,20
	% к фону**	7,09	13,41	40,58	12,15	14,78	19,15	2,05
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Урожайность, т/га	9,98	10,49	9,76	19,74	16,20	18,69	9,06
	% к Бирсу*	1,85	7,06	—0,41	101,57	65,41	90,76	92,50
	% к фону**	1,85	1,26	6,33	9,08	9,06	12,75	—2,48

* по контрольному фону N₉₀P₉₀ K₉₀, ** по сорту/гибриду

При этом на уровне питания фон+N₂₀P₂₀ получена более качественная продукция, которая отличается повышенным содержанием кормовых единиц,

концентрацией обменной энергии, сырого протеина, сухого вещества и других полезных веществ.

В результате исследования определена себестоимость получаемой продукции из зерна и зеленой массы кукурузы.

Выяснено, что наименьшая себестоимость 1 тонны зеленой массы по сравнению с контрольным уровнем питания $N_{90}P_{90}K_{90}$ была на уровне с дополнительным внесением азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{20}P_{20}$ у сортов селекции ДВ НИИСХ. Увеличение доз азота и фосфора до $N_{20}P_{20}$ не приводило к значительному понижению себестоимости (таблица 37).

Таблица 37 – Себестоимость 1 тонны продукции зеленой массы в ценах 2021 года, руб.

Уровень питания	Показатель	Сорт/гибрид						
		Бирсу	Алитет 2	Гуран 2	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ
Фон $N_{90}P_{90}K_{90}$	Себестоимость, руб.	2176,77	2063,19	2157,13	1225,43	1594,35	1368,63	2297,42
	% к Бирсу*	—	94,78	99,10	56,30	73,24	62,87	105,54
	% к фону**	—	—	—	—	—	—	—
Фон+ $N_{20}P_{20}$	Себестоимость, руб.	1947,20	1807,01	1899,47	1270,89	1600,86	1313,92	2377,90
	% к Бирсу*	89,45	83,01	87,26	58,38	73,54	60,36	109,24
	% к фону**	89,45	87,58	88,06	103,71	100,41	96,00	103,50
Фон+ $N_{40}P_{40}$	Себестоимость, руб.	2118,23	2113,37	2126,80	1375,07	1601,80	1539,32	2335,72
	% к Бирсу*	97,31	97,09	97,70	63,17	73,59	70,72	207,30
	% к фону**	97,31	102,43	98,59	112,21	100,47	112,47	101,67

* по контрольному фону $N_{90}P_{90}K_{90}$, ** по сорту/гибриду

Наименьшая себестоимость 1 тонны зерна по сравнению с контрольным уровнем питания $N_{90}P_{90}K_{90}$ была на уровне с дополнительным внесением азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{20}P_{20}$ у сортов селекции ДВ НИИСХ. Увеличение доз азота и фосфора до $N_{20}P_{20}$ не приводило к понижению себестоимости у сортов, когда у гибридов этот показатель не был значительным (таблица 38).

Таблица 38 – Себестоимость 1 тонны продукции зерна в ценах 2021 года, руб.

Уровень питания	Показатель	Сорт/гибрид						
		Бирсу	Алитет 2	Гуран 2	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Себестоимость, руб.	7584,96	7163,75	8081,38	4303,06	5232,75	4664,10	8078,92
	% к Бирсу*	—	94,45	106,54	56,73	68,99	61,49	106,51
	% к фону**	—	—	—	—	—	—	—
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	Себестоимость, руб.	7366,28	6576,41	5997,51	3952,83	4727,70	4112,57	8179,37
	% к Бирсу*	97,12	86,70	79,07	52,11	62,33	54,22	107,84
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	Себестоимость, руб.	8057,26	7628,78	8206,16	4212,89	5145,43	4450,95	8966,21
	% к Бирсу*	106,23	100,58	108,19	55,54	67,84	58,68	218,21
	% к фону**	106,23	106,49	101,54	97,90	98,33	95,43	110,98

* по контрольному фону N₉₀P₉₀ K₉₀, ** по сорту/гибриду

Рентабельность производства кукурузы рассчитана в ценах 2021 года. Так как экономическая ситуация в стране стремительно меняется, были учтены сорта селекции ДВ НИИСХ и иностранные гибриды, которые до 2022 года занимали 30 % рынка сбыта семян кукурузы в Российской Федерации (Р 7515, Р8521, Р 7460). Лучшие показатели отмечены на уровне минерального питания с внесением дополнительных доз азота и фосфора N₂₀P₂₀ (таблица 39).

Таблица 39 – Рентабельность производства зерна и зеленой массы кукурузы с учетом цен 2021 года, %

Уровень питания	Рентабельность	Сорт/гибрид						
		Бирсу	Алитет 2	Гуран 2	Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	зеленой массы	118,95	125,77	111,41	210,77	172,99	192,97	112,09
	зерна	137,94	145,50	139,13	245,86	188,33	219,45	130,89
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	зеленой массы	122,53	137,20	150,66	227,72	191,29	221,51	110,05
	зерна	154,10	166,33	158,01	236,06	188,31	229,76	127,33
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	зеленой массы	112,25	118,00	109,77	213,67	175,34	202,21	101,33
	зерна	141,66	142,03	141,93	218,36	187,44	194,93	128,65

Заключение по главе 6

Таким образом, при производстве зернофуража из сортов селекции ДВ НИИСХ установлено, что экономически наиболее целесообразным является возделывание кукурузы на уровне минерального питания $N_{90}P_{90}K_{90}$ с дополнительным внесения азота и фосфора $N_{20}P_{20}$ при посеве. При этом СОЭн при выращивании сорта Гуран 2 снижалась на 21,65 %, а Алитет 2 на – 13,91 %, по сравнению с контрольным вариантом Бирсу на общепринятом уровне минерального питания $N_{90}P_{90}K_{90}$. Установлено, что в Хабаровском крае наиболее экономически выгодно возделывать кукурузу сортов Гуран 2 и Алитет 2 на уровне минерального питания с внесением азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ на зерно, а на зеленую массу – гибриды Р 7515, Р 8521, Р 7460.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований выявлено:

1. Сорта селекции ДВ НИИСХ соответствуют гидротермическим условиям Хабаровского края, вызревают до полной спелости зерна к концу III декады августа – началу I декады сентября, тогда как гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 к этому времени достигают фазы восковой спелости зерна, что, вероятно, связано с повышенной потребностью в сумме активных температур ($r = 0,82-0,77$). Внесение дополнительных минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{40}$ приводит к увеличению вегетационного периода сортов и гибридов кукурузы в среднем на 10 дней.

2. Ранние сроки посева не имеют достоверного влияния на урожайность, качество зерна и развитие сортов и гибридов кукурузы.

3. Сорты Алитет 2 и Гуран 2 в условиях Хабаровского края при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ до посева формируют урожайность зерна полной спелости, соответственно 10,0–10,7 т/га и 9,0–9,4 т/га, а урожайность зеленой массы – на уровне 25,1–26,4 т/га и 24,1–25,2 т/га.

4. Дополнительное внесение при посеве азота и фосфора в дозе $N_{20}P_{20}$ существенно увеличивает зерновую продуктивность изучаемых сортов: у Бирсу – на 7,8 %, у Алитет 2 – на 15,0 %, у Гуран 2 – на 52,2 %; у гибридов рост составляет: Р 7515 – 19,5 %, Р 7460 – 33,5 %, Р 8521 – 24,1 %. Прирост зеленой массы при этом составил в среднем у сортов 22,7–24,9 %, у гибридов – не более 14,4 %, что было обусловлено изменением высоты растений ($r=0,77-0,81$).

5. Наиболее высокими показателями качества зерна отличаются сорта кукурузы Гуран 2 и Алитет 2 с массовой долей сырого протеина 9,9 и 10,4 %, фосфора 0,4 и 0,5 %, соответственно, что связано с повышенным содержанием фосфора в сухом веществе ($r=0,58-0,78$). Гибриды кукурузы уступают по данным показателям в среднем на 20–22 %. Наибольшее влияние на изменение таких показателей качества зерна, как сырая клетчатка, сырой протеин, фосфор и сухое вещество, оказывают сортовые особенности (34,59–88,57 %) и дополнительное

внесение удобрений (13,10–15,44 %). Содержание крахмала в зерне кукурузы на 83,6 % зависит от метеорологических условий года.

6. Оптимизация минерального питания ($N_{110}P_{110}K_{90}$) за счет улучшения биохимического состава зерна изучаемых сортов способствует повышению питательности кормов: количество кормовых единиц в 1 кг сухого вещества возрастает до 1,4, а концентрация обменной энергии – до 2,55 МДж в 1 кг корма натуральной влажности. Коэффициент вариации (V) по сырому протеину незначительный и составляет 10 %, по клетчатке – 12–27 %.

7. Дополнительное внесение $N_{20}P_{20}$ при посеве обеспечивает снижение себестоимости 1 кг зерна кукурузы сортов Гуран 2 и Алитет 2 на 28 % и 21 % за счет более высокой продуктивности растений, что повышает рентабельность возделываемых сортов до 122,5–150,7 %.

8. Оптимизирована технология возделывания кукурузы в условиях Хабаровского края, отмечена ведущая роль минеральных удобрений для повышения урожайности сортов кукурузы. Вклад удобрений как изучаемого агротехнического фактора в изменение уровня урожайности максимальный и составляет от 49,9 % до 73,8 %, тогда как сроки посева кукурузы с интервалом 5 суток не имеют достоверного влияния на урожайность и качество как сортов, так и гибридов кукурузы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для получения в условиях Хабаровского края урожайности зерна кукурузы до 12,34 т/га с содержанием сырого протеина 11,7 %, а также зеленой массы до 32,44 т/га рекомендуется возделывание новых сортов селекции ДВ НИИСХ (ФАО 170–180) при соблюдении следующих агроприемов: 1) предпосевное внесение удобрений – $N_{90}P_{90}K_{90}$; 2) припосевное внесение удобрений – $N_{20}P_{20}$; 3) сроки посева – конец II – начало III декады мая.

Гибриды Р 7515, Р 8521, Р 7460 (ФАО 160–200) в Хабаровском крае возможно возделывать на зеленый корм. Для достижения их урожайности зеленой массы 49,3 т/га рекомендуется: 1) предпосевное внесение удобрений – $N_{90}P_{90}K_{90}$; 2) припосевное внесение удобрений – $N_{20}P_{20}$; 3) сроки посева – конец II – начало III декады мая.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Хабаровского края. Справочник / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Упр. гидрометеорол. службы Дальнего Востока. Хабар. гидрометеорол. обсерватория. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. – 116 с.
2. Абдулнатилов, М. Г. Влияние способов внесения минеральных удобрений на рост и развитие растений / М. Г. Абдулнатилов // Известия Дагестанского ГАУ. – 2019. – № 4(4). – С. 65-67.
3. Авдонин Н.С. Гранулированные удобрения. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 213 с.
4. Адаев, Н.Л. Возделывание кукурузы в Чеченской республике / Н.Л. Адаев. – Грозный: ЧГУ, 2014. – 112 с.
5. Азбукина, З.М. Болезни и вредители кукурузы в Приморском крае и меры борьбы с ними / З.М. Азбукина, З.Г. Онисимова. – Владивосток: Приморское книжное изд-во, 1956. – 78 с.
6. Азубеков, Л.Х. Окупаемость азотных удобрений при использовании биопрепаратов и протравителя семян / Л.Х. Азубеков, З.М. Темботов // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 8(100). – С. 4-5.
7. Аличаев, М.М. Рост, развитие и урожайность полевых культур на эродированных склонах / М.М. Аличаев М.Г. Султанова А.М. Ахмедагаев // В сборнике: Органическое сельское хозяйство – Перспективы развития // Материалы всероссийской научно–практической конференции (с международным участием). – 2021. – С. 152-160
8. Алабушев, В.А Растениеводство: Учебное пособие/ В.А. Алабушев. – Ростов н/д: Издательский центр «Март», 2001. – 384 с.
9. Андреев, Н.Г. Кукуруза /Н. Г. Андреев. – М.: Сельколхозгиз, 1955. – 64 с.
10. Андреев, С.С. Физиология кукурузы: (Очерки по физиологии развития, роста, фотосинтеза, минерального питания и водного режима). / С.С. Андреев,

Ф.М. Куперман. Под общ. ред. проф. С.А. Рубина. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1959. – 290 с.

11. Амаева, А.Г. Влияние генотипа и площадей питания гибридов кукурузы на урожайность в Центральной части Северного Кавказа / А.Г. Амаева, Н.Л. Адаев, Х.Х. Астамиров, П.З. Козаев // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 3(51). – С. 11-16. – DOI 10.52671/20790996_2022_3_11.

12. Асеева, Т.А. Сельское хозяйство Дальнего Востока: условия, проблемы и потенциал развития / Т.А. Асеева, Е.П. Киселев, Г.И. Сухомиров; под ред. Н.Е. Антоновой. – Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН, 2020. – 162 с.

13. Асеева, Т.А. Влияние применения различных видов удобрений на плодородие тяжелосуглинистых почв и урожайность зерновых культур / Т.А. Асеева, А.А. Суняйкин // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 7. – С. 32-34.

14. Асеева, Т.А. Эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения в Хабаровском крае / Т.А. Асеева, М.В. Терехова // Ученые заметки ТОГУ. – 2016. – Т. 7. № 2. – С. 124-129.

15. Асеева, Т.А. Оценка природных ресурсов Хабаровского края для сельскохозяйственного использования / Т.А. Асеева, Е.В. Баблюк, Н.И. Чернышев // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2017. – № 1. – С. 167-171.

16. Асеева, Т.А. Агроэкологические основы формирования урожайности зерновых культур и сои в условиях Среднего Приамурья: автореф. дис. ... доктора с-х наук: 06.01.09 / Асеева Татьяна Александровна. – п. Тимирязевский, 2009. – 44 с.

17. Асланова, Ш. Влияние эоклиматических условий на изменение некоторых морфологических признаков и урожайность гибридов кукурузы / Ш. Асланова // Бюллетень науки и практики. – 2021. – Т. 7, № 8. – С. 153-157. – DOI 10.33619/2414-2948/69/20.

18. Аутлова, З. З. Качество крупы в зависимости от сроков посева гибридов кукурузы в условиях Кабардино-Балкарской республики / З.З. Аутлова, Ю.М.

Шогенов, А.М. Темиржанов // Актуальные проблемы агрономии современной России и пути их решения: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии, Воронеж, 04–05 декабря 2018 года. Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 193-197.

19. Афанасьев, И.А. Кукуруза – ценная кормовая культура / И.А. Афанасьев. – Чебоксары: Чувашгосиздат, 1955. – 44 с.

20. Афендулов, К. П. Удобрения под планируемый урожай / К.П. Афендулов, А. И. Ланхутова. – М.: Колос, 1973. – 237 с.

21. Афендулов, К.П. Минеральное питание и удобрение кукурузы / К.П. Афендулов. – Киев, 1966. – 259 с.

22. 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, Валитов А.В., Ахиярова Л.М. // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 4(36). – С. 23-29. – DOI: 10.47737/2307-2873_2021_36_23.

23. Ахияров, Б.Г. Оптимальные сроки посева новых гибридов кукурузы в условиях Республики Башкортостан / Б.Г. Ахияров, Р.Р. Абдулвалеев, Л.М. Ахиярова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(105). – С. 22-27. – DOI 10.37670/2073-0853-2024-105-1-22-27.

24. Ахияров, Б.Г. Агроэкологическое сортоиспытание гибридов кукурузы в условиях Республики Башкортостан / Б.Г. Ахияров, Р.Р. Абдулвалеев, Д.Р. Исламгулов [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2025. – № 2(26). – С. 38-43. – DOI 10.52671/26867591_2025_2_38.

25. Ахияров, Б.Г. Урожайность и качество зерна кукурузы гибрида шихан в зависимости от сроков посева / Б. Г. Ахияров, Р. Р. Абдулвалеев, А. В. Валитов [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 1(81). – С. 5-11. – DOI 10.48012/1817-5457_2025_1_5-11

26. Аширбеков, М.Ж. Влияние сроков посева и густоты стояния на продуктивность гибридов кукурузы на зерно и зеленую массу в условиях северного региона Казахстана / М.Ж. Аширбеков, Ю.М. Шогенов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2025. – № 3(49). – С. 8-15. – DOI 10.55196/2411-3492-2025-3-49-8-15.
27. Бабенков, И.В. Кукуруза в Куйбышевской области / И.В. Бабенков В.Н. Беленовский. – Куйбышев: Кн. Изд-во. – 1957. – 62 с.
28. Багринцева, В.Н. Отзывчивость гибридов кукурузы на удобрения / В.Н. Багринцева, Г.Н. Сухоярская // Агрохимия. – 2009. – № 4. – С. 38-42
29. Багринцева, В.Н. Отзывчивость на азотное удобрение современных гибридов кукурузы в условиях Ставропольского края / В.Н. Багринцева, И.Н. Ивашененко // Агрохимия. – 2015. – № 11. – С. 45-50.
30. Багринцева, В. Н. К вопросу выбора гибридов кукурузы для Ставропольского края / В.Н. Багринцева // Кукуруза и сорго. – 2021. – № 1. – С. 31-35. – DOI 10.25715/11347-7685-3176-t.
31. Багринцева, В. Н. Влияние удобрений на урожайность кукурузы в Ставропольском крае / В.Н. Багринцева, И.Н. Ивашененко, В.В. Дридигер [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 7. – С. 29-33. – DOI 10.53859/02352451_2023_37_7_29.
32. Баздырев, Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин. – Москва: Колосс, 2004. – 327 с.
33. Бакай, А. Ф. Эффективность заготовки кукурузного силоса / А. Ф. Бакай, В. В. Радченко, Б. М. Михальчевский. // Кормопроизводство. – 1992. – № 3. – С. 5-27.
34. Бахманлы, М. Э. Влияние норм комплексных удобрений на основные фазы развития и динамику роста кукурузы / М.Э. Бахманлы // Бюллетень науки и практики. – 2023. – Т. 9, № 5. – С. 150-156. – DOI 10.33619/2414-2948/90/18.
35. Беляева, В. А. Пищевое использование кукурузы в зарубежных странах / В.А. Беляева. – М.: Госторгиздат, 1956. – 104 с.
36. Бельтюков, Л.П. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от удобрений и густоты стояния растений: монография / Л.П. Бельтюков, Е.К.

