

На правах рукописи

ХИСМАТУЛЛИН МАРСЕЛЬ МАНСУРОВИЧ

**ОПТИМИЗАЦИЯ ФОНОВ ПИТАНИЯ РАЙГРАСОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ
НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

06.01.04 – агрохимия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Казань – 2019

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» в 2007-2018 гг.

Научный консультант – доктор сельскохозяйственных наук, Лауреат государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники, Заслуженный деятель науки Республики Татарстан, заведующий кафедрой землеустройства и кадастров ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, профессор **Сафиоллин Фаик Набиевич**

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова» **Михайлова Людмила Аркадьевна**;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кадастра недвижимости и геодезии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет» **Комиссаров Александр Владиславович**;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биомедицинской инженерии и управления инновациями Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» **Нафиков Макарим Махасимович**.

Ведущая организация – Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань.

Защита состоится «25» декабря 2019 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 220.035.01 при ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» по адресу: 420011, г. Казань, Ферма-2, д. 53, ауд. 18, тел. (факс) 8(843) 567-47-17, e-mail: info@kazgau.com, info@kazgau.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет».

Автореферат разослан «__» _____ 2019 года

Объявление о защите диссертации, текст автореферата размещены на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации vak.minobrnauki.gov.ru/ «25» сентября 2019 года; текст диссертации и отзыв научного консультанта размещены на официальном сайте ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» <http://kazgau.ru> «08» сентября 2019 года.

Просим принять участие в работе совета или прислать отзыв на автореферат в 2-х экземплярах, заверенный печатью, по адресу: 420011, г. Казань, Ферма 2, д. 53, e-mail: info@kazgau.com

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  Ф.З. Кадырова

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность направления исследований. Кормопроизводство Российской Федерации, в том числе и Приволжского федерального округа, характеризуется напряженностью двух факторов: дефицитом белка и дисбалансом питательных веществ, прежде всего по сахаро-протеиновому соотношению в нормативных пределах 0,8:1.

В 80-ые годы прошлого столетия белковую проблему решали за счет расширения посевных площадей гороха и вики, а для обеспечения углеводами на 1 голову КРС заготавливали 5 т кормовой свеклы, закрепляя за каждой крестьянской семьей 0,3-0,5 га посевов этой культуры.

Такой тип кормления животных не соответствует современным рыночным отношениям и не обеспечивает кардинальное решение вопросов импортозамещения продуктов питания.

С другой стороны, увеличение объемов производства высококачественных кормов должно решаться не любыми средствами, а лишь теми из них, которые экономически целесообразны и оправдывают труд современных аграриев и средства, затраченные на его решение. К числу таких приоритетов, несомненно, относится реализация комплексной программы развития биотехнологий, утвержденной президентом нашей страны В.В. Путиным 24 апреля 2012 года. Она направлена на снижение затрат в производстве конкурентоспособных, экологически безопасных продуктов питания на основе широкого применения удобрительно-стимулирующих составов, современных органо-минеральных питательных растворов с содержанием легкоусвояемых аминокислот, хелатных форм микроудобрений и биологических препаратов.

В связи с этим, рассматриваемые в данной работе вопросы применения расчетных норм минеральных удобрений и использования биологически активных веществ в технологии возделывания малоизученных в Среднем Поволжье райграссовых агроценозов не только актуальны, но и значимы как с теоретической, так и практической точки зрения.

Состояние изученности проблемы. Вопросам применения расчетных норм минеральных удобрений и биопрепаратов на посевах многолетних трав посвящены исследования таких известных ученых США и Европейских стран как М. Halpern, U. Yermiyahu (2015), А.К. Srivastava, Р. Suprasanna (2016), J.R. Reeve, L.A. Hoagland (2016) и др.

Особенно большой вклад в теорию минерального питания внесли русские ученые-луговоды В.Р. Вильямс (1949), П.И. Ромашов (1969), А.А. Кутузова (1969, 1983, 2002, 2010), Д.С. Арбузов (1985), Н.Г. Андреев (1985, 1989).

В лесостепной зоне Среднего Поволжья вопросами взаимодействия биопрепаратов и удобрительно-стимулирующих составов с минеральными удобрениями занимались Г.С. Миннуллин (2002), О.Л. Шайтанов (2004), К.Х. Галиев (2005), Ф.Н. Сафиоллин (2012, 2013), Р.И. Сафин (2015, 2016), Т.В. Жарёхина (2018), М.Х. Шарафутдинов (2018), Р.М. Низамов (2018).

Они в один голос утверждают, что биологически активные вещества увеличивают накопление биомассы, изменяют соотношение генеративных и веге-

тативных побегов, повышают качество получаемой продукции, увеличивают стрессоустойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды.

Однако в ходе изучения литературы и проведения патентных исследований мы не обнаружили публикации в российских и зарубежных изданиях результаты исследований, посвященные применению расчетных норм минеральных удобрений на одно- и поливидовых посевах райграса многоукосного и расчеты возможной замены NPK предпосевной обработкой семян удобрительно-стимулирующими составами в сочетании с листовой подкормкой вегетирующих растений, что послужило основой выбора направления исследований автора.

Цель и задачи исследований. Цель работы – разработка приемов увеличения объемов производства энергонасыщенных травянистых кормов, сбалансированных по сахаро-протеиновому соотношению, на основе совершенствования системы применения агрохимикатов на одно- и поливидовых посевах райграса многоукосного.

Для осуществления поставленной цели предусматривалось решение следующих задач:

1. Провести сравнительную оценку продуктивности райграса в смеси с люцерной посевной, козлятником восточным и клевером луговым с одновидовыми его посевами на расчетных фонах минерального питания.

2. Изучить влияние одно- и поливидовых посевов райграса многоукосного на физико-химические свойства серо-лесных почв Среднего Поволжья и урожайность последующей культуры – яровой пшеницы Экада 70.

3. Исследовать эффективность предпосевной обработки семян многолетних трав различными удобрительно-стимулирующими составами, листовой подкормки растений комплексными органо-минеральными удобрениями и биопрепаратами.

4. Рассчитать энерго- и экономическую эффективность производства кормов в зависимости от фонов питания райграсовых агроценозов.

5. Разработать методику расчета возможной замены NPK биологически активными веществами и экономии денежных средств в производстве высококачественных райграсовых кормов.

6. Провести производственную проверку и внедрение результатов исследований.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с концепцией развития аграрной науки и научного обеспечения агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2025 г. и соответствует паспорту специальности 06.01.04 – агрохимия.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Организация конвейерной системы заготовки кормов на основе подбора одновременно поспевающих райграсово-бобовых многолетних трав и оптимизации фонов минерального питания.

2. Влияние райграсовых агроценозов, возделываемых на расчетных фонах минеральных удобрений, на физико-химические свойства серых лесных почв и

урожайность последующей культуры кормового севооборота.

3. Эффективность взаимодействия минеральных удобрений и предпосевной обработки семян многолетних трав удобрительно-стимулирующими составами.

4. Органо-минеральные питательные растворы и биопрепараты в технологии возделывания райграсовых агроценозов и возможная величина замены НРК.

Научная новизна. Впервые в лесостепной зоне Среднего Поволжья установлено что:

- посев райграса многоукосного в смеси со скороспелым козлятником восточным, среднеспелым клевером луговым, позднеспелой люцерной посевной и оптимизация фонов минерального питания повышает зимостойкость этой культуры, позволяет организовать конвейерную систему заготовки кормов с 25 мая до 25 июня без ущерба качеству и сохранить значительные площади озимой ржи на зерно, используемые в качестве раннего звена зеленого конвейера (100-120 тыс. га/год в Республике Татарстан);

- урожайность зерна яровой пшеницы Экада 70, размещенной по пласту удобренных райграсово-бобовых травостоев повышается до 3,01-3,44 т/га, что выше контрольных вариантов опыта (без удобрений) на 18,5-23,7 процента;

- масштабирование использования биологически активных веществ в технологии возделывания райграсовых агроценозов является перспективным направлением укрепления кормовой базы животноводства и снижения себестоимости кормов, поскольку экономия денежных средств составляет от 1,6 до 1,9 тыс. руб./га.

Практическая значимость работы и внедрение результатов исследований. Внедрение результатов исследований в сельскохозяйственное производство Среднего Поволжья обеспечивает дополнительное получение 960 кормовых единиц/га (1 корм. ед. = 1 л молока) с содержанием переваримого протеина 175 г/кормовых единиц. Насыщенность обменной энергией 1 кг сухой массы повышается до 12,8-14,9 МДж против нормативного 9-10 МДж.

По содержанию питательных веществ, зольных макро- и микроэлементов, самое главное, соотношению суммы сахаров к переваримому протеину райграсовые корма соответствуют зоотехническим нормам кормления, и отпадает необходимость дополнительной закупки жмыха, шрота, мелассы с высоким содержанием сахара и белка.

Практическая значимость данной работы также подтверждена результатами производственной проверки в ООО «Арофирма «Кырлай» Арского и внедрения в ООО «Хаерби» Лаишевского, КФХ «Миннуллин Г.С.» Бавлинского, ООО «Эконом» Актанышского и в других хозяйствах муниципальных районов Республики Татарстан (акты внедрения прилагаются).

Апробация работы. Основные результаты многолетних исследований были апробированы и получили положительную оценку на международных научно-практических конференциях: «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства» (Казань, 2016), «Ак-

туальные проблемы науки XXI века» (Москва, 2016), «Актуальные проблемы и достижения в сельскохозяйственных науках» (Самара, 2016), «Теория и практика комплексного применения регуляторов роста, микро- и макроэлементов в растениеводстве» (Ульяновск, 2018), «Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики» (Казань, 2018); в научной конференции, посвященной 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского государственного аграрного университета (Казань, 2017), а также в ежегодных научно-практических конференциях преподавательского состава агрономического факультета Казанского ГАУ (2010-2018 гг.).

Публикации. По теме диссертации издана одна монография и опубликовано 45 печатных работ, в том числе 15 научных статей в рецензируемых изданиях ВАК Российской Федерации.

Личный вклад автора. Соискатель лично разработал программу исследований, самостоятельно проводил полевые, лабораторные опыты и статистические обработки. Результаты полевых и лабораторных исследований проанализировал, вполне грамотно и логично изложил их в данной диссертации. Доля личного вклада автора в объеме общей работы составляет 85%, в опубликованных научных трудах 80%, в том числе в статьях из перечня ВАК – 75 процентов.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 422 страницах компьютерного текста, состоит из общей характеристики работы, 9-ти глав, выводов и рекомендаций производству, содержит 22 рисунка и графика, 18 фотографий, 8 карт, 72 таблицы, 54 приложения. Список литературы включает 353 наименования, в том числе 31 иностранных авторов.

II. УСЛОВИЯ, ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Краткая характеристика зоны. Рельеф территории Среднего Поволжья (зона исследований) представляет собой волнисто-холмистую равнину с общим уклоном к крупным и малым рекам. Обеспеченность термическими ресурсами соответствует биологическим требованиям многолетних трав, также как и условия их перезимовки. Однако в последние годы из-за потепления климата и быстрого снеготаяния возникает угроза застоя талых вод кратковременного характера.

Кроме того, из 12-ти лет исследований по обеспеченности влагой 58,3% были ниже нормы (особенно 2009, 2010, 2018 гг.). Однако злаково-бобовые многолетние травы для формирования урожая первого укоса эффективно используют осенне-весенние запасы влаги. В отличие от зерновых культур меньше страдают от засухи и во второй половине вегетационного периода, обеспечивая себя влагой из глубоких слоев почвы.

2.2. Почвы опытных участков. Стационарные исследования проводились на опытном поле агрономического факультета Казанского государственного аграрного университета на типичных серых лесных почвах с содержанием гумуса по Тюрину от 3,91 до 4,10%, обменного калия – от 168 до 173 и подвижного фосфора по Кирсанову – от 152 до 158 мг на 1 кг сухой почвы. Сумма погло-

щенных оснований была на уровне 33,9-34,2 мг/экв на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 80-83%, наименьшая влагоемкость (максимальное количество воды, которое почва может удержать в своем составе) – 28-29%, плотность сложения почвы – 1,21-1,22 г/см³, содержание водопрочных агрегатов размером от 0,10 до 0,25 мм составило от 43,8 до 44,3%, рН солевой вытяжки – от 5,9 до 6,2.

Серые лесные почвы опытного поля отличались низким содержанием бора (0,17-0,30), средним - меди (2,8-3,8), выше среднего - молибдена (0,20-0,29 мг/кг почвы) и других микроэлементов. Из минеральных удобрений использовали аммиачную селитру (34,2% азота), двойной суперфосфат (49% P₂O₅) и калийную соль (40% K₂O), нормы внесения которых были определены расчетно-балансовым методом.

Производственное испытание результатов исследований проводилось в 2 этапа на полях ООО «Агрофирма «Кырлай» Арского муниципального района Республики Татарстан с небольшими отклонениями агрохимических ее показателей от почв стационарных опытов.

Во всех опытах в качестве предшественника использовали однолетние травы, которые одновременно выполняли роль уравнивающих культур.

2.3. Программа исследований. В течение последних 11-ти лет было проведено 5 двухфакторных стационарных опытов, включающих 79 вариантов в 4-х кратной повторности и 2 опыта в производственных условиях (12 вариантов). Первый блок исследований (2007-2011 гг.) был посвящен сравнительной оценке эффективности применения расчетных норм минеральных удобрений на одно- и поливидовых посевах райграсса многоукосного и их последствие на урожайность последующей культуры. Во втором блоке опытов (2012-2018 гг.) изучали влияние удобрительно-стимулирующих составов, органико-минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество объекта исследований в смеси с бобовыми и злаковыми многолетними травами. Схемы всех опытов и блоков исследований представлены в главе III диссертационной работы.

2.4. Методика исследований. Стационарные опыты и проверка результатов исследований в производственных условиях проводились по методике Всероссийского научно-исследовательского института кормов им. В.Р. Вильямса (1997).

Статистическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1979). Экономическая эффективность рассчитана общепринятым методом – путем сопоставления общих затрат со стоимостью полученной продукции в ценах 2018 года. При обработке данных также был применен корреляционно-регрессионный анализ, балансовые увязки и биоэнергетическая оценка производства райграссовых кормов.

Решение отдельных задач по теме диссертационной работы выполнено автором совместно с кандидатами сельскохозяйственных наук С.В. Сочневой, Л.Т. Вафиной и Н.В. Трофимовым. Всем им, а также коллективу центра агрохимической службы «Татарский» за проведение химических анализов почвенных и растительных образцов автор выражает искреннюю благодарность.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

III. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ОДНО- И ПОЛИВИДОВЫХ ПОСЕВОВ РАЙГРАСА МНОГОУКОСНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСЧЕТНЫХ ФОНОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

3.1. Сроки наступления укосной спелости и урожайность. По скороспелости особо выделяется козлятник восточный Гале в смеси с райграсом Ленинградский 809, который достигает уборочной спелости в третьей декаде мая. Вторую позицию занимают одновидовые посевы райграса многоукосного этого же сорта и его смеси с клевером луговым Ранний-2. К скашиванию этих травостоев можно приступить в первой декаде июня. В последнюю очередь укосной спелости достигает райграс в смеси с люцерной посевной Айслу (вторая декада июня).

Расчетные нормы минеральных удобрений, вызывая рост растений в высоту и формируя плотный травостой, ускоряют сроки наступления укосной спелости. Под действием расчетных NPK-удобрений на планируемую урожайность зеленой массы 35 т/га райграсовый и райграсово-клеверный травостои переходят со второй группы скороспелости к первой, а райграсово-люцерновый – от третьей ко второй.

При этом, нельзя сбрасывать со счетов влияние погодно-климатических условий на темпы накопления биомассы растений, что ярко было выражено в 2010 году. В мае 2010 г. среднесуточная температура воздуха поднялась до +17,2°C (132% к среднемноголетним показателям). В связи с этим, райграсово-люцерновые травостои на всех фонах минерального питания достигли укосной спелости в конце мая – в первой половине июня.

Самое главное, наличие трех групп скороспелости многолетних трав позволяет растянуть травяной конвейер с 25 мая до 25 июня и провести заготовку кормов без ущерба качеству. Кроме того, достигающие укосной спелости в третьей декаде мая райграсово-козлятниковые травостои позволяют сохранить значительные площади озимой ржи на зерно, используемые в качестве раннего звена зеленого конвейера.

