

На правах рукописи

ЗИНОВЬЕВ Аркадий Викторович

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ГИБРИДОВ
КУКУРУЗЫ И СРОКИ УБОРКИ В УСЛОВИЯХ
СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Москва 2018

Диссертационная работа выполнена на кафедре растениеводства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА)

Научный руководитель:

Коконов Сергей Иванович

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Официальные оппоненты:

Сёмина Светлана Александровна

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, профессор кафедры переработки
сельскохозяйственной продукции ФГБОУ
ВО Пензенский ГАУ

Кузнецов Игорь Юрьевич

доктор сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры растениеводства и земледелия
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

Защита состоится «27» декабря 2018 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 006.049.01 при Федеральном исследовательском центре «Немчиновка» по адресу: 143026, Московская область, Одинцовский район, р.п. Новоивановское, ул. Калинина, дом 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального исследовательского центра «Немчиновка», на сайте института www.ficnemchinovka.ru и на сайте ВАК при Минобрнауки РФ <http://vak3.ed.gov.ru>

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, направлять по адресу: 143026, Московская область, Одинцовский район, р.п. Новоивановское, ул. Калинина 1.

Тел. 8-495-591-87-54; E-mail: sovetdis@list.ru

Автореферат разослан « » _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Гармаш Нина Юрьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Кукуруза является универсальной зерновой культурой с высоким продуктивным и адаптивным потенциалом, которая благодаря высокой пластичности способна продуктивно использовать почвенно-климатические факторы, хорошо отзываться прибавкой урожая на улучшение водного и питательного режимов почвы, общего агротехнического состояния посевов. Изменчивость количественных признаков, обусловленная условиями выращивания и взаимодействием «генотип-среда», всегда имеет место в процессе возделывания сельскохозяйственных культур. Причиной этого является то, что в селекции, в отличие от эволюции, движущие формы преобладают над стабилизирующими, которые способствуют возрастанию отзывчивости на регулируемые факторы и падению устойчивости к нерегулируемым факторам среды и, как следствие, наличие специфической реакции генотипов на среду, находящее своё отражение в экологической устойчивости растениеводства [Кильчевский А.В., 1997]. Рассматривая данный вопрос в комплексе, академик А.А. Жученко [2003] подчеркивал, что по мере роста потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур за счет селекции и агротехники, проблема устойчивости новых сортов и гибридов к действию абиотических и биотических стрессов становится все более острой.

В последние годы в агропромышленном комплексе Удмуртской Республики отмечены положительные тенденции в производстве продукции животноводства, т.е. увеличение поголовья крупного скота и их продуктивности. Дальнейшее повышение эффективности животноводства возможно при надежной кормовой базе. Кукуруза является одним из основных источников высококачественного корма в зимне-стойловый период. При возделывании на силос в Среднем Предуралье важно получение зелёной массы кукурузы с зерном в молочно-восковой и восковой спелости, это можно достичь при использовании на посев современных раннеспелых гибридов кукурузы и совершенствования технологии уборки.

В связи с вышеизложенным, подбор перспективных гибридов кукурузы с высоким адаптивным потенциалом и разработка оптимальных сроков уборки, обеспечивающих получение высоких урожаев и качества продукции, является актуальной и имеет большое практическое значение.

Работа выполнена в соответствии с темой научных исследований ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», номер государственной регистрации АААА-А17-117122040016-7.

Степень разработанности. Вопросы по изучению технологии возделывания кукурузы в России, сравнительная оценка продуктивности гибридов в зависимости от условий минерального питания, предпосевной обработки семян, норм высева, возделывания в смешанных посевах в разных регионах страны нашли своё отражение в трудах В.Г. Васина, С.Ю. Ершова, З.И. Усановой, С.А. Сёминой, Н.Н. Зезина, И.Ю. Кузнецова, В.А. Андрусенко, В.С. Сотченко.

Исследования технологии возделывания кукурузы в Среднем Предуралье начаты в 60-70-х годах прошлого столетия В.М. Холзаковым В.Ф. Трусаковым, А.Д. Коневым, продолжены Н.А. Халезовым. Они обосновали способ и срок посева, норму высева сортов и гибридов, эффективность минеральных удобрений и гербицидов.

В настоящее время в Государственном реестре РФ зарегистрированы новые гибриды кукурузы, отличающиеся по хозяйственно ценным признакам. Поэтому вопросы подбора современных гибридов кукурузы и оптимизация сроков уборки при возделывании по зерновой технологии в изменившихся биоклиматических условиях Среднего Предуралья остаются малоизученными и требуют научного и практического обоснования.

Цель исследований – выявить особенности формирования продуктивности гибридов кукурузы и определить оптимальные сроки уборки для получения высокой урожайности и высококачественного силоса.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

1. Выявить реакцию гибридов кукурузы различного происхождения на абиотические условия Среднего Предуралья.
2. Научно обосновать урожайность сухого вещества гибридов кукурузы ее структурой, показателями фотосинтетической деятельности.
3. Установить оптимальные сроки уборки гибридов кукурузы на силос.
4. Определить биохимический состав сухого вещества, вынос элементов питания гибридами кукурузы и кормовую питательность силоса.
5. Рассчитать экономическую и энергетическую эффективность возделывания гибридов кукурузы на кормовые цели.

Научная новизна. Впервые показана реакция гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции на абиотические условия Среднего Предуралья, доля их влияния в изменчивости урожайности составляет 77 %. Установлено, что возделывание современных гибридов кукурузы по зерновой технологии обеспечивает высокую продуктивность, превышающую урожайность стародавних сортов и гибридов и достигающую 36,1-71,8 т/га. Выявлено, что реализация потенциала продуктивности находится в тесной корреляции с площадью листьев, густотой стояния и массой одного растения. Для почвенно-климатических условий региона определён вынос элементов питания с 1 т сухого вещества (азота – 17 кг, фосфора – 5,7 кг, калия – 8,1 кг). Доказано, что при уборке кукурузы в период «молочно-восковая – восковая спелость зерна» обеспечивается увеличение кормовой продуктивности на 17-39 % по сравнению с уборкой в период «молочное состояние – начало восковой спелости зерна».

Теоретическая и практическая значимость. Практическая значимость работы заключается в агробиологическом и теоретическом обосновании возделывания раннеспелых гибридов кукурузы Бемо 182 СВ (ФАО 190), Каскад 166 АСВ (ФАО 160), Корифей (ФАО 170) и среднераннего гибрида Сильвинио (ФАО 220). Определён оптимальный срок уборки кукурузы на силос в период «молочно-восковая – восковая спелость зерна», при котором кормовая продук-

тивность составляет 90,4-100,6 ГДж/га с себестоимостью сухого вещества 425-556 руб./т, силос имеет концентрацию обменной энергии 10,2-10,4 МДж/кг сухого вещества.