Кувшинова, И.М. Тюрин, В.А. Козлов. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 182 с.

37. Бельченко, С.А. Оценка влияния агротехнологий возделывания кукурузы на качество зеленой массы и силоса в условиях Юго-Западной части Нечерноземья / С. А. Бельченко, И.Н. Белоус // Вестник Курской ГСХА. – 2014. – № 6. – С. 48-50.

38. Бельченко, С.А. Эффективность возделывания гибридов кукурузы разных групп спелости на Юго-Западе Центрального региона России: монография / С.А. Бельченко, В.Е. Торилов, А. В. Дронов [и др.]. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. – 180 с.

39. Билинский, К.Б. Агротехника высоких урожаев кукурузы / К.Б. Билинский. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 151 с.

40. Бобренко, И.А. Эффективность минеральных удобрений при возделывании различных гибридов кукурузы на зеленую массу на обыкновенном черноземе / И.А. Бобренко, Э.Е. Кантарбаева // Омский научный вестник. – 2014. – № 2(134). – С.151-154.

41. Богданов, А.З. Формирование урожая кукурузы при различной густоте стояния гибридов и сроках сева / А.З. Богданов, Д.В. Лужинский // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2021. – № 57. – С. 98-103.

42. Богданов, А.З. Экономическая эффективность возделывания гибридов кукурузы на силос при различных густоте стояния растений, сроках сева и уборки / А.З. Богданов, Д.В. Лужинский // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – № 58. – С. 94-105.

43. Бопп, В.Л. Современные технологии возделывания кукурузы в Красноярском крае: научно-практическое издание / В.Л. Бопп, А.А. Васильев, И.А. Васильев, О.Н. Вебер, Н.Л. Кураченко, В.С. Литвинова, Д.Н. Ступницкий – Красноярск, 2021. – 70 с.

44. Булдыкова, И.А. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна кукурузы / И.А. Булдыкова, А.Х. Шеуджен // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 98(4). – С. 632-634

45. Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов В.В. Гриценко Н.Н Кузнецов и др. – Москва.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
46. Васильченко, К.А. Кукуруза – ценнейшая кормовая культура / К.А. Васильченко // Брян. совхозтрест М-ва совхозов РСФСР. – Брянск: Брянский рабочий, 1955. – 20 с.
47. Вербицкая, Н.М. Достижения в возделывании гибридной кукурузы / Н.М. Вербицкая // Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство. – 1977. – № 9. – С.2.
48. Вильдфлуш, И.Р. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на фотосинтетическую деятельность посевов, урожайность и качество кукурузы при возделывании на силос на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И.Р. Вильдфлуш, С.С. Мосур, Г.В. Пироговская // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 1(64). – С. 205-220.
49. Винокуров, И.Е. Продуктивность кукурузы на зерно при орошении в зависимости от приемов выращивания на выщелоченном черноземе западного предкавказья: автореферат дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Винокуров И.Е. – Краснодар, 2007. – 24 с.
50. Волкова, Е.А. Методика комплексной поэтапной экономической оценки эффективности производства и использования кормового зерна в молочном животноводстве / Е.А. Волкова, К.С. Чурилова. – Благовещенск: ДальГАУ, 2015. – 35 с.
51. Волков, Д.П. Изменчивость хозяйственно-ценных параметров раннеспелых (фао 150–199) гибридов кукурузы в Нижнем Поволжье / Д.П. Волков, В.И. Жужукин, С.А. Зайцев, Л.А. Гудова, О.С. Носко. – Аграрный научный журнал. – 2020. – № 5. С. 4-8. – DOI: 10.28983/asj.y2020i5pp9-14
52. Вдовенко, А.В. Проблемы и перспективы использования земель сельскохозяйственного назначения в Дальневосточном регионе: монография / А.В. Вдовенко, Л.В. Ким. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – 180 с.
53. Волотова, Е.Н. Кукуруза и ее улучшение / Е.Н. Волотова [и др.]. – Москва: Изд-во иностранной литературы. – 1957. – 557 с.

54. Волошин, Е.И. Применение удобрений при возделывании кукурузы в Средней Сибири: методические указания / Е.И. Волошин, А.Т. Аветисян // Красноярск. – 2018. – 31 с.
55. Волощенко, Т.В. Использование доноров раннеспелости в селекции кукурузы в условиях степной зоны Северо-Кавказского федерального округа России / Т.В. Волощенко, А.Д. Уткин, Э.Б. Хатефов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2025. – Т. 186, № 3. – С. 199-208. – DOI 10.30901/2227-8834-2025-3-199-208.
56. Воскобулова, Н.И. Влияние регуляторов роста на урожайность кукурузы / Н.И. Воскобулова, А.А. Неверов, А.С. Верещагина // Вестник мясного скотоводства. – 2014. – № 4(87). – С. 115-118.
57. Воскобулова, Н.И. Принципы подбора гибридов кукурузы для выращивания на силос в степной зоне Оренбургского Предуралья / Н.И. Воскобулова, А.А. Неверов // Вестник мясного скотоводства. – 2012. – № 3(77). – С. 110-114.
58. Власов, П.Н. Эффективность удобрений при возделывании кукурузы на зерно в условиях лесостепи Среднего Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / Власов Павел Николаевич. – Саратов, 2016. – 264 с.
59. Влащук, А.Н. Зерновая продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева и густоты стояния в условиях орошения Южной Степи Украины / А.Н. Влащук, А. С. Колпакова // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2017. – № 53. – С. 110-114.
60. Габараев, Д.Б. Роль биологических удобрений в формировании продуктивности гибридов кукурузы / Д.Б. Габараев, Р.В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 187. – С. 40-54. – DOI 10.21515/1990-4665-187-009.
61. Гагиев, Б.В. Влияние удобрений на урожайность и качество кукурузы на силос на выщелоченных черноземах / Б.В. Гагиев, З.Т. Кануков, Т.К. Лазаров // Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 10-й международной научно-практической конференции, Владикавказ, 10–11 июня

2021 года. Том 1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2021. – С. 61-64.

62. Гайсин, И.А. Полифункциональные хелатные микроудобрения: монография / И.А. Гайсин, Ф.А. Хисамаева. – Казань: Изд-ский дом «Меддок», 2007. – 230 с.

63. Головкин, Т.К. Фотосинтетическая активность листьев кукурузы в центральном агроклиматическом районе Республики Коми / Т.К. Головкин, Р.В. Малышев, Г.Н. Табаленкова // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Экспериментальная биология и экология». – 2025. – № 7 (83). – С. 109-115.

64. Горбачева, А.Г. Экологическое изучение простых стерильных гибридов кукурузы - родительских форм / А. Г. Горбачева, Г. Я. Кривошеев, А.С. Игнатьев, Н. А. Орлянская // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т. 16, № 4. – С. 105-112. – DOI 10.31367/2079-8725-2024-93-4-105-112.

65. Горбачева, А. Г. Изучение стрессоустойчивости при прорастании семян и продуктивность родительских форм гибридов кукурузы в ранних сроках посева / А. Г. Горбачева, В. В. Дридигер // Зерновое хозяйство России. – 2025. – Т. 17, № 1. – С. 67–73. – DOI: 10.31367/2079-8725-2025-96-1-67-73.

66. Грабовский, М.Б. Формирование продуктивности гибридов кукурузы различных групп спелости под влиянием сроков сева / М. Б. Грабовский, Т.О. Грабовская, С.В. Ображей // Агробиология. – 2014. – № 2(113). – С. 81-87.

67. Гимбатов, А.Ш. Продуктивность различных гибридов и сортов кукурузы в орошаемых условиях Дагестана / А.Ш. Гимбатов, Ш.М. Абдуразаков // Кукуруза и сорго. – 2004. – № 6. – С. 10-11.

68. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 504 с.

69. Григоров, С.М. Эффективность использования влаги кукурузой на зерно на светло-каштановых почвах Волгоградской области / С.М. Григоров, Г.В. Коновалова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 2(14). – С. 78-86.

70. Григорьев, А.А. Высокопродуктивные экологически безопасные технологии возделывания кукурузы на силос на почвах Верхневолжья / А.А. Григорьев, Л.И. Ильин, С.И. Зинченко, А.А. Безменко. – Суздаль, 2020. – 219 с.
71. Громовой, П.С. Что нужно знать для выращивания высоких урожаев кукурузы / П. С. Громовой, Ф. П. Калманкин, В. И Козеев. – Куйбышев: Книжное изд-во, 1960. – 104 с.
72. Губанов, Я.В. Интенсивная технология возделывания кукурузы: рекомендации / Я.В. Губанов, Н.М. Гунда, Т.Р. Толорая [и др.]. – Краснодар, 1987. – 52 с.
73. Гулидова, В.А. Кукуруза на зерно. Современные технологии возделывания. Практическое руководство. / В.А. Гулидова, Е.И. Хрюкина, Г.Я. Сергеев. – 2017 – 51 с.
74. Гуляев, Г.В. Справочник агронома нечерноземной зоны. Под ред. Г. В. Гуляева. – М.: Агропромиздат, 1990. – 574 с.
75. Гурьев Б.П. Селекция кукурузы на раннеспелость. – М.: Агропромиздат, 1988. – 171 с.
76. Давидеску, Д. Практика применения удобрений под кукурузу в Румынской Народной Республике / Д. Давидеску // Кукуруза. – 1967. – № 9. – С. 58-61. М.: Агропромиздат, 1998. – 173 с.
77. Демин, Е.А. Оптимизация минерального питания выращиваемой по зерновой технологии кукурузы в лесостепной зоне Зауралья. автореф. дис. ... канд. с.-х наук: 06.01.04 / Дёмин Евгений Александрович. – Тюмень, 2019. – 16 с.
78. Демин, Е.А. Влияние минеральных удобрений и сроков посева на урожайность зеленой массы кукурузы в лесостепной зоне Зауралья / Е.А. Демин, Д.В. Еремина // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 10(163). – С. 27-33. – DOI 10.36718/1819-4036-2020-10-27-33.
79. Еремин, Д.И. Агроэкологическое обоснование выращивания кукурузы на зерно в условиях лесостепной зоны Зауралья / Д.И. Еремин, Е.А. Демин // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2016. – №1 (32) – С.6-11.

80. Демин, Е.А. Влияние минеральных удобрений и сроков посева на урожайность и уборочную влажность зерна кукурузы в условиях лесостепной зоны Зауралья / Е.А. Демин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3(66). – С. 38-42
81. Джусоев, И.А. Влияние различных доз и систем удобрений на рост и развитие растений кукурузы / И.А. Джусоев, А.Е. Басиев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции: Материалы конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и образования РФ, заслуженного работника высшей школы России, заслуженного работника образования РСО-Алания, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Кесаева Хетага Естаевича, Владикавказ, 15 ноября 2022 года. Том Часть 1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2022. – С. 40-42.
82. Дзанагов, С.Х. Эффективное удобрение для кислых почв / С.Х. Дзанагов // Известия Горского ГАУ. – 2018. – Т. 55, №4. – С. 26-31
83. Дзанагов, С.Х. Почвоведение: наука и практика / С.Х. Дзанагов. – Владикавказ: Горский ГАУ, 2019. – 138 с.
84. Дзанагов, С.Х. Влияние удобрений на ростовые процессы, урожайность и качество зеленой массы кукурузы на черноземе выщелоченном Северной Осетии-Алании / С.Х. Дзанагов, А.Е. Басиев, З.Т. Кануков [и др.] // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Майкоп, 08–10 ноября 2023 года. – Майкоп: Издательство "Магарин О.Г.", 2023. – С. 157-162.
85. Домашнев, П.П. Проблемы производства зерна и силоса кукурузы в районах с коротким вегетационным периодом / П.П. Домашнев // Бюл. ВНИИ кукурузы. – 1988. – № 2. – С. 3–8.
86. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки / Б.А. Доспехов. – Изд. 4-е. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
87. Дронов, А.В. Продуктивный потенциал зерна раннеспелых гибридов кукурузы, возделываемых в Брянской области / А.В. Дронов, С.А. Бельченко //

Современные тенденции развития аграрной науки: Сборник научных трудов IV международной научно-практической конференции, Брянск, 15–16 декабря 2025 года.

88. Евдакова, М.В. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах гибридов кукурузы различного срока созревания / М.В. Евдакова // Продовольственная безопасность как фактор повышения качества жизни: материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, Орел, 29 сентября 2021 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2021. – С. 405-411.

89. Евдакова, М.В. Продуктивность гибридов кукурузы разных групп спелости на зерно в Центрально-Черноземной зоне: дис. ... канд. с.-х наук: 4.1.1. / Евдакова Мария Викторовна. – Орёл, 2023. – 175 с.

90. Евдакова, М.В. Анализ фотосинтетических показателей раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы в условиях Орловской области / М.В. Евдакова, С.В. Резвякова, Н.И. Ботуз // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2023. – № 1(37). – С. 46-50.

91. Егоян, С.Е. Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на продуктивность кукурузы на черноземе обыкновенном Западного Предкавказья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Егоян Сурен Ервантович. – Краснодар, 2007. – 24 с.

92. Еряшев, А. П. Влияние удобрений и регулятора роста на урожайность зерна кукурузы / А.П. Еряшев, А.А. Артемьев, Т.В. Хныкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 3(71). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2025-3-6-12.

93. Жидков, В.М. Возможность использования минимальных обработок при выращивании кукурузы на зерно / В.М. Жидков, Ю.Н. Плескачев // Кукуруза и сорго. – 1998. – №1. – С.11.

94. Задорожная, В. А. Продуктивность гибридов кукурузы, выращиваемых на силос в условиях Воронежской области / В. А. Задорожная, Е. С. Куделин, А.В.

Блинов // Агроген Воронежского государственного аграрного университета. – 2025. – № 1(9). – С. 9-14.

95. Захаренко, А.В. Роль механической обработки в регулировании сорного компонента агрофитоценоза. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии // Материалы Всероссийской научно-практич. конф. – М.: РГАУ–МСХА, 2010. – С. 85–112.

96. Зезин, Н.Н. Подбор гибридов кукурузы и оптимальные сроки их уборки на Среднем Урале / Н.Н. Зезин, М.А. Намятов, В.А. Пелевин // АПК России. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 37-44.

97. Зиганшин, А.А. Влияние жидких органоминеральных удобрений на урожайность, качество зерновой продукции кукурузы и динамику выноса питательных элементов из почвы / А.А. Зиганшин, Р.И. Сафин // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. – 2025. №1 (13). – С. 29-35. – DOI 10.12737/2782-490X-2025-29-35.

98. Зубрев, А.И. Селекция и семеноводство кукурузы в Приамурье. Монография / А.И. Зубрев. – Хабаровск: Издательство Магеллан, 2000. – 168 с.

99. Зубрев, А.И. Гребне-грядовая технология возделывания кукурузы в умеренно теплой зоне Российской Федерации / А.И. Зубрев, А.А. Шевцова. – Хабаровск: КГУН «Хабаровская краевая типография», 2010. – 112 с.

100. Зубрев, А.И., Кукуруза в Хабаровском крае. / А.И. Зубрев Т.А. Асеева, М.А. Макарова // ГНУ ДВНИИСХ. – Хабаровск: КГУП «Хабаровская краевая типография», 2010. – 112 с.

101. Зубрев, А.И. Технология возделывания кукурузы в Хабаровском крае / А.И. Зубрев, Н.В. Кологоров, А.А. Шевцова. – Хабаровск, 1999. – 56 с.

102. Иванова, З.А. Влияние сроков посева на продуктивность гибридов кукурузы и их родительских форм / З.А. Иванова, Ю.М. Шогенов, Ф.Х. Нагудова // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2014. – № 4(6). – С. 7-9.

103. 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.

104. Ивашененко, И.Н. Роль азотного удобрения в повышении урожая и кормовой ценности зерна гибридов кукурузы / И. Н. Ивашененко, В.Н. Багринцева // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101, № 2. – С. 168-175.

105. Ивашененко, И. Н. Методика оценки отзывчивости гибридов кукурузы на азотное удобрение / И.Н. Ивашененко, В.Н. Багринцева // Агрохимия. – 2023. – № 1. – С. 33-38. – DOI 10.31857/S0002188122110072.

106. Исакова, С.В. Актуальные направления в селекции гибридов кукурузы / С.В. Исакова, Л.В. Цаценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 173. – С. 214-227. – DOI 10.21515/1990-4665-173-016.

107. Ильин, В.С. Раннеспелая кукуруза: состояние и перспективы: монография / В.С. Ильин, И.В. Ильин. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2001. – 172 с.

108. Йованович, Ж. Технология выращивания ЗП гибридов кукурузы в условиях интенсивного производства / Ж. Йованович, Ж. Виденович, М. Веескович // Кукуруза и сорго. – 2000. – № 4. – С. 22-24.

109. Казакова, Н.И. Органогенез и продукционный процесс кукурузы в Зауралье: монография / Н.И. Казакова. – Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2015. – 132 с.

110. Калинин, М. С. Кукуруза / М. С. Калинин. – Москва: Сельхозгиз. 1956. – 132 с.

111. Кондратьев, П.А. Формирование урожая гибридов кукурузы при разных сроках посева в условиях Чувашской Республики / П.А. Кондратьев, Л.В. Елисеева // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2024. – № 4(31). – С. 21-26. – DOI 10.48612/vch/rtkb-b874-v81h.