Однако проведенные учеты показали, что в 1-ом укосе на последнем варианте опыта (NPK на 35 т/га) урожайность зеленой массы обратно пропорциональна их скороспелости (табл. 1).

Так, валовой сбор зеленой массы скороспелого райграсово-козлятникового травостоя составил 17,8 т/га, среднеспелого райграсово-клеверного – 18,4 и позднеспелого райграсово-люцернового травостоя – 19,0 т/га. Прибавка урожайности зеленой массы райграсово-люцерновых лугов от весенней подкормки азотно-фосфорно-калийными удобрениями из расчета $N_{60}P_{38}K_{45}$ была самой высокой – 6,5 т/га зеленой массы против 4,8 т/га райграсово-клеверного и 5,3 т/га райграсово-козлятникового травостоев.

Для получения такой же прибавки зеленой массы на одновидовых посевах райграса многоукосного необходимо вносить $N_{110}P_{65}K_{82}$, что на 80% больше по сравнению с райграсово-бобовыми лугами.

Таблица 1 - Валовой сбор зеленой массы райграсовых агроценозов в первом укосе в зависимости от внесения расчетных норм минеральных удобрений (2008-2011 гг.)

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (расчетные нормы NPK на планируемую урожайность зеленой массы)	Урожайность зеленой массы, т/га	Прибавка, т/га	
			от NPK	от бот. состава
Одновидовые посевы райграса многоукосного	Контроль (без удобрений)	11,6	-	-
	25 т/га (N ₆₇ P ₅ K ₅)	13,3	1,7	-
	30 т/га (N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃)	15,7	4,1	-
	35 т/га (N ₁₁₀ P ₆₅ K ₈₂)	16,5	4,9	-
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	12,5	-	0,9
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	16,3	3,8	3,0
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	18,1	5,6	2,4
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	19,0	6,5	2,5
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	13,6	-	2,0
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	14,3	0,7	1,0
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	16,2	2,6	0,5
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	18,4	4,8	1,9
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	12,5	-	0,9
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	13,6	1,1	0,3
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	15,8	3,3	0,1
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	17,8	5,3	1,3
НСР ₀₅ А		0,32		
В		0,37		
АВ		0,42		

В сумме за 2 укоса самая высокая реакция на внесение расчетных норм минеральных удобрений была у райграса многоукосного в чистом виде. На одновидовых посевах в зависимости от фона минерального питания прибавка урожайности зеленой массы составила от 20,2 до 65,2 процента. Таких индикаторов прибавки урожая обеспечивали нормы NPK от 77 до 257 кг/га д.в. (очень большие затраты).

Между тем, для получения прибавки урожая на уровне 21,3% необязательно вносить 77 кг/га минеральных удобрений в д.в. Для этого достаточно райграс многоукосный размещать в пространстве в смеси с клевером луговым (табл. 2).

В целом, за счет посева райграса в смеси с люцерной и клевером луговым без внесения минеральных удобрений в сумме за 2 укоса дополнительно было получено от 2,3 до 3,8 т/га зеленой массы, что позволило сэкономить 64 кг минеральных удобрений в действующем веществе на сумму 2560 руб./га.

На одновидовых посевах объекта исследований без внесения минеральных удобрений в сутки накапливается 13,5 кг зеленой массы против 22,3 кг/га на варианте внесения NPK на планируемую урожайность 35 т/га зеленой массы

(прибавка 8,8 кг/сутки).

Таблица 2 - Влияние расчетных норм минеральных удобрений на суммарную урожайность райграсовых агроценозов (2008-2011 гг.)

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (расчетные нормы NPK на планируемую урожайность зеленой массы)	Урожайность зеленой массы в сумме за 2 укоса, т/га	Прибавка, %	
			от NPK	от бот. состава
Одновидовые посевы райграса многоукосного	Контроль (без удобрений)	17,8	-	-
	25 т/га (N ₆₇ P ₅ K ₅)	21,4	20,2	-
	30 т/га (N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃)	26,2	47,2	-
	35 т/га (N ₁₁₀ P ₆₅ K ₈₂)	29,4	65,2	-
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	20,1	-	12,9
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	26,8	33,3	25,2
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	29,6	47,3	13,0
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	31,7	57,7	7,8
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	21,6	-	21,3
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	23,5	8,8	9,8
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	28,4	31,5	6,0
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	32,8	51,9	11,6
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	19,3	-	8,4
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	21,6	11,9	0,9
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	26,4	36,8	0,7
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	30,7	59,1	0,4
НСР ₀₅ А		0,29		
В		0,33		
АВ		0,42		

Вместе с тем, следует особо отметить снижение темпов накопления зеленой массы на всех травостоях по мере повышения расчетных норм NPK. Так, на одновидовых посевах изучаемой культуры разница между вариантами 30 и 35 т/га составляет 25 кг/сутки, райграсово-люцерновых лугах – 16; райграсово-клеверных – 19, а на райграсово-козлятниковых лугах анализируемая разница составляет 33 кг/сутки (рис. 1).

Таким образом, ежегодная подкормка райграсовых агроценозов расчетными нормами NPK на планируемую урожайность 30 т/га более предпочтительна по сравнению с контролем и с расчетным вариантом на 35 т/га зеленой массы.

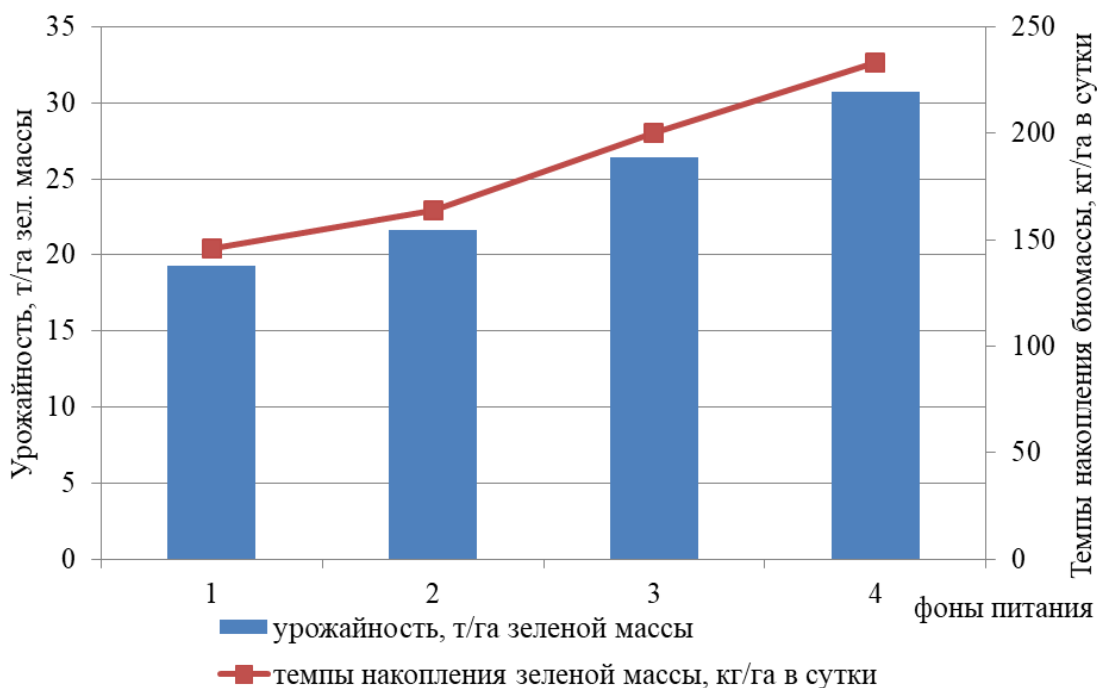
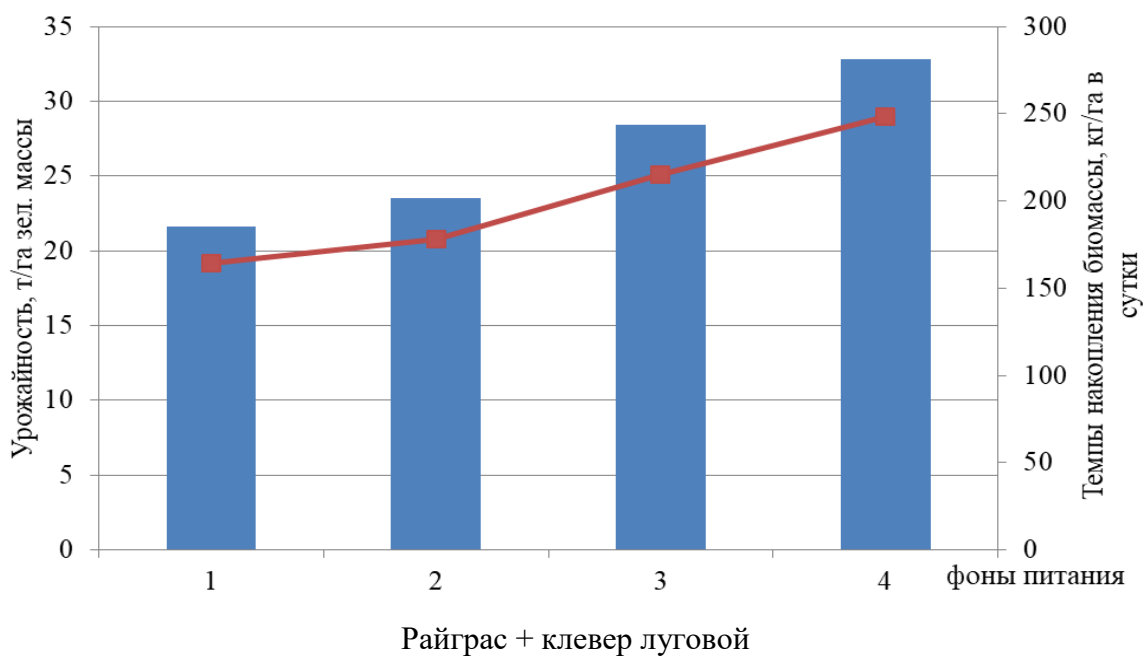


Рисунок 1 - Сравнительная оценка влияния NPK и ботанического состава травостоя на урожайность и темпы накопления зеленой массы многолетних трав в первом укосе (2008-2011 гг.)

3.2. Распределение суммарного урожая по укосам. Более равномерным распределением суммарного урожая по укосам отличались опять же смешанные посевы райграса с люцерной посевной на расчетных фонах минерального питания на планируемую урожайность 30 и 35 т/га зеленой массы: на долю первого укоса приходится 56-63%, а на второй – 37 и 44 процента.

В переводе на практический язык это означает, что на этих вариантах ко второму укосу накапливается 11,5-12,7 т/га биомассы. Такая же высокая отдача

от NPK была получена и на райграсово-клеверных лугах с валовым сбором зеленой массы во втором укосе от 12,2 до 14,4 т/га против от 6,2 до 6,8 т/га на контрольных вариантах опыта. Следует особо отметить, что скашивание и заготовка сена или сенажа на лугах с урожайностью меньше 10 т/га зеленой массы экономически не выгодно, они пригодны только для кратковременной пастбы скота.

3.3. Индекс стабильности урожая. Необходимость интродукции райграса многоукосного, возделывания его в смеси с бобовыми многолетними травами и оптимизации фонов минерального питания подтверждается расчетами индекса стабильности урожая по годам исследований. Так, на вариантах с внесением расчетных норм минеральных удобрений стабильность урожая одновидовых посевов райграса многоукосного повышается на 56% (в 1,6 раза), в смеси с люцерной посевной – в 1,4 раза, клевером луговым – 1,4 и козлятником восточным – 1,3 раза.

Следовательно, минеральные удобрения на посевах многолетних трав являются не только основой формирования высокопродуктивных агроценозов, но и повышают устойчивость растений к стрессовым явлениям внешней среды.

3.4. Динамика флористического состава райграсовых агроценозов. Без внесения минеральных удобрений долевое участие люцерны посевной, клевера лугового и козлятника восточного по годам использования в составе смешанных травостоев возрастает, что указывает на слабую конкурентоспособность райграса лугового. На контрольном варианте опыта в исходном травостое люцерны посевная занимала 42%, а в 2011 г. – 52, козлятник восточный – 35 и 48% соответственно.

Ботанический состав изучаемых травостоев также подвержен флуктуационным изменениям не в силу их биологических особенностей, а под действием расчетных норм азотных, фосфорных и калийных удобрений. На расчетных фонах 35 т/га зеленой массы к 4-ому году использования долевое участие люцерны снизилось на 2% по сравнению с исходным травостоем, а козлятника восточного, наоборот, возросло от 33 до 39 процентов.

Доминантность многолетних трав также зависит от агрометеорологических условий вегетационного периода. Весной злаковые травы трогаются в рост значительно раньше бобовых компонентов. Более того, на вариантах с внесением NPK они получают дополнительный импульс.

Другая особенность изменения долевого участия компонентов заключается в том, что независимо от состава травостоя содержание малопитательного разнотравья снижается от первого ко второму укосу: на одновидовых посевах райграса в 1,4-2,0 раза; райграсово-люцерновых – 1,5-1,7; райграсово-клеверных – 1,7-2,8 и райграсово-козлятниковых травостоях снижение разнотравья составило в 1,7-2,0 раза (рис. 2).

Самое главное, райграс многоукосный из доминантной культуры в первом укосе переходит в категорию сопутствующего компонента во втором.

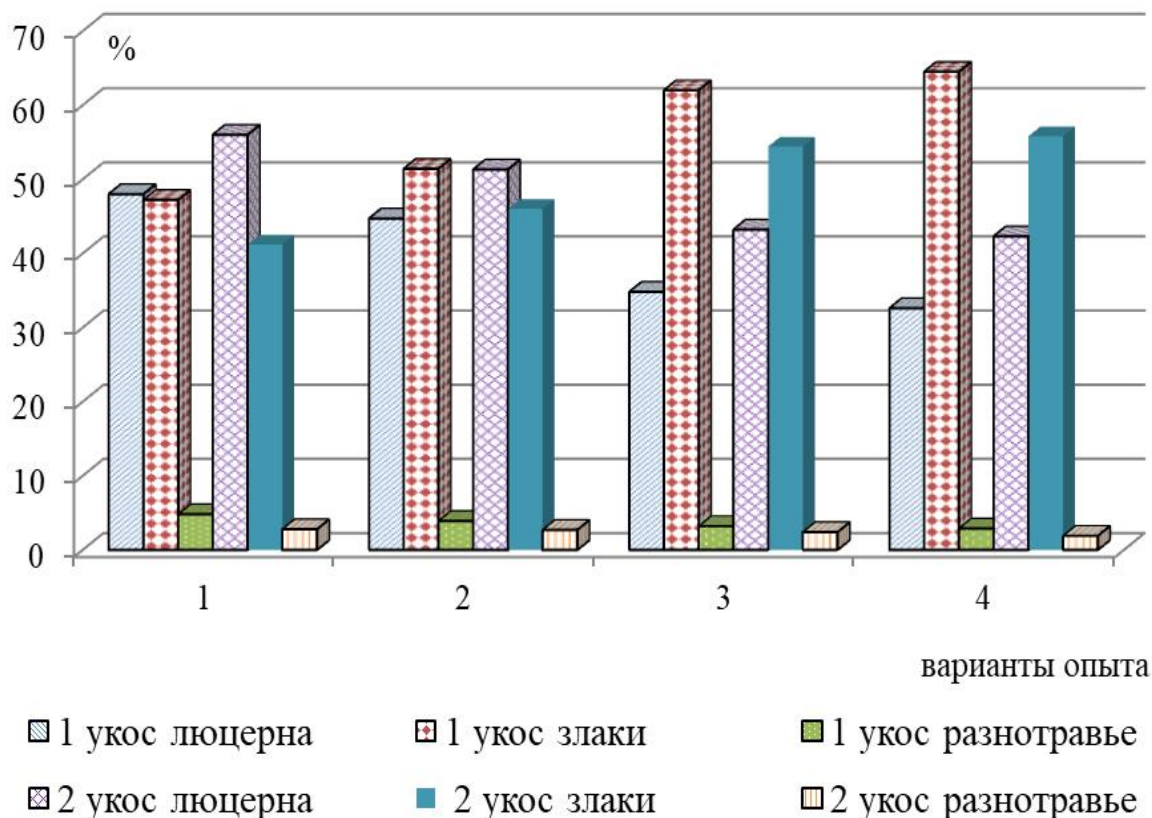


Рисунок 2 - Динамика ботанического состава райграсово-люцернового травостоя по укосам (2011 г.)