Результаты научных исследований внедрены в производство в СХПК им. Мичурина Вавожского района на площади 280 га и СПК «Колос» Вавожского района Удмуртской Республики на площади 827 га. Оптимальный срок уборки гибридов кукурузы – период «молочно-восковой – восковой спелости зерна», при котором получен силос 1 класса качества. Но при уборке в фазе восковой спелости зерна в условиях региона в силосе увеличивается концентрация сырой золы, что обуславливает снижение поедаемости и питательности.

Методология и методы исследований. Методология проводимых исследований основана на анализе научной литературы, постановке цели, формулировке задач и программы исследований, закладке полевых и лабораторных опытов, проведении учетов и наблюдений, статистической обработке экспериментальных данных и анализе полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. В агроклиматических условиях Среднего Предуралья высокую кормовую продуктивность формируют раннеспелые гибриды кукурузы Бемо 182 СВ, Каскад 166 АСВ, Корифей (сбор сухого вещества 13,0-20,1 т/га) и среднеранний гибрид Сильвино (16,8 т/га).

2. Уборка силосной массы кукурузы в период «молочно-восковой – восковой спелости зерна» позволяет получить наибольшую кормовую продуктивность 90,4-100,6 ГДж/га.

3. Силос, приготовленный в «молочно-восковой – восковой спелости зерна» с концентрацией сырого протеина 89,0-119 мг/кг и концентрацией обменной энергии 10,2-11,1 МДж/кг является высококачественным.

Степень достоверности и апробация работы. Экспериментальные данные полевых, лабораторных, производственных исследований получены с использованием общепринятых методик, ГОСТов земледелия и растениеводства. Достоверность результатов исследований подтверждена статистической обработкой. Проверка методики и оформления полевых опытов ежегодно осуществлялась методической комиссией по приемке опытов при ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. Материалы диссертации докладывались на Международной научно-практической конференции «Наука, инновации и образование в современном АПК» (Ижевск, 2014); Всероссийских научно-практических конференциях: «Агрономическому факультету Ижевской ГСХА – 60 лет» (Ижевск, 2014), «Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса» (Ижевск, 2015), «Роль молодых учёных-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции» (Ижевск, 2015), II этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых учёных высших учебных заведений МСХ РФ по ПФО в номинации «Сельскохозяйственные науки» (Ижевск, 2015), «Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения» (Ижевск, 2016), «Молодёжная наука 2016: технологии инновации» (Пермь,

2016). Результаты экспериментальных данных ежегодно заслушивались на заседаниях кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (2013-2016 гг.).

По материалам диссертации издано 6 печатных работ, 3 из которых опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Личное участие автора. В получении научных результатов автор принял личное участие во всем комплексе исследований в течение 4 лет (2013-2016 гг.). Планирование научного эксперимента, подготовка опытных участков и закладка опытов, сбор и анализ исходных данных, обобщение и научное обоснование полученных результатов осуществлено автором лично.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 120 страницах, состоит из 6 глав, включает 9 рисунков, 45 таблиц, 96 приложений. Список литературы состоит из 195 источников, в том числе 10 на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В главе представлен аналитический обзор отечественной и зарубежной научной литературы о значении кукурузы, её адаптивных свойствах, особенностях технологии её возделывания, влиянии сроков уборки на урожайность, питательность и кормовую продуктивность культуры. Наши исследования посвящены изучению современных гибридов и оптимизации сроков уборки, подобные исследования в Удмуртской Республике ранее не проводились.

2 МЕСТО, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследований: гибриды кукурузы (*Zéa máys*) селекции KWS (Германия), ФГБНУ ВНИИК (г. Пятигорск), ФГБНУ ВНИИК (г. Воронеж), ФГБНУ Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко ранней и среднеранней группы спелости. Полевые опыты закладывали на опытном поле АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» (2013-2016 гг.) и в колхозе (СХПК) им Мичурина Вавожского района. Производственные испытания – в колхозе (СХПК) им Мичурина Вавожского района (2015 г.), в СПК «Колос» Вавожского района Удмуртской Республики (2015 г.).

Метеорологические условия в период проведения исследований были разнообразными, варьировали по условиям увлажнения и по температурному режиму. Опыты закладывали на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. В АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» почва под опытами была дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой. Пахотный слой почвы со средним и повышенным (2,3-2,8 %) содержанием гумуса, от сильнокислой до нейтральной обменной кислотностью (рН 4,5-6,1), высоким и очень высоким – подвижного фосфора (190,5-274 мг/кг) и повышенным и очень высоким (146,3-306,2 мг/кг) – подвижного калия. В СХПК им. Мичурина Вавожского района полевые и про-

изводственные опыты закладывали на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве с повышенным и высоким содержанием гумуса в пахотном слое (2,6-3,2 %), со слабокислой и нейтральной обменной кислотностью (рН 5,1-6,4), с очень высоким содержанием подвижного фосфора и калия (более 250 мг/кг).

В СПК «Колос» Вавожского района производственные испытания проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с повышенным содержанием гумуса (2,6-3,0 %), близкой к нейтральной реакцией рН (6,0), с высоким содержанием подвижного фосфора и очень высоким подвижного калия (256-294 мг/кг).

Опыт 1. Формирование продуктивности гибридов кукурузы в условиях центрального агроклиматического района Удмуртской Республики (2013-2016 гг.).

Схема опыта в АО «Учхоз Июльское ИжГСХА»:

Гибрид	ФАО	Группа спелости	Оригинатор
1. Каскад 195 СВ (st)	190	раннеспелый	ФГБНУ ВНИИК, Воронеж
2. Алмаз	180	раннеспелый	KWS
3. Амагус	180	раннеспелый	KWS
4. Бемо 182 СВ	190	раннеспелый	ФГБНУ ВНИИК, Воронеж
5. Клифтон	175	раннеспелый	KWS
6. Корифей	170	раннеспелый	KWS
7. Оферта	200	раннеспелый	KWS
8. Рональдинио	210	среднеранний	KWS
9. РОСС 199 МВ	190	раннеспелый	ФГБНУ Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко
10. Сильвинио	220	среднеранний	KWS

Однофакторный полевой опыт проведен в АО «Учхоз Июльское ИжГСХА», повторность трехкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Учетная площадь делянки 42 м².

Опыт 2. Формирование продуктивности гибридов кукурузы в условиях южного агроклиматического района Удмуртской Республики (2013-2016 гг.).