112. Каменев, Р.А. Эффективность использования минеральных удобрений и бактериальных препаратов под кукурузу на зерно в условиях Нижнего Дона / Р.А. Каменев, А.А. Севостьянова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(60). – С. 29-32

113. Кануков, З.Т. Влияние различных систем удобрения на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях лесостепной зоны РСО-Алания / З. Т. Кануков, А. Е. Басиев, Т. К. Лазаров, С. Х. Дзанагов // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 52, № 2. – С. 39-44
114. Кашеваров, Н.И. Кукуруза в Сибири под ред. Н.И. Кашеварова / Н.И. Кашеваров, Н.И., Ильин В.С., Кашеварова Н.Н., Ильин И.В. – Новосибирск: Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. отд-ние, Сиб, 2004. – 398 с.
115. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М. К. Каюмов. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 317 с.
116. Ким, Л.В. Проблемы и перспективы отрасли растениеводства в Дальневосточном федеральном округе / Л.В. Ким, А.В. Вдовенко, А.А. Назарова, Е.В. Емельянова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – № 3 (51). – С. 19–26.
117. Ким, Л.В. Развитие аграрного сектора Хабаровского края в современных экономических условиях (на примере ОАО "Хорское") / Л.В. Ким // В сборнике: Материалы 58-й студенческой научно-технической конференции инженерно-строительного института ТОГУ. – 2018. С. 237-240.
118. Ковтун, Н.В. Урожайность кукурузы на зерно в зависимости от сроков сева / Н.В. Ковтун, Е.Н. Шепитько, В.А. Коваленко [и др.] // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики "Луганский национальный аграрный университет". – 2019. – № 6-2. – С. 199-206.
119. Коренев, Г. В. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г. В. Коренев. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 575 с.
120. Коробов, А.П. Кормление животных с основами кормопроизводства: краткий курс лекций для студентов специальности 36.05.01 Ветеринария / Составитель: А.П. Коробов, Л.А. Сивохина // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2015. – 126 с.
121. Кашукоев, М.В. Влияние минеральных удобрений на урожайность гибридов кукурузы разной спелости на силос / М.В. Кашукоев, А.А. Кошукоев, М.М.

Кошукоева, Ж.О. Канукова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 4. – С. 35-37.

122. Кравченко, Р.В. Применение биоудобрений в технологии возделывания кукурузы / Р.В. Кравченко, Д.Б. Габараев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 181. – С. 145-160.

123. Кравченко, Р.В. Влияние основной обработки почвы на эффективность возделывания кукурузы в условиях Ставропольского края / Р.В. Кравченко, О.В. Тронева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 71. – С. 680-689.

124. Кравченко, Р.В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография / Р.В. Кравченко. – Ставрополь, 2010. – 208 с.

125. Кравченко, Р.В. Особенности развития гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева и протравителя ТМТД-плюс в условиях засушливой зоны Центрального Предкавказья / Р.В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 113. – С. 1572-1587.

126. Кравчук, А.В. Зависимость биоклиматических коэффициентов от роста надземной массы и корневой системы кукурузы и суданской травы / А.В. Кравчук, Ш.А. Халимов, Г.С. Донгузов // Агроэкологическое состояние АПК: опыт, поиски, решения: материалы науч.- практ. конф. / Саратов, 2005. – С. 125-130.

127. Кузнецова, С.А. Влияние различного уровня фосфорного питания на интенсивность ростовых процессов кукурузы / С.А. Кузнецова, О.Б. Чехонина // Современные региональные проблемы географии и экологии: материалы V Международной научно-практической конференции, Мытищи, 22 декабря 2021 года. – Москва: Московский государственный областной университет, 2022. – С. 44-47.

128. Куприянов, А.Н. Разработка адаптивных систем питания кукурузы с использованием жидких удобрений для разных агроэкологических групп земель

Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 4.1.3 / Куприянов Алексей Николаевич. – Москва., 2025. – 22 с.

129. Куприянов, А.Н. Применение жидких комплексных минеральных удобрений как фактор оптимизации производства продукции растениеводства в условиях изменения климата / А.Н. Куприянов, А.А. Прохоров, А.И. Белолубцев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3(233). – С. 33-40. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-233-3-33-40.

130. Куприянов, А.Н. Влияние жидких комплексных удобрений на качество зерна кукурузы на разных агроэкологических группах земель в условиях Краснодарского края / А.Н. Куприянов // Сборник трудов Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием IX Вильямсовские чтения, Москва, 27–28 ноября 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 106-111.

131. Киреев, В.Н. Производство кукурузы на силос / В.Н. Киреев. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 159 с.

132. Кирычек, С.А. Урожайность кукурузы разных групп скороспелости в зависимости от сроков посева и густоты растений в северной зоне Краснодарского края / С.А. Кирычек, В.П. Малаканова, М.В. Марченко, А.Б. Никитенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 168. – С. 96-108. – DOI 10.21515/1990-4665-168-008.

133. Кологоров, Н.В. Совершенствование технологии возделывания кукурузы местных сортов и гибридов в условиях Хабаровского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Дальневост. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Хабаровск, 2000. – 24 с.

134. Коломейченко, В.В. Кормопроизводство: учебник / В.В. Коломейченко. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 656 с.

135. Котляров, В.В. Отбор на засухоустойчивость в популяции кукурузы в различных агроэкологических условиях / В.В. Котляров, Д.В. Котляров, Е.К.

Яблонская // Международный научный сельскохозяйственный журнал. – 2025. – № 1. – С. 21-26.

136. Эффективность отбора на засухоустойчивость в популяции кукурузы в различных экологических условиях / В.В. Котляров, Д.В. Котляров, Е.К. Яблонская, А.С. Новожилов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 205. – С. 415-429. – DOI 10.21515/1990-4665-205-038.

137. Косолапов, В.М. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа: монография / В. М. Косолапов. – Москва: ООО «Угрешская типография», 2019. – 272 с.

138. Кошелева, И.К. Оптимизация приемов возделывания кукурузы на зерно в условиях лесостепи Среднего Поволжья: дисс. ... канд. с.-х наук: 06.01.01 / Кошелева Ирина Камишановна. – Кинель, 2018. – 220 с.

139. Кривошеев, Г.Я. Экологическое изучение новых раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы / Г.Я. Кривошеев, А.С. Игнатьев, Н.А. Шевченко // Зерновое хозяйство России. – 2025. – Т. 17, № 4. – С. 21-28. – DOI 10.31367/2079-8725-2025-99-4-21-28.

140. Кривошеев, Г.Я. Экологическая пластичность и стабильность новых гибридов кукурузы / Г.Я. Кривошеев, А.С. Игнатьев, Н.А. Шевченко // Таврический вестник аграрной науки. – 2025. – № 4(44). – С. 74-88. – DOI 10.5281/zenodo.17587869.

141. Кулешов, Н.Н. Кукуруза – важнейшая зерновая культура / Н.Н. Кулешов. – Москва: Знание, 1955. – 32 с.

142. Куперман, Ф.М. Морфофизиология растений / Ф.М. Куперман. – М., 1971. – 276 с.

143. Ланцев, В.В. Эффективность возделывания гибридов кукурузы разных групп спелости на юго-западе центрального региона России: дисс. ... канд. с.-х наук: 4.1.1. / Ланцев Виктор Владимирович. – Брянск, 2022. – 157 с.

144. Лабынцев, А.В. Отзывчивость гибридов кукурузы на удобрение / А. В. Лабынцев, С.В. Пасько, А.Н. Кравченко // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 5. – С. 42-47.
145. Лапин, М.М. Растениеводство / М.М. Лапин. – Москва: Сельхозгиз, 1951. – 624 с.
146. Ларионов, П.С. Силосу высокое качество/ П. С. Ларионов // Кукуруза и сорго. – 1987. – № 4. – С. 36–38.
147. Лисунова, Л.И. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / Л.И. Лисунова; под ред. В.С. Токарева. – Новосиб. гос. аграр. Ун-т.: Новосибирск – 2011. – 294 с.
148. Ломовской, Д.В. Изучение системы предпосевной подготовки почвы под посев кукурузы отвальной, чизельной и основной обработки в степных районах Краснодарского края / Д.В. Ломовской, М.М. Ахтырцев, И.Н. Вакуленко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: матер. V Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых. – Краснодар, 2011. – С. 96-97
149. Лукашина, А.А. Изменение качества силоса из кукурузы в зависимости от гибрида, срока сева и фона минерального питания / А.А. Лукашина // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 2 (211). С. 72-80.
150. Лукашина, А. А. Влияние условий выращивания на морфобиологические особенности и урожайность зерна кукурузы в условиях Хабаровского края / А.А. Лукашина // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 45-56. doi: 10.22450/19996837_2023_2_45.
151. Лукашина, А. А. Изменение структуры урожая кукурузы в зависимости от генетических особенностей, фона минерального питания и сроков посева в Хабаровском Крае / А.А. Лукашина // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – №2. – С. 36-41. doi:10.31857/S2500208224020083.
152. Макаренко, А.А., Коковихин С.В., Логойда Т.В. Продуктивность гибридов кукурузы, экономическая и энергетическая эффективность их выращивания в условиях Краснодарского края. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(1): 162-178. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-162-1>

153. Малышева, Е.В. Гибриды кукурузы зернового направления в условиях лесостепи Центрального Черноземья. Совершенствование, перспективы развития: монография / Е.В. Малышева. – Курск: Изд-во «Деловая полиграфия», 2021. – 333 с.
154. Малышева, Е.В. Влияние приёмов основной обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна кукурузы / Е.В. Малышева, В. Е. Ториков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 8. – С. 41-46.
155. Малышева, Е.В. Действие минеральных удобрений на урожайность и качество зерна гибридов кукурузы различных по скороспелости / Е.В. Малышева, В.Е. Ториков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 8. – С. 52-59.
156. Малышева, Е.В. Влияние различных видов удобрений на биохимические показатели зерна / Е.В. Малышева, Н.В. Долгополова, А.В. Нагорных // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 6. – С. 35-40.
157. Мамеев, В.В. Эффективное применение минеральных удобрений компании "Фосагро-регион" в агроценозах кукурузы на серых лесных почвах Брянской области / В.В. Мамеев, О.А. Нестеренко, А.В. Дронов [и др.] // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2(90). – С. 14-21. – DOI 10.52691/2500-2651-2022-90-2-14-21.
158. Мамсиров, Н.И. О роли минеральных удобрений и способов основной обработки почвы в формировании продуктивности гибридов кукурузы / Н.И. Мамсиров, А.А. Мнатсаканян // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 9(212). – С. 11-24. – DOI 10.32417/1997-4868-2021-212-09-11-24.
159. Мамсиров, Н.И. Отзывчивость гибридов кукурузы Краснодарский 291 АМВ и Краснодарский 385 МВ на внесение удобрений / Н.И. Мамсиров, Д.А. Жиров, И.Ю. Малич // Новые технологии. – 2025. – Т. 21, № 2. – С. 140-151. – DOI 10.47370/2072-0920-2025-21-2-140-151.

160. Мамси́ров, Н.И. Минеральные удобрения и удобрения на основе гуминовых кислот в технологии возделывания кукурузы в условиях Республики Адыгея / А.А. Н.И. Мамси́ров, Мнатсаканян, Т.К. Лазаров, Д.А. Жиров, И.Ю. Малич // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 11. С. 1771–1782. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-11-1771-1782>.
161. Марму́лев, А.Н. Действие цинксо́держащих препара́тов на урожа́йность зелено́й массы и каче́ство зерна кукурузы / А.Н. Марму́лев, А.Г. Митра́кова // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник IX национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 27 февраля 2026 года. Часть 1. – Новосибирск: ИЦ Университета биотехнологий "Золотой колос", 2026. – С. 231-235.
162. Марче́нко, М.В. Повы́шение продуктивности кукурузы обрабо́ткой се́мян комплексными водораствори́мыми удо́брениями, протравите́лями и подкормко́й расте́ний на черно́земе выщело́ченном запа́дного Пре́дкавказья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Марче́нко Мари́на Вале́рьевна. – Краснода́р, 2018. – 163 с.
163. Методи́ка госуда́рственного сорто́испытания се́льскохо́зяйственных культу́р: Вып. 1-й. Общ. ча́сть. – М.: Госко́миссия по сорто́испытанию с.-х. культу́р, 1985. – 269 с.
164. Методи́ческие указа́ния по оце́нке каче́ства и пита́тельности кормо́в – М.: ЦИ́НАО, 2002. – 76 с.
165. Метли́на, Г.В. Влия́ние дополни́тельных исто́чников пита́ния расте́ний на продуктивност́ь средне́спелого ги́брида кукурузы Зерногра́дский 354 СВ / Г.В. Метли́на, С.А. Васи́льченко // Вестник аграрной науки Дона. – 2014. – Т. 2. – № 26. – С. 61-66.
166. Мигу́лев, П.И. Продуктивност́ь ги́бридов кукурузы при програ́ммировании урожа́йности в усло́виях Верхнево́лжья: дисс. ... канд. с.-х- наук: 4.1.1. / Мигу́лев Паве́л Ива́нович. – Тве́рь, 2019. – 127 с.
167. Минга́лев, С.К. Влия́ние сро́ков посе́ва на формиро́вание урожа́йности зелено́й массы и продуктивности ги́бридов кукурузы в усло́виях Средне́го Урала /

- С.К. Мингалев, В.Р. Лаптев, И.В. Сурин // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 1(119). – С. 20-22.
168. Мингалев, С.К. Рост, развитие и продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от срока посева / С.К. Мингалев // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 3(145). – С. 16-21.
169. Мингалев, С.К. Влияние густоты стояния, срока посева и приемов ухода на продуктивность гибридов кукурузы в условиях Среднего Урала / С.К. Мингалев // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 5(172). – С. 38-43.
170. Минькач, Т.В. Основы селекции и семеноводства: практикум для обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия / Т. В. Минькач. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2020. – 101 с.
171. Минкевич, И.А. Растениеводство: учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. – Москва: Высшая школа. –1965. – 534 с.
172. Миронов, С.К. Отзывчивость различных по скороспелости гибридов кукурузы на применение возрастающих доз минеральных удобрений / С. К. Миронов // Материалы IV Всес. науч.техн. конф. молодых ученых по проблемам кукурузы. – Днепропетровск. – 1985. – Ч. II. – С. 85-86.
173. Михайлова, М.Ю. Роль макро- и микроудобрений в повышении урожайности и качества зеленой массы кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан / М.Ю. Михайлова, М.Ю. Гилязов, Р.М. Низамов, Г.С. Миннуллин // Вестник Курганской ГСХА. – 2023. – № 2(46). – С. 34-41.
174. Моисеев, А.А. Эффективность удобрений под кукурузу на зерно в лесостепи среднего Поволжья / А.А. Моисеев, П.Н. Власов, А.В. Ивойлов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (138). – С. 28-33.
175. Моисеев, А.А. Реакция гибридов кукурузы на внесение удобрений и препарата микроэл при возделывании на зерно в условиях неустойчивого увлажнения / А.А. Моисеев, П.Н. Власов, А.В. Ивойлов // Агрохимия. – 2017. – № 6. – С. 30-38. – DOI 10.7868/S0002188117060035.

176. Моисеев, А.А. Влияние минеральных удобрений и густоты стояния растений кукурузы на урожайность и качество зерна в северной части лесостепи Среднего Поволжья / А.А. Моисеев, А.В. Ивойлов, С.С. Якомаскин, А.В. Сидоров // Агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 29-35. – DOI 10.1134/S0002188119010058.
177. Мосур, С. С. Урожайность и качество зерна кукурузы в зависимости от применяемых органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста / С. С. Мосур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 98-102.
178. Мосур, С. С. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность, содержание и сбор сырого и переваримого протеина и энергетическую ценность кукурузы при возделывании на зелёную массу / С. С. Мосур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 89-93.
179. Мустяца, С.И. Создание линий кукурузы с общей родословной в условиях Молдовы и Беларуси / С.И. Мустяца, С.И. Мистрец, Л.П. Шиманский // Кукуруза и сорго. – 1998. – № 6. – С. 9-12.
180. Надточаев, Н.Ф. Продуктивность гибридов кукурузы в стрессовых погодных условиях / Н.Ф. Надточаев, А.Н. Романович, Н.С. Степаненко // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2023. – № 59. – С. 106-113.
181. Назарова, А.А. Перспективы развития кормопроизводства в Дальневосточном федеральном округе (на примере Хабаровского края) / А.А. Назарова // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ, 2018. – Т. 2. – С. 229-234.
182. Назарова, А.А. Современное состояние сельскохозяйственных угодий Хабаровского края / А.А. Назарова // В сборнике: Строительство и природообустройство: проблемы и решения. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Посвящается 40-летию факультета строительства и природообустройства. отв. ред. М. В. Маканникова, 2019. – С. 272–275.
183. Нарбут, Н.А. Экологические проблемы региона: Хабаровский край: Курс лекций. / Н.А Нарбут. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2006. – 129 с.