В заключение следует отметить уникальную совместимость райграса многоукосного с бобовыми многолетними травами. В отличие от костреца безостого, овсяницы луговой райграс не является причиной их вытеснения из состава травостоя на умеренных фонах минерального питания (планируемая урожайность 30 т/га зеленой массы). В результате появляется возможность заготовки высококачественных кормов с содержанием не менее 18-20% сырого протеина.

3.5. Содержание и валовой сбор сырого протеина. По валовому сбору сырого протеина не было равных райграсово-клеверным травостоям – 1141 кг/га на варианте с внесением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 35 т/га зеленой массы. Райграсово-козлятниковые и райграсово-люцерновые сенокосы обеспечили получение 1100-1135 кг/га этого элемента питания.

Практическая значимость смешанных посевов райграса многоукосного с бобовыми многолетними травами по валовому сбору переваримого протеина проявляется более контурно. Так, на одновидовых посевах райграса внесение $N_{110}P_{65}K_{82}$ обеспечивает валовой сбор переваримого протеина 647 кг/га, а на посевах райграса в смеси с клевером луговым было внесено на 114 кг минеральных удобрений меньше, а получено на 152 кг/га больше переваримого протеина.

Таблица 3 - Влияние расчетных норм минеральных удобрений на содержание и валовой сбор сырого протеина (2008-2011 гг.)

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (расчетные нормы НРК на планируемую урожайность зеленой массы)	Содержание сырого протеина, % в абс. сух. в-ва	Вал. сбор сырого протеина, кг/га	Прибавка	
				кг/га	%
Одновидовые посевы райграса многоукосного	Контроль (без удобрений)	11,7	553	-	-
	25 т/га (N ₆₇ P ₅ K ₅)	12,4	689	136	25
	30 т/га (N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃)	13,2	843	290	52
	35 т/га (N ₁₁₀ P ₆₅ K ₈₂)	13,0	924	371	67
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	13,1	704	-	-
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	14,6	978	274	39
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	15,4	1098	394	56
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	15,0	1135	431	61
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	13,6	737	-	-
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	14,6	858	121	16
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	15,0	1010	273	37
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	15,0	1141	404	55
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	14,0	671	-	-
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	14,8	767	96	15
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	15,4	967	296	44
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	15,2	1100	429	64

3.6. Содержание и валовые сборы сырого жира. Для одновидовых посевов райграса многоукосного характерно низкое содержание сырого жира как на контроле (95 кг/га), так и на удобренных вариантах опыта: 128, 160, 178 кг/га.

Концентрация и валовые сборы сырого жира в скороспелых райграсово-клеверных и райграсово-козлятниковых лугах, наоборот, пропорционально повышаются по мере увеличения расчетных норм минеральных удобрений: от 2,6 до 3,2% и от 159 до 232 кг/га соответственно.

Следовательно, смешанные посевы райграса с многолетними травами из семейства бобовых кроме белковой проблемы решают и другую архиважную проблему обеспечения животных сырым жиром без особых затрат на приобретение дорогостоящих шротов и жмыхов масложировых заводов (10-12 тыс. руб./т), поскольку корма с содержанием сырого жира более 2,5% по утверждению К.Г. Калашникова (1965), М.С. Нурутдинова, Р.У. Бикташева (2001) полностью удовлетворяют потребности КРС в этом энергетическом элементе питания в полном объеме.

3.7. Обеспеченность райграсовых кормов суммой сахаров и сахаро-

протеиновое соотношение. С.Н. Трёмаскина (2015) в работе «Биологические особенности роста райграса многоукосного *Lolium multiflorum* L.», Р.А. Бадретдинов (2008) в научной статье «Макро- и микроэлементный состав надземной части (*Lolium multiflorum* L.)», Г.А. Баталова (2004) в своей рекомендации на тему: «Распространение, использование, селекция райграса многоукосного» приводят убедительные данные по сверхвысокому содержанию суммы сахаров в райграсовых кормах (12-16 и даже до 20% в абс. сух. массе). С учетом этого они настоятельно рекомендуют повсеместно возделывать эту культуру в целях оптимизации сахаро-протеинового соотношения в рационе животных, что подтверждается и результатами наших исследований (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние фонов минерального питания райграсовых агроценозов на содержание, валовой сбор суммы сахаров и сахаро-протеиновое соотношение (в среднем за 4 года)

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (расчетные нормы NPK на планируемую урожайность зеленой массы)	Содержание суммы сахаров, %	Вал. сбор суммы сахаров, кг/га	Вал. сбор переваримого протеина, кг/га	Сахаро-протеиновое соотношение
Одновидовые посеvy райграса многоукосного	Контроль (без удобрений)	12,5	591	387	1,5:1
	25 т/га (N ₆₇ P ₅ K ₅)	12,3	684	482	1,4:1
	30 т/га (N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃)	11,6	741	590	1,3:1
	35 т/га (N ₁₁₀ P ₆₅ K ₈₂)	10,3	732	647	1,1:1
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	9,8	508	493	1,0:1
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	9,0	603	685	0,9:1
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	8,4	599	769	0,8:1
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	7,3	553	795	0,7:1
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	10,6	574	516	1,1:1
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	10,2	600	601	1,0:1
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	10,0	673	707	0,9:1
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	8,8	670	799	0,8:1
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	12,0	575	470	1,2:1
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	11,4	590	540	1,1:1
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	10,6	666	677	1,0:1
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	9,0	651	780	0,8:1

Самое высокое содержание суммы сахаров было в сухой массе райграсовых кормов (11,0-12,5%). При этом четко прослеживается снижение его концентрации по мере повышения норм внесения минеральных удобрений с расче-

том на получение 25, 30 и 35 т/га зеленой массы (12,3; 11,6 и 11,0% соответственно). Несмотря на это, валовой сбор суммы сахаров на этих вариантах опыта превышает контроль в 1,2 и 1,3 раза.

Накопление суммы сахаров в райграсовых агроценозах в смеси с бобовыми многолетними травами происходит медленными темпами как на контроле (9,8-12%), так и на удобренных вариантах опыта. Особенно это проявляется в райграсово-люцерновых кормах, в которых сумма сахаров снижается от 9,8 до 7,3 процента.

Как было отмечено выше, на 1 единицу переваримого протеина требуется минимум 0,8 единиц суммы сахаров. Этим требованиям соответствуют все райграсовые агроценозы, кроме одновидовых посевов этой культуры. Так, на первых трех вариантах опыта соотношение суммы сахаров к переваримому протеину в райграсовых кормах превышает нормативные показатели: 1,5:1 на контроле, 1,4:1 и 1,3:1 на вариантах с внесением NPK на планируемую урожайность зеленой массы 25 и 30 т/га. Избыток сахара в рационе тоже нежелателен, так как уксусная кислота, необходимая для синтеза молока, начинает активно использоваться для преобразования тела животного в сторону отложения жира. По этой причине чисто райграсовые корма желательно скармливать глубокостельным коровам в первые месяцы лактации, которым необходимо на каждые 100 г переваримого протеина 110-120 г сахара.

Таким образом, оптимизируя фоны минерального питания райграсовых агроценозов без особых усилий можно получать сбалансированные корма по сахаро-протеиновому соотношению.

3.8. Окупаемость минеральных удобрений. Валовые сборы кормовых единиц пропорционально возрастают по мере повышения расчетных норм внесения минеральных удобрений: на одновидовых посевах объекта исследований – от 2460 на контроле до 4195 с 1 га посевов, в смеси с люцерной – от 3160 до 4693, с клевером – от 3415 до 4947 и козлятником – от 3066 до 4778.

Однако окупаемость 1 кг NPK на первых двух травостоях снижается обратно пропорционально нормам их внесения: на одновидовых посевах от 9,9 до 6,8; райграсово-люцерновых от 32 до 10,7 кормовых единиц (табл. 5).

Несмотря на самую высокую окупаемость NPK на вышеотмеченных травостоях с планируемой урожайностью 25 т/га зеленой массы навряд ли можно ее рекомендовать производству, так как прибавка составляет всего 765-927 кормовых единиц с 1 га посевов.

В данном случае оптимальным вариантом является фон минерального питания с расчетом на получение 30 т/га зеленой массы (прибавка кормовых единиц возрастает в 1,6-1,4 раза соответственно к варианту на планируемую урожайность 25 т/га).

Более того, окупаемость минеральных удобрений была максимально высокой (18,3 и 20,4 кг кормовых единиц на 1 кг д.в. в NPK) именно на вариантах с планируемой урожайностью 30 т/га зеленой массы райграсово-клеверных и райграсово-козлятниковых лугов.

Таблица 5 - Окупаемость минеральных удобрений на одно- и поливидовых посевах райграса многоукосного в среднем за 4 года

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (расчетные нормы NPK на планируемую урожайность зеленой массы)	Вал. сбор корм. ед. с 1 га	Прибавка		Окупаемость NPK, кг/кг корм. ед.
			к.ед.	%	
Одновидовые посевы райграса многоукосного	Контроль (без удобрений)	2460	-	-	-
	25 т/га (N ₆₇ P ₅ K ₅)	3225	765	31,1	9,9
	30 т/га (N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃)	3701	1241	50,4	7,5
	35 т/га (N ₁₁₀ P ₆₅ K ₈₂)	4195	1735	70,5	6,8
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	3160	-	-	-
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	4087	927	29,3	32
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	4492	1332	42,1	23,8
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	4693	1533	48,5	10,7
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	3415	-	-	-
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	3763	348	10,2	12,0
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	4442	1027	30,1	18,3
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	4947	1532	44,9	10,7
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	3066	-	-	-
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	3367	301	9,8	10,4
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	4208	1142	37,2	20,4
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	4778	1712	55,8	12,0

3.9. Окупаемость энергетических и экономических затрат. Проблема насыщения кормов обменной энергией может быть кардинально решена за счет оптимизации фона питания одно- и поливидовых посевов райграса многоукосного, поскольку в сухой массе райграса многоукосного содержание обменной энергии под влиянием минеральных удобрений возрастает от 12,1 на контроле до 15,0 МДж на варианте с внесением NPK на планируемую урожайность 30 т/га зеленой массы. Дальнейшее повышение норм NPK в целях получения 35 т/га биомассы, наоборот, снижает насыщенность 1 кг сухого вещества обменной энергией до 14,6 МДж.

Отмеченная тенденция характерна и для смешанных посевов с той лишь одной разницей: накопление обменной энергии в сухой массе райграса многоукосного в смеси с бобовыми травами постоянно было выше по сравнению с одновидовыми его посевами и достигало максимума (16,9 МДж/кг сухого вещества) на варианте с планируемой урожайностью 30 т/га зеленой массы райграсово-козлятникового травостоя. Поэтому окупаемость энергетических

затрат от применения минеральных удобрений на райграсовых агроценозах достаточно высокая: 3,1 раза на одновидовых и 3,3-3,4 раза в смеси с люцерной, клевером и козлятником восточным.

Таблица 6 - Сравнительная оценка окупаемости экономических и энергетических затрат на применение расчетных норм минеральных удобрений на посевах райграсовых агроценозов

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (расчетные нормы NPK на планируемую урожайность зеленой массы)	Окупаемость экономических затрат, руб./руб.	Окупаемость энергетических затрат, ГДж/ГДж
Одновидовые посевы райграса многоукосного	Контроль (без удобрений)	1,15	2,1
	25 т/га (N ₆₇ P ₅ K ₅)	1,20	2,6
	30 т/га (N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃)	1,23	3,1
	35 т/га (N ₁₁₀ P ₆₅ K ₈₂)	1,11	2,9
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	1,28	2,6
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	1,39	2,9
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	1,41	3,3
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	1,26	3,2
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	1,31	2,7
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	1,35	3,0
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	1,44	3,4
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	1,27	3,3
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	1,30	2,8
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	1,35	3,1
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	1,40	3,4
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	1,26	3,3

Несмотря на столь высокую окупаемость минеральных удобрений и энергетических затрат в производстве кормов из многолетних трав с участием райграса многоукосного, в денежном выражении остается на недопустимо низком уровне. Так, без внесения минеральных удобрений окупаемость экономических затрат на заготовку райграсовых кормов составляет всего 1,15 руб. на 1 рубль затрат (мизерная выгода).

Посев райграса многоукосного в смеси с такими бобовыми многолетними травами как люцерна посевная, клевер луговой, козлятник восточный и оптимизация фонов их минерального питания повышают окупаемость экономических затрат до 1,40-1,44 раза. Даже при таких показателях сельский товаропроизводитель недополучает почти 2 рубля законной прибыли на 1 рубль вложенных средств.

Следовательно, посев райграса многоукосного в смеси с бобовыми многолетними травами и применение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 30 т/га зеленой массы обеспечивает рентабельность

производства грубых кормов, но окупаемость экономических затрат не соответствует современным рыночным условиям.

IV. ВЛИЯНИЕ РАСЧЕТНЫХ ФОНОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАЙГРАСОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ КУЛЬТУРЫ КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА

4.1. Пожнивно-корневые остатки, интенсивность их минерализации.

Известно, что среди множества приемов биологизации современного земледелия особая роль принадлежит многолетним травам, которые обогащают почву пожнивно-корневыми остатками от 3,4 (одновидовые посевы райграса без внесения минеральных удобрений) до 6,5 т/га сухой массы (райграсово-люцерновые травостои на расчетном фоне питания на планируемую урожайность 35 т/га зеленой массы).

Однако на высоких фонах минерального питания корневая система райграса многоукосного как на одно-, так и на поливидовых посевах перестает искать дополнительные почвенные элементы питания и быстро переходит на использование азота, фосфора и калия из внесенных минеральных удобрений. В связи с этим, коэффициент продуктивности корневой системы под одновидовыми посевами этой культуры снижается до 0,76 против 0,83 на расчетном фоне питания на 30 т/га зеленой массы, что характерно и для райграса в смеси с бобовыми многолетними травами.

4.2. Биоактивность почвы. Результаты исследований показывают, что по разложению льняной ткани (то есть по биоактивности почвенной микрофлоры) лидирующее положение занимают райграсово-клеверные травостои (фото 1).



Без удобрений

$N_{29}P_0K_0$

$N_{44}P_{12}K_5$

$N_{60}P_{38}K_{45}$

Фото 1 - Общий вид льняных тканей после 30-ти дневного разложения под райграсово-клеверными травостоями

На неудобренном варианте почвенные микроорганизмы, дождевые черви,

целлюлозоразлагающие актиномицеты после уборки райграсово-клеверных травостоев в течение 30 дней переработали 26,5% пожнивно-корневых остатков против 23,8% на одновидовых посевах райграса многоукосного.

Биоактивность серо-лесных почв под посевами райграса в смеси с люцерной посевной также весьма высокая, и она под действием расчетных норм минеральных удобрений увеличивается от 25,3 до 30,1% на варианте $N_{44}P_{12}K_5$. Дальнейшее повышение норм внесения NPK с целью получения 35 т/га зеленой массы угнетающе действует на почвенную микрофлору – биоактивность снижается до 28,4 процента.

В заключение следует отметить, что оставшиеся 70-75% пожнивно-корневых остатков перерабатываются в течение следующего и последующего вегетационного периодов. Именно поэтому на практике принято различать эффект пласта и оборота пласта многолетних трав.

4.3. Динамика структурного состава почвы. Под влиянием райграсовых агроценозов содержание водопрочных агрегатов даже на неудобренных фонах увеличивается от 42,6% в исходной почве до 44,7% под одновидовыми посевами райграса многоукосного и до 46,7% в смеси с клевером луговым (прибавка к исходной почве 4,9-9,6%).

В то же время, внесение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 30 т/га зеленой массы обеспечивает получение более значимых результатов: содержание водопрочных почвенных агрегатов под райграсом многоукосным повышается до 47,6%, что выше исходного содержания на 11,7%; в смеси с люцерной посевной – 49,1; клевером – 50,2; козлятником восточным – 48,3% соответственно.

В связи с этим, между биоактивностью и структурностью серо-лесных почв существует тесная корреляционная зависимость (рис. 3).