Схема опыта в СХПК им. Мичурина Вавожского района

Гибрид	ФАО	Группа спелости	Оригинатор
1. Каскад 195 СВ (st)	190	раннеспелый	ФГБНУ ВНИИК, Воронеж
2. Каскад 166 АСВ	160	раннеспелый	ФГБНУ ВНИИК, Воронеж
3. Катерина СВ	160	раннеспелый	ФГБНУ ВНИИК, Пятигорск
4. Краснодарский 194 МВ	190	раннеспелый	ФГБНУ Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко
5. Машук 175 МВ	150	раннеспелый	ФГБНУ ВНИИК, Пятигорск
6. РОСС 140 СВ	150	раннеспелый	ФГБНУ Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко
7. РОСС 199 МВ	190	раннеспелый	ФГБНУ Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко

Полевой однофакторный опыт проведен в колхоз (СХПК) им. Мичурина Вавожского района, повторность трехкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Учетная площадь делянки 42 м². За стандарт в опытах взят гибрид Каскад 195 СВ включенный в Госреестр селекционных достижений и допущенный к использованию по Волго-Вятскому региону.

Опыт 3. Сроки уборки кукурузы на кормовые цели (СХПК им. Мичурина Вавожского района 2013-2016 гг).

Схема опыта: 1. молочное состояние зерна; 2. начало молочно-восковой спелости; 3. молочно-восковая спелость (контроль); 4. восковая спелость.

Опыт полевой однофакторный, размещение делянок методом организованных повторений в четырехкратной повторности. Учётная площадь делянки 25 м².

Анализ агрохимических свойств почвы проводили по общепринятым методикам: подвижный фосфор и калий по А.Т. Кирсанову в модификации ЦИНАО [ГОСТ Р 54650-2011], гумус по И.В. Тюрину в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26213-91], обменную кислотность (рН в солевой вытяжке) – потенциометрическим методом [ГОСТ 26483-85], гидролитическую кислотность по Каппену – потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26212-84], определение суммы обменных оснований по методу Каппена-Гильковица [ГОСТ 27821-88], степень насыщенности почв основаниями - расчетным методом [Петербургский А.В., 1968]. Определение фактической нормы высева, структура урожайности – Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [1983]. Химический анализ растительных проб по общепринятым методикам [Лукашик Н.А., Тащилин В.А., 1964]: общий азот и сырой протеин – по методу Кьельдаля [ГОСТ 13496.4 – 93], сырая клетчатка – по Генебергу и Штоману [ГОСТ 13496.2 – 91], фосфор [ГОСТ 26657 – 97], калий [ГОСТ 30504 – 97], содержание влаги [ГОСТ 27548-97], концентрация обменной энергии в корме – ГОСТ 51038-97 [Руководство по анализу кормов, 1982]. Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах: площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза по методике А.А. Ничипоровича [1966]. Запаса продуктивной влаги [Практикум..., 2004]. Адаптивная способность и экологическая пластичность гибридов кукурузы [EberhartS.A., 1966; Кильчевский А.В., 1985]. Расчет доли влияния на урожайность гибридов, абиотических условий, существенность разницы в показателях между вариантами устанавливается методом дисперсионного анализа, тесноту и характер связи методом корреляционно-регрессионного анализа [Доспехов Б.А., 1985]. Экономическую и энергетическую оценки технологических приемов проводится на основании технологических карт с учетом схемы опыта [Методические указания ..., 1997; Типовые ... 2004]. Термины и определения по ГОСТу 16265-89.

Предшественником кукурузы в опытах был картофель. Основную и предпосевную обработку почвы проводили в соответствии с рекомендациями адаптивно-ландшафтной системы земледелия [Фатыхов И.Ш., 2015]. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в АО «Учхоз Июльское ИжГСХА»

$N_{32}P_{32}K_{32}$, в СХПК им. Мичурина Вавожского района – $N_{15}P_{15}K_{15}$. Посев проводили сеялками точного высева СУПН-08-01 в АО «Учхоз Июльское ИжГСХА», Schmotzer – в СХПК им. Мичурина Вавожского района. В фазе 3-4 листьев – химическая прополка гербицидом ДУБЛОН Голд, ВДГ (750 г/га) – 70 г/га против однолетних и многолетних злаковых, однолетних двудольных сорняков.

В опытах № 1 и № 2 уборка в фазе молочно-восковой спелости сплошным методом, длина нарезки зеленой массы не более 10-12 мм. В опыте № 3 согласно схеме опыта.

3. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

В Среднем Предуралье на формирование продуктивности кукурузы большое влияние оказывают абиотические условия. В среднем за четыре года исследований в условиях центрального агроклиматического района на долю абиотических условий приходится – 77 %, на долю сочетания факторов «гибрид × условия» приходится 10 % и лишь 12 % на долю влияния гибридов. Для выявления тесноты и характера связи абиотических условий вегетационного периода с урожайностью сухого вещества гибридов кукурузы проведен корреляционный анализ в основные периоды роста и развития растений (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции урожайности сухого вещества кукурузы с абиотическими условиями вегетационного периода (АО «Учхоз Июльское ИжГСХА», 2013-2016 гг.)

Показатель	Посев - всходы	Листообразование (фаза 7-8 листьев)	Фаза вымётывания	Созревание
Среднесуточная температура воздуха, °С	0,31*	-0,18*	-0,22*	0,29*
Относительная влажность воздуха, %	0,37*	0,71*	0,79*	0,01
Температура почвы, °С	0,52*	0,67*	0,61*	0,45*
Влажность почвы, %	0,21	0,25*	0,45*	-0,55*
ГТК	0,36*	-0,18	0,15	-0,76*

Примечание: * - корреляционная связь достоверна на 5 % уровне значимости ($n = 80$, $t_r = 1,98$)

В период «посев-всходы» наибольшую корреляцию урожайность сухого вещества имела с температурой почвы ($r = 0,52$). В период интенсивного роста растений (фаза «7-8 листа – вымётывание») установлена прямая сильная корреляция ($r = 0,71 \dots 0,79$) относительной влажности воздуха с продуктивностью кукурузы и описывается уравнением $y = 0,2418x + 0,6868$. В период созревания связь гидротермического коэффициента (ГТК) с урожайностью характеризуется как сильная отрицательная ($r = -0,76$) и описывается уравнением $y = -5,506x + 20,05$. Следует отметить, что среднесуточная температура воздуха имела слабую связь с урожайностью кукурузы в течение всего вегетационного периода.