184. Наумкин, В.Н. Экологические основы адаптивного растениеводства. / В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкиа, П.И. Кубарев., А.М. Хлопяников, Г.А. Хлопяпикова., А.В. Наумкин. – Достижения науки и техники АПК. 2006. – № 1. – С. 47-48.
185. Нестеренко, О.А. Оценка эффективности применения комплексных удобрений при возделывании кукурузы на зерно / О.А. Нестеренко, А.В. Дронов, В.В. Мамеев, С.Н. Петрова, А.А. Лукашина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 6. – С. 20-27.
186. Нёсберг, Й. Производство основных кормовых культур / Пер. с нем. М.Н. Вильбцкой; под ред. А.Н. Лихачева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 182 с.
187. Николаев, Е.В. Растениеводство Крыма / Е.В. Николаев, А.М. Изотов, Б.А. Тарасенко. – Симферополь: Фактор, 2006. – 352 с.
188. Нормы, рационы, корма и кормление сельскохозяйственных животных в зоне Дальнего Востока. – Хабаровск, 1991. – 292 с.
189. Орлянский, Н.А. Эффективность возделывания гибридов кукурузы разных групп спелости в условиях Центрального Черноземья / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская, Д.Г. Зубко // Кукуруза и сорго. – 2008. – № 1. – С. 20–22.
190. Павлов, А.Н. Обзор способов внесения минеральных удобрений / А.Н. Павлов, М.А. Фомичев, М.В. Стречень // Современное состояние и инновационные технологии в развитии АПК и сельских территорий: Материалы Региональной научно-практической конференции, Великие Луки, 24 февраля 2022 года. – Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 76-79.
191. Панфилов, А.Э. Культура кукурузы в Зауралье. / А.Э. Панфилов // Челябинск: ЧГАУ. – 2004. – 356 с.
192. Панфилов, А.Э. Эффективность использования атмосферных факторов при различных сроках посева кукурузы в лесостепи Зауралья / А.Э. Панфилов, Н. И. Казакова // Кукуруза и сорго. – 2010. – № 3. – С. 7-10.
193. Панфилов, А.Э. Зерновая продуктивность кукурузы (*Zea mays* L.) в Уральском регионе как функция скороспелости гибридов / А. Э. Панфилов, П. Ю.

Овчинников // АПК России. – 2023. – Т. 30, № 2. – С. 170-180. – DOI 10.55934/10.55934/2587-8824-2023-30-2-170-180.

194. Панфилов, А.Э. Биологическая продуктивность ультрананних гибридов кукурузы в различных почвенно-климатических зонах Уральского региона / А. Э. Панфилов, Н. Н. Зезин, П. Ю. Овчинников // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 3(218). – С. 35-47. – DOI 10.32417/1997-4868-2022-218-03-35-47.

195. Пакудин, В.З. Рекомендации по технологии возделывания кукурузы на Дону / В.З. Пакудин, Е.Ф. Носков, А.Н. Землянов и др. – зерноград, 1994. – 31 с.

196. Пересыпкин, В.Ф. Болезни сельскохозяйственных культур / В.Ф. Пересыпкин. – Киев: Урожай, 1991. – 206 с.

197. Пестерева, Е.С. Урожайность и питательная ценность кукурузы и их смесей для заготовки сочных кормов в условиях Центральной Якутии / Е. С. Пестерева, С. А. Павлова, Г. Е. Захарова [и др.] // Аграрная наука. – 2018. – № 9. – С. 54-56.

198. Петрик, Г.Ф. Продуктивность гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции при возделывании на силос и зерно в условиях Западного Предкавказья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Петрик Галина Федоровна. – Краснодар, 2004. – 210 с.

199. Пойда, В.Б. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева / В.Б. Пойда, Е.М. Фалынсков, М.А. Збраилов, Д.Н. Дергачев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 164. – С. 187-196. – DOI 10.21515/1990-4665-164-014.

200. Полянский, А.Л. Результативность микроудобрений при возделывании кукурузы на зерно в условиях лесостепи Центрального Черноземья / А.Л. Полянский, С.В. Сергеев, Е.В. Малышева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 5. – С. 25-32.

201. Пospelов, Н.А. Агрономическая тетрадь. Возделывание силосной кукурузы по зерновой технологии и производство кормов / Н.А. Пospelов. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 94 с.

202. Привалов, Ф.И. Влияние различных доз, способов и сроков внесения азотных удобрений на рост растений кукурузы и ее урожайность / Ф.И. Привалов, А.А. Цыганова, Н.Ф. Надточаев // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти ученых: Анны Ивановны Горбылевой, Юрия Павловича Сиротина и Вадима Ивановича Тюльпанова, Горки, 18–20 декабря 2018 года. Том Часть 2. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 69-71.
203. Привалов, Ф.И. Развитие гибридов кукурузы разных групп спелости в зависимости от температурных условий / Ф.И. Привалов, Д.В. Лужинский, Н.Ф. Надточаев // Кормопроизводство. – 2018. – № 10. – С. 4-10.
204. Прянишников, Д.Н. Избранные произведения в 3-х томах. – Т. 1. – Агрохимия. – М.: Колос. – 1965. – 767 с.
205. Радочинская, Л.В. Итоги поэтапной первичной оценки комбинационной способности линий кукурузы, несущих два признака качества зерна. / Л.В. Радочинская, И.Р. Люлюк, А.А. Земцев // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 46. – С. 762-771.
206. Ракицкий, И.А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции в условиях лесостепи северного Казахстана / И.А. Ракицкий, Э.Е. Кантарбаев // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1(9). – С. 28-30.
207. Росликова, В.И. Почвы Среднеамурской низменности и их особенности агрогенных трансформаций / В.И. Росликова // Вестник ТОГУ. – 2009. – № 2 (13). – С. 95-102.
208. Рядчиков, В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебно-практическое пособие / Рядчиков В.Г. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 328 с.
209. Сабирова, Т.П. Формирование продуктивности кукурузы в зависимости от удобрений и биопрепаратов / Т.П. Сабирова; Р.А. Сабиров // Ресурсосберегающие технологии в земледелии: сборник научных трудов по материалам III

Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО. – 2018. – С.89-97.

210. Сафин, Р.И. Влияние применения жидких органоминеральных удобрений на урожайность и качество зеленой массы кукурузы / Р.И. Сафин, А.А. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2025. – Т. 20, № 3 (79). – С. 39-44. – DOI 10.12737/2073-0462-2025-20-3-39-44.

211. Севостьянова, А.А. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под кукурузу на зерно на черноземе обыкновенном Нижнего Дона: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Севостьянова Алиса Александровна. – Саратов, 2019. – 173 с.

212. Семина, С.А. Эффективность систем удобрения при возделывании кукурузы в лесостепи Среднего Поволжья / С.А. Семина // Нива Поволжья. – 2012. – № 1. – С. 39-42.

213. Семина, С.А. Влияние густоты растений и доз минеральных удобрений на качество зерна кукурузы / С.А. Семина, И.В. Гаврюшина, С.М. Надежкин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 93-95.

214. Семина, С.А. Урожайность и биохимический статус кукурузы в зависимости от минерального питания и густоты стояния растений / С.А. Семина, И.В. Гаврюшина, А.С. Палийчук // Нива Поволжья. – 2022. – № 2(62). – С. 1002. – DOI 10.36461/NP.2022.62.2.010.

215. Семина, С.А. Формирование урожайности и качества зерна кукурузы в зависимости от приемов возделывания / С.А. Семина, О.Н. Кухарев, И.В. Гаврюшина, А.С. Палийчук // Нива Поволжья. – 2023. – № 2(66). – DOI 10.36461/NP.2023.66.2.010.

216. Семькин, В.А. Возделывание кукурузы на зерно без гербицидов / В.А. Семькин, И.Я. Пигорев, И.А. Оксененко // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 4. – С. 44.

217. Слободяник, Т.М. Биохимическая оценка сортов и гибридов кукурузы в условиях юга Амурской области / Т.М. Слободяник, А.В. Чепелева, Г.П. Чепелев // АгроСнабФорум. – 2017. – № 8(156). – С. 68-69.
218. Сидоров, Ю.Н. Зернофуражные культуры – ячмень, кукуруза, сорго в оренбургской области и их кормовая ценность / Ю.Н. Сидоров, Г.И. Левахин, Н.Н. Докина // Вестник мясного скотоводства. – 2014. – № 1 (84). – С. 125.
219. Складорова, М.А. Эффективность различных приемов применения цинка под кукурузу на лугово-черноземной почве Омской области / М.А. Складорова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1(13). – С. 28-31.
220. Созаев, Т.И. Сортосмена как фактор повышения эффективности зерна кукурузы / Т.И. Созаев // Российский государственный аграрный университет. – Москва: Агро XXI, 2006. – № 10 – 12. – С. 12.
221. Соколов, А.В. Новые технологии и технические средства заготовки и хранения силоса и сенажа. / А.В Соколов., С.П. Замана // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2013. – № 14 (19). – С. 118.
222. Соловьев, Б. Ф. Кукуруза – важнейшая зерновая и кормовая культура / Б. Ф. Соловьев. – Москва: Госкультпросветиздат, 1955. – 44 с.
223. Соловьева, Н.Ф. Технологии и технические средства для возделывания кукурузы на зерно / Н.Ф. Соловьева. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 80 с.
224. Сорокин, О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2–е изд. – Новосибирск, 2012. – 282 с.
225. Сотченко, В.С. Перспективная ресурсосберегающая технология производства кукурузы на зерно: метод. рек. / В.С. Сотченко, В.Н. Багринцева, Е.Ф. Сотченко А.Г. Горбачева, Е.Л. Ревякин. – ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 72 с.
226. Сотченко, В.С. Урожай и уборочная влажность зерна гибридов кукурузы в разных экологических условиях в зависимости от сроков посева / В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, А.Э. Панфилов, И.А. Ветошкина, Н.И Казакова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 26-31.

227. Сотченко, В.С. Зерновая продуктивность гибридов кукурузы как функция географических пунктов, сроков посева и длительности хранения семян / В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, А.Э. Панфилов [и др.] // АПК России. – 2016. – Т. 23, № 3. – С. 687-694.
228. Сотченко, В.С. Селекция и семеноводство раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы: автореферат дис. ... доктора с-х наук: 06.01.05./ Сотченко Владимир Семенович. – Санкт-Петербург, 1992. – 50 с.
229. Сотченко, В.С. Состояние и перспективы возделывания кукурузы в России / В.С. Сотченко, Л.И. Мусорина // Кукуруза и сорго. – 2000. – № 3. – С. 2–4.
230. Сотченко, Е.Ф. Сравнительная оценка новых раннеспелых гибридов кукурузы по урожайности и адаптивности / Е.Ф. Сотченко, Н.А. Орлянская, Д.Ю. Сотченко // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2021. – № 1 (99). – С.46–54. – DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-46-54
231. Справочные таблицы по кормлению сельскохозяйственных животных: методическое пособие для лабораторных занятий студентов зооинженерного факультета, обучающихся по направлению подготовки 36.02.03. «Зоотехния». – Нижний Новгород, ФГБОУ ВО НГСХА. – 2017 г.
232. Смирнов, А. И. Растениеводство / А.И. Смирнов. – Москва: Сельхозгиз., 1952. – 608 с.
233. Старикова, Н.П. Химический состав, питательность кормов и их использование в кормлении молочного скота Камчатки: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.02 / Старикова Надежда Павловна. – Дубровицы., 1984, 64 с.
234. Сурин, И.В. Зерновая продуктивность гибридов кукурузы при разных сроках посева на Среднем Урале / И.В. Сурин, С.К. Мингалев // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 8 (126). – С. 61-63.
235. Сусидко, П.И. Кукуруза / П.И. Сусидко, В.С. Циков. – Киев: «Урожай», 1978, – 295 с.
236. Сухоярская, Г.Н. Продуктивность гибридов кукурузы разных групп спелости при применении удобрений на черноземе обыкновенном Центрального

Предкавказья: дис. ... канд. с.-х. наук. 06.01.09 / Галина Николаевна. – Ставрополь, 2009. – 191 с.

237. Сшипова, Л.Г. Влияние удобрений на урожайность кукурузы на силос в почвозащитном севообороте. / Л.Г. Сшипова // Кукуруза и сорго. – 2006. – №1. – С. 2-5.

238. Таланов, И.П. Отзывчивость гибридов кукурузы на внесение расчетных доз минеральных удобрений в условиях Предволжья РТ / И.П. Таланов, М.Ю. Михайлова, Л.З. Каримова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10, № 2(36). – С. 123-127. – DOI 10.12737/12516.

239. Тарануха, В.Г. Сравнительная оценка гибридов кукурузы по урожайности зеленой массы и сухого вещества / В.Г. Тарануха, Э.Д. Бичан // Сборник статей по материалам VII Международной науч.-практ. конф., посвященной 80-летию профессора М. Е. Николаева: Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур (Горки, 16–17 февраля 2016 г.). – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – 2016. – С. 216-218.

240. Терехова, С.С. Рост и развитие кукурузы сахарной в зависимости от азотных удобрений / С.С. Терехова, Р.В. Кравченко, Н.Н. Кравцова, Н.И. Бардак // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 159. – С. 1-13. – DOI 10.21515/1990-4665-159-001.

241. Тойгильдин, А.Л. Продуктивность гибридов кукурузы на зерно в зависимости от приемов возделывания в условиях лесостепной зоны Поволжья / А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов, А.В. Тюрин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4(52). – С. 56-64. – DOI 10.18286/1816-4501-2020-4-56-64.

242. Торилов, В.Е. Эффективность возделывания гибридов кукурузы на юго-западе Центрального региона России / В.Е. Торилов, О.В. Мельникова, В.В. Ланцев // Вестник Курской ГСХА. – 2018. – № 1. – С. 18-23.

243. Торилов, В.Е. Урожайность зерна гибридов кукурузы Отечественной селекции / В.Е. Торилов, О.В. Мельникова, Е.В. Малышева, Т.А. Наливайко //

Вестник аграрной науки. – 2024. – № 3 (108). – С. 33-39. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2024.3.33.

244. Торилов, В.Е. Влияние микроудобрений на динамику роста зеленой и сухой биомассы урожая гибридов кукурузы различной скороспелости / В. Е. Торилов, К.И. Привало, Е.В. Малышева, М.И. Пашкова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4. – С. 6-12.

245. Торилов, В.Е. Урожайность и качество зерна и зеленой массы гибридов кукурузы различных сроков созревания в условиях ресурсосбережения / В.Е. Торилов, О.В. Мельникова, Е.В. Малышева [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2026. – № 3. – С. 19-28.

246. Трешашко, Л.И., Быковская А.В. Целесообразность защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька в Беларуси / Л.И. Трешашко, А.В. Быковская // Защита и карантин растений. – 2015. – № 7. – С. 38–41.

247. Трешашко, Л.И. Опасные вредители кукурузы. / Л.И. Трешашко, С.В. Надточаева, В.В. Головач // Защита и карантин растений. – 2012. – № 9. – С. 44-49.

248. Трешашко, Л.И. Использование биопрепаратов в защите сельскохозяйственных культур от вредных объектов / Л.И. Трешашко, С.В. Надточаева, О.В. Ильюк, М.Г. Немкевич, А.В. Быковская, В.В. Головач. // Защита растений. – 2016. – № 40. – С. 278-286.

249. Третьяков, Н.Н. Кукуруза в Нечерноземной зоне. / Н.Н. Третьяков. – М.: Колос, 1974. – 224 с.

250. Третьяков, Н.Н., Справочник кукурузовода / Н.Н. Третьяков, Ю.И. Чирков, В.Х. Зубенко и др. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 159 с.

251. Трутаева, Н.Н. Влияние различных марок минеральных удобрений на рост и развитие кукурузы в условиях Курской области / Н.Н. Трутаева, А.Л. Полянский // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 72-летию Курской ГСХА, Курск, 15 мая 2023 года. Том Часть 1. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 168-173.

252. Тютюнов, С.И. Гибриды кукурузы селекции Белгородского НИИСХ / С.И. Тютюнов, директор института, д.с.-х.н. А.Н. Воронин, к.б.н. Г.М. Журба, С.А. Хорошилов // Селекция гибридов кукурузы для современного семеноводства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства 24–25 августа 2016 г. – ИП Каверин И.С. – Тамбов, 2016. – С. 314–321.
253. Тютюнов, С.И. Изменение качества зерна кукурузы в зависимости от интенсификации элементов технологии возделывания / С.И. Тютюнов, П.И. Солнцев, Ю.В. Хорошилова [и др.] // Сахарная свекла. – 2021. – № 9. – С. 36–38. – DOI 10.25802/SB.2021.99.54.005.
254. Овчинников, П.Ю. Обоснование оптимальных сроков посева кукурузы в Уральском регионе / П.Ю. Овчинников // АПК России. – 2019. – Т. 26, № 5. – С. 775–780.
255. Овчинников, П.Ю. Реакция различных по скороспелости гибридов кукурузы на сроки посева в условиях Среднего Урала // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 7. – С. 66–76. – DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-66-76.
256. Усанова, З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посевов полевых культур / З.И. Усанова. – Тверь: ТГСХА, 1999. – 330 с.
257. Усанова, З.И. Реализация биологического потенциала различных гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции / З.И. Усанова, Ю.Т. Фаринюк, М.Н. Павлов, Ф.Л. Блинов // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2018. – № 1. – С. 183–193.
258. Фомина, О.Н. Контроль качества и безопасности по международным стандартам / О.Н. Фомина, А.М. Левин, А.В. Нарсеев. – М: Проректор. – 2001. – 287с.
259. Федоренко, В.Ф., Машинно-технологическое обеспечение возделывания кукурузы: аналит. Обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, В.Я. Гольдяпин, Д.А. Петухов, С.А. Давыдова, Л.Ю. Коноваленко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 96 с.