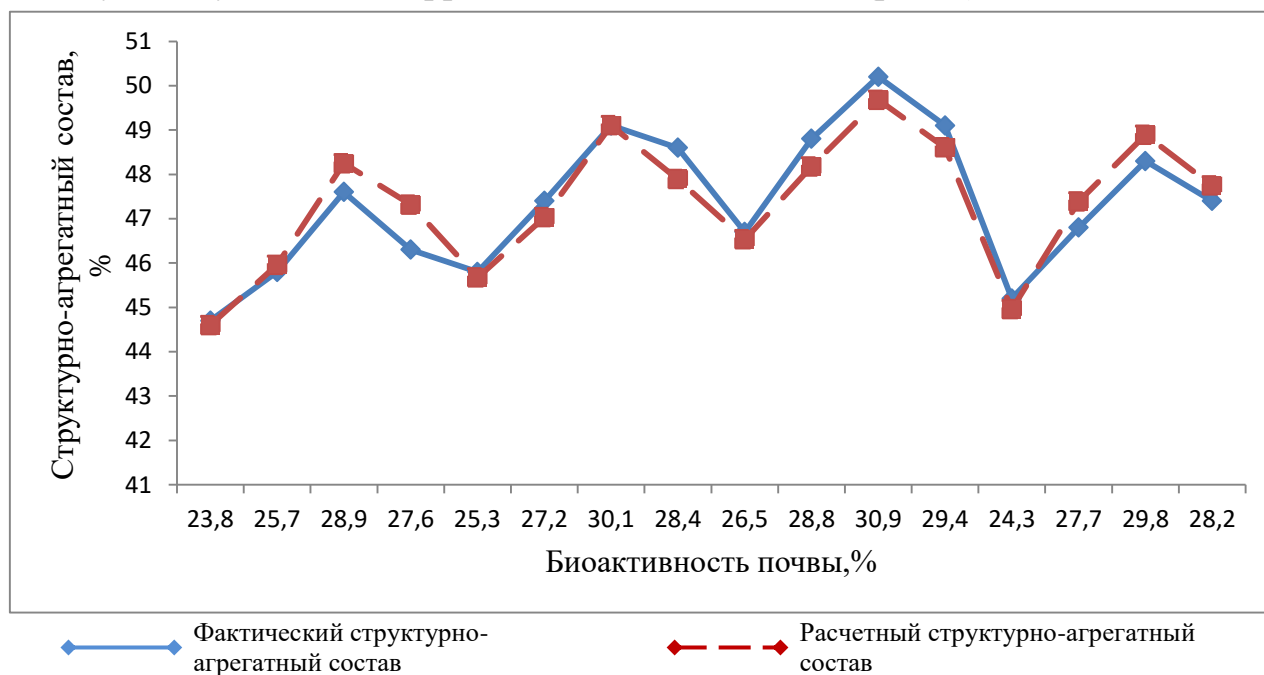


Рисунок 3 - Корреляционная зависимость между структурностью и биоактивностью серо-лесных почв под райграсово-клеверными травостоями

Такая зависимость особенно четко проявляется под посевами райграса в смеси с клевером луговым, под которыми процессы структурообразования происходят очень интенсивно.

Буквально за 2 года использования райграсово-клеверных травостоев (3 года жизни) содержание водопрочных агрегатов достигает максимальной величины – 50,2% против 42,6% в исходной почве.

Следовательно, райграсово-клеверные травостои отличаются максимальным накоплением пожнивно-корневых остатков, ускоренной минерализацией органической массы и в результате интенсивным формированием водопрочных почвенных агрегатов, усиливающих устойчивость серых лесных почв ко всем видам эрозии. Из этого следует, что, райграсово-клеверные травосмеси краткосрочного пользования имеют большую значимость в полевых севооборотах как в качестве высокоурожайных, так и в качестве отличного предшественника яровой пшеницы.

4.4. Хозяйственный вынос элементов питания и накопление биологического азота. Для формирования урожайности 4,73 т/га сухой массы одновидовым посевам райграса многоукосного требуется: 89,9 кг азота; 12,3 – фосфора и 108,8 кг – калия. Самое большое количество основных элементов питания (на контроле 119,2; 16,3; 140,9 кг/га соответственно) расходуют райграсово-клеверные посева, тогда как райграсово-люцерновые и райграсово-козлятниковые травостои занимают промежуточное положение между одновидовыми и райграсово-клеверными лугами.

По мере роста урожайности за счет внесения расчетных норм минеральных удобрений на планируемые урожайности 25, 30, 35 т/га повышается как содержание в сухой массе азота, фосфора и калия, так и хозяйственный вынос: на одновидовых посевах райграса вынос азота повышается от 89,9 до 149,3 кг/га, фосфора – от 12,3 до 23,4 и калия – от 108,38 до 184,9 кг/га. На райграсово-люцерновых лугах эти показатели соответственно составили: 108,8-181,7; 15,0-26,5 и 124,3-212 кг/га (табл. 7).

При анализе хозяйственного выноса выясняется, что кроме фосфора, вынос не компенсируется их возвратом. Дефицит калия на одновидовых посевах райграса многоукосного в последнем варианте опыта (планируемая урожайность 35 т/га зеленой массы) составляет 102,9 кг/га, а азота – 39,3 кг/га. На смешанных посевах райграса с люцерной вынос азота превышает его возврат на 121,7 кг/га, райграсово-клеверных лугах – 122,6 и райграсово-козлятниковых посевах – 130,6 кг/га. Возмещение такого большого дефицита азота райграсово-бобовыми многолетними травами объясняется уникальной способностью клубеньковых бактерий усваивать азот воздуха. В качестве доказательства можно провести простые расчеты на примере райграсово-люцернового травостоя.

На последнем варианте опыта (расчетная норма азота на 35 т/га зеленой массы) растения выносят из почвы 181,7 кг/га азота. Из этого количества в почву было внесено 60 кг минерального и поступило из других источников (при снеготаянии и с осадками) 8 кг/га азота.

Таблица 7 - Вынос элементов питания райграсовыми агроценозами, кг/га

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (расчетные нормы НРК на планируемую урожайность зеленой массы)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Одновидовые посевы райграса многоукосного	Контроль (без удобрений)	89,9	12,3	108,8
	25 т/га (N ₆₇ P ₅ K ₅)	111,2	15,6	133,4
	30 т/га (N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃)	134,2	19,8	165,1
	35 т/га (N ₁₁₀ P ₆₅ K ₈₂)	149,3	23,4	184,9
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	108,8	15,0	124,3
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	154,1	20,8	174,2
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	178,3	23,5	199,6
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	181,7	26,5	212,0
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	119,2	16,3	140,9
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	135,2	18,2	158,8
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	161,5	21,5	175,0
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	182,6	25,9	197,9
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	105,4	13,4	110,2
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	124,3	15,5	124,3
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	157,0	20,1	157,0
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	190,6	23,2	188,2

Для достижения положительного баланса азота не хватает 113,7 кг/га, часть из которых фиксируется клубеньковыми бактериями, а часть поступает из ежегодно оставшихся органических соединений (старые корни и часть побегов многолетних трав ежегодно отмирают и формируются новые). Разделить эти источники трудно. В связи с этим, мы их объединили в одну группу и назвали биологическим азотом (табл. 8).

Среди 3-х видов бобовых многолетних трав, высеянных в смеси с райграсом луговым, наибольшим накоплением биологического азота выделяется клевер луговой – 119,2 кг/га на контрольном варианте опыта против 105,0 кг/га козлятником восточным и 100,8 люцерной посевной.

На вариантах с внесением азотных удобрений был выявлен полезный для практиков факт резкого повышения азотофиксирующей способности клубеньковых бактерий при внесении расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайности 25 и 30 т/га зеленой массы: на посевах райграса с участием клевера величина биологического азота возрастает до 114,6, а с участием козлятника восточного – до 122,6 кг/га.

В денежном выражении на райграсово-люцерновых лугах стоимость биологического азота повышается до 5,1 тыс. руб. в сопоставимых ценах 2018 г. (40 руб./кг д.в.), райграсово-козлятниковых лугах – 4,9 и в двухкомпонентных травостоях с участием клевера лугового – 4,6 тыс. руб./га.

Таблица 8 - Накопление биологического азота по вариантам опыта в завершающем году исследований (2011 г.)

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (расчетные нормы НРК на планируемую уро- жайность зеленой массы)	Кг/га	Стоимость, тыс. руб./га
Райграс 60% + люцерна по- севная 40%	Контроль (без удобрений)	100,8	4,0
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	117,1	4,7
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	126,3	5,1
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	113,7	4,5
Райграс 60% + клевер луго- вой 40%	Контроль (без удобрений)	119,2	4,8
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	98,2	3,9
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	109,5	4,4
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	114,6	4,6
Райграс 60% + козлятник во- сточный 40%	Контроль (без удобрений)	105,4	4,2
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	87,3	3,5
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	105,0	4,2
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	122,6	4,9

4.5. Динамика агрохимических свойств серо-лесных почв. Многолетние травы, особенно из семейства бобовых, обладают физиологической активной глубокопроникающей в почву стержневой корневой системой. В связи с этим они способны растворять и доставать совершенно недоступные формы фосфора и калия для других сельскохозяйственных культур. Благодаря такому явлению содержание фосфора и калия под посевами райграса многоукосного в смеси с бобовыми многолетними травами имеет тенденцию увеличения, несмотря на вынос этих элементов больше, чем было внесено с минеральными удобрениями.

Вынос на контрольном варианте опыта (без удобрений) фосфора составил от 13,4 до 16,3 кг/га, калия – от 110 до 140,9 кг/га, а содержание их в почве через 4 года исследований осталось на прежнем уровне. В эти же годы проведения полевых опытов под одновидовыми посевами райграса многоукосного отмечался хотя и небольшой (в пределах 1%), но отрицательный баланс.

4.6. Последствие пласта многолетних трав на урожайность яровой пшеницы. По пласту одновидовых посевов райграса многоукосного в зависимости от фонов питания дополнительно было получено до 0,47 т/га зерна; по пласту райграсово-люцерновых травостоев – до 0,58 и райграсово-клеверных – до 0,66 т/га (табл. 9).

Получение столь высоких прибавок урожая зерна яровой пшеницы по пласту изучаемых травостоев еще раз доказывает целесообразность применения минеральных удобрений на посевах многолетних трав и возделывания райграса многоукосного в смеси с бобовыми многолетними травами.

В настоящее время на первый план выходит не количество, а качество по-

лученной сельскохозяйственной продукции. Индикатором качества зерна яровой пшеницы является содержание клейковины, от которого зависит качество хлебобулочных изделий. В 80-ые годы прошлого столетия для производства макарон и хлеба бывший СССР массово закупал канадское и американское зерно. В настоящее время Российская Федерация в мировом рынке, наоборот, занимает II место по экспорту зерна.

Таблица 9 – Урожайность и качество зерна яровой пшеницы Экада 70 по пласту райграсовых агроценозов (2012 г.)

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (расчетные нормы НРК на планируемую урожайность зеленой массы)	Урожайность, т/га	Содержание клейковины, %	Прибавка урожая	
				т/га	%
Одновидовые посевы райграса многоукосного	Контроль (без удобрений)	2,54	24,8	-	-
	25 т/га (N ₆₇ P ₅ K ₅)	2,69	25,37	0,15	5,9
	30 т/га (N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃)	2,83	26,2	0,29	11,4
	35 т/га (N ₁₁₀ P ₆₅ K ₈₂)	3,01	27,1	0,47	18,5
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	2,65	25,8	-	-
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	2,72	26,4	0,07	2,6
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	3,14	27,3	0,49	18,35
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	3,23	27,8	0,58	21,9
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	2,78	26,1	-	-
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	2,92	26,3	0,14	5,0
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	3,27	27,5	0,49	17,6
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	3,44	27,9	0,66	23,7
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	2,60	25,1	-	-
	25 т/га (N ₂₉ P ₀ K ₀)	2,71	25,8	0,11	4,2
	30 т/га (N ₄₄ P ₁₂ K ₅)	2,94	27,2	0,34	13,1
	35 т/га (N ₆₀ P ₃₈ K ₄₅)	3,08	28,6	0,48	18,5
НСР ₀₅ А		0,03			
В		0,04			
АВ		0,09			

В резком скачке в производстве высококачественного зерна немаловажную роль сыграло размещение яровой пшеницы в полевом севообороте после многолетних трав. В этом случае по содержанию клейковины зерно яровой пшеницы Экада 70 полностью соответствует III классу, а по пласту райграсово-бобовых многолетних трав вплотную приближается ко второму.

V. ЖИДКИЕ УДОБРИТЕЛЬНО-СТИМУЛИРУЮЩИЕ СОСТАВЫ В ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКЕ СЕМЯН МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

5.1. Полевая всхожесть. На одновидовых посевах райграса из 700 шт./м² высеянных всхожих семян на контроле (фундазол 2 кг/т) взошли 360 шт. (51,4%). Добавление в рабочий раствор Изагри Форс из расчета 2 кг/т повышало его полевую всхожесть до 53,6% против 53,1% ЖУСС-2 или же 52,6% Интермаг Молибден 0,5 кг/т семян.

При посеве райграса и люцерны в соотношении 60:40 полевая всхожесть у ведущей культуры составила 51,9-54,8%, а люцерны – 52,5-56,4 процента. В этом случае мы можем утверждать, что в поливидовых посевах существует тенденция повышения полевой всхожести, как ведущей, так и ведомой культуры.

5.2. Мощность роста всходов. При анализе условий перехода на автоτροφное питание злаковых и бобовых многолетних трав была выявлена весьма интересная закономерность – в дополнительных источниках питания в начальном этапе органогенеза больше всего нуждаются злаковые многолетние травы. Так, обработка семян райграса многоукосного рабочим раствором «Фундазол 2 кг/т + Изагри Форс 2 кг/т + 10 л Н₂О» увеличивала накопление сухой массы 10-ти растений в фазе 2-х листьев на 38,9% по сравнению с обработкой семян только фундазолом. В тех же условиях прибавка от дополнительной обработки семян бобовых многолетних трав этим же стимулятором роста не превышала 23,1-23,8 процента.

5.3. Динамика развития корневой системы. На основе анализа измерений глубины проникновения корней были установлены следующие закономерности:



Райграс
многоукосный



Райграс +
люцерна посевная



Райграс +
клевер луговой



Райграс +
козлятник восточный

Фото 2 - Состояние корневой системы многолетних трав в начальной стадии роста и развития растений (контроль + ЖУСС-2)

- на одновидовых посевах райграса многоукосного стимулирующий состав Изагри Форс, содержащий 3 хелатных микроудобрений (цинк, медь, марганец), 6 водорастворимых микроэлементов (молибден, бор, железо, кобальт, никель, магний), 3,2% общего азота, 15% аминокислот в L-активной форме усиливал глубину проникновения корневой системы в начальном этапе развития до 23,8% по сравнению с контрольным вариантом опыта (фундазол 2 кг/т семян);

- из трех фаз развития ускоренное корнеобразование происходило от появления всходов до побегообразования райграса многоукосного и ветвления бобовых многолетних трав. За этот период глубина проникновения корней райграса многоукосного увеличивалась на 57-64%, тогда как на долю последней фазы (побегообразование – уход на перезимовку) приходится 14,4-16,7 процента. Такая же закономерность была характерна и для бобовых многолетних трав.

5.4. Зимостойкость райграсовых агроценозов. Предпосевная подготовка семян с использованием современных удобрительно-стимулирующих составов повышала количество сохранившихся растений райграса к концу вегетационного периода от 218 на контроле до 235 шт./м² на варианте с обработкой Изагри Форс. Из этого количества суровые условия зимы выдержали только 52% растений райграса многоукосного. Более того, дополнительная обработка семян химическими рострегулирующими препаратами кардинально не решала проблему повышения зимостойкости весьма перспективной для хозяйств лесостепной зоны Среднего Поволжья высокосахаристого райграса многоукосного – разница в пользу Интермаг Молибдена всего 2%, ЖУСС – 5% и Изагри Форс – 6 процентов.

Совершенно другие условия перезимовки райграса многоукосного складывались в смешанных посевах с бобовыми многолетними травами: его выживаемость в зимний период в смеси с люцерной достигала 69% при обработке семян перед посевом ЖУСС-2, с клевером луговым – 63% и козлятником восточным – 70 процентов.