В 2013 г. реакция на абиотические условия гибридов Амабус, Сильвинио, Алмаз, Корифей, Клифтон, Бемо 182 СВ выразилась существенным увеличением сбора сухого вещества на 3,8-11,7 т/га, или на 27-81 % относительно урожайности стандартного гибрида кукурузы Каскад 195 СВ при $НСР_{05}=1,5$ т/га (таблица 2). Среди гибридов селекции KWS низкую продуктивность (13,5-14,4 т/га) сформировали Рональдинио и Оферта, продуктивность гибрида Сильвинио 26,0 т/га была выше на 19-92 %, чем урожайность у других изучаемых гибридов. Из отечественных гибридов Бемо 182 СВ и РОСС 199 МВ имели преимущество по продуктивности на 1,5-4,7 т/га перед стандартом. В условиях 2014 г. гибриды кукурузы сформировали относительно низкую урожайность сухого вещества. Сортовая реакция на абиотические условия у гибридов Оферта и Рональдинио проявилась увеличением продуктивности в отличие от данного показателя других гибридов. Наибольшую урожайность сухого вещества 14,2-17,5 т/га имели гибриды Амабус, Бемо 182 СВ, Корифей, Оферта, Рональдинио, Сильвинио, что существенно выше в сравнении с урожайностью Каскад 195 СВ ($НСР_{05}=1,2$ т/га). Гибрид РОСС 199 СВ по урожайности существенно уступал изучаемым гибридам.

**Таблица 2 – Сбор сухого вещества гибридов кукурузы, т/га
(АО «Учхоз Июльское ИжГСХА», 2013-2016 гг.)**

Гибрид	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средняя
Каскад 195 СВ (st)	14,3	11,6	9,4	5,0	10,1
Алмаз	18,1	12,5	9,9	5,1	11,4
Амабус	19,2	14,2	10,2	4,9	12,1
Бемо 182 СВ	19,0	14,8	12,2	6,1	13,0
Клифтон	21,9	11,1	11,2	4,6	12,2
Корифей	21,7	16,3	11,7	6,2	14,0
Оферта	14,4	16,9	10,0	4,7	11,5
Рональдинио	13,5	17,5	10,3	4,5	11,5
РОСС 199 МВ	15,7	10,4	10,3	4,5	10,2
Сильвинио	26,0	16,6	16,9	7,6	16,8
$НСР_{05}$	1,5	1,2	0,9	0,9	

В 2015 г. урожайность сухого вещества гибридов в среднем по опыту была 11,2 т/га, что ниже на 21-39 %, чем в предыдущие годы. Гибриды кукурузы Бемо 182 СВ, Клифтон, Корифей, Рональдинио, РОСС 199 МВ, Сильвинио сформировали продуктивность существенно выше на 0,9-7,5 т/га вещества, или на 10-80 % относительно урожайности гибрида стандарта Каскад 195 СВ при $НСР_{05}=0,9$ т/га. Наибольшую урожайность сухого вещества 16,9 т/га сформировал гибрид компании KWS Сильвинио. В неблагоприятных абиотических условиях 2016 г. накопление сухого вещества было относительно небольшим. Сбор сухого вещества составил всего 4,5-7,6 т/га. Гибриды Бемо 182 СВ, Корифей и Сильвинио имели существенное преимущество по продуктивности на 1,1-2,6 т/га относительно аналогичного показателя у гибрида Каскад 195 СВ при $НСР_{05}=0,9$ т/га.

В среднем за 4 года исследований гибриды кукурузы обеспечили продуктивность 10,1-16,8 т/га сухого вещества. Из гибридов отечественной селекции наибольший сбор сухого вещества 13,0 т/га обеспечил Бемо 182 СВ, из гибридов зарубежной селекции (KWS) лидерами по продуктивности были Корифей и Сильвино.

Урожайность гибридов кукурузы имела прямую сильную корреляцию с массой одного растения ($r = 0,84$) и с густотой стояния растений ($r = 0,80$). Таким образом, на формирование урожайности на 64-71 % оказали влияние масса растений и густота стояния растений, коэффициент детерминации (d_{yx}) = 0,64...0,71. В среднем за 2013-2016 гг. исследований наибольшую поверхность листьев гибриды кукурузы сформировали в период «цветение – молочно-восковая спелость зерна». Сбор сухого вещества гибридов кукурузы имел прямую среднюю корреляционную связь с площадью листовой поверхности в фазе 7-8 листьев ($r = 0,64$), и прямую сильную корреляцию – в фазе выметывания метёлки ($r = 0,75$). Гибрид Корифей характеризовался формированием наибольшего фотосинтетического потенциала 1203-1935 тыс. $m^2 \times \text{сут.}/\text{га}$ за вегетацию.

Кормовая питательность гибридов кукурузы не имела существенных различий. В среднем за четыре года содержание обменной энергии в сухом веществе составило 11,7-11,9 МДж/кг и кормовых единиц 1,11-1,15. Аминокислотный состав протеина сухого вещества гибридов кукурузы зависел от внешних факторов, а не от происхождения гибрида. В 2014 г. в сухом веществе гибрида Каскад 195 СВ отмечено повышение суммы незаменимых аминокислот на 0,33 % (увеличивалось содержание аргинина, лизина, лейцина и изолейцина, метионина, валина и треонина) относительно их содержания в 2013 г., у гибрида Алмаз реакция на абиотические условия выразилась снижением биологической ценности белка в 2014 г., т.к. сумма незаменимых аминокислот снизилась на 0,89 % в сравнении с их содержанием в 2013 г.

4 ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Исследованиями формирования продуктивности гибридов кукурузы отечественной селекции, выявлена зависимость с абиотическими условиями вегетационного периода. Для определения тесноты и характера связи развития растений кукурузы с абиотическими условиями проведен множественный корреляционно-регрессионный анализ (таблица 3).

В начале вегетационного периода «посев – всходы» сопряженность сбора сухого вещества с относительной влажностью воздуха и гидротермическим коэффициентом составляла 10-20 % ($d_{yx} = 0,10...0,20$). Урожайность гибридов кукурузы имела прямую сильную корреляцию с относительной влажностью воздуха в период интенсивного роста растений ($r = 0,78...0,83$) и описывается уравнением линейной регрессии $y = 2,7023x + 8,3626$ в период листообразования «7-8 листьев – выметывание» и $y = 0,5830x + 7,5783$ – в период «вымётыва-

ние – цветение початка» т.е. продуктивность гибридов кукурузы имела сопряженность 61-70 % с изменчивостью данного фактора. В период созревания влияние абиотических условий на продуктивность гибридов кукурузы снизилось.

Таблица 3 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа урожайности сухого вещества с абиотическими условиями вегетационного периода кукурузы (СХПК им. Мичурина Вавожского района, 2013-2016 гг.)