260. Федорова, Т.Н., Изменение региональных климатических характеристик Среднего Приамурья и их влияние на урожайность сои / Т.Н. Федорова, Т.А. Асеева // Вестн. ДВО РАН. – 2022. – № 3. – С. 138–148. – DOI: 10.37102/0869-7698_2022_223_03_14.
261. Федорова, Т.Н. Приемы оптимизации продукционного процесса сои в условиях регионального изменения климата Среднего Приамурья: дис. ... канд. с.-х наук: 4.1.1. / Федорова Тамара Николаевна. – Благовещенск, 2023. – 197 с.
262. Фомин, В.Н. Продуктивность и кормовая ценность кукурузы в зависимости от макро- и микроудобрений, биопрепаратов / В.Н. Фомин, И.Р. Гайнутдинов, М.В. Иванова // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2025. – № 4(35). – С. 47-53. – DOI 10.48612/vch/ka6p-arkx-73e5.
263. Филиппов, М. Некоторые аспекты определения сырого протеина / М. Филиппов, Т. Тужикова // Комбикорма. – 2012. – № 3. – С. 85-90.
264. Харитонов, М.Ю. Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева семян в лесостепи ЦЧР: дис. ... канд. с.-х наук :06.01.01/ Харитонов Михаил Юрьевич. – Воронеж, 2020. – 264 с.
265. Харьков, Г.Д. Возделывание кукурузы на силос в Центральном районе Нечерноземной зоны России (практическое руководство) / Г.Д. Харьков, В.А. Бондарев, Е.В. Клушина и др. – М., 2007. – 45 с.
266. Хлебникова, Е.И. Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптаций к изменениям климата Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета) / Е.И. Хлебникова, Е.М. Акентьева, С.Ю. Гаврилова и др. – Санкт-Петербург; Саратов: Амирит, 2020. – 120 с.
267. Хлопяников, А.М. Эффективность химизации на посевах кукурузы / А.М. Хлопяников, Г.В. Хлопяникова, А.В. Наумкин, В.А. Зверев, Л.А. Наумкина // Кукуруза и сорго. – 2006. – № 5. – С. 18-19.
268. Хлопяников А. М. Возделывание кукурузы в технологиях адаптивного земледелия юго-запада Центрального Нечерноземья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Хлопяников Александр Михайлович – Москва, 2010. – 43 с.

269. Хлопяников А. М. Возделывание кукурузы в технологиях адаптивного земледелия юго-запада Центрального Нечерноземья: дис. ... доктора с-х наук: 06.01.01 / Хлопяников Александр Михайлович – Москва, 2010. – 385 с.
270. Цыкалова О.Г. Урожайность новых гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева в условиях северной Степи Донбасса / О.Г. Цыкалова, Н.В. Ковтун, В.А. Коваленко [и др.] // Актуальные проблемы агрономии современной России и пути их решения: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии, Воронеж, 04–05 декабря 2018 года / Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, Н. М. Дерканосовой, В.А. Гулевского. – Том Часть II. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. – 2018. – С. 32-36.
271. Циков, В.С. Технология возделывания кукурузы /Л. А. Матюха, В. С. Циков. – М.: Агропромиздат. – 1989. – 244 с.
272. Циков, В.С. Кукуруза: технология, гибриды, семена / В.С. Циков. – Днепропетровск: Зоря, 2003. – 296 с.
273. Циков, В.С. Строки сівби та продуктивність гібридів кукурудзи / В.С. Циков, Ю.М. Пащенко, Ю.В. Костенко // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ. – 1996. – №1. – С. 63–68.
274. Чекмарев, П.А. Влияние сорта и удобрений на урожайность кукурузы при возделывании на зерно / П.А. Чекмарев, В.Н. Фомин, С.Л. Турнин // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 9. – С. 22-24.
275. Чепелева, А.В. Урожайность и качество зерна кукурузы при применении минеральных удобрений в условиях Амурской области / А. В. Чепелева, Г. П. Чепелев // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 10(151). – С. 49-56.
276. Черемисинов, А.Ю. Экология климатических изменений и урожайности кормовых культур в Центральном Черноземье / А.Ю. Черемисинов, Г.А. Радцевич // Материалы I Международной научно-практической конференции «Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства»

(Макеевка, 26 апреля 2018 г.). – Донецк: Изд-во ГОУ ВПО «Донбасская аграрная академия», 2018. – С.158–162.

277. Черкашина, А.В. Оценка адаптивной способности и стабильности раннеспелых гибридов кукурузы / А.В. Черкашина, Е.Ф. Сотченко // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2021. – № 2(100). – С. 68-76. – DOI 10.35330/1991-6639-2021-2-100-68-76.

278. Черкашина, А.В. Влияние сроков сева на полевую всхожесть семян различных гибридов кукурузы в степной зоне Крыма / А.В. Черкашина, Е.Ф. Сотченко // Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сб. материалов XVI Международной науч.-практич. конф. (Барнаул 09–10 февраля 2021 года). – Барнаул: Алтайский ГАУ, 2021. – Кн. 1. – С. 224-225.

279. Чилашвили, И. М. Оценка новых самоопыленных линий для селекции среднеспелых гибридов кукурузы в условиях Центральной зоны Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Чилашвили Ираклий Михайлович. – Краснодар, 2016. – 24 с.

280. Чмелева, С.И. Влияние препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах онтогенеза в условиях почвенной влаги / С.И. Чмелева, Е.Н. Кучер, Ю.О. Дашкевич, М.И. Ситник // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2014. – Т. 27(66). – № 1. – С. 223-231.

281. Чухина, О.В. Качество и урожайность культур звена севооборота при применении удобрений и микробиологических препаратов в Вологодской области / О. В. Чухина, В.В. Суров, Н.В. Токарева, С.Л. Анфимова // Плодородие. – 2015. – № 1(82). – С. 25-29.

282. Шалыгина, А.А. Сроки посева гибридов кукурузы в предгорной зоне РСО - Алания / А.А. Шалыгина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 97-8. – С. 99-102. – DOI 10.18411/trnio-05-2023-457.

283. Шомансуров, Ш.Ш. Рост и развитие при различном уровне обеспеченности фосфатами / Ш.Ш. Шомансуров // Научные революции как ключевой фактор развития науки и техники: сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-

практической конференции с международным участием, Омск, 22 ноября 2024 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2024. – С. 56-59.

284. Шатилов, И.С. Возделывание силосной кукурузы по зерновой технологии и производство кормов из початков. Агрономическая тетрадь / И.С. Шатилов, Н.А., Пospelов, Н.С. Данилов. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 91с.

285. Шатилов, И.С. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая / И.С. Шатилов, А.Ф. Чудновский. – Гидрометеиздат, 1980. – 320 с.

286. Шмараев, Г.Е. Генофонд и селекция кукурузы / Г.Е. Шмараев. СПб.: ВИР, 1999. – 390 с.

287. Шогенов, Ю.М. Урожайность зерна гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений в условиях предгорной зоны КБР / Ю.М. Шогенов, Т.А. Балкарова, А.А. Абазов // Современные направления развития аграрной науки: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки КБР, профессора М.А. Жабалиева, Нальчик, 30 апреля 2025 года. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, 2025. – С. 155-159.

288. Шпаар, Д. Кукуруза / Д. Шпаар, В. Шлапунов, В. Щербаков, К. Ястер. – Мн. «ФУАинформ», 1999. – 192 с.

289. Шпаар, Д. Производство грубых кормов (в 2-х книгах) / под общей редакцией доктора с.-х. наук, профессора, иностранного члена РАСХН Д. Шпаара. – Торжок: ООО «Вариант», 2002. – Книга 1. – 360 с.

290. Шпаар, Д. Кукуруза (выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар [и др.]. М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2009 – 390 с.

291. Шульц, П. Кукуруза на силос определяем срок уборки / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2016. – №13. – С. 45-47.

292. Югенмейхер, Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование / Р.У. Югенмейхер. – М. – 1979. – 215 с.

293. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, А.В. Смирнов, А.В. Петербургский. – М.: Агропромиздат. 1989 – 639 с.
294. Allen, N.N. Kernels are the key to good corn silage /N.N. Allen, C. Bohstedt, N.P. Neal. – Univ.Wisconsin Agr, 1951. – 337с.
295. Bruns, H.A. Planting date effects on Bt and non-Bt corn in the Mid-South USA / H.A Bruns, H.K. Abbas // Agronomy journal. – 2005. – Vol. 98. – Iss.1. – P. 100-106. [doi:org/10.2134/agronj2005.0143](https://doi.org/10.2134/agronj2005.0143)
296. Dammer, K.H. Technologie der Präzisions Landwirtschaft / K.H. Dammer // Jahresbericht ATB 2006. - Potsdam-Bornim, 2007. – P. 16-17
297. Derieux, M. Breeding maize for earliness: importance, development, prospects / M. Derieux // Maize breeding and maize production. Euromaizc 88. – Belgrade, 1988. – P. 35 - 46.
298. Derieux, M. Different approaches to maturity ratings in maize in the world / M. Derieux, R. Bonhomme // Zea. – 1988. - № 3. - P. 15 - 21.
299. Fischer, J. Maize-bean intercropping yields in Northern Germany are comparable to those of pure silage maize [Электронный ресурс] / J. Fischer, H. Bohm., J. Hess // European Journal of Agronomy. – 2020. – Vol. 112. – Art. No 125947. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S116103011930084X?via%3Dihub> – DOI:org/10.1016/j.eja.2019.125947
300. Wijewardana, Ch. Screening Corn Hybrids for Cold Tolerance using Morphological Traits for Early-Season Seeding / Ch. Wijewardana, M. Hock, B. Henry, K. R. Reddy // Crop Science. – 2015. – Vol. 55. – Iss. 2. – P. 851-867. . – DOI:10.2134/csa2015-60-3-2

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Фенологические наблюдения за развитием сортов и гибридов кукурузы в зависимости сроков посева и применения удобрений в 2021 г.

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Посев	Всходы		Появление листа				Выметыва ние		Цветение метелки		Цветение початка		Спелость зерна			
				начало	полные	3	5	7	9	начало	полное	начало	полное	начало	полное	молочная	МОЛОЧНО- ВОСКОВАЯ	ВОСКОВАЯ	полная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	5.7	19.7	22.7	22.7	23.7	23.7	24.7	10.8	17.8	29.8	7.9
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	10.7	24.7	27.7	27.7	28.7	28.7	29.7	15.8	26.8	4.9	12.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	5.7	19.7	22.7	22.7	23.7	23.7	24.7	10.8	17.8	29.8	7.9
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	10.7	24.7	27.7	27.7	28.7	28.7	29.7	15.8	26.8	4.9	12.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	2.7	9.7	24.7	27.7	27.7	30.7	27.7	30.7	17.8	27.8	7.9	11.9
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	7.7	14.7	28.7	1.8	1.8	4.8	1.8	4.8	23.8	1.9	12.9	16.9
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	5.7	19.7	22.7	22.7	23.7	23.7	24.7	10.8	17.8	29.8	7.9
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	10.7	24.7	27.7	27.7	28.7	28.7	29.7	15.8	25.8	4.9	12.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	5.7	19.7	22.7	22.7	23.7	23.7	24.7	10.8	17.8	29.8	7.9
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	10.7	24.7	27.7	27.7	28.7	28.7	29.7	15.8	25.8	4.9	12.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	2.7	9.7	24.7	27.7	27.7	30.7	27.7	30.7	17.8	27.8	7.9	11.9
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	7.7	14.7	28.7	1.8	1.8	1.8	1.8	4.8	23.8	1.9	12.9	16.9
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	5.7	19.7	22.7	22.7	23.7	23.7	24.7	10.8	17.8	29.8	7.9
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	10.7	24.7	27.7	27.7	28.7	28.7	29.7	15.8	25.8	4.9	12.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	5.7	19.7	22.7	22.7	23.7	23.7	24.7	10.8	17.8	29.8	7.9
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	10.7	24.7	27.7	27.7	28.7	28.7	29.7	15.8	25.8	4.9	12.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	2.7	9.7	24.7	27.7	27.7	30.7	27.7	30.7	17.8	27.8	7.9	11.9
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	7.7	14.7	28.7	1.8	1.8	1.8	1.8	4.8	23.8	1.9	12.9	16.9

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Молдавс- кий 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	22.5	8.6	10.6	13.6	18.6	28.6	6.7	20.7	23.7	23.7	24.7	26.7	28.7	15.8	21.8	2.9	9.9
		2 – к	28.5	12.6	15.6	18.6	23.6	3.7	11.7	25.7	28.7	28.7	29.7	31.7	2.8	19.8	27.8	7.9	14.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	22.5	8.6	10.6	13.6	18.6	28.6	6.7	20.7	23.7	23.7	24.7	26.7	27.7	13.8	20.8	2.9	9.9
		2 – к	28.5	12.6	15.6	18.6	23.6	3.7	11.7	25.7	28.7	28.7	29.7	31.7	2.8	19.8	27.8	7.9	14.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	22.5	7.6	10.6	13.6	18.6	2.7	10.7	24.7	27.7	30.7	1.8	30.7	1.8	19.8	27.8	8.9	13.9
		2 – к	28.5	12.6	15.6	18.6	23.6	7.7	15.7	28.7	1.8	1.8	2.8	4.8	6.8	25.8	1.9	13.9	18.9
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	10.7	2.8	5.8	5.8	8.8	8.8	10.8	30.8	9.9	25.9	-
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	15.7	7.8	10.8	10.8	13.8	13.8	15.8	4.9	14.9	30.9	-
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	10.7	2.8	5.8	5.8	8.8	8.8	10.8	30.8	9.9	25.9	-
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	15.7	7.8	10.8	10.8	13.8	13.8	15.8	4.9	14.9	30.9	-
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	2.7	14.7	6.8	10.8	12.8	15.8	12.8	15.8	5.9	15.9	2.10	-
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	7.7	19.7	12.8	16.8	16.8	17.8	17.8	20.8	10.9	22.9	8.10	-
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	10.7	2.8	5.8	5.8	8.8	8.8	10.8	30.8	9.9	25.9	-
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	15.7	7.8	10.8	10.8	13.8	13.8	15.8	4.9	14.9	30.9	-
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	10.7	2.8	5.8	5.8	8.8	8.8	10.8	30.8	9.9	25.9	-
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	15.7	7.8	10.8	10.8	13.8	13.8	15.8	4.9	14.9	30.9	-
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	2.7	14.7	6.8	10.8	12.8	15.8	12.8	15.8	5.9	15.9	2.10	-
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	7.7	19.7	12.8	16.8	16.8	17.8	17.8	20.8	10.9	22.9	8.10	-
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	10.7	2.8	5.8	5.8	8.8	8.8	10.8	30.8	9.9	25.9	-
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	15.7	7.8	10.8	10.8	13.8	13.8	15.8	4.9	14.9	30.9	-
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	28.6	10.7	2.8	5.8	5.8	8.8	8.8	10.8	30.8	9.9	25.9	-
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	3.7	15.7	7.8	10.8	10.8	13.8	13.8	15.8	4.9	14.9	30.9	-
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	22.5	7.6	9.6	12.6	18.6	2.7	14.7	6.8	10.8	12.8	15.8	12.8	15.8	5.9	15.9	2.10	-
		2 – к	28.5	12.6	14.6	17.6	23.6	7.7	19.7	12.8	16.8	16.8	17.8	17.8	20.8	10.9	22.9	8.10	-

Приложение Б

Фенологические наблюдения за развитием сортов и гибридов кукурузы в зависимости сроков посева и применения удобрений в 2022 г.

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Посев	Всходы		Появление листа				Выметыва ние		Цветение метелки		Цветение початка		Спелость зерна			
				начало	полные	3	5	7	9	начало	полное	начало	полное	начало	полное	молочная	молочно- восковая	восковая	полная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	16.5	29.5	2.6	4.6	13.6	20.6	25.6	11.7	14.7	17.7	19.7	18.7	21.7	3.8	13.8	24.8	1.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	30.6	16.7	19.7	19.7	24.7	24.7	27.7	8.8	18.8	29.8	6.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	25.6	11.7	14.7	14.7	19.7	19.7	22.7	3.8	13.8	24.8	1.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	30.6	16.7	19.7	19.7	24.7	24.7	27.7	8.8	18.8	29.8	6.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	24.6	30.6	13.7	20.7	20.7	26.7	19.7	28.7	10.8	20.8	1.9	9.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	29.6	4.7	27.7	24.7	24.7	30.7	24.7	31.7	13.8	23.8	7.9	12.9
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	16.5	29.5	2.6	5.6	13.6	20.6	25.6	11.7	14.7	17.7	19.7	19.7	22.7	3.8	13.8	24.8	1.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	30.6	16.7	19.7	19.7	24.7	24.7	27.7	8.8	18.8	29.8	6.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	25.6	11.7	14.7	14.7	19.7	19.7	22.7	3.8	13.8	24.8	1.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	30.6	16.7	19.7	19.7	24.7	24.7	27.7	8.8	18.8	29.8	6.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	24.6	30.6	13.7	20.7	20.7	26.7	19.7	28.7	10.8	20.8	1.9	9.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	29.6	4.7	27.7	24.7	24.7	30.7	24.7	31.7	13.8	23.8	7.9	12.9
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	25.6	11.7	14.7	17.7	19.7	19.7	22.7	3.8	13.8	24.8	1.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	30.6	16.7	19.7	19.7	24.7	24.7	27.7	8.8	18.8	29.8	6.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	25.6	11.7	14.7	14.7	19.7	19.7	22.7	3.8	13.8	24.8	1.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	30.6	16.7	19.7	19.7	24.7	24.7	27.7	8.8	18.8	29.8	6.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	24.6	30.6	13.7	20.7	20.7	26.7	19.7	28.7	10.8	20.8	1.9	9.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	29.6	4.7	27.7	24.7	24.7	30.7	24.7	31.7	13.8	23.8	7.9	12.9

Продолжение приложения Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Молдавс- кий 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	25.6	11.7	14.7	14.7	19.7	19.7	22.7	3.8	13.8	26.8	1.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	30.6	16.7	19.7	19.7	24.7	24.7	27.7	8.8	18.8	31.8	6.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	25.6	11.7	14.7	14.7	19.7	19.7	22.7	3.8	13.8	26.8	1.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	30.6	16.7	19.7	19.7	24.7	24.7	27.7	8.8	18.8	31.8	6.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	24.6	30.6	25.7	20.7	30.7	27.7	19.7	28.7	10.8	20.8	1.9	9.9
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	29.6	4.7	27.7	24.7	24.7	31.7	24.7	31.7	16.8	28.8	7.9	12.9
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	27.6	21.7	24.7	24.7	29.7	29.7	1.8	17.8	29.8	16.9	-
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	2.7	26.7	29.7	29.7	3.8	3.8	6.8	22.8	3.9	21.9	-
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	27.6	21.7	24.7	24.7	29.7	29.7	1.8	17.8	29.8	16.9	-
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	2.7	26.7	29.7	29.7	3.8	3.8	6.8	22.8	3.9	21.9	-
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	24.6	2.7	25.7	30.7	30.7	5.8	29.7	7.8	24.8	5.9	24.9	-
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	29.6	7.7	1.8	5.8	5.8	11.8	3.8	13.8	29.8	10.9	21.9	-
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	27.6	21.7	24.7	24.7	29.7	29.7	1.8	17.8	29.8	16.9	-
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	2.7	26.7	29.7	29.7	3.8	3.8	6.8	22.8	3.9	21.9	-
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	27.6	21.7	24.7	24.7	29.7	29.7	1.8	17.8	29.8	16.9	-
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	2.7	26.7	29.7	29.7	3.8	3.8	6.8	22.8	3.9	21.9	-
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	24.6	2.7	25.7	30.7	30.7	5.8	29.7	7.8	24.8	5.9	24.9	-
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	29.6	7.7	1.8	5.8	5.8	11.8	3.8	13.8	29.8	10.9	21.9	-
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	27.6	21.7	24.7	24.7	29.7	29.7	1.8	17.8	29.8	16.9	-
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	2.7	26.7	29.7	29.7	3.8	3.8	6.8	22.8	3.9	21.9	-
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	20.6	27.6	21.7	24.7	24.7	29.7	29.7	1.8	17.8	29.8	16.9	-
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	25.6	2.7	26.7	29.7	29.7	3.8	3.8	6.8	22.8	3.9	21.9	-
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	16.5	29.5	2.6	6.6	13.6	24.6	2.7	25.7	30.7	30.7	5.8	29.7	7.8	24.8	5.9	24.9	-
		2 – к	21.5	2.6	6.6	11.6	18.6	29.6	7.7	1.8	5.8	5.8	11.8	3.8	13.8	29.8	10.9	21.9	-

Приложение В

Фенологические наблюдения за развитием сортов и гибридов кукурузы в зависимости сроков посева и применения удобрений в 2023 г, сут.