Увеличение зимостойкости райграса многоукосного в смешанных посевах с бобовыми многолетними травами объясняется следующими условиями:

- во-первых, в первый год жизни перед уходом на перезимовку по высоте райграс уступал всем трем бобовым компонентам, которые защищали его от морозов до образования устойчивого снежного покрова;

- во-вторых, в смешанных посевах общая высота и плотность травостоя превышала одновидовые его посевы, что способствовало накоплению снега.

В итоге, плотность райграсово-люцернового травостоя после перезимовки по вариантам опыта составила от 137 на контроле до 185 шт./м² против нормативного не менее 100 шт./м². Самой высокой выживаемостью отличались райграсово-клеверные травостои с плотностью соответственно от 144 до 188 шт./м². Смешанные посевы райграса и козлятника восточного по плотности травостоя уступали вышеотмеченным агроценозам, но превосходили одновидовые посевы этой культуры.

В последующие годы устойчивость растений к зимним условиям суще-

ственно повышалась из-за накопления запасных пластических питательных веществ в достаточном количестве. Кроме того, райграсс многоукосный отличался высокой способностью формирования боковых побегов, которые хорошо укоренялись и общая плотность травостоя значительно увеличивалась.

В заключение следует отметить существенное повышение возможности интродукции райграсса в сельскохозяйственное производство в связи с потеплением климата зоны проведения исследований.

С другой стороны, одной из причин высокой эффективности стимуляторов роста в предпосевной обработке семян райграсса многоукосного, люцерны, клевера и козлятника восточного объясняется тем, что в их составе содержится от 22 до 40 г меди в каждом дм^3 раствора (а медный купорос в недавнем прошлом был единственным фунгицидом против всех болезней всех сельскохозяйственных культур).

Другими словами, они стимулировали не только рост и развитие многолетних трав, но и защищали их, особенно растения из семейства бобовых, от многих болезней.

5.5. Урожайность. В целях соблюдения принципа единственного различия фон питания по всем вариантам опыта был создан на планируемую урожайность зеленой массы злаковых ($\text{N}_{88}\text{P}_{35}\text{K}_{43}$) и злаково-бобовых ($\text{N}_{44}\text{P}_{12}\text{K}_5$) многолетних трав 30 т/га. На контроле (обработка семян фундазолом) урожайность зеленой массы райграсса многоукосного в более благоприятном по осадкам 2012 г. (117% в мае и 95% в июле) составила 27,4 т/га (91,3% от планируемой урожайности). В тех же почвенно-климатических условиях, на этом же варианте опыта за счет посева райграсса многоукосного в смеси с люцерной было дополнительно получено 1,6 т/га зеленой массы, а в смеси с клевером луговым – 2,4 т/га.

Реакция райграсса многоукосного в одно- и поливидовых посевах на обработку семян удобрительно-стимулирующими составами отличалась весьма значительно. На одновидовых посевах в первый год использования Изагри Форс оказался более эффективным – 97,3% от планируемой урожайности против 90,7% по сравнению с Интермаг Молибденом. На смешанных посевах объекта исследований с бобовыми многолетними травами эффективность предпосевной обработки семян ЖУСС-2 была самой высокой. Урожайность зеленой массы райграссово-люцернового травостоя в 2012 г. составила 30,2 т/га, райграссово-клеверного – 33,6 и райграссово-козлятникового агроценоза – 31,4 т/га, что выше планируемых показателей на 0,6; 11,2 и 4,7% соответственно.

Положительное действие способов предпосевной обработки семян в последующие годы снижается. Если разница в урожайности зеленой массы райграсса многоукосного в 2013 г. в пользу Изагри Форс составила 1,3 т/га, то к 2015 г. она снизилась до 0,3 т/га. Тенденция снижения валового сбора зеленой массы прослеживалась и на посевах райграсса в смеси с бобовыми культурами (табл. 10).

Таблица 10 - Валовые сборы зеленой массы в зависимости от способов предпосевной обработки семян изучаемых многолетних трав по годам исследований, т/га

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (способы подготовки семян)	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Райграс многоукосный (контроль)	Фундазол 2 кг/т семян (контроль)	27,4	26,8	25,2	25,3
	Контроль + Изагри Форс 2 кг/т семян	29,2	28,1	26,1	25,6
	Контроль + Интермаг Молибден 0,5 кг/т семян	27,9	27,0	25,4	25,4
	Контроль + ЖУСС-2 – 2 кг/т семян	28,1	27,2	26,7	26,1
Райграс + люцерна посевная	Фундазол 2 кг/т семян (контроль)	29,0	28,1	27,0	26,3
	Контроль + Изагри Форс 2 кг/т семян	30,2	29,0	27,8	27,0
	Контроль + Интермаг Молибден 0,5 кг/т семян	29,3	28,1	26,6	26,4
	Контроль + ЖУСС-2 – 2 кг/т семян	32,4	31,4	28,5	28,1
Райграс + клевер луговой	Фундазол 2 кг/т семян (контроль)	29,6	28,9	28,6	28,2
	Контроль + Изагри Форс 2 кг/т семян	31,4	30,1	30,4	29,8
	Контроль + Интермаг Молибден 0,5 кг/т семян	30,1	29,2	29,9	28,7
	Контроль + ЖУСС-2 – 2 кг/т семян	33,6	32,4	32,1	31,4
Райграс + козлятник восточный	Фундазол 2 кг/т семян (контроль)	28,0	27,1	26,6	26,1
	Контроль + Изагри Форс 2 кг/т семян	29,8	28,7	28,0	27,8
	Контроль + Интермаг Молибден 0,5 кг/т семян	28,9	27,8	27,3	26,4
	Контроль + ЖУСС-2 – 2 кг/т семян	31,4	30,0	29,1	28,3
НСР ₀₅	А	0,34	0,33	0,32	0,27
	В	0,36	0,35	0,34	0,36
	АВ	0,42	0,39	0,58	0,39

Тем не менее, снижение эффективности действия удобрительно-стимулирующих составов на поливидовых посевах происходило более плавно. Прибавка урожайности от применения ЖУСС-2 в последнем году исследований (2015 г.) математически доказуема: 1,8 т/га в смеси с люцерной посевной; 3,2 т/га – с клевером луговым и 2,2 т/га – с козлятником восточным. Это объясняется тем, что предпосевная обработка семян люцерны раствором «Фундазол + ЖУСС-2» увеличивает формирование клубеньковых бактерий на 16,3 шт./растение больше по сравнению с контрольным вариантом опыта. При плотности люцерны 75 шт./м² общее количество клубеньковых бактерий составляет 6,5 тыс. шт./м², а в переводе на гектар – 65 млн. шт.

5.6. Валовые сборы кормовых единиц. Наиболее объективным показателем оценки применения тех или иных агрохимикатов, в том числе и удобрительно-стимулирующих составов в предпосевной подготовке семян многолет-

них трав, является валовой сбор кормовых единиц с 1 га земельного участка (табл. 11).

Таблица 11 - Влияние предпосевной обработки семян многолетних трав на валовые сборы кормовых единиц (2012-2015 гг.)

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (способы подготовки семян)	Вал. сбор корм. ед.	Прибавка, %	
			от удобрит.-стимул. составов	от бот. состава
Райграс многоукосный (контроль)	Фундазол 2 кг/т семян (контроль)	4716	-	-
	Контроль + Изагри Форс 2 кг/т семян	5460	15,8	-
	Контроль + Интермаг Молибден 0,5 кг/т семян	5016	6,4	-
	Контроль + ЖУСС-2 – 2 кг/т семян	5130	8,8	-
Райграс + люцерна посевная	Фундазол 2 кг/т семян (контроль)	5796	-	22,9
	Контроль + Изагри Форс 2 кг/т семян	6270	8,2	14,8
	Контроль + Интермаг Молибден 0,5 кг/т семян	5826	0,5	16,1
	Контроль + ЖУСС-2 – 2 кг/т семян	6923	19,4	35,0
Райграс + клевер луговой	Фундазол 2 кг/т семян (контроль)	6336	-	34,4
	Контроль + Изагри Форс 2 кг/т семян	6992	10,4	28,1
	Контроль + Интермаг Молибден 0,5 кг/т семян	6695	5,7	33,5
	Контроль + ЖУСС-2 – 2 кг/т семян	7776	22,7	51,6
Райграс + козлятник восточный	Фундазол 2 кг/т семян (контроль)	6210	-	31,7
	Контроль + Изагри Форс 2 кг/т семян	6864	10,5	25,7
	Контроль + Интермаг Молибден 0,5 кг/т семян	6448	3,8	28,5
	Контроль + ЖУСС-2 – 2 кг/т семян	7128	14,8	38,9

Обработка семян райграса многоукосного баковой смесью «Фундазол 2 кг/т + Изагри Форс 2 кг/т + 10 л Н₂О» и внесение N₈₈P₃₅K₄₃ с целью получения 30 т/га зеленой массы обеспечили валовой сбор кормовых единиц на 15,8% больше по сравнению с контрольным вариантом опыта (Фундазол 2 кг/т семян). Эффективность Интермаг Молибдена и ЖУСС-2 была на уровне 6,4-8,8 процента – в 1,8-2,5 раза ниже.

Самое главное, всесторонний анализ влияния ЖУСС-2 показал сверхвысокую отзывчивость бобовых многолетних трав – прибавка валового сбора кормовых единиц достигала более 50% по сравнению с обработкой семян райграса

многоукосного.

При этом такие высокие результаты достигались на фоне минерального питания $N_{44}P_{12}K_5$ (на 105 кг/га д.в. меньше по сравнению с одновидовыми посевами райграса многоукосного).

5.7. Содержание сырого протеина и его аминокислотный состав. Предпосевная обработка семян многолетних трав ЖУСС-2 из расчета 2 кг/т обеспечивала накопление сырого протеина в абсолютно сухом веществе райграса многоукосного 151 г/кг. При такой же технологии предпосевной обработки семян концентрация сырого протеина в сухой массе райграсово-люцернового травостоя повышалась до 173 г/кг, райграсово-клеверного корма – 182 и райграсово-козлятниковых посевов – 189 г/кг.

Корма из райграсовых агроценозов характеризовались средним и высоким его содержанием аминокислот. Под влиянием ЖУСС-2 сумма аминокислот возрастала от 83,9 г/кг сухой массы райграса многоукосного до 100,4 г/кг в сухом веществе райграсово-козлятникового травостоя – увеличение на 19,7 процента.

Аминокислотный индекс (отношение незаменимых аминокислот к заменимым и частично заменимым) также показал преимущество поливидовых посевов райграса многоукосного, поскольку они обеспечивают получение биологически полноценного белка с содержанием крайне лимитирующей аминокислоты Лизина 4,2-4,7 г/кг сухой массы при норме 4,0-4,5 (Зарипова Л.П., 2004).

5.8. Экономическая оценка применения жидких удобрительно-стимулирующих составов в предпосевной обработке семян многолетних трав. Проведенные расчеты показали высокую экономическую эффективность предпосевной обработки семян райграса многоукосного Изагри Форс из расчета 2 кг/т. На этом варианте опыта условно-чистый доход был выше контроля на 2,1 тыс. руб./га, а рентабельность – на 6 процентов.

Бобовые многолетние травы оказались наиболее отзывчивыми на применение ЖУСС-2, особенно клевер луговой с рентабельностью производства кормов 60% и самой низкой себестоимостью 100 кормовых единиц – 376 руб. против условной цены реализации 600 рублей.

Такая высокая экономическая эффективность применения удобрительно-стимулирующих составов с содержанием комплекса микроэлементов объясняется следующими причинами:

- современные минеральные удобрения не содержат существенных количеств микроэлементов;
- повсеместный переход на однотипное кормление КРС с круглогодичным стойловым содержанием исключает попадание насыщенных микроэлементами органических удобрений в почву естественным путем как при пастьбе скота;
- жидкий навоз и навозная жижа, образующиеся при удалении экскрементов животных гидросмывом по санитарным нормам разрешается использовать только на специально отведенных земельных участках, так называемых земель сельскохозяйственного назначения, поэтому абсолютное большинство пашни на многие годы остается без органики;

- нельзя исключить факт повышения выноса микроэлементов из почвы по мере роста урожайности сельскохозяйственных культур в хозяйствах зоны исследований;

- широкая доступность удобрительно-стимулирующих составов для всех сельскохозяйственных формирований (стоимость обработки одной посевной единицы многолетних трав Изагри Форс составляет всего 142 руб., Интермаг Молибденом – 300 руб. и ЖУСС – 256 руб.).

VI. ЛИСТОВЫЕ ПОДКОРМКИ КОМПЛЕКСНЫМИ ПИТАТЕЛЬНЫМИ РАСТВОРАМИ РАЙГРАСОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

6.1. Плотность и высота травостоя. На всех, без исключения, райграсово-бобовых лугах наиболее эффективным питательным раствором (после расчетных азотно-фосфорно-калийных удобрений) оказался Изагри NPK, в составе которого кроме азота (41,1 г/л), фосфора (27,7 г/л), калия (15,2 г/л) имеются хелатные формы микроудобрений (медь, марганец, цинк) и водорастворимые (молибден, бор, железо, кобальт, никель).

Таблица 12 - Влияние минеральных удобрений и питательных растворов на высоту растений, побегообразование райграса многоукосного и ветвление бобовых многолетних трав (2014-2017 гг.)

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (фоны питания)	Кол-во растений, шт./м ²	Общее кол-во побегов и ветвей, шт./м ²	Высота растений, см
Райграс многоукосный	Контроль (без удобрений)	118	765	48
	N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃ (на 30 т/га з/массы)	136	1046	62
	Изагри NPK – 6 л/га	122	819	54
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	130	910	59
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	124	805	52
	N ₄₄ P ₁₂ K ₅ (на 30 т/га з/массы)	158	1140	69
	Изагри NPK – 6 л/га	143	960	61
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	132	908	58
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	133	846	56
	N ₄₄ P ₁₂ K ₅ (на 30 т/га з/массы)	164	1205	74
	Изагри NPK – 6 л/га	146	1010	68
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	138	958	62
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	122	801	52
	N ₄₄ P ₁₂ K ₅ (на 30 т/га з/массы)	153	1112	65
	Изагри NPK – 6 л/га	141	932	60
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	130	916	58
НСР ₀₅ А	В	2,1	32	3,1
	В	2,8	38	4,4
	АВ	3,2	42	5,6

На серых лесных почвах Среднего Поволжья для роста и развития злако-

вым травам в первую очередь не хватает азота, которого больше всего в составе Биокомпозита Корректа в виде легкоусвояемых аминокислот. Для люцерны, клевера и козлятника восточного решающими элементами питания являются фосфор и калий.

Второе заметное влияние, которое можно отметить визуально после весенней подкормки многолетних трав, усиливаются темпы роста растений в высоту. Высота райграса многоукосного под влиянием Биокомпозит Корректа от 19 см в фазе кущения увеличивается до 59 см к первому укосу, что превышает контроль (вариант без удобрений) на 5 и 11 см соответственно. При посеве райграса многоукосного в смеси с бобовыми многолетними травами диапазон высоты растений на этих же фонах питания остается почти на таком же уровне: на райграсово-люцерновых лугах разница линейного прироста составляет 3 и 6 см; райграсово-клеверных посевах – 4-6 и райграсово-козлятниковых травостоях опять же 3-6 см/сутки.

Независимо от ботанического состава травостоя и фона питания существует общая очень существенная закономерность – резкий скачок роста растений в высоту от фазы кущения злаковых и начала ветвления бобовых трав к фазе трубкования и начала бутонизации. Так, разница высоты райграса многоукосного на контроле между двумя первыми фазами развития составляет 28 см, на вариантах с внесением NPK на планируемую урожайность 30 т/га зеленой массы, Изагри NPK и Биокомпозит Коррект – 33 см. В смешанных посевах райграса с бобовыми многолетними травами рост растений между этими фазами происходит более интенсивно – темпы прироста увеличиваются от 32 до 35 см на контрольных вариантах и до 35-39 см на удобренных фонах питания.