Показатель	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (d_{yx})	Уравнение регрессии
Посев - всходы			
Среднесуточная температура воздуха, °С	0,13	0,02	-
Относительная влажность воздуха, %	0,43*	0,19	$y = 1,2623x + 25,874$
Температура почвы, °С	0,45*	0,20	$y = 0,4093x + 7,9071$
Влажность почвы, %	0,24	0,06	-
ГТК	0,32*	0,10	$y = 0,0375x + 0,5719$
Листообразование (фаза 7-8 листьев)			
Среднесуточная температура воздуха, °С	-0,31*	0,09	$y = -0,1785x + 21,133$
Относительная влажность воздуха, %	0,78*	0,61	$y = 2,7023x + 8,3626$
Температура почвы, °С	0,44*	0,19	$y = 0,3685x + 13,850$
Влажность почвы, %	0,08	0,01	-
ГТК	0,01	0,00	-
Вымётывание – цветение початка			
Среднесуточная температура воздуха, °С	-0,15	0,02	-
Относительная влажность воздуха, %	0,83*	0,70	$y = 0,5830x + 7,5783$
Температура почвы, °С	0,65*	0,43	$y = 0,5404x + 20,793$
Влажность почвы, %	0,19	0,03	-
ГТК	-0,07	0,01	-
Созревание (молочно-восковая – восковая спалось зерна)			
Среднесуточная температура воздуха, °С	-0,25	0,06	-
Относительная влажность воздуха, %	0,51*	0,26	$y = 2,1114x + 7,5783$
Температура почвы, °С	0,21	0,05	-
Влажность почвы, %	0,08	0,01	-
ГТК	0,08	0,01	-

Примечание: * - корреляционная связь достоверна на 5 % уровне значимости, (n = 56, t05 = 2,01)

Выявлена средняя корреляция ($r = 0,51$) с относительной влажностью воздуха, или на 26 % данный фактор влияет на урожайность.

В СХПК им. Мичурина Вавожского района исследования, показали, что благоприятные условия формирования сухого вещества сложились в 2013 и 2014 гг. о чем свидетельствует положительный индекс условий среды ($I_j = 3,9 \dots 5,3$). В 2015-2016 гг. условия были менее благоприятны ($I_j = -2,8 \dots -6,4$). В три года исследований из четырех гибридов Каскад 166 АСВ имел преимущество по сбору сухого вещества относительно продуктивности гибрида Каскад 195 СВ. Прибавка урожайности 5,3 т/га в 2013 г. существенна при $НСР_{05} = 3,6$ т/га, в 2015 г. – 2,5 т/га при $НСР_{05} = 1,2$ т/га, в 2016 г. – 2,3 т/га при $НСР_{05} = 1,6$ т/га.

В среднем за четыре года исследований наибольшую урожайность сухого вещества 20,1 т/га сформировал гибрид Каскад 166 АСВ. Продуктивность гибридов Катерина СВ, Краснодарский 194 СВ, Машук 175 СВ и РОСС 140 СВ была ниже на 1,2-3,2 т/га, чем данный показатель в контрольном варианте, или на 6-17 % (таблица 4).

**Таблица 4 – Сбор сухого вещества гибридов кукурузы, т/га
(СХПК им. Мичурина Вавожского района, 2013-2016 гг.)**

Гибрид	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
Каскад 195 СВ (st)	21,4	27,6	17,0	10,4	19,1
Каскад 166 АСВ	26,7	21,6	19,5	12,7	20,1
Катерина СВ	25,7	16,1	12,2	10,7	16,2
Краснодарский 194 МВ	22,5	17,6	12,0	11,8	16,0
Машук 175 СВ	19,8	18,1	13,2	12,5	15,9
РОСС 140 СВ	21,1	28,9	12,3	9,3	17,9
РОСС 199 МВ	21,5	19,1	15,4	9,4	19,1
Среднее	22,7	21,3	14,5	11,0	
НСР ₀₅	3,6	1,5	1,2	1,6	
Индекс условий среды (Ij)	5,3	3,9	-2,8	-6,4	

За 2013-2016 гг. исследований наибольшую массу растений 634,5 г имел гибрид Каскад 166 АСВ, что выше на 44-147 г, или на 7-30 % по сравнению с массой растений других изучаемых гибридов (рисунок 1).

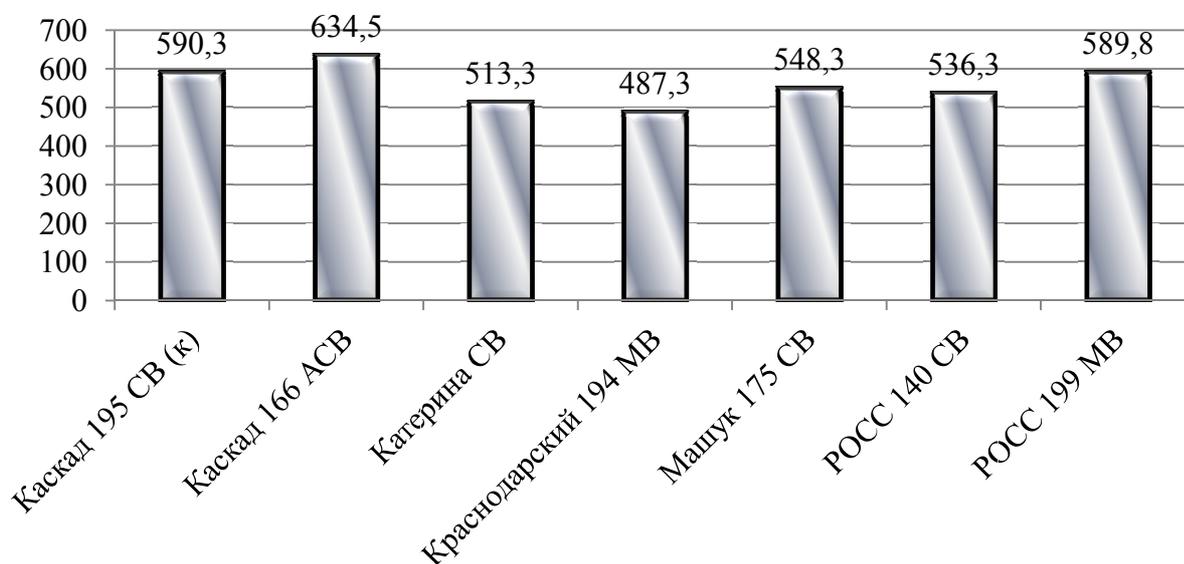


Рисунок 1 – Масса одного растения гибридов кукурузы (среднее 2013-2016 гг., СХПК им. Мичурина Вавожского района), г

Количество початков на растении гибридов было 1,0-1,2 шт. Гибрид Каскад 166 АСВ отличался относительно более высоким содержанием початков с зерном в молочно-восковой спелости зерна (90 %), что и обусловило высокую его продуктивность.