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Посев	Всходы		Появление листа				Выметыва ние		Цветение метелки		Цветение початка		Спелость зерна			
				начало	полные	3	5	7	9	начало	полное	начало	полное	начало	полное	молочная	МОЛОЧНО- ВОСКОВАЯ	ВОСКОВАЯ	полная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	28.6	13.7	16.7	18.7	21.7	18.7	21.7	1.8	11.8	20.8	28.8
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	3.7	19.7	22.7	22.7	25.7	22.7	25.7	5.8	15.8	25.8	2.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	28.6	15.7	18.7	18.7	21.7	18.7	21.7	1.8	11.8	20.8	28.8
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	3.7	19.7	22.7	22.7	25.7	22.7	25.7	5.8	15.8	25.8	2.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	27.6	6.7	17.7	27.7	27.7	31.7	27.7	31.7	12.8	22.8	2.9	10.9
		2 – к	17.5	3.6	23.1	13.6	18.6	2.7	11.7	20.7	1.8	1.8	5.8	1.8	5.8	17.8	27.8	7.9	14.9
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	28.6	15.7	18.7	18.7	21.7	18.7	21.7	1.8	11.8	20.8	28.8
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	3.7	19.7	22.7	22.7	25.7	22.7	25.7	5.8	15.8	25.8	2.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	28.6	15.7	18.7	18.7	21.7	18.7	21.7	1.8	11.8	20.8	28.8
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	3.7	19.7	22.7	22.7	25.7	22.7	25.7	5.8	15.8	25.8	2.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	27.6	6.7	17.7	27.7	27.7	31.7	27.7	31.7	12.8	22.8	2.9	10.9
		2 – к	17.5	3.6	23.1	13.6	18.6	2.7	11.7	20.7	1.8	1.8	5.8	1.8	5.8	17.8	27.8	7.9	14.9
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	28.6	15.7	18.7	18.7	21.7	18.7	21.7	1.8	11.8	20.8	28.8
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	3.7	19.7	22.7	22.7	25.7	22.7	25.7	5.8	15.8	25.8	2.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	28.6	15.7	18.7	18.7	21.7	18.7	21.7	1.8	11.8	20.8	28.8
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	3.7	19.7	22.7	22.7	25.7	22.7	25.7	5.8	15.8	25.8	2.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	27.6	6.7	17.7	27.7	27.7	31.7	27.7	31.7	12.8	22.8	2.9	10.9
		2 – к	17.5	3.6	23.1	13.6	18.6	2.7	11.7	20.7	1.8	1.8	5.8	1.8	5.8	17.8	27.8	7.9	14.9

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Молдавс- кий 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	28.6	15.7	18.7	18.7	21.7	18.7	21.7	3.8	13.8	22.8	28.8
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	3.7	19.7	22.7	22.7	25.7	22.7	25.7	6.8	16.8	26.8	2.9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	28.6	15.7	18.7	18.7	21.7	18.7	21.7	3.8	13.8	22.8	28.8
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	3.7	19.7	22.7	22.7	25.7	22.7	25.7	6.8	16.8	26.8	2.9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	27.6	6.7	17.7	28.7	28.7	1.8	28.7	1.8	14.8	23.8	3.9	10.9
		2 – к	17.5	3.6	23.1	13.6	18.6	2.7	11.7	20.7	1.8	1.8	5.8	1.8	5.8	19.8	28.8	8.9	14.9
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	1.7	17.7	27.7	30.7	3.8	30.7	3.8	20.8	3.9	14.9	-
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	5.7	17.7	2.8	2.8	9.8	2.8	9.8	27.8	10.9	21.9	-
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	1.7	17.7	27.7	30.7	3.8	30.7	3.8	20.8	3.9	14.9	-
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	5.7	17.7	2.8	2.8	9.8	2.8	9.8	27.8	10.9	21.9	-
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	27.6	7.7	21.7	6.8	6.8	15.8	6.8	15.8	3.9	18.9	30.9	-
		2 – к	17.5	3.6	23.1	13.6	18.6	2.7	12.7	21.7	10.8	10.8	17.8	10.8	17.8	5.9	20.9	2.10	-
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	1.7	17.7	27.7	30.7	3.8	30.7	3.8	20.8	3.9	14.9	-
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	5.7	17.7	2.8	2.8	9.8	2.8	9.8	27.8	10.9	21.9	-
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	1.7	17.7	27.7	30.7	3.8	30.7	3.8	20.8	3.9	14.9	-
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	5.7	17.7	2.8	2.8	9.8	2.8	9.8	27.8	10.9	21.9	-
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	27.6	7.7	21.7	6.8	6.8	15.8	6.8	15.8	3.9	18.9	30.9	-
		2 – к	17.5	3.6	23.1	13.6	18.6	2.7	12.7	21.7	10.8	10.8	17.8	10.8	17.8	5.9	20.9	2.10	-
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	1.7	17.7	27.7	30.7	3.8	30.7	3.8	20.8	3.9	14.9	-
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	5.7	17.7	2.8	2.8	9.8	2.8	9.8	27.8	10.9	21.9	-
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	22.6	1.7	17.7	27.7	30.7	3.8	30.7	3.8	20.8	3.9	14.9	-
		2 – к	17.5	3.6	10.6	13.6	18.6	27.6	5.7	17.7	2.8	2.8	9.8	2.8	9.8	27.8	10.9	21.9	-
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12.5	28.5	2.6	6.6	12.6	27.6	7.7	21.7	6.8	6.8	15.8	6.8	15.8	3.9	18.9	30.9	-
		2 – к	17.5	3.6	23.1	13.6	18.6	2.7	12.7	21.7	10.8	10.8	17.8	10.8	17.8	5.9	20.9	2.10	-

Приложение Г

Продолжительность межфазных периодов сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы минеральных удобрений и сроков посева в годы исследования

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Посев-всходы			Всходы-7 лист			7-9 лист			9-й лист - цветение початка		
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	18	17	20	19	18	21	7	5	6	19	26	23
		2 – к	17	16	23	19	19	18	7	5	6	19	27	22
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	18	17	20	19	18	21	7	5	6	19	27	23
		2 – к	17	16	23	19	19	18	7	5	6	19	27	22
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	17	16	23	19	19	18	7	5	6	19	27	22
		2 – к	17	16	23	23	23	23	7	5	9	21	27	25
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	18	17	20	19	18	21	7	5	6	19	27	23
		2 – к	17	16	23	19	19	18	7	5	6	19	27	22
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	18	17	20	19	18	21	7	5	6	19	27	23
		2 – к	17	16	23	19	19	18	7	5	6	19	27	22
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	18	17	20	23	22	26	7	6	9	21	28	25
		2 – к	17	16	23	23	23	23	7	5	9	21	27	25
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	18	17	20	19	18	21	7	5	6	19	27	23
		2 – к	17	16	23	19	19	18	7	5	6	19	27	22
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	18	17	20	19	18	21	7	5	6	19	27	23
		2 – к	17	16	23	19	19	18	7	5	6	19	27	22
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	18	17	20	23	22	26	7	6	9	21	28	25
		2 – к	17	16	23	23	23	23	7	5	9	21	27	25

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Молдавский 215 AMB, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	19	17	20	18	18	21	8	5	6	22	27	23
		2 – κ	18	16	23	18	19	18	8	5	6	22	27	22
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	19	17	20	18	18	21	8	5	6	21	27	23
		2 – κ	18	16	23	18	19	18	8	5	6	22	27	22
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	19	17	20	22	22	26	8	6	9	22	28	26
		2 – κ	17	16	23	23	23	23	7	5	9	21	27	25
P 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	18	17	20	19	18	21	12	7	9	31	35	33
		2 – κ	17	16	23	19	19	18	12	7	8	31	35	35
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	18	17	20	19	18	21	12	7	9	31	35	33
		2 – κ	17	16	23	19	19	18	12	7	8	31	35	35
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	18	17	20	23	22	26	12	8	10	32	36	39
		2 – κ	17	16	23	23	23	23	12	8	10	32	37	36
P 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	18	17	20	19	18	21	12	7	9	31	35	33
		2 – κ	17	16	23	19	19	18	12	7	8	31	35	35
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	18	17	20	19	18	21	12	7	9	31	35	33
		2 – κ	17	16	23	19	19	18	12	7	8	31	35	35
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	18	17	20	23	22	26	12	8	10	32	36	39
		2 – κ	17	16	23	23	23	23	12	8	10	32	37	36
P 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	18	17	20	19	18	21	12	7	9	31	35	33
		2 – κ	17	16	23	19	19	18	12	7	8	31	35	35
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	18	17	20	19	18	21	12	7	9	31	35	33
		2 – κ	17	16	23	19	19	18	12	7	8	31	35	35
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	18	17	20	23	22	26	12	8	10	32	36	39
		2 – κ	17	16	23	23	23	23	12	8	10	32	37	36

Продолжение приложения Г

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Цветение початка-восковая спелость			Посев-молочно-восковая			Посев-восковая		
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	36	34	30	87	89	91	99	100	100
		2 – к	37	33	31	90	89	90	99	100	100
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	36	33	30	87	89	91	99	100	100
		2 – к	37	33	31	90	89	90	99	100	100
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	37	33	31	90	89	90	99	100	100
		2 – к	39	38	33	96	94	102	107	109	113
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	36	33	30	87	89	91	99	100	100
		2 – к	37	33	31	89	89	90	99	100	100
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	36	33	30	87	89	91	99	100	100
		2 – к	37	33	31	89	89	90	99	100	100
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	39	35	33	97	96	102	108	108	113
		2 – к	39	38	33	96	94	102	107	109	113
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	36	33	30	87	89	91	99	100	100
		2 – к	37	33	31	89	89	90	99	100	100
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	36	33	30	87	89	91	99	100	100
		2 – к	37	33	31	89	89	90	99	100	100
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	39	35	33	97	96	102	108	108	113
		2 – к	39	38	33	96	94	102	107	109	113

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Молдавский 215 AMB, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	36	35	32	91	89	93	103	102	102
		2 – κ	36	35	32	91	89	91	102	102	101
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	37	35	32	90	89	93	103	102	102
		2 – κ	36	35	32	91	89	91	102	102	101
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	38	35	33	97	96	103	109	108	114
		2 – κ	39	38	33	96	94	102	107	109	113
P 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	46	46	42	110	105	114	126	123	125
		2 – κ	46	46	43	109	105	116	125	123	127
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	46	46	42	110	105	114	126	123	125
		2 – κ	46	46	43	109	105	116	125	123	127
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	48	48	46	116	112	129	133	131	141
		2 – κ	49	39	46	117	112	126	133	123	138
P 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	46	46	42	110	105	114	126	123	125
		2 – κ	46	46	43	109	105	116	125	123	127
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	46	46	42	110	105	114	126	123	125
		2 – κ	46	46	43	109	105	116	125	123	127
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	48	48	46	116	112	129	133	131	141
		2 – κ	49	39	46	117	112	126	133	123	138
P 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	46	46	42	110	105	114	126	123	125
		2 – κ	46	46	43	109	105	116	125	123	127
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	46	46	42	110	105	114	126	123	125
		2 – κ	46	46	43	109	105	116	125	123	127
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	48	48	46	116	112	129	133	131	141
		2 – κ	49	39	46	117	112	126	133	123	138

Приложение Д

Зависимость высоты растений кукурузы от дозы удобрений и сроков посева в
годы исследований

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Высота, см			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	177,8	235,0	248,0	220,3
		2 – к	213,0	256,0	248,0	239,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	195,0	252,0	263,0	236,7
		2 – к	196,0	236,0	265,0	232,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	211,0	252,0	234,0	232,3
		2 – к	211,8	270,0	246,0	242,6
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	171,4	230,0	250,0	217,1
		2 – к	205,0	248,0	243,0	232,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	215,0	256,0	252,0	241,0
		2 – к	220,0	247,0	255,0	240,7
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	202,0	242,0	254,0	232,7
		2 – к	203,8	258,0	223,0	228,3
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	166,4	236,0	251,0	217,8
		2 – к	204,0	234,0	250,0	229,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	198,0	234,0	258,0	230,0
		2 – к	192,0	268,0	256,0	238,7
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	203,0	242,0	242,0	229,0
		2 – к	203,4	234,0	248,0	228,5
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	177,0	242,0	234,0	217,7
		2 – к	190,0	232,0	234,0	218,7
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	189,0	232,0	217,0	212,7
		2 – к	189,0	240,0	255,0	228,0
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	183,0	250,0	216,0	216,3
		2 – к	183,0	247,0	200,0	210,0
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	205,0	258,0	274,0	245,7
		2 – к	224,0	282,0	288,0	264,7
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	241,0	278,0	294,0	271,0
		2 – к	241,6	252,0	283,0	258,9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	251,8	303,6	278,0	277,8
		2 – к	251,0	277,0	275,0	267,7
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	204,0	252,0	247,0	234,3
		2 – к	237,0	254,0	264,0	251,7
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	239,0	262,0	259,0	253,3
		2 – к	239,0	262,0	263,0	254,7
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	246,8	274,0	255,0	258,6
		2 – к	248,4	271,0	250,0	256,5
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	218,0	278,0	267,0	245,3
		2 – к	218,0	278,0	267,0	254,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	212,0	276,8	281,0	256,6
		2 – к	214,0	272,0	289,0	258,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	225,0	301,0	273,4	266,5
		2 – к	233,0	278,4	276,0	262,5

Приложение Е

Зависимость высоты прикрепления нижнего початка от дозы удобрений и сроков посева сортов и гибридов кукурузы в годы исследований

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Высота, см			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	53,0	92,0	85,0	76,7
		2 – к	73,0	118,0	89,0	93,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	77,8	112,0	98,0	95,9
		2 – к	77,8	107,0	104,0	96,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	73,0	97,0	87,0	85,7
		2 – к	73,0	109,4	88,0	90,1
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	54,6	89,0	95,0	79,5
		2 – к	70,0	96,0	96,0	87,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	77,0	103,0	95,0	91,7
		2 – к	77,2	112,0	98,0	95,7
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	76,0	98,0	89,0	87,7
		2 – к	73,2	131,0	97,5	100,6
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	56,8	100,0	95,5	84,1
		2 – к	82,0	108,0	103,0	97,7
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	79,0	103,0	110,0	97,3
		2 – к	78,0	120,6	105,0	101,2
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	65,0	104,0	88,0	85,7
		2 – к	65,0	119,0	97,0	93,7
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	52,0	103,0	80,0	78,3
		2 – к	70,6	104,0	79,0	84,5
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	83,0	115,0	82,0	93,3
		2 – к	83,0	95,0	86,0	88,0
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	67,0	124,6	83,0	91,5
		2 – к	67,4	112,6	84,0	88,0
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	73,0	117,0	102,0	97,3
		2 – к	77,0	124,4	108,5	103,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	90,0	134,0	118,0	114,0
		2 – к	91,8	93,4	102,5	95,9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	95,0	124,8	114,0	111,3
		2 – к	94,2	132,2	107,0	111,1
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	66,6	103,0	105,0	91,5
		2 – к	70,0	78,0	105,0	84,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	84,0	116,6	108,0	102,9
		2 – к	82,2	116,6	110,0	102,9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	90,0	110,6	106,0	102,2
		2 – к	90,0	119,6	106,0	105,2
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	76,0	130,0	106,0	100,3
		2 – к	76,0	130,0	106,0	104,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	82,0	107,6	98,0	95,9
		2 – к	82,0	130,0	114,0	108,7
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	85,0	123,0	108,0	105,3
		2 – к	85,2	136,4	106,0	109,2

Приложение Ж

Зависимость количества листьев на одном растении от дозы удобрений и сроков посева сортов и гибридов кукурузы в годы исследований