6.2. Урожайность и распределение суммарного урожая по укосам. Прибавка зеленой массы от внесения NPK на планируемую урожайность одновидовых посевов райграса 30 т/га зеленой массы составила 56,7%, в переводе на сухую массу – 49,8 процента. На контрольном и на удобренных вариантах самым высокоурожайным оказался райграсово-клеверный травостой: валовой сбор зеленой массы на контроле составил 22,1 т/га, а сухой – 5,7; при внесении NPK соответственно 30,3 и 7,58 т/га, что выше урожайности одновидовых посевов райграса многоукосного на контрольном варианте опыта от 18,2 до 20,1 процента. Снижение анализируемой разницы урожайности между удобренными вариантами опыта одно- и поливидовых посевов этой культуры до 5,0-5,2% обманчивое явление, так как для достижения таких показателей на одновидовых посевах надо внести NPK на 105 кг/га д.в. больше по сравнению с поливидовыми посевами (рис. 4).

Отзывчивость одно- и поливидовых посевов райграса многоукосного на двукратную некорневую подкормку концентрированными питательными растворами коренным образом отличались друг от друга. На одновидовых посевах объекта исследований прибавка от Биокомпозит Корректа в среднем за 4 года составила 0,75 т/га или 15,6% к контролю, а на смешанных посевах с бобовыми многолетними травами получение максимально высоких урожаев обеспечивал Изагри NPK (6,15 т/га сухой массы райграсово-клеверных посевов против 5,70

т/га на контроле).

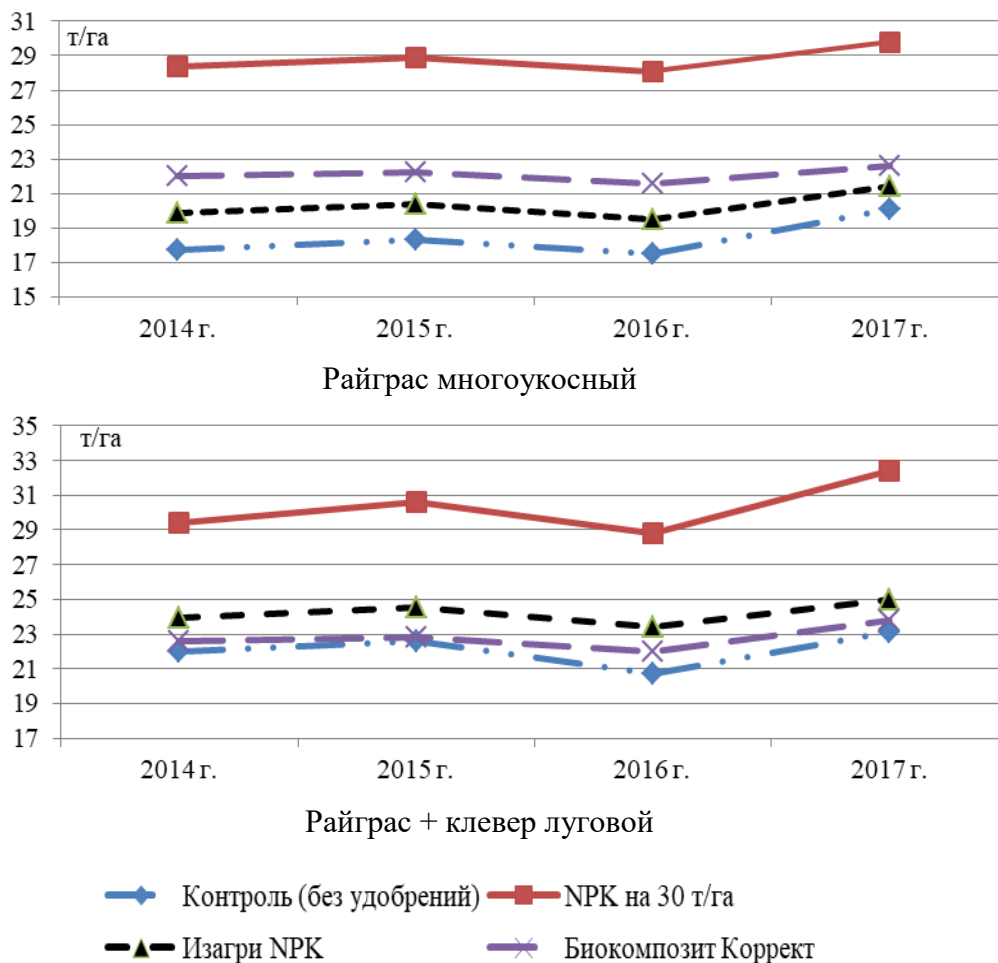


Рисунок 4 - Урожайность и амплитуда урожайности райграсовых агроценозов по годам исследований

Оптимизация фона питания многолетних трав, в том числе и райграсовых агроценозов, усиливает их устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды. Так, листовая подкормка райграсово-клеверных лугов выравнивает урожайность зеленой массы по годам исследований в следующих пределах: Изагри NPK разница между крайними вариантами опыта (самыми низкими и высокими урожаями) составила 6,8%; Биокомпозит Коррект – 8,1 процента.

Тенденция повышения стрессоустойчивости растений к засухе и другим неблагоприятным факторам внешней среды под влиянием органо-минеральных удобрений отмечалась и на посевах райграса многоукосного в смеси с люцерной и козлятником восточным.

Ученых-луговодов и практиков всегда интересовала возможность устранения летней депрессии отавы многолетних трав с тем, чтобы растительная биомасса для заготовки кормов поступала бы равномерно в течение всего вегетационного периода. Данная задача в наших исследованиях была решена двумя способами:

1. Подбор травосмесей с высокой способностью отрастания после 1-го укоса.
2. Оптимизация минерального и органо-минерального питания не только с

точки зрения установления экономически целесообразных норм их внесения, но и распределения урожая по укосам.

6.3. Коэффициент водопотребления. Между урожайностью и коэффициентом водопотребления существует прямая зависимость: чем выше первый показатель, тем ниже второй. Так, среди 16-ти вариантов опыта по урожайности (30,3 т/га зеленой массы) выделялся райграсово-клеверный травостой на фоне минерального питания $N_{44}P_{12}K_5$ с показателем коэффициента водопотребления $82 \text{ м}^3/\text{т}$ зеленой массы.

Достаточно эффективно влагу на построение урожая изучаемые травостои использовали и на вариантах с некорневой подкормкой Изагри NPK и Биокомпозит Коррект. На одновидовых посевах райграса многоукосного под влиянием Биокомпозит Корректа из расчета по 3 л/га весной и после 1-го укоса коэффициент водопотребления снизился на 24% по сравнению с контрольным вариантом опыта. На смешанных посевах райграса многоукосного с бобовыми многолетними травами анализируемая величина снижается в 1,3-1,4 раза при некорневой их подкормке Изагри NPK.

6.4. Структура урожая и питательная ценность кормов. На одновидовых посевах под действием Биокомпозит Корректа в структуре урожая содержание листьев увеличилось на 3%, что выше контроля по валовому сбору листьев с 1 га посевов на 2,2 т (весьма внушительная прибавка). В тех же условиях положительное влияние концентрированных комплексных жидких удобрений на райграсово-бобовых травостоях было более скромное, особенно по валовому сбору листьев (разница между контролем и питательными растворами не превышала 1,4-2,0 т/га).

Как и ожидалось, следствием повышения содержания листьев на удобренных вариантах опыта стало увеличение содержания сырого протеина и кормовых единиц в абсолютно сухой массе райграсовых агроценозов (табл. 13).

Главные показатели качества корма – валовые сборы сырого протеина и кормовых единиц были постоянно выше на поливидовых лугах по сравнению с одновидовыми посевами объекта исследований. С каждого гектара за счет посева райграса в смеси с люцерной на неудобренном варианте можно дополнительно получить 228 кг сырого протеина или 1029 кормовых единиц. При посеве этой культуры в смеси с клевером луговым соответственно анализируемые показатели увеличиваются до 266 кг/га сырого протеина и 1150 кормовых единиц. Более того, на одновидовых посевах расчетная норма NPK 166 кг/га д.в. обеспечивает валовой сбор сырого протеина 1061 кг/га и 4621 кормовых единиц, тогда как на смешанных посевах с клевером луговым эти показатели составили 1258 кг/га сырого протеина и 5322 кормовых единиц с внесением NPK всего 61 кг/га д.в. (на 105 кг/га д.в. меньше).

Ярко выраженное преимущество смешанных посевов сохраняется и на вариантах с применением современных питательных растворов. На смешанных травостоях райграса с козлятником восточным (60:40) валовой сбор сырого протеина на варианте с некорневой подкормкой Изагри NPK по 3 л/га весной и после 1-го укоса составил 1005 кг/га и 4246 кормовых единиц, что выше пока-

зателей одновидовых посевов этой культуры на 45,2 и 44,7 процента.

Таблица 13 - Валовой сбор сырого протеина и кормовых единиц в зависимости от пищевого режима серо-лесных почв (2014-2017 гг.)

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (фоны питания)	Сырой протеин		Кормовые единицы	
		% в абс. сух. массе	вал. сбор, кг/га	в абс. сух. массе	вал. сбор
Райграс многоукосный	Контроль (без удобрений)	12,0	578	0,53	2555
	N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃ (на 30 т/га з/массы)	14,7	1061	0,64	4621
	Изагри NPK – 6 л/га	13,2	692	0,56	2934
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	13,8	769	0,58	3231
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	14,4	806	0,64	3584
	N ₄₄ P ₁₂ K ₅ (на 30 т/га з/массы)	16,2	1215	0,69	5175
	Изагри NPK – 6 л/га	15,8	943	0,66	3940
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	15,3	878	0,65	3731
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	14,8	844	0,65	3705
	N ₄₄ P ₁₂ K ₅ (на 30 т/га з/массы)	16,6	1258	0,71	5382
	Изагри NPK – 6 л/га	15,8	972	0,68	4182
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	15,7	906	0,66	3808
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	15,0	780	0,68	3536
	N ₄₄ P ₁₂ K ₅ (на 30 т/га з/массы)	17,8	1328	0,76	5670
	Изагри NPK – 6 л/га	16,8	1005	0,71	4246
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	16,1	905	0,69	3464

В целом, райграсовые корма отличаются высокой энергонасыщенностью. Так, насыщенность кормовых единиц переваримым протеином даже без применения удобрений в зависимости от ботанического состава травостоя составляет 165-195 г/кг при нормативных показателях 115-120 и она на удобренных вариантах повышается до 180-195 г/кг кормовых единиц.

Высокая питательная ценность райграса многоукосного и его смешанных посевов с бобовыми многолетними травами объясняется тем, что первый из них отличается от других многолетних трав сверхвысоким содержанием суммы сахаров, а бобовые травы – белковыми веществами. В итоге, одновременно решается как белковая проблема, так и проблема оптимизации сахара-протеинового соотношения.

Одним из весомых аргументов в пользу посева райграса в смеси с бобовыми многолетними травами служит качественный минеральный состав корма, содержащий не менее 0,3% фосфора, 0,7% кальция, 0,2-0,3% магния, 50-80 мг/кг марганца, 5-10 мг/кг меди, 0,2-0,4 мг/кг молибдена и 2,5-3,0% калия.

6.5. Экономическая эффективность. На одновидовых посевах райграса многоукосного Биокомпозит Коррект с нормой расхода 6 л/га + H₂O 300 л/га

обеспечивал рентабельность производства кормов на уровне 22,8%, условно-чистый доход – 3,6 тыс. руб./га, что выше контроля соответственно на 36 и 64 процента. Особенно высокие экономические результаты на смешанных посевах райграса с бобовыми многолетними травами показал Изагри НРК: рентабельность производства райграсово-козлятниковых кормов составила 27,5%, себестоимость 100 кормовых единиц была ниже на 30 руб. по сравнению с контролем, а условно-чистый доход – выше неудобренного варианта на 2,0 тыс. руб./га, что характерно и для райграсово-люцерновых и райграсово-клеверных травостоев (табл. 14).

Таблица 14 - Экономические показатели производства райграсовых кормов на разных фонах питания

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (фоны питания)	Ст-ть вал. продукции, тыс. руб./га	Общие затраты, тыс. руб./га	Условно-чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %	Себестоимость 100 кг корм. ед., руб.
Райграс многоукосный	Контроль (без удобрений)	15,3	13,1	2,2	16,8	513
	N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃ (на 30 т/га з/массы)	27,7	20,4	7,3	35,8	441
	Изагри НРК – 6 л/га	17,6	14,6	3,0	20,5	498
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	19,7	15,8	3,6	22,8	489
Райграс 60% + люцерна посевная 40%	Контроль (без удобрений)	21,5	17,8	3,7	20,8	497
	N ₄₄ P ₁₂ K ₅ (на 30 т/га з/массы)	31,1	21,3	9,8	46,0	412
	Изагри НРК – 6 л/га	23,6	19,2	4,4	22,9	487
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	22,4	18,7	3,7	19,8	501
Райграс 60% + клевер луговой 40%	Контроль (без удобрений)	22,2	18,6	3,6	19,4	502
	N ₄₄ P ₁₂ K ₅ (на 30 т/га з/массы)	32,3	21,8	10,5	48,2	405
	Изагри НРК – 6 л/га	25,1	19,8	5,3	26,8	473
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	22,8	18,9	3,9	20,6	496
Райграс 60% + козлятник восточный 40%	Контроль (без удобрений)	21,2	17,7	3,5	19,8	501
	N ₄₄ P ₁₂ K ₅ (на 30 т/га з/массы)	34,0	22,4	11,6	51,8	395
	Изагри НРК – 6 л/га	25,5	20,0	5,5	27,5	471
	Биокомпозит Коррект – 6 л/га	23,3	19,1	4,2	22,0	493

Таким образом, листовая подкормка растений современными питательными растворами имеет большую перспективу, так как они повышают стрессоустойчивость многолетних трав к отрицательным факторам внешней среды

(прежде всего к засушливым условиям), обеспечивают равномерное распределение суммарного урожая по укосам (56:44 на одновидовых посевах и 55:45 на смешанных травостоях), снижают коэффициент водопотребления до 100 против 130-132 на неудобренных вариантах, увеличивают облиственность райграса до 44%, а райграсово-бобовых травостоев до 52%, повышают насыщенность кормовых единиц переваримым протеином до 175-177 мг/кг с рентабельностью производства кормов от 19,4 до 27,5 процента.

Глава VII. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВАХ ЗЛАКОВЫХ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ С УЧАСТИЕМ РАЙГРАСА МНОГОУКОСНОГО

7.1. Урожайность зеленой массы, содержание и валовые сборы сухого вещества. Изучаемые биопрепараты оказали весьма положительное влияние на валовые сборы сухой массы злаковых многолетних трав с участием райграса многоукосного.

Таблица 15 - Сравнительная оценка влияния минеральных удобрений и биопрепаратов на продуктивность злаковых многолетних трав в сумме за 2 укоса (2015-2018 гг.)

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (удобрения и биопрепараты)	Урожайность зеленой массы, т/га	Содержание сухого вещества, %	Вал. сбор сухой массы, т/га	Прибавка сухой массы, т/га
Райграс многоукосный (контроль)	Контроль (без удобрений)	18,6	27,2	5,1	-
	N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃ (на 30 т/га зел. массы)	27,1	25,1	6,8	1,7
	Азотовит 2 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	23,8	26,2	6,2	1,1
	Альбит 40 г/т семян + Флавобактерин 4 л/га	21,9	26,8	5,9	0,8
	Ризогрин 3 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	22,1	26,0	5,7	0,6
Райграс 60% + кострец безостый 40%	Контроль (без удобрений)	20,9	28,3	5,9	-
	N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃ (на 30 т/га зел. массы)	29,8	26,4	7,9	2,0
	Азотовит 2 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	25,6	27,0	6,9	1,0
	Альбит 40 г/т семян + Флавобактерин 4 л/га	23,4	27,9	6,5	0,6
	Ризогрин 3 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	23,9	27,2	6,5	0,6

Райграс 60% + овсяни- ца луго- вая 40%	Контроль (без удобрений)	20,0	27,9	5,6	-
	N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃ (на 30 т/га зел. массы)	28,6	26,1	7,5	1,9
	Азотовит 2 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	24,8	26,9	6,8	1,2
	Альбит 40 г/т семян + Фла- вобактерин 4 л/га	23,0	27,1	6,2	0,6
	Ризогрин 3 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	23,2	26,8	6,2	0,6
НСР ₀₅	А	0,23			
	В	0,25			
	АВ	0,30			

В этом отношении особо выделялся вариант с предпосевной обработкой семян Азотовитом из расчета 2 кг/т в сочетании с двукратной листовой подкормкой растений Флавобактерином по 2 л/га весной в начале отрастания многолетних трав и после первого укоса:

- прибавка сухой массы одновидовых посевов райграса составила 22 процента по сравнению с контролем;
- валовой сбор сухой массы райграсово-кострецового травостоя превышал контроль на 17 процентов;
- райграсово-овсяницевые посевы занимали промежуточное положение между ними с прибавкой 21 процент (табл. 15).