Нарастание листовой поверхности кукурузы в период вегетации шло по-разному. В фазе 7-8 листьев их площадь была 6,2-17,9 тыс.м²/га, к фазе выметывания площадь листьев в среднем по опыту увеличилась в 2014 г. на 18,7 тыс. м²/га, или на 274 %, в 2015 г. – на 6,8 тыс. м²/га, или на 49 %, в 2016 г. – на 5,3 тыс. м²/га, или на 60 %. Гибриды кукурузы, у которых в начальные фазы развития наблюдался интенсивный рост площади листьев, в фазе выметывания снизили темпы прироста площади листовой поверхности. В среднем за четыре года исследований наибольшую площадь листьев 21,4-24,2 тыс. м²/га гибриды кукурузы сформировали в фазе цветения початка (рисунок 2).

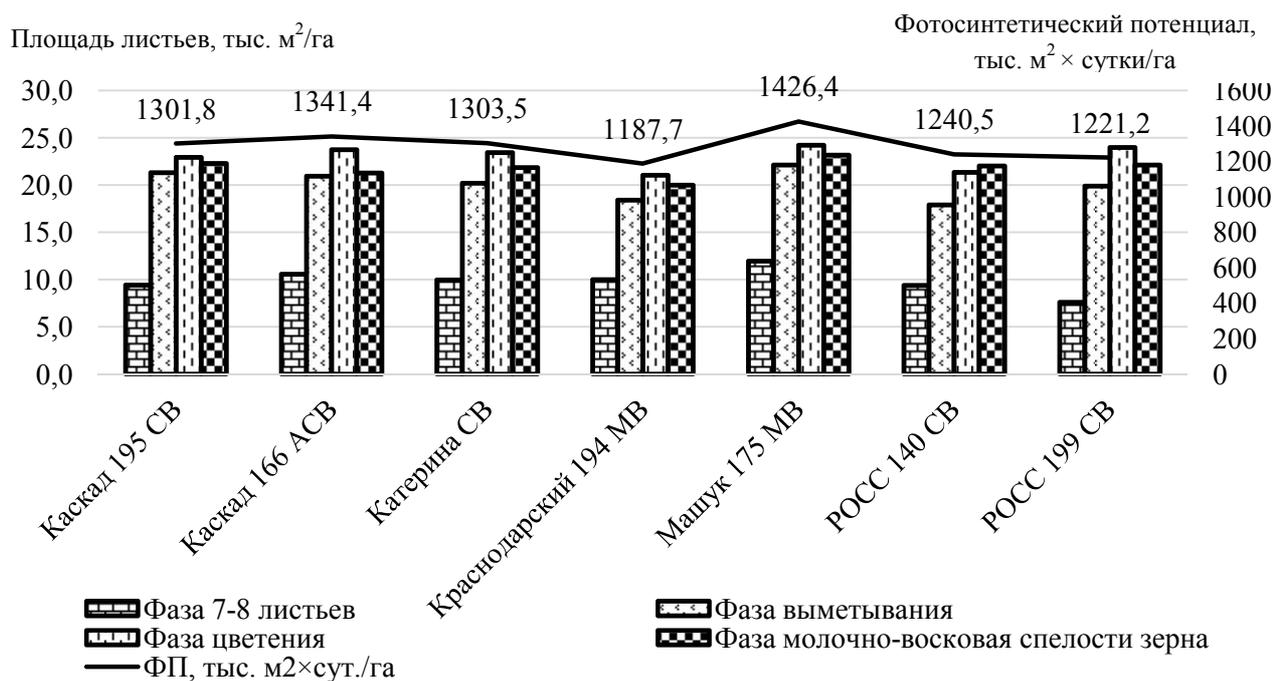


Рисунок 2 – Площадь листьев и фотосинтетический потенциал посевов гибридов кукурузы (среднее 2013-2016 гг., СХПК им. Мичурина Вавожского района)

Анализ корреляционной связи урожайности сухого вещества с фотосинтетической деятельностью посевов показал, что она находится в прямой сильной корреляции с площадью листьев в фазе цветения початков ($r = 0,71$) и в фазе молочно-восковой спелости зерна ($r = 0,81$). То есть изменчивость данного признака в 50-66 % случаях имела сопряженность с площадью листьев, коэффициент детерминации $d_{yx} = 0,50 \dots 0,60$.

В среднем за 2013-2016 гг. вынос элементов питания по изучаемым вариантам опыта составил: азота – 16,3-17,9 кг/т, фосфора – 4,6-6,5 кг/т, калия – 7,1-9,2 кг/т сухого вещества.

ГЛАВА 5 СРОКИ УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ

В среднем за годы исследований, в период молочной спелости – начала молочно-восковой спелости зерна влажность силосуемой массы была высокая (78–79 %). Однако к восковой спелости зерна она снижается до 71–74 %, что

способствует получению более качественного силоса. Содержание сухого вещества в силосуемой массе служит показателем силосуемости и качества корма.

Питательность корма по содержанию крахмала повышалась по мере прохождения растениями кукурузы фаз развития.

В сухом веществе надземной биомассы содержание крахмала увеличивалось по мере созревания зерна в початках. В период «молочно-восковая спелость – восковая спелость зерна» его содержание увеличилось на 5,2-7,4 % относительно данного показателя в первый срок уборки (рисунок 3).

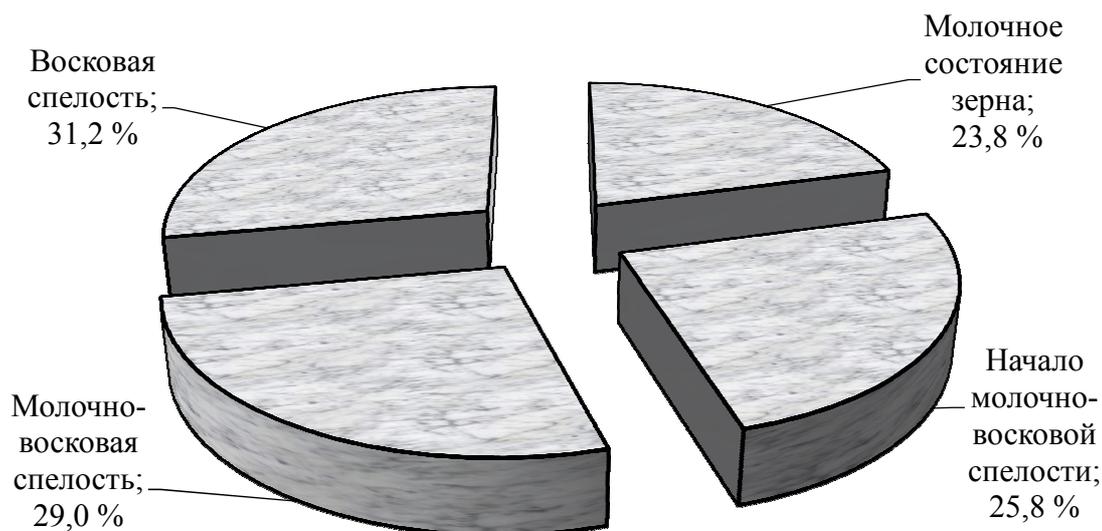


Рисунок 3 – Содержание крахмала в сухом веществе кукурузы в зависимости от срока уборки в СХПК им Мичурина Вавожского района, среднее 2013-2016 гг.