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Количество листьев, шт.			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	10,8	11,8	11,6	11,4
		2 – к	12,2	12,2	12,0	12,1
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	11,6	13,0	12,4	12,3
		2 – к	11,6	12,6	12,0	12,1
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12,2	12,6	12,2	12,3
		2 – к	12,2	13,4	12,0	12,5
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	10,8	11,8	11,8	11,5
		2 – к	11,6	12,6	11,6	11,9
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,4	13,2	11,8	12,5
		2 – к	12,4	11,8	12,0	12,1
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	11,4	12,0	12,0	11,8
		2 – к	11,4	13,2	12,0	12,2
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	10,6	12,6	11,8	11,7
		2 – к	12,2	12,8	12,2	12,4
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	11,6	13,0	12,2	12,3
		2 – к	11,4	12,4	11,8	11,9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12,4	12,2	12,0	12,2
		2 – к	12,4	13,2	11,6	12,4
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	11,8	13,0	11,2	11,8
		2 – к	12,2	13,0	11,8	12,2
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	11,8	13,0	11,2	12,0
		2 – к	12,2	13,0	11,8	12,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12,0	12,0	11,6	11,9
		2 – к	12,0	12,0	12,0	12,0
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	12,0	13,3	11,2	12,2
		2 – к	12,0	13,0	12,0	12,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	13,6	14,0	13,8	13,8
		2 – к	13,6	15,0	14,0	14,2
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	14,2	14,4	13,6	14,1
		2 – к	14,2	12,6	14,0	13,6
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	14,2	14,0	14,0	14,1
		2 – к	14,2	14,0	13,8	14,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,4	13,2	13,2	12,9
		2 – к	13,6	13,8	14,0	13,8
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	13,2	13,8	13,2	13,4
		2 – к	13,4	13,8	14,0	13,7
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	14,0	13,6	13,6	13,7
		2 – к	14,0	14,0	12,6	13,5
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,6	15,0	13,8	12,7
		2 – к	12,6	15,0	13,8	13,8
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	13,0	14,0	14,0	13,7
		2 – к	13,0	13,8	14,0	13,6

Приложение И

Зависимость количества початков на 1 растении от дозы удобрений и сроков посева сортов и гибридов кукурузы в годы исследований

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Количество початков, шт.			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,2	1,0	1,4	1,2
		2 – к	1,4	1,0	1,2	1,2
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,0	1,4	1,4	1,3
		2 – к	1,0	1,2	1,2	1,1
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,2	1,6	1,4	1,4
		2 – к	1,4	1,6	1,0	1,3
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,0	1,2	1,2	1,1
		2 – к	1,0	1,6	1,2	1,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,4	1,8	1,2	1,5
		2 – к	1,4	1,2	1,2	1,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,0	1,2	1,2	1,1
		2 – к	1,0	1,4	1,0	1,1
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,0	1,0	1,0	1,0
		2 – к	1,0	1,0	1,2	1,1
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,0	1,6	1,0	1,2
		2 – к	1,0	1,4	1,0	1,1
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,6	1,2	1,0	1,3
		2 – к	1,6	1,0	1,0	1,2
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,2	1,0	1,2	1,1
		2 – к	1,0	1,2	1,0	1,1
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,0	1,2	1,0	1,1
		2 – к	1,0	1,0	1,2	1,1
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,2	1,2	1,0	1,1
		2 – к	1,4	1,2	1,2	1,3
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,8	1,2	1,8	1,6
		2 – к	1,8	1,8	1,4	1,7
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,8	1,4	1,4	1,5
		2 – к	1,8	1,2	1,4	1,5
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,4	1,8	1,0	1,4
		2 – к	1,6	1,0	1,0	1,2
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,2	1,0	1,2	1,1
		2 – к	2,0	1,4	1,2	1,5
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	2,0	1,0	1,0	1,3
		2 – к	2,0	1,0	1,0	1,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,8	1,0	1,2	1,3
		2 – к	1,8	1,2	1,0	1,3
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,8	1,4	1,6	1,6
		2 – к	1,8	1,4	1,6	1,6
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,8	1,0	1,6	1,5
		2 – к	1,8	1,2	1,8	1,6
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,4	1,6	1,6	1,5
		2 – к	1,4	1,0	1,8	1,4

Приложение К

Урожайность зеленой массы сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и сроков посева в годы исследований

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Урожайность, т/га			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	22,2	27,3	21,6	23,7
		2 – к	26,8	27,5	21,2	25,2
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	28,3	28,2	31,3	29,3
		2 – к	30,8	25,5	28,9	28,4
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	26,3	33,9	24,6	28,3
		2 – к	33,9	26,0	22,5	27,5
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	26,4	27,6	25,3	26,4
		2 – к	27,1	24,9	23,4	25,1
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	26,9	34,4	36,1	32,4
		2 – к	32,1	27,4	29,7	29,7
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	26,4	33,4	26,0	28,6
		2 – к	29,4	24,1	28,3	27,3
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	21,1	27,5	23,8	24,1
		2 – к	24,3	27,0	24,1	25,2
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	25,4	32,4	32,6	30,1
		2 – к	27,1	28,8	30,9	28,9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	26,8	33,6	30,0	30,1
		2 – к	27,0	21,6	28,6	25,7
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	28,0	17,9	20,9	22,3
		2 – к	34,5	17,6	21,6	24,5
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	25,2	19,6	20,4	21,7
		2 – к	34,4	19,9	24,6	26,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	26,3	21,5	31,9	26,6
		2 – к	32,0	20,4	21,1	24,5
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	42,1	51,5	35,8	43,1
		2 – к	52,3	43,9	51,3	49,2
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	46,8	46,2	46,6	46,5
		2 – к	51,2	41,0	47,9	46,7
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	45,9	47,8	46,1	46,6
		2 – к	52,5	43,0	36,3	43,9
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	42,3	28,9	31,6	34,3
		2 – к	50,0	30,4	28,9	36,4
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	42,9	33,8	27,0	34,6
		2 – к	51,8	36,9	30,7	39,8
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	47,3	35,5	30,5	37,8
		2 – к	49,3	39,1	31,5	40,0
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	45,4	38,4	35,6	42,6
		2 – к	45,4	38,4	35,6	39,8
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	45,2	40,2	40,0	41,8
		2 – к	46,1	46,6	54,1	49,0
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	46,7	42,4	33,9	41,0
		2 – к	41,9	40,5	37,1	39,8

Приложение Л

Урожайность початков сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и сроков посева в годы исследований

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Урожайность, т/га			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	10,9	13,7	9,9	11,5
		2 – к	12,3	13,6	8,9	11,6
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	13,2	13,0	13,3	13,2
		2 – к	14,5	13,4	11,8	13,2
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12,8	14,8	11,8	13,1
		2 – к	16,6	12,1	11,4	13,4
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	13,1	14,5	11,5	13,0
		2 – к	11,3	11,2	9,2	10,5
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	13,0	16,2	16,4	15,2
		2 – к	15,0	12,8	13,2	13,6
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12,0	15,8	12,1	13,3
		2 – к	13,6	12,0	11,9	12,5
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	10,0	11,3	10,3	10,5
		2 – к	10,8	9,9	9,8	10,1
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,4	17,0	16,6	15,3
		2 – к	13,6	14,8	15,3	14,6
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12,5	14,0	15,1	13,9
		2 – к	13,2	11,0	13,1	12,4
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	13,3	10,5	10,1	11,3
		2 – к	15,5	10,1	10,2	12,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	12,5	9,7	10,2	10,8
		2 – к	15,5	9,3	11,3	12,0
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	12,2	10,6	9,7	10,9
		2 – к	16,3	9,6	11,3	12,4
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	21,8	27,1	16,3	21,7
		2 – к	27,3	24,2	24,3	25,2
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	22,8	24,1	22,4	23,1
		2 – к	24,3	20,6	22,5	22,5
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	22,3	26,9	23,1	24,1
		2 – к	27,1	21,8	18,1	22,3
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	20,9	16,5	13,4	16,9
		2 – к	26,2	15,8	13,8	18,6
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	22,0	17,7	13,6	17,8
		2 – к	27,6	18,8	16,9	21,1
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	24,1	20,1	15,5	19,9
		2 – к	26,7	19,9	15,9	20,8
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	24,0	21,3	17,2	20,2
		2 – к	24,0	21,3	17,2	20,8
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	21,4	18,8	19,4	19,8
		2 – к	22,8	24,3	24,3	23,8
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	23,9	22,5	16,0	20,8
		2 – к	20,3	22,3	16,6	19,7

Приложение М

Элементы структуры урожая в зависимости от дозы удобрений и сроков посева в годы исследований

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Масса 1000 зерен, г	Длина початка, см	Количество, шт.			Выход зерна, %	Масса 1 початка, г
					рядов	зерен в ряду	зерен в початке		
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	253,3	14,5	12,0	26,3	314,9	74,7	175,0
		2 - к	240,0	15,5	12,4	29,9	371,6	77,9	146,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	249,0	15,6	13,3	30,4	403,1	76,5	173,4
		2 - к	257,5	16,7	12,2	33,3	405,1	96,7	179,7
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	245,0	16,9	12,1	32,1	388,1	72,4	164,1
		2 - к	261,7	14,6	12,2	29,9	364,5	78,4	174,5
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	250,0	16,8	11,8	30,9	365,8	80,0	165,2
		2 - к	250,0	16,5	12,9	31,3	403,1	79,2	155,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	242,5	14,6	13,6	28,3	384,7	78,6	194,1
		2 - к	255,0	16,7	12,2	33,3	405,1	96,7	179,7
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	252,5	16,1	13,8	33,7	465,8	79,7	174,0
		2 - к	265,8	15,8	12,7	31,6	401,5	82,9	165,7
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	229,2	15,5	12,5	32,5	407,4	80,0	146,0
		2 - к	241,7	14,3	13,3	25,9	342,9	77,3	150,2
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	268,3	16,1	12,5	32,4	405,0	80,6	186,2
		2 - к	248,3	15,4	12,2	28,7	349,8	78,8	152,9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	255,0	15,5	12,0	30,1	359,8	78,4	181,3
		2 - к	265,0	15,3	12,6	29,3	368,0	78,8	151,8

Продолжение приложения М

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	244,7	16,9	14,8	36,5	537,9	84,6	184,3
		2 - к	233,3	15,6	15,3	33,6	512,1	84,1	235,2
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	251,7	18,5	15,3	41,6	637,4	83,6	264,7
		2 - к	233,3	16,5	16,1	36,6	589,0	85,4	236,0
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	270,0	17,1	14,6	39,3	572,3	85,1	260,9
		2 - к	261,7	17,5	15,6	38,8	603,7	84,5	224,3
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	243,3	15,9	14,4	36,3	523,9	80,5	208,2
		2 - к	236,7	16,3	14,3	37,3	534,9	84,1	231,2
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	250,0	17,5	13,9	39,1	542,4	84,2	234,6
		2 - к	258,3	16,6	14,9	36,5	544,6	83,9	235,6
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	265,0	16,9	14,3	37,5	534,4	83,6	235,5
		2 - к	261,7	16,3	14,2	37,8	536,1	84,0	230,2
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	246,7	15,6	13,8	35,1	485,2	81,7	209,1
		2 - к	255,0	15,6	13,8	35,1	485,2	81,7	209,1
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	235,0	16,7	15,6	38,4	597,4	83,3	247,9
		2 - к	235,0	15,9	15,0	37,3	560,0	81,8	276,6
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	250,0	15,8	15,1	37,8	570,3	82,8	236,5
		2 - к	258,3	16,2	15,3	39,1	596,0	81,8	243,7

Приложение Н

Урожайность зерна сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений
и сроков посева в годы исследований

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Урожайность, т/га			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,8	9,8	8,4	9,3
		2 – к	11,6	10,5	8,8	10,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	10,3	9,9	9,4	9,9
		2 – к	12,6	12,4	8,1	11,1
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	9,9	9,8	8,1	9,3
		2 – к	11,9	12,0	8,2	10,7
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,9	11,7	10,6	10,7
		2 – к	11,8	10,5	7,8	10,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	11,2	12,3	13,5	12,3
		2 – к	12,9	10,8	9,8	11,2
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	10,0	12,0	9,0	10,3
		2 – к	12,5	10,6	8,9	10,6
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,9	9,8	8,4	9,4
		2 – к	11,5	7,9	7,6	9,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	10,4	12,7	13,1	12,1
		2 – к	13,9	11,8	15,4	13,7
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	10,3	10,3	9,5	10,0
		2 – к	11,5	8,7	8,2	9,5
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,7	8,7	7,6	8,6
		2 – к	11,4	9,3	9,4	10,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	9,7	9,8	8,6	9,4
		2 – к	11,0	9,6	8,1	9,6
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	9,5	8,8	6,1	8,2
		2 – к	11,2	9,5	9,1	9,9
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	17,7	20,0	14,4	17,4
		2 – к	22,3	18,5	18,3	19,7
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	19,3	21,9	19,0	20,1
		2 – к	23,8	19,1	18,6	20,5
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	20,7	21,7	20,0	20,8
		2 – к	22,9	21,0	16,5	20,1
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	16,2	14,0	11,0	13,7
		2 – к	17,9	17,9	12,1	16,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	19,4	16,8	11,4	15,9
		2 – к	24,7	17,7	12,3	18,2
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	20,8	18,3	11,9	17,0
		2 – к	18,2	17,6	10,4	15,4
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	19,4	15,1	14,8	16,7
		2 – к	19,4	15,1	14,8	16,4
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	16,9	20,3	15,6	17,6
		2 – к	21,9	24,1	19,7	21,9
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	21,9	21,5	13,7	19,0
		2 – к	19,6	23,2	13,6	18,8

Приложение П

Масса 1000 зерен сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы
удобрений и сроков посева, по годам

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Масса 1000 зерен, г			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	245,0	230,0	285,0	253,3
		2 – к	230,0	240,0	250,0	240,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	245,0	259,0	243,0	249,0
		2 – к	245,0	267,5	260,0	257,5
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	210,0	270,0	255,0	245,0
		2 – к	260,0	270,0	255,0	261,7
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	235,0	260,0	255,0	250,0
		2 – к	230,0	240,0	280,0	250,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	200,0	275,0	252,5	242,5
		2 – к	235,0	280,0	250,0	255,0
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	220,0	280,0	257,5	252,5
		2 – к	230,0	290,0	277,5	265,8
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	155,0	265,0	267,5	229,2
		2 – к	210,0	265,0	250,0	241,7
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	235,0	265,0	305,0	268,3
		2 – к	230,0	270,0	245,0	248,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	220,0	270,0	275,0	255,0
		2 – к	245,0	275,0	275,0	265,0
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	250,0	180,0	245,0	225,0
		2 – к	230,0	180,0	255,0	221,7
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	220,0	235,0	230,0	228,3
		2 – к	230,0	200,0	255,0	228,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	215,0	220,0	235,0	223,3
		2 – к	220,0	200,0	270,0	230,0
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	215,0	260,0	259,0	244,7
		2 – к	230,0	220,0	250,0	233,3
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	210,0	255,0	290,0	251,7
		2 – к	185,0	245,0	270,0	233,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	260,0	275,0	275,0	270,0
		2 – к	225,0	280,0	280,0	261,7
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	230,0	255,0	245,0	243,3
		2 – к	245,0	255,0	210,0	236,7
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	185,0	280,0	285,0	250,0
		2 – к	235,0	260,0	280,0	258,3
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	240,0	280,0	275,0	265,0
		2 – к	225,0	285,0	275,0	261,7
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	235,0	255,0	275,0	246,7
		2 – к	235,0	255,0	275,0	255,0
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	215,0	245,0	245,0	235,0
		2 – к	195,0	255,0	255,0	235,0
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	230,0	260,0	260,0	250,0
		2 – к	235,0	270,0	270,0	258,3

Приложение Р

Содержание сухого вещества в зерне кукурузы в зависимости от дозы
удобрений и сроков посева по годам

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Сухое вещество, %			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	84,36	78,70	86,20	83,09
		2 – к	85,23	79,00	86,15	83,46
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	86,50	82,20	88,00	85,57
		2 – к	85,36	82,40	88,00	85,25
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	85,10	82,40	88,10	85,20
		2 – к	85,20	83,40	88,00	85,53
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	84,93	80,40	88,40	84,58
		2 – к	87,93	81,50	88,40	85,94
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	86,67	83,40	88,20	86,09
		2 – к	85,57	82,30	88,20	85,36
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	86,33	81,80	88,80	85,64
		2 – к	86,23	83,60	88,80	86,21
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	86,36	79,30	88,20	84,62
		2 – к	84,33	80,60	88,20	84,38
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	86,63	81,20	87,60	85,14
		2 – к	84,97	84,50	87,60	85,69
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	87,87	82,60	88,80	86,42
		2 – к	84,17	82,50	88,80	85,16
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	80,23	79,90	89,20	83,11
		2 – к	83,82	81,40	89,20	84,81
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	88,00	80,70	88,00	85,57
		2 – к	83,75	81,00	88,00	84,25
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	83,73	79,70	88,60	84,01
		2 – к	85,39	80,50	88,60	84,83
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	87,73	82,30	87,40	85,81
		2 – к	87,08	83,80	87,40	86,09
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	86,33	83,20	88,20	85,91
		2 – к	88,95	83,00	88,20	86,72
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	85,36	83,20	87,00	85,19
		2 – к	86,35	82,80	87,00	85,38
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	82,27	82,10	87,60	83,99
		2 – к	82,90	83,40	87,60	84,63
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	84,30	82,60	88,20	85,03
		2 – к	83,50	83,20	88,20	84,97
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	87,23	85,10	88,40	86,91
		2 – к	78,87	83,40	88,40	83,56
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	87,67	82,00	89,00	86,22
		2 – к	87,67	82,00	89,00	86,22
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	86,33	83,30	88,40	86,01
		2 – к	85,97	82,60	88,40	85,66
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	88,50	83,00	87,80	86,43
		2 – к	88,03	81,90	87,80	85,91