7.2. Питательная ценность злаковых многолетних трав. Биопрепараты «Азотовит + Флавобактерин» обеспечивали рост валового сбора сырого протеина в райграсовых кормах до 843 кг/га, райграсово-кострецовых – 918 и райграсово-овсяницевых – 966 кг/га.

По утверждению А.П. Калашникова (1985) при продуктивности 15 кг/день молока с жирностью 4% корова должна получать 350 г сырого жира в сутки.

Для подтверждения высокой эффективности Азотовита в сочетании с Флавобактерином в технологии возделывания райграсово-овсяницевых травостоев были проведены следующие математические расчеты:

$$C_{ж} = \frac{C_{в}}{y_{сух}} \times 1000, \text{ где}$$

$C_{ж}$ – содержание сырого жира в 1 кг сухой массы, г;

$C_{в}$ – валовой сбор сырого жира, кг/га;

$y_{сух}$ – урожайность сухой массы, кг;

1000 – коэффициент перевода сухой массы в граммы.

$$C_{ж} = \frac{170}{6800} \times 1000 = 25 \text{ г}$$

Исходя из этого, составили пропорцию:

$$1 \text{ кг} - 25 \text{ г}$$

$$X \text{ кг} - 350 \text{ г}$$

$$X = \frac{1 \text{ кг} \times 350 \text{ г}}{25 \text{ г}} = 14 \text{ кг/сутки}$$

Таким образом, 14 кг/сутки сухой массы райграсово-овсянищевого травостоя полностью покрывает суточную потребность дойных коров в сыром жире.

Одновидовые посевы райграса по содержанию кормовых единиц значительно уступали поливидовым травостоям, особенно в смеси с овсяницей луговой. Преимущество смешанных посевов особо ярко выразилось на расчетном фоне NPK-удобрений: 0,68 кормовых единиц в абсолютно сухом веществе райграсово-кострецового травостоя и 0,72 – райграсово-овсянищевых посевах против 0,64 кормовых единиц в сухой массе одновидовых посевов этой культуры.

В тех же условиях предпосевная обработка семян злаковых многолетних трав Азотовитом из расчета 2 кг/т в сочетании с 2-х кратной листовой подкормкой (весной и после 1-го укоса) Флавобактерином по 2 л/га повышала содержание кормовых единиц в абсолютно сухом веществе райграса многоукосного от 0,56 до 0,59%, райграсово-кострецовых травостоях – от 0,60 до 0,64 и райграсово-овсянищевых посевах – от 0,63 до 0,66 процента.

В итоге, изучаемая технология применения Азотовита и Флавобактерина обеспечила дополнительное получение 802 кормовых единиц с одновидовых посевов райграса многоукосного, 876 кормовых единиц с райграсово-кострецовых лугов и 960 кормовых единиц с райграсово-овсянищевых травостоев, что равносильно дополнительному получению 800-960 л молока с каждого гектара злаковых многолетних трав с содержанием райграса многоукосного (1 корм. ед. = 1 л молока).

Широкое использование современных биопрепаратов в качестве альтернативных источников питания не только повышают насыщенность кормов обменной энергией, но и сокращают энергозатраты на возделывание злаковых многолетних трав.

В итоге, окупаемость энергетических затрат возрастала на одновидовых посевах райграса от 2,2 на контроле (без удобрений) до 3,2 на варианте с применением NPK и до 2,6 – Азотовит + Флавобактерин. На райграсово-кострецовых лугах анализируемые показатели составили 2,6; 3,8; 3,3 и на райграсово-овсянищевых посевах – 3,1; 4,0; 3,6. Это на порядок выше по сравнению с окупаемостью энергетических затрат на посевах яровой пшеницы (Сержанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш., 2016, 2017, 2018).

Таким образом, в целях максимального накопления и валового сбора сырого протеина, сырого жира, кормовых единиц и получения энергонасыщенных кормов в почвенно-климатических условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья райграс многоукосный необходимо высевать в смеси с овсяницей луговой и возделывать на фоне NPK с расчетом получения 30 т/га зеленой массы. В тех хозяйствах, где нет такой возможности или же в целях экономии материально-денежных средств минеральные удобрения можно заменить биопрепаратами «Азотовит 2 кг/т семян в сочетании с листовой подкормкой Флавобактерином по 2 л/га весной и после 1-го укоса».

7.3. Величина возможной замены минеральных удобрений и экономическая эффективность применения биопрепаратов. Величину возможной замены NPK-удобрений на посевах многолетних трав рассчитали при помощи следующей пропорции:

$$\frac{\text{Пр}_{\text{NPK}} - 100\%}{\text{Пр}_6 - X\%}$$

где, X – искомая величина замены NPK, %;

Пр_{NPK} – прибавка кормовых единиц на варианте с внесением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 30 т/га зеленой массы;

Пр_6 – прибавка кормовых единиц от применения биопрепаратов (табл. 16).

По нашим расчетам предпосевная обработка семян биопрепаратом «Азотовит» из расчета 2 кг/т, подкормка растений весной и после 1-го укоса Флавобактерином по 2 л/га заменяет 53 процента азотно-фосфорно- и калийных удобрений против 48 и 51% на райграсово-кострецовых и райграсово-овсяницевых посевах.

Величина возможной замены NPK биопрепаратами Альбит + Флавобактерин и Ризогрин + Флавобактерин на половину меньше и составляют от 20 до 34% в зависимости от ботанического состава травостоя.

Зная величину замены NPK в процентах при помощи другой пропорции находили величину замены в кг/га:

$$\frac{\text{NPK}_p - 100\%}{\text{NPK}_3 - X\%}$$

где, X – искомая величина, кг/га;

NPK_p – расчетная норма минеральных удобрений на планируемую урожайность 30 т/га зеленой массы (166 кг/га д.в.);

NPK_3 – величина замены NPK, %.

Итоговые расчеты показывают, что на варианте «Азотовит 2 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га» на одновидовых посевах заменяет 88 кг/га минеральных удобрений в д.в., на райграсово-кострецовых травостоях – 80 и райграсово-овсяницевых – 85 кг/га NPK (весьма серьезная величина).

Затраты на покупку, транспортировку, хранение, внесение минеральных удобрений с учетом компенсационных выплат МСХ РФ составляет 40 руб./кг д.в. Исходя из этого определяем снижение затрат на применение минеральных удобрений. В зависимости от эффективности действия изучаемых биопрепаратов снижение затрат на внесение минеральных удобрений в зависимости от ботанического состава травостоя составляет от 1320 до 3520 руб./га. Для окончательного расчета надо учесть стоимость предпосевной обработки семян, затраты на 2-х кратную некорневую подкормку растений Флавобактерином, на уборку и перевозку дополнительного урожая.

После всех этих расчетов от суммы снижения затрат за счет замены NPK биопрепаратами вычитали расходы на их применение и находили экономию денежных средств. На одновидовых посевах райграса предпосевная обработка семян Азотовитом в сочетании с некорневой подкормкой Флавобактерином

позволяет сэкономить 1877 руб./га, а на поливидовых его посевах – от 1557 до 1757 руб./га.

Таблица 16 - Величина возможной замены NPK и экономическая эффективность применения биопрепаратов на посевах злаковых многолетних трав

Фактор А (виды травостоев)	Фактор В (удобрения и биопрепараты)	Величина замены NPK		Снижение затрат на применение NPK, руб./га	Затраты на применение биопрепаратов, руб./га	Экономия денежных средств, руб./га
		%	кг/га			
Райграс многоукосный (контроль)	Контроль (без удобрений)	-	-	-	-	-
	N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃ (на 30 т/га зел. массы)	-	-	-	-	-
	Азотовит 2 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	53	88	3520	1643	1877
	Альбит 40 г/т семян + Флавобактерин 4 л/га	34	56	2240	1302	938
	Ризогрин 3 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	30	50	2000	1445	555
Райграс 60% + костреч безостый 40%	Контроль (без удобрений)	-	-	-	-	-
	N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃ (на 30 т/га зел. массы)	-	-	-	-	-
	Азотовит 2 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	48	80	3200	1643	1557
	Альбит 40 г/т семян + Флавобактерин 4 л/га	20	33	1320	1302	18
	Ризогрин 3 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	23	38	1520	1445	75
Райграс 60% + овсяница луговая 40%	Контроль (без удобрений)	-	-	-	-	-
	N ₈₈ P ₃₅ K ₄₃ (на 30 т/га зел. массы)	-	-	-	-	-
	Азотовит 2 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	51	85	3400	1643	1757
	Альбит 40 г/т семян + Флавобактерин 4 л/га	20	33	1320	1302	18
	Ризогрин 3 кг/т семян + Флавобактерин 4 л/га	24	37	1480	1445	35

Следовательно, в целях снижения расчетных норм минеральных удобрений более чем на 50% и экономии денежных средств от 1557 до 1877 руб./га с большой уверенностью можно рекомендовать производству провести предпосевную обработку семян Азотовитом из расчета 2 кг/т и 2-х кратную некорневую подкормку злаковых многолетних трав Флавобактерином по 2 л/га.

VIII. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

8.1. Результаты производственной проверки. В производственных условиях самые высокие результаты были достигнуты при посеве райграса в смеси с клевером луговым – 29,9 т/га зеленой массы с внесением минеральных удобрений с расчетом на получение 30 т/га.

В те же годы, на тех же фонах питания райграсово-козлятниковые агроценозы в среднем за 2 года сформировали без внесения минеральных удобрений 17,5 т/га зеленой массы против 27,1 т/га на расчетном фоне питания. В связи с этим недобор урожая зеленой массы составил на контроле 2,3 т/га, а на расчетном фоне питания 2,8 т/га.

Эффективность предпосевной обработки семян злаковых и бобовых многолетних трав в сочетании с листовой подкормкой вегетирующих растений оказалась на уровне от 17 до 24 процентов. Разница в пользу азотовита на уровне 7% объясняется тем, что он в некоторой степени увеличивает фиксацию атмосферного азота почвенными бактериями.

8.2. Внедрение результатов исследований. Высокая эффективность посева райграса многоукосного в смеси с бобовыми многолетними травами различного срока поспевания, применения расчетных норм минеральных и органоминеральных удобрений, стимуляторов роста и биопрепаратов доказана на полях многих хозяйств нашей республики (акты и справки о внедрении прилагаются в диссертации).

ВЫВОДЫ

1. Посев райграса многоукосного в смеси со скороспелым козлятником восточным, среднеспелым клевером луговым и позднеспелой люцерной посевной является основой повышения его зимостойкости и конвейерной системы заготовки кормов с 25 мая по 25 июня без ущерба качеству и сохранения значительных площадей озимой ржи на зерно, используемых в качестве раннего звена зеленого конвейера (100-120 тыс. га/год в Республике Татарстан).

2. Применение расчетных норм минеральных удобрений на планируемые урожайности 25, 30, 35 т/га зеленой массы райграсовых агроценозов способствует формированию высокорослого (58-67 см) плотного (141-191 шт./м²) травостоя с листовой площадью 85,6-91,2 тыс. м²/га и чистой продуктивностью фотосинтеза от 12,8 до 16,2 г/м² в сутки.

3. Урожайность зеленой массы райграсовых агроценозов в сумме за 2 укоса (21,4-32,8 т/га), валовой сбор сухого вещества (5,56-7,61 т/га), кормовых единиц (3225-4947 с 1 га), их насыщенность переваримым протеином (160-182 г/кг), сырым жиром (40-49 г/кг), содержание макро- и микроэлементов в сухой массе кормов, вынос азота, фосфора и калия пропорционально возрастают по мере роста норм внесения минеральных удобрений.

4. На расчетных фонах минерального питания на планируемую урожайность 35 т/га зеленой массы сахаро-протеиновое соотношение снижается до

0,7:1, что не соответствует зоотехническим нормам кормления КРС, против 1:1 в сухой массе одновидовых посевов этой культуры.

5. Бобовые компоненты райграсовых агроценозов накапливают в зависимости от фонов питания 98,2-126,3 кг/га биологического азота на сумму 3,9-5,1 тыс. руб., усваивают труднодоступные формы фосфора и калия из глубоких слоев почвы, оставляют после себя от 4,2 до 6,5 т/га сухой массы пожнивнокорневых остатков, повышают биоактивность почвы и увеличивают содержание водопрочных агрегатов до 50,2% против 42,6% в исходной почве. В результате, урожайность высококачественного зерна (с содержанием клейковины 26,4-27,9%) яровой пшеницы Экада 70, размещенной по пласту удобренных многолетних трав повышается до 3,01-3,44 т/га, что выше контрольных вариантов опыта на 18,5-23,7 процента.

6. В современных условиях ценовой политики в аграрном секторе Российской Федерации с экономической точки зрения внесение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 35 т/га зеленой массы райграсовых агроценозов приводит к снижению рентабельности производства кормов в 1,5-1,6 раза, условно-чистого дохода на 1,7-2,0 тыс. руб./га, повышению себестоимости 100 кормовых единиц на 54-55 руб. по сравнению с расчетной нормой НРК на 30 т/га зеленой массы. Более того, насыщенность сухой массы обменной энергией имеет также тенденцию снижения из-за «эффекта разбавления».

7. Предпосевная обработка семян райграса многоукосного удобрительно-стимулирующим составом Изагри Форс (2 кг/т) и бобовых многолетних трав ЖУСС-2 (2 кг/т) в сочетании с ежегодно подкормкой минеральными удобрениями в среднем за 4 года обеспечивает получение 91,0% запланированной зеленой массы, райграсово-люцернового травостоя – 100,3, райграсово-клеверных лугов – 108,3, райграсово-козлятниковых посевов – 99,0 процентов с валовым сбором соответственно 5460, 6923, 7776 и 7128 кормовых единиц/га.

8. Предпосевная обработка семян многолетних трав и возделывание райграсовых агроценозов на расчетном фоне НРК 30 т/га зеленой массы оказали большое влияние на качество кормов:

- содержание суммы аминокислот составило от 83,9 г/кг сырого протеина райграса многоукосного до 100,4 г/кг райграсово-козлятникового травостоя;

- по химическому составу (сырая клетчатка, сырой жир, сырая зола, сумма сахаров и др.) райграсовые, райграсово-клеверные, райграсово-люцерновые и райграсово-козлятниковые корма соответствовали зоотехническим нормам кормления КРС.

9. Применение рострегулирующих агрохимикатов в предпосевной обработке семян многолетних трав экономически очень выгодно – рентабельность производства кормов в зависимости от ботанического состава райграсовых травостоев повышается на 6-12% по сравнению с контрольными вариантами опыта, а себестоимость 100 кормовых единиц снижается на 19-28 рублей.

10. Отзывчивость одно- и поливидовых посевов райграса многоукосного на двукратную некорневую подкормку концентрированными питательными

растворами коренным образом отличались друг от друга. На одновидовых посевах объекта исследований наиболее эффективным оказался Биоконкомпозит Коррект (прибавка сухой массы в сумме за 2 укоса в среднем за 4 года составила 0,75 т/га или 15,6% к контролю), а на смешанных посевах с бобовыми многолетними травами получение максимально высоких урожаев обеспечивал Изagri NPK (6,15 т/га сухой массы райграсово-клеверных посевов против 5,70 т/га на контроле).

11. Листовая подкормка райграсовых агроценозов повышает стрессоустойчивость многолетних трав к отрицательным факторам внешней среды (прежде всего к засушливым условиям), обеспечивает равномерное распределение суммарного урожая по укосам (56:44 на одновидовых посевах и 55:45 на смешанных травостоях), снижает коэффициент водопотребления до 100 против 130-132 на неудобренных вариантах, увеличивает облиственность райграса до 44%, а райграсово-бобовых травостоев до 52% и повышает насыщенность кормовых единиц переваримым протеином до 175-177 мг/кг против 110-115 нормативного показателя.