Наибольшую кормовую продуктивность гибриды кукурузы сформировали при уборке в период «молочно-восковой – восковой спелости зерна», что существенно выше, чем при уборке в период молочного состояния - начала молочно-восковой спелости зерна (таблица 5). В 2013 г. отмечено повышение сбора сухого вещества на 0,94-1,93 т/га ($НСР_{05} = 0,15$ т/га), в 2014 – на 1,59-3,62 т/га ($НСР_{05} = 0,11$ т/га), в 2015 г. – на 0,91-1,73 т/га ($НСР_{05} = 0,15$ т/га), в 2016 г. – на 1,08-1,97 т/га ($НСР_{05} = 0,06$ т/га). Закономерность изменения выхода обменной энергии и сбора кормовых единиц по вариантам опыта аналогична сбору сухого вещества.

В среднем за 2013-2016 гг. исследований сбор сухого вещества 8,22-9,14 т/га в период «молочно-восковая – восковая спелость зерна» выше на 19-30 %, аналогичного показателя ранних сроков уборки, выход обменной энергии (90,4-100,6 ГДж/га) – на 20-36 %, сбор кормовых единиц (8,05-8,97 тыс. корм. ед.) – на 24-39 %. Согласно требованиям ГОСТ Р 55986-2014 силос, заложенный в СХПК им. Мичурина, в оба срока уборки соответствует 1-му классу качества.

Таблица 5 – Кормовая продуктивность кукурузы в зависимости от срока уборки (СХПК им. Мичурина Вавожского района, 2013-2016 гг.)

Срок уборки	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
Сбор сухого вещества, т/га					
Молочное состояние зерна	7,38	8,78	5,17	6,71	7,01
Начало молочно-восковой спелости	7,57	8,20	5,00	6,84	6,90
Молочно-восковая спелость (контроль)	8,51	10,37	6,08	7,92	8,22
Восковая спелость	9,31	11,82	6,73	8,68	9,14
НСР ₀₅	0,15	0,11	0,15	0,06	
Выход обменной энергии, ГДж/га					
Молочное состояние зерна	78,6	94,9	55,9	71,1	75,1
Начало молочно-восковой спелости	80,7	88,9	53,9	72,8	74,1
Молочно-восковая спелость (контроль)	92,7	114,5	67,6	86,9	90,4
Восковая спелость	101,6	130,1	75,4	95,2	100,6
НСР ₀₅	1,6	1,2	1,3	0,7	
Сбор кормовых единиц, тыс./га					
Молочное состояние зерна	6,77	8,30	4,89	6,09	6,51
Начало молочно-восковой спелости	6,97	7,81	4,71	6,28	6,44
Молочно-восковая спелость (контроль)	8,18	10,24	6,06	7,72	8,05
Восковая спелость	8,98	11,59	6,84	8,46	8,97
НСР ₀₅	0,14	0,11	0,11	0,06	

Близкое к оптимальному значению (30 %) содержание крахмала в кукурузном силосе 27,1 % получено при уборке в фазе восковой спелости зерна.

По концентрации обменной энергии (10,4 МДж/кг) и содержанию кормовых единиц (0,87) силос, приготовленный в фазе восковой спелости зерна, имел преимущество перед предыдущим сроком уборки.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

При возделывании гибридов кукурузы разной селекции существенное влияние на себестоимость сухого вещества оказывает стоимость посевного материала. Стоимость 1 посевной единицы, т.е. 80 тыс. семян на 1 га у гибридов отечественной селекции составляет 2 тыс. руб. (65-95 тыс. руб./т), гибридов селекции компании KWS – 5 тыс. руб. (227 тыс. руб./т). В АО «Учхоз Июльской ИжГСХА» наименьшую себестоимость сухого вещества 488 руб./т имел гибрид отечественной селекции Бемо 182 СВ. Из гибридов зарубежной селекции относительно низкую себестоимость 515 руб./т обеспечил гибрид Сильвинио при средней урожайности 16,8 т/га (таблица 6).

В колхозе (СХПК) им. Мичурина возделывание гибридов отечественной селекции позволило получить сухое вещество с себестоимостью 425-469 руб./т. Гибрид Каскад 166 АСВ при урожайности сухого вещества 20,1 т/га обеспечил

наибольший чистый доход 19720 руб./га, уровень рентабельности 65 % и наименьшую себестоимость сухого вещества 425 руб./т.

Таблица 6 – Экономическая оценка возделывания гибридов кукурузы (среднее 2013-2016 гг.)

Вариант	Урожайность сухого вещества, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %	Себестоимость продукции, т/руб.
АО «Учхоз Июльское ИЖГСХА»						
Каскад 195 СВ (st)	10,1	25250	19424,6	5825	30	539
Алмаз	11,4	28500	24929,2	3571	14	612
Аматус	12,1	30250	25705,7	4544	18	595
Бемо 182 СВ	13,0	32500	22654,1	9846	43	488
Клифтон	12,2	30500	25816,7	4683	18	593
Корифей	14,0	35000	27810,9	7189	26	556
Оферта	11,5	28750	25040,1	3710	15	610
Рональдинио	11,5	28750	25040,1	3710	15	610
РОСС 199 МВ	10,2	25500	20298,0	5202	26	557
Сильвинио	16,8	42000	30919,5	11081	36	515
СХПК им. Мичурина						
Каскад 195 СВ (st)	19,1	47750	29397,3	18353	62	431
Каскад 166 АСВ	20,1	50250	30530,2	19720	65	425
Катерина СВ	16,2	40500	26953,9	13546	50	466
Краснодарский 194 МВ	16,0	40000	26732,0	13268	50	468
Машук 175 СВ	15,9	39750	26621,1	13129	49	469
РОСС 140 СВ	17,9	44750	28837,0	15913	55	451
РОСС 199 МВ	19,1	47750	30170,9	17579	58	442
Сроки уборки кукурузы						
Молочное состояние зерна	7,0	18777	16000,7	2776	17	639
Начало молочно-восковой спелости	6,9	18482	15887,3	2595	16	645
Молочно-восковая спелость (контроль)	8,2	22018	17351,6	4666	27	591
Восковая спелость	9,1	24482	18372,2	6110	33	563

Уборка в фазе восковой спелости зерна кукурузы способствует увеличению чистого дохода на 1444-3334 руб./га, уровня рентабельности – на 6-17 % и снижению себестоимости сухого вещества – на 28-76 руб./т.