Приложение С

Содержания фосфора в зерне кукурузы в зависимости от дозы удобрений и сроков посева по годам

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Фосфор, %			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,37	0,53	0,51	0,47
		2 – к	0,33	0,48	0,5	0,44
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,35	0,53	0,52	0,47
		2 – к	0,35	0,49	0,52	0,45
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,36	0,52	0,55	0,48
		2 – к	0,35	0,42	0,55	0,44
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,42	0,52	0,55	0,50
		2 – к	0,33	0,47	0,56	0,45
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,36	0,54	0,61	0,50
		2 – к	0,46	0,5	0,61	0,52
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,37	0,53	0,58	0,49
		2 – к	0,46	0,52	0,58	0,52
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,3	0,53	0,55	0,46
		2 – к	0,33	0,58	0,54	0,48
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,29	0,54	0,59	0,47
		2 – к	0,45	0,56	0,6	0,54
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,43	0,53	0,59	0,52
		2 – к	0,46	0,54	0,59	0,53
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,36	0,49	0,57	0,47
		2 – к	0,39	0,41	0,56	0,45
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,32	0,51	0,61	0,48
		2 – к	0,35	0,43	0,61	0,46
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,33	0,59	0,58	0,50
		2 – к	0,37	0,47	0,58	0,47
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,29	0,43	0,50	0,41
		2 – к	0,27	0,40	0,50	0,39
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,29	0,44	0,49	0,41
		2 – к	0,32	0,47	0,49	0,43
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,39	0,43	0,52	0,45
		2 – к	0,30	0,41	0,52	0,41
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,23	0,12	0,50	0,28
		2 – к	0,28	0,39	0,50	0,39
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,29	0,47	0,54	0,43
		2 – к	0,30	0,43	0,54	0,43
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,30	0,53	0,51	0,45
		2 – к	0,31	0,51	0,51	0,44
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,36	0,43	0,44	0,41
		2 – к	0,36	0,43	0,44	0,41
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,30	0,45	0,51	0,42
		2 – к	0,34	0,41	0,51	0,42
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,31	0,51	0,51	0,44
		2 – к	0,36	0,41	0,52	0,43

Приложение Т

Содержания азота и сырого протеина в зерне кукурузы в зависимости от дозы удобрений и сроков посева по годам

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Содержание азота, %			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,51	1,83	1,63	1,66
		2 – к	1,79	1,79	1,62	1,73
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,73	2,15	1,63	1,84
		2 – к	1,55	1,91	1,64	1,70
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,62	1,86	1,75	1,75
		2 – к	1,47	1,71	1,77	1,65
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,63	1,88	1,71	1,74
		2 – к	1,58	1,90	1,72	1,73
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,44	1,70	1,90	1,68
		2 – к	2,00	1,83	1,91	1,91
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,73	1,61	2,01	1,78
		2 – к	1,51	1,88	1,95	1,78
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,38	1,73	1,87	1,66
		2 – к	1,91	1,95	1,86	1,90
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,39	1,83	1,74	1,65
		2 – к	1,98	2,13	1,75	1,95
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,98	1,82	1,75	1,85
		2 – к	2,02	1,83	1,78	1,88
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,47	1,78	1,47	1,57
		2 – к	1,65	1,60	1,51	1,59
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,67	1,85	1,51	1,68
		2 – к	1,51	1,32	1,80	1,54
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,54	1,73	1,31	1,53
		2 – к	1,76	1,66	1,79	1,74
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,39	1,33	1,27	1,33
		2 – к	1,29	1,10	1,23	1,21
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,30	1,27	1,16	1,24
		2 – к	1,36	1,19	1,21	1,25
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,67	1,30	1,17	1,38
		2 – к	1,30	1,35	1,25	1,30
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,18	1,40	1,32	1,30
		2 – к	1,22	1,28	1,33	1,28
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,23	1,38	1,25	1,29
		2 – к	1,20	1,00	1,26	1,15
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,26	1,43	1,26	1,32
		2 – к	1,24	1,56	1,25	1,35
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	1,60	1,14	1,15	1,29
		2 – к	1,60	1,14	1,15	1,29
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	1,32	1,22	1,34	1,29
		2 – к	2,07	1,05	1,33	1,48
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	1,17	1,59	1,38	1,38
		2 – к	1,60	1,24	1,36	1,40

Продолжение приложения Т

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Содержание сырого протеина, %			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,07	11,00	9,78	9,95
		2 – к	10,75	10,73	9,72	10,40
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	10,36	12,91	9,78	11,02
		2 – к	9,28	11,48	9,84	10,20
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	9,75	11,18	10,50	10,48
		2 – к	8,80	10,27	10,62	9,90
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,80	11,25	10,26	10,44
		2 – к	9,50	11,40	10,32	10,41
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	8,66	10,20	11,40	10,09
		2 – к	11,99	10,98	11,46	11,48
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	10,39	9,64	12,06	10,69
		2 – к	9,07	11,28	11,70	10,68
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	8,30	10,36	11,22	9,96
		2 – к	11,45	11,67	11,16	11,43
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	8,32	11,00	10,44	9,92
		2 – к	11,88	12,75	10,50	11,71
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	11,90	10,93	10,50	11,11
		2 – к	12,14	10,96	10,68	11,26
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	8,80	10,66	8,82	9,43
		2 – к	9,89	9,61	9,06	9,52
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	10,02	11,11	9,06	10,07
		2 – к	9,07	7,91	10,80	9,26
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	9,23	10,41	7,86	9,17
		2 – к	10,55	9,98	10,74	10,42
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	8,33	7,96	7,62	7,97
		2 – к	7,76	6,61	7,38	7,25
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	7,78	7,64	6,96	7,46
		2 – к	8,16	7,14	7,26	7,52
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	10,00	7,81	7,02	8,28
		2 – к	7,79	8,08	7,50	7,79
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	7,11	8,41	7,92	7,81
		2 – к	7,33	7,68	7,98	7,66
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	7,39	8,29	7,50	7,73
		2 – к	7,21	5,98	7,56	6,92
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	7,56	8,61	7,56	7,91
		2 – к	7,44	9,38	7,50	8,11
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	9,57	6,82	6,90	7,76
		2 – к	9,57	6,82	6,90	7,76
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	7,91	7,33	8,04	7,76
		2 – к	12,42	6,30	7,98	8,90
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	7,05	9,54	8,28	8,29
		2 – к	9,59	7,41	8,16	8,39

Приложение У

Зависимость содержания калия в зерне сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и сроков посева

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Содержание калия, %			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,42	0,40	0,34	0,39
		2 – к	0,46	0,42	0,13	0,34
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,39	0,37	0,34	0,37
		2 – к	0,38	0,40	0,34	0,37
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,41	0,35	0,40	0,38
		2 – к	0,34	0,38	0,40	0,37
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,39	0,37	0,40	0,39
		2 – к	0,45	0,41	0,40	0,42
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,39	0,36	0,43	0,39
		2 – к	0,40	0,35	0,43	0,39
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,42	0,41	0,39	0,40
		2 – к	0,42	0,34	0,39	0,38
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,39	0,39	0,39	0,39
		2 – к	0,33	0,43	0,21	0,33
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,36	0,35	0,39	0,37
		2 – к	0,41	0,47	0,22	0,37
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,46	0,41	0,41	0,43
		2 – к	0,39	0,38	0,41	0,40
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,43	0,38	0,40	0,40
		2 – к	0,47	0,37	0,40	0,41
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,42	0,43	0,42	0,42
		2 – к	0,57	0,30	0,41	0,42
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,51	0,35	0,44	0,44
		2 – к	0,39	0,38	0,44	0,40
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,40	0,47	0,43	0,43
		2 – к	0,41	0,42	0,44	0,42
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,55	0,40	0,45	0,47
		2 – к	0,59	0,39	0,45	0,48
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,45	0,42	0,46	0,44
		2 – к	0,61	0,44	0,46	0,50
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,45	0,12	0,43	0,33
		2 – к	0,39	0,37	0,42	0,39
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,44	0,44	0,48	0,46
		2 – к	0,43	0,37	0,49	0,43
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,55	0,42	0,57	0,51
		2 – к	0,56	0,46	0,57	0,53
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	0,65	0,40	0,40	0,48
		2 – к	0,65	0,40	0,40	0,48
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	0,52	0,41	0,43	0,45
		2 – к	0,44	0,39	0,42	0,42
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	0,60	0,45	0,16	0,40
		2 – к	0,51	0,40	0,16	0,36

Приложение Ф

Содержание крахмала в зерне сортов и гибридов кукурузы в зависимости от дозы удобрений и сроков посева

Сорт, гибрид (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Содержание крахмала, %			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Бирсу, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	65,02	54,65	78,25	65,97
		2 – к	66,41	54,04	78,23	66,23
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	61,23	52,66	73,30	62,39
		2 – к	65,39	56,74	73,31	65,15
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	63,88	56,86	76,54	65,76
		2 – к	67,86	54,72	76,54	66,37
Алитет 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	70,07	54,53	77,04	67,21
		2 – к	60,27	55,88	77,03	64,39
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	66,36	57,25	76,19	66,60
		2 – к	65,40	55,21	76,20	65,61
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	65,09	55,40	75,68	65,39
		2 – к	64,86	54,72	75,36	64,98
Гуран 2	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	65,45	57,11	74,83	65,80
		2 – к	63,29	55,08	74,84	64,40
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	66,29	55,23	73,97	65,17
		2 – к	63,66	55,27	73,98	64,30
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	64,56	54,60	73,99	64,38
		2 – к	61,55	54,72	74,25	63,51
Молдавский 215 АМВ, St	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	69,54	58,52	71,97	66,68
		2 – к	62,28	47,89	71,97	60,72
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	63,13	50,94	77,39	63,82
		2 – к	81,06	58,75	77,33	72,38
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	67,56	57,17	75,85	66,86
		2 – к	65,02	55,52	75,80	65,45
Р 7515	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	58,29	56,99	88,22	67,83
		2 – к	62,09	56,74	88,22	69,01
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	66,29	56,62	76,53	66,48
		2 – к	64,87	56,68	76,43	65,99
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	65,76	58,70	78,97	67,81
		2 – к	68,41	58,70	79,23	68,78
Р 8521	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	70,89	57,85	80,34	69,69
		2 – к	65,88	55,40	80,34	67,20
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	67,44	51,25	78,23	65,64
		2 – к	70,27	64,50	78,21	71,00
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	61,77	56,74	81,79	66,77
		2 – к	67,62	58,87	81,79	69,43
Р 7460	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	67,62	60,88	80,90	69,80
		2 – к	67,62	60,88	80,90	69,80
	Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	61,77	60,09	79,62	67,16
		2 – к	62,46	64,50	79,36	68,77
	Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	64,72	51,05	78,59	64,79
		2 – к	66,29	59,13	78,60	68,01

Приложение X

Средние значения по содержанию клетчатки в зерне кукурузы в годы исследования

Доза удобрений (фактор В)	Срок посева (фактор С)	Сорт, гибрид (фактор А)			среднее по фону	% к контролю	Сорт, гибрид (фактор А)				среднее по фону	% к контролю
		Бирсу, St	Алитет 2	Гуран 2			Р 7515	Р 8521	Р 7460	Молдавский 215 АМВ		
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	4,52	5,07	5,07	4,67	0,00	4,67	4,52	5,18	4,32	4,41	0,00
	2	4,54	4,24	4,61			3,83	3,66	5,18	3,95		
Фон+ N ₂₀ P ₂₀	1	4,99	5,22	4,74	5,06	8,35	4,75	4,84	4,97	4,29	4,61	4,48
	2	5,50	5,19	4,76			3,81	4,97	4,98	4,27		
Фон+ N ₄₀ P ₄₀	1	5,65	6,32	4,52	5,08	8,76	4,72	5,63	5,31	4,77	4,94	12,00
	2	4,93	4,54	4,54			4,16	4,90	5,39	4,67		

Приложение Ц

Технологическая карта возделывания кукурузы

Наименование работ	Объем работ	Тарифная ставка за норму, руб.		
		трактористов–машинистов	прицепщиков и рабочих на ручных работах	Пересчет на ед. площади: 1 га и 1 т
1. Ранне-весеннее боронование в два следа (5 см)	100 га	1161,1		116,11
2. Предпосевная культивация почвы (8–10 см)	100	72058		72,058
3. Погрузка минеральных удобрений	15 т		779,57	77,957
4. Транспортировка минеральных удобрений	15	1038,45		103,845
5. Погрузка удобрений	30	923,97		923,97
6. Посев широкорядный (70 см) с одновременным внесением удобрений (3 ц/га)	100	1308,28	982,1	229,038
7. Боронование до всходов (5 – 7 см)	100	1161,1		11,61
8. Транспортировка воды (300 л/га)	30	923,97		92,39
9. Внесение гербицида (Дуал Голд, КЭ –1,5 л/га)	100	1471,82		14,71
10. Транспортировка воды (300 л/га)	30	923,97		92,39
11. Стимулирующая подкормка (Акварин 4 кг/га)	100	1471,82		147,182
12. 1–я междурядная обработка	100	1161,1		116,11
13. Транспортировка воды (300 л/га) 923,97	30	1161,1		116,11
14. Обр. фунгицидом (Оптимо, КЭ 05 л/га) 1471,82	100	1471,82		147,182
15. Транспортировка воды (300 л/га)	30	923,97		92,397
16. Обр. против вредителей (Би–58 0,3 л/га)	30	1471,82		147,182
17. Уборка	100	1471,82		147,182
18 Очистка зерна (вл. до 20%, засор. до 20%)	600	1038,45	779,57	181,802
19. Загрузка в бункер активного вентилирования	540	1038,45		103,845
20. Сушка зерна	540	1161,1		116,11
21. Вспашка зяби (23–25 см)	100	1308,28		130,828
Итого				3180,008

Приложение Ш

Акт о внедрении в производство результатов диссертации в ООО «Даниловка»

ООО «Даниловка»

680505, Россия, Хабаровский край, Хабаровский район,
с. Ракитное, ул. Центральная, 32
Телефон (4212)34-44-74; E-mail: ooodanilovka@mail.ru
ИНН 7903526750

22 октября 2024 г.

АКТ

О внедрении в производство результатов диссертации Лукашиной Анастасии Алексеевны на тему: «Оптимизация технологии возделывания кукурузы в условиях Хабаровского края»

Результаты научно-исследовательской работы и рекомендации автора были внедрены в производство при посеве кукурузы в ООО «Даниловка» Хабаровского края.

Посев сорта Алитет 2 в соответствии с рекомендациями провели в оптимальные сроки (20 мая) на площади 15 га с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{110}P_{110}K_{90}$. Урожайность зерна полной спелости составила 6,9 т/га. Прибавка урожая зерна в сравнении с внесением дозы минеральных удобрений, применяемой в хозяйстве – $N_{50}P_{76}$ составила 4,5 т/га. Дополнительно получено 36 тонн зерна кукурузы сорта Алитет 2.

Посев сорта Гуран 2 провели 20 мая на площади 10 га с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{110}P_{110}K_{90}$. Урожайность зерна полной спелости составила 5,8 т/га, прибавка урожая составила 1,8 т/га. Дополнительно получено 18,0 тонн зерна кукурузы сорта Гуран 2.

Рентабельность производства сортов кукурузы Алитет и Гуран соответственно составила 137,5 и 131,1 %.

Директор ООО «Даниловка»



С.А. Хачатрян

Приложение Щ

**Акт о проведении производственной проверки результатов и рекомендаций
диссертации в ИП Прилепин Иван Сергеевич**

**Индивидуальный предприниматель Прилепин Иван Сергеевич
(ИП Прилепин Ива Сергеевич)
680550, Россия, Хабаровский край, Хабаровский район,
с. Князе-Волконское, ул. Никитенко, д.54.
Телефон: 8-914-544-79-71, 8-914-151-38-80; E-mail: prilepina_e@mail.ru
ИНН 272006634800**

АКТ

от 18 октября 2024 года

проведения производственной проверки результатов и рекомендаций диссертации Лукашиной Анастасии Алексеевны «Оптимизация технологии возделывания кукурузы в условиях Хабаровского края» (ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение ДВ НИИСХ) на полях ИП Прилепин Сергей Иванович, расположенных в Хабаровском районе Хабаровского края

Настоящим актом подтверждается, что в 2024 году в предприятии индивидуального предпринимателя Прилепина Сергея Ивановича, расположенного в с. Князе-Волконское Хабаровского района Хабаровского края на площади 25 га была проведена производственная проверка по оптимизация технологии возделывания кукурузы в условиях Хабаровского края. Посев кукурузы обоих сортов провели в оптимальные сроки – 17 мая. В качестве контроля внесены минеральные удобрения в дозе (NPK)₆₄, применяемые в хозяйстве. Результаты производственной проверки представлены в таблице.

Таблица – Урожайность зерна сортов кукурузы при 14 % влажности, т/га

Фон минерального питания	Площадь посева, га	Алитет 2	Гуран 2
Контроль - N ₆₄ P ₆₄ K ₆₄	1,0	5,2	4,7
N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₉₀	12,0	7,9	7,1
N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀	12,0	7,2	6,5

Максимальная урожайность зерна обоих сортов получена при посеве с внесением удобрений в дозе N₁₁₀P₁₁₀K₉₀. Прибавка урожая зерна кукурузы сорта Алитет 2 составила 2,7 т/га, сорта Гуран 2 – 2,4 т/га. Дополнительно со всей площади получено 61,2 т зерна, выручка от реализации составила 1101,6 тыс. руб.

Члены комиссии: индивидуальный предприниматель
старший научный сотрудник
научный сотрудник



Прилепин И.С..
Яшевский В.Р.
Лукашина А.А.