12. Рекомендуемые комплексные питательные растворы повышают рентабельность производства райграсовых кормов до 22,8-27,5%, условно-чистый доход – до 3,6-5,5 тыс. руб./га и снижают себестоимость до 471-489 руб./100 кормовых единиц при условной цене реализации 600 рублей.

13. Предпосевная обработка семян злаковых многолетних трав Азотовитом из расчета 2 кг/т в сочетании с двукратной листовой подкормкой биопрепаратом Флавобактерин (по 2 л/га весной и после 1-го укоса) обеспечивают дополнительное получение от 2,5 до 4,8 т/га зеленой массы (0,6-2,0 т/га сухого вещества) и от 440 до 960 кормовых единиц (1 кормовая единица = 1 л молока).

14. Эффективность действия вышеуказанных биопрепаратов равнозначна внесению 80-88 кг/га д.в. минеральных удобрений. В связи с этим экономия денежных средств от их применения в зависимости от ботанического состава злаковых многолетних трав составляет от 1557 до 1876 руб./га.

15. Проверка результатов исследований в производственных условиях и их внедрение полностью подтверждают необходимость расширения посевных площадей райграсовых агроценозов и оптимизации фонов их питания.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для организации конвейерной системы заготовки высококачественных энергонасыщенных кормов, сбалансированных по сахаро-протеиновому соотношению на серых лесных почвах Среднего Поволжья райграс многоукосный предлагается возделывать в смеси со скороспелым козлятником восточным или же овсяницей луговой, среднеспелым клевером луговым или же кострцом безостым и позднеспелой люцерной посевной.

2. В целях получения 6,5-7,5 тыс. кормовых единиц с низкой себестоимостью райграсовые агроценозы рекомендуется возделывать на фоне минерального питания на планируемую урожайность 30 т/га зеленой массы.

В тех хозяйствах, где нет такой возможности или же для экономии денежных средств часть минеральных удобрений необходимо заменить удобрительно-стимулирующими составами (ЖУСС-2, Изагри Форс), комплексным питательным раствором (Изагри НРК) и биопрепаратами (Биокомпозит Коррект, Азотовит, Флавобактерин).

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации:

1. **Хисматуллин М.М.** Влияние фонов питания и приемов поверхностного улучшения на продуктивность пойменных лугов лесостепи Среднего Поволжья / **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н. Сафиоллин, Г.С. Миннуллин, М.М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. – № 4. – С. 55-59.

2. Сочнева С.В. Проектирование и освоение севооборотов, насыщенных многолетними травами – основа укрепления кормовой базы и биологизации земледелия (на примере ООО «Хаерби» Лаишевского муниципального района Республики Татарстан) / С.В. Сочнева, **М.М. Хисматуллин**, Л.Т. Вафина, А.Д. Сайфутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. – № 1. – С. 62-65.

3. **Хисматуллин М.М.** Азотные удобрения в технологии возделывания многолетних трав различных сроков созревания / **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н. Сафиоллин, А.Д. Сайфутдинов // Кормопроизводство. –М. 2016. – № 4. – С. 11-14.

4. Сафиоллин Ф.Н. Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевого севооборота - яровой пшеницы Экада 70 на серых лесных почвах Республики Татарстан / Ф.Н. Сафиоллин, Г.С. Миннуллин, **М.М. Хисматуллин**, С.В. Сочнева // Зерновое хозяйство России. –М. 2017. – № 2 (50). – С. 29-33.

5. **Хисматуллин М.М.** Условия интродукции козлятника восточного в сельскохозяйственное производство Республики Татарстан / **М.М. Хисматуллин**, Л.Т. Вафина, Г.С. Миннуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. – № 2-44. – С. 54-57.

6. Сафиоллин Ф.Н. Гис-технологии – основа формирования высокопродуктивных агроценозов многолетних трав в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / Ф.Н. Сафиоллин, **М.М. Хисматуллин**, Н.В. Трофимов, С.В. Сочнева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. – № 2-44. – С. 38-41.

7. Сафиоллин Ф.Н. Уход за посевами козлятника восточного / Ф.Н. Сафиоллин, **М.М. Хисматуллин**, Н.Ф. Вафин // Сельский механизатор. –М., 2017. – № 6. – С. 22-24.

8. **Хисматуллин М.М.** Урожайность и кормовая ценность райграса в зависимости от фона минерального питания на серых лесных почвах Республики Татарстан / **М.М. Хисматуллин**, Н.В. Трофимов, Ф.Н. Сафиоллин, Г.С. Мин-

нуллин // Кормопроизводство. –М., 2017. – № 7. – С. 17-20.

9. **Хисматуллин М.М.** Микробиологические препараты и удобрительно-стимулирующие составы в технологии возделывания злаковых многолетних трав с содержанием райграса многоукосного на серых лесных почвах лесостепи Среднего Поволжья / **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н. Сафиоллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. – № 4 (47). – С. 87-91.

10. **Хисматуллин М.М.** Расчетные дозы минеральных удобрений на клеверо-райграсовых лугах лесостепи Среднего Поволжья / **М.М. Хисматуллин**, Г.С. Миннуллин, Ф.Н. Сафиоллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. – № 4 (47). – С. 91-95.

11. **Хисматуллин М.М.** Эффективность применения расчетных доз минеральных удобрений на люцерно-райграсовых лугах Среднего Поволжья / **М.М. Хисматуллин**, С.В. Сочнева, Н.В. Трофимов, Ф.Н. Сафиоллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. – № 1 (48). – С. 78-82.

12. **Хисматуллин М.М.** Оптимизация минерального питания люцерно-райграсовых лугов Среднего Поволжья / **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н. Сафиоллин // Кормопроизводство. –М., 2018.–№ 6. – С. 8-11.

13. **Хисматуллин М.М.** Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы – составная часть органического земледелия Республики Татарстан / **М.М. Хисматуллин** // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. – № 2 (53). – С. 64-67.

14. **Хисматуллин М.М.** Использование традиционных и жидких концентрированных комплексных удобрений при возделывании злаковых травосмесей с участием райграса многоукосного / **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н. Сафиоллин, Г.С. Миннуллин // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – №5 (Т.33). –С. 14-17.

15. **Хисматуллин М.М.** Практические приёмы частичной замены минеральных удобрений листовой подкормкой многолетних трав на серых лесных почвах Среднего Поволжья / **М.М. Хисматуллин**, М.М. Хисматуллин, Ф.Н. Сафиоллин // Кормопроизводство. –М., 2019. – № 7. – С. 12-18.

Статьи, опубликованные в других научных журналах и сборниках материалов международных и всероссийских научно-практических конференций:

16. Вафин Н.Ф. Организация территории пойменных лугов на основе эколого-хозяйственной их оценки (на примере ООО "Хаерби" Лаишевского муниципального района Республики Татарстан) / Н.Ф. Вафин., **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н. Сафиоллин // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства Материалы международной научно-практической конференции агрономического факультета Казанского государственного аграрного университета. 2016. С. 117-120.

17. **Хисматуллин М.М.** Биоэнергетические показатели применения минеральных удобрений на люцерновых агроценозах в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н. Сафиоллин, С.В. Сочнева, А.Д. Сайфутдинов // В сборнике: Актуальные проблемы и достижения

в сельскохозяйственных науках. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. – Самара, 2016. –С. 6-8.

18. Сафиоллин Ф.Н. Роль многолетних трав в повышении плодородия серо-лесных почв Республики Татарстан / Ф.Н. Сафиоллин, **М.М. Хисматуллин**, С.В. Сочнева, А.Д. Сайфутдинов // В сборнике: Актуальные проблемы и достижения в сельскохозяйственных науках. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. – Самара, 2016. –С. 8-10.

19. Сафиоллин Ф.Н. Флористический состав люцерновых агроценозов / Ф.Н. Сафиоллин, **М.М. Хисматуллин** // В сборнике VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки XXI века часть 2. –М.: Международная исследовательская организация «Cognitio», –М., 2016. – С. 121-125.

20. Сафиоллин Ф.Н. Оптимизация минерального питания люцерновых агроценозов – основа повышения плодородия серо-лесных почв Республики Татарстан / Ф.Н. Сафиоллин, **М.М. Хисматуллин**, С.В. Сочнева, А.Д. Сайфутдинов // Евразийский союз ученых (ЕСУ) Ежемесячный научный журнал № 3 Часть 2, –М.: 2016, – С. 61-63.

21. Сафиоллин Ф.Н. Экономические показатели применения минеральных удобрений на люцерновых агроценозах в Предкамской зоне Республики Татарстан / Ф.Н. Сафиоллин, С.В. Сочнева, **М.М. Хисматуллин** // Евразийский союз ученых (ЕСУ) Ежемесячный научный журнал № 3 Часть 2, –М.:2016, –С. 63-65с.

22. Сочнева С.В. Вынос и коэффициенты использования питательных веществ люцерновыми агроценозами в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / С.В. Сочнева, Г.С. Миннуллин, **М.М. Хисматуллин** // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков /Материалы научно-практической конференции - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, – 2016. – С. 90-96.

23. Сочнева С.В. Биологизированные севообороты, насыщенные люцерновыми агроценозами и оптимизация фона их питания - основа эффективного использования земельных ресурсов Республики Татарстан / С.В. Сочнева, **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н Сафиоллин. // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства. Материалы международной научно-практической конференции агрономического факультета Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. – С. 197-200.

24. Сафиоллин Ф.Н. Оптимизация минерального питания райграса лугового на серых лесных почвах Республики Татарстан / Ф.Н. Сафиоллин, Н.В. Трофимов, **М.М. Хисматуллин** // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства. Материалы международной научно-практической конференции агрономического факультета Казанского государственного аграрного университета. –Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. – С. 188-190.

25. Safiollin F.N. Biological nitrogen accretion in gray forest soil of Tatarstan

Republic depending on the mineral nutrition level of a single or multi alfaalfa (Medick (lat. Medicago Varita)) Agrocoenosis. / Faik N. Safiollin, **Marsel M. Khismatullin**, Mars M. Khismatullin // Sciences of Europe The European scientific community. Praha, Czech Republic. VOL 1, № 8 (8) (2016)–P. 59-62.

26. Вафина Л.Т. Агроэнергитическая эффективность возделывания козлятника восточного в одно - и поливидовых посевах на разных фонах минерального питания / Л.Т. Вафина, Н.Ф. Вафин, **М.М. Хисматуллин** / Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов. Сборник научных трудов, посвященных 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017. – С. 19-23.

27. **Хисматуллин М.М.** Сроки уборки урожая и качество корма люцерновых агроценозов в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / **М.М. Хисматуллин**, С.В. Сочнева, Ф.Н. Сафиоллин // Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов. Сборник научных трудов, посвященных 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017.– С. 76-78.

28. **Хисматуллин М.М.** Экономические показатели применения расчетных норм минеральных удобрений на посевах козлятника восточного / **М.М. Хисматуллин**, Л.Т. Вафина, Н.Ф. Вафин / Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов // сборник научных трудов, посвященных 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017. – С. 78-82.

29. Валиуллин Ф.Ф. Использование данных дистанционного зондирования земли для проведения мониторинга кормовых угодий Республики Татарстан / Ф.Ф. Валиуллин, **М.М. Хисматуллин** // Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов. Сборник научных трудов, посвященных 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017.– С. 143-147.

30. Гайнуллина Л.Р. Биологизация земледелия–основа рационального использования земельных ресурсов Республики Татарстан / Л.Р. Гайнуллина, **М.М. Хисматуллин** // Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов. Сборник научных трудов, посвященных 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017. – С. 153-155.

31. Галявов И.И. Современные проблемы почвозащитных мероприятий в ООО «Сульча» Чермшанского муниципального района Республики Татарстан / И.И. Галявов, Н.А. Логинов, **М.М. Хисматуллин** // Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов. Сборник научных трудов, посвященных 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Ка-

занского государственного аграрного университета. – Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017. – С. 159-161с.

32. Минегулов Г.И. Оптимизация структуры посевных площадей кормовых угодий ООО «Южная» Нурлатского муниципального района Республики Татарстан / Г.И. Минегулов, **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н. Сафиоллин // Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов. Сборник научных трудов, посвященных 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017. – С. 208-211.

33. Прудникова И.И. Противоэрозионная организация территорий хозяйств Республики Татарстан – основа эффективного использования земельных ресурсов / И.И. Прудникова, Ф.Н. Сафиоллин, **М.М. Хисматуллин** // Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов. Сборник научных трудов, посвященных 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017.–С. 240-243.

34. Шамсутдинова А.И. Эколого-хозяйственная оценка пойменных лугов ООО «Игенче» Тюлячинского муниципального района Республики Татарстан и разработка приемов повышения их продуктивности / А.И. Шамсутдинова, **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н. Сафиоллин // Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов. Сборник научных трудов, посвященных 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017.– С. 303-308.

35. Садикова А.И. Почвозащитные мероприятия на территории ООО «Логос» Рыбно-Слободского муниципального района Республики Татарстан / А.И. Садикова, С.В. Сочнева, **М.М. Хисматуллин** // Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов. Сборник научных трудов, посвященных 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского государственного аграрного университета. –Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017. – С. 370-373.

36. Каюмов И.А. Инновационное развитие мелиорации в Республике Татарстан / И.А. Каюмов, **М.М. Хисматуллин**, М.М. Хисматуллин // Евразийское Научное Объединение. 2017. – № 7 (29). –С. 70-72.

37. Safiollin F. Seed management and forecasting yarrow raze yield experience based on gis and space technologies / F. Safiollin, R. Nizamov, **M. Khismatullin**, I. Malganova // 4th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2017, Book 5, Vol 2, P. – 383-390.

38. Safiollin F. Elements of precision farming in forage production using geoinformation technologies / F. Safiollin, **M. Khismatullin**, S. Sochneva, E. Pudovik // 4th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2017, Book 5, Vol 2, P. – 343-348.

39. **Хисматуллин М.М.** Сравнительная оценка эффективности действия минеральных и жидких концентрированных комплексных удобрений на посе-

вах многолетних трав с участием райграса многоукосного / М.М. Хисматуллин, Г.С. Миннуллин, Ф.Н. Сафиоллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения д.э.н., профессора Н.С. Каткова. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. – С. 133-143.

40. **Хисматуллин М.М.** Экономические показатели применения минеральных и жидких комплексных удобрений на посевах райграса многоукосного в смеси с козлятником восточным на серых лесных почвах Республики Татарстан / **М.М. Хисматуллин**, Ф.Н. Сафиоллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения д.э.н., профессора Н.С. Каткова. –Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. –С. 143-148.

41. **Хисматуллин М.М.** Продуктивность люцерно-райграсовых травостоев в зависимости от расчетного уровня минерального питания в почвенно-климатических условиях Среднего Поволжья / **М.М. Хисматуллин**, С.В. Сочнева, Н.В. Трофимов, Ф.Н. Сафиоллин // В сборнике: Теория и практика комплексного применения регуляторов роста, микро- и макроэлементов в растениеводстве. Материалы Международной научно-практической конференции посвященной 55-летию научной деятельности Костина Владимира Ильича. Ульяновск: Ульяновский ГАУ 2018. С. 189-198.

42. **Khismatullin M.M.** Alternative sources of fertilizer nutrition elements of perennial grasses in gray forest soils of Tatarstan Republic / **M.M. Khismatullin** // Sciences of Europe. Praha, Czech Republic VOL 2, № 33(2018) –P. 9-13.

43. **Khismatullin M.** Legumes and legume-cereals perennial grasses - an integral part organic farming of the Republic of Tatarstan / **M. Khismatullin** // Scientific Light. Wroclaw, Poland. VOL 1, No 26 (2019) – P. 9-13.

44. **Khismatullin M.** Macroelements and micro-amplified stimulating compositions in the technology of cultivation of fell-tree raygrass harvest on gray forest soils of forest-steppe of medium ridia Russian / **M. Khismatullin** // Scientific Light. Wroclaw, Poland. VOL 1, No 26 (2019) – P. 6-9.

45. **Khismatullin M.** Differential use mineral fertilizers for sowings multiyear drawing on the basis of data remote sensing of the earth / **M. Khismatullin** // Scientific Light. Wroclaw, Poland. VOL 1, No 26 (2019) – P. 3-5.

46. **Хисматуллин М.М.** Система удобрения райграсовых агроценозов / **М.М. Хисматуллин**, С.В. Сочнева, Ф.Н. Сафиоллин. - Монография. – Казань, 2019. – 338 с.