Для производства кормовой массы кукурузы в АО «Учхоз Июльское ИЖГСХА» было произведено полных затрат 75,08-117,5 ГДж/га. Затраты увеличивались по мере увеличения урожайности сухого вещества гибридов кукурузы. В тоже время следует отметить, что высокая урожайность гибридов Бемо 182 СВ, Корифей и Сильвинио обеспечивает наибольший выход энергии с урожаем 195-

252 ГДж/га, что позволяет полностью окупать произведенные затраты. Об этом свидетельствуют относительно низкие затраты на производство 1 кг сухого вещества 1,96-2,01 МДж и наибольший коэффициент энергетической эффективности 2,09-2,14.

В колхозе (СХПК) имени Мичурина Вавожского района наибольшие затраты были произведены для производства кормовой массы гибрида Каскад 166 АСВ 138,3 ГДж/га и получено наибольшее количество энергии с урожаем 301,5 ГДж/га, и коэффициент энергетической эффективности составил 2,18.

При уборке кукурузы на силос в период «молочно-восковая – восковая спелость зерна» производственные затраты наибольшие 63,4-69,2 ГДж/га, но увеличение выхода энергии до 123,3-137,1 ГДж/га позволяет получать кормовую массу с относительно высоким коэффициентом энергетической эффективности.

Уборка гибридов кукурузы в разные сроки созревания для производства на силос в СХПК им. Мичурина на площади 280 га и в СПК Колос Вавожского района на площади 827 га обеспечил корм с концентрацией обменной энергии 10,0-11,3 МДж/кг сухого вещества. При уборке кукурузы в молочно-восковой спелости зерна силос отвечал требованиям ГОСТ Р55986-2014 1-го класса качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты научных исследований 2013-2016 гг. позволяют сделать следующие выводы:

1. Гибриды Бемо 182 СВ, Корифей и Сильвинио обеспечили сбор сухого вещества 13,0-16,8 т/га. Гибриды Каскад 195 СВ и Бемо 182 СВ имели относительно низкую реакцию на изменение абиотических условий с коэффициентом линейной регрессии близкую к 0. Наиболее низкой стабильностью по урожайности является гибриды Клифтон ($Sd^2 = 15,48$), Оферта ($Sd^2 = 11,02$), Рональдинио ($Sd^2 = 15,22$) и Сильвинио ($Sd^2 = 5,50$).

Изучаемые гибриды имели среднюю корреляцию урожайности сухого вещества с температурой почвы ($r = 0,52$) в период «посев – всходы». В период интенсивного роста «фаза 7-8 листа – вымётывание» установлена прямая сильная корреляция ($r = 0,71 \dots 0,79$) относительной влажности воздуха с продуктивностью гибридов кукурузы и описывается уравнением $y = 0,2418x + 0,6868$. В период созревания связь урожайности с гидротермическим коэффициентом характеризуется как сильная отрицательная ($r = -0,76$) и описывается уравнением $y = -5,506x + 20,05$.

2. Гибрид Каскад 166 АСВ обладал наибольшей продуктивностью. В среднем за четыре года исследований сформировал 20,1 т/га сухого вещества, за счёт большей массы 1 растения (634,5 г). Сбор сухого вещества находится в прямой сильной корреляционной связи с площадью поверхностью листьев кукурузы в фазе цветения початков ($r = 0,71$) и в фазе молочно-восковой спелости зерна ($r = 0,81$). При расчёте доз удобрений на дерново-подзолистых почвах ре-

гиона следует использовать следующий вынос элементов питания: азота – 17 кг/т, фосфора – 5,7 кг/т, калия – 8,1 кг/т сухого вещества.

3. Уборка кукурузы в период «молочно-восковая – восковая спелость зерна» обеспечивает высокую кормовую продуктивность 96,4-106,6 ГДж/га обменной энергии, 8,05-8,92 тыс. корм. ед./га и 8,22-9,14 т/га сухого вещества.

4. В сухом веществе гибридов кукурузы концентрация сырого протеина была 9,6-12,4 %, концентрация обменной энергии 11,2-11,5 МДж и содержание кормовых единиц 1,08-1,15. При уборке кукурузы в период молочно-восковой – восковой спелости зерна снижается содержание сырого протеина до 8,94-8,99 %, содержание крахмала увеличилось на 22–31 %. При закладке кукурузы на силос в фазе восковой спелости зерна корм имеет концентрацию обменной энергии 10,4 МДж/кг СВ и содержание кормовых единиц 0,87.

5. Возделывание современных гибридов кукурузы позволяет получить чистого дохода до 19720 руб./га с себестоимостью 425-469 руб./т, коэффициент энергетической эффективности составляет 2,02-2,18. Уборка кукурузы в восковой спелости зерна способствует увеличению чистого дохода на 1444-3334 руб./га, уровня рентабельности – на 6-17 % и снижению себестоимости сухого вещества – на 28-76 руб./т.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В условиях Среднего Предуралья возделывать на кормовые цели гибриды кукурузы отечественной селекции Бемо 182 СВ, Каскад 166 АСВ, обладающих высокой экологической стабильностью и гибриды селекции KWS Корифей и Сильвинио.

2. Для получения высококачественной кормовой массы с содержанием крахмала 29,0-31,2 % в сухом веществе гибридов кукурузы и 24,6-27,1 % в силосе уборку проводить в период молочно-восковой – восковой спелости зерна.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Коконов, С.И. Продуктивность гибридов кукурузы в условиях Среднего Предуралья / С.И. Коконов, **А.В. Зиновьев**, И.Ш. Фатыхов, В.А. Капеев // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 8. – С. 47-48.

2. **Зиновьев, А.В.** Кормовая продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от абиотических условий Среднего Предуралья / А.В. Зиновьев, С.И. Коконов // Кормопроизводство. – 2015. – № 12. – С. 31-34.

3. Коконов, С.И. Оптимизация срока уборки кукурузы – основа получения высококачественного силоса / С.И. Коконов, **А.В. Зиновьев** // Кормопроизводство. – 2018. – № 10.

