

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

САБАНОВА АЛЬБИНА АРСЕНОВНА

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ
ТРАДИЦИОННЫХ И НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР
В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени доктора
сельскохозяйственных наук

Научный консультант:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор А.Т. Фарниев

Владикавказ – 2022

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>стр.</i>
Введение	4
Глава 1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ АМАРАНТА И БОБОВЫХ ТРАВ В ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ (обзор литературы)	14
1.1 История изучения культуры амарант, ее кормовая ценность и биологические особенности	14
1.2 Хозяйственно-ценные признаки и кормовые достоинства бобовых трав (люцерна, клевер, вязель, донник, лядвенец)	26
1.3 Формирование продуктивности амаранта в одновидовых и бинарных посевах	42
1.4 Значение смешанных посевов и роль бобовых культур в них	50
Глава 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	69
2.1 Место и условия проведения исследований	69
2.1.1 <i>Погодные условия в годы проведения исследований</i>	69
2.2.2 <i>Почвы</i>	79
2.2 Агротехника и методика проведения исследований	84
<u>РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</u>	
Глава 3. СИМБИОТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ ОДНОВИДОВЫХ И БИНАРНЫХ ПОСЕВОВ ТРАВ	92
3.1 Динамика формирования симбиотического аппарата бобовых культур и содержание азота в почве в одновидовых и смешанных посевах	92
3.2 Продолжительность общего и активного симбиоза в чистых и смешанных посевах бобовых трав с амарантом	113
3.3 Динамика интенсивности азотфиксации одновидовых и бинарных посевов трав	127
3.4 Количество фиксированного азота воздуха в одновидовых и смешанных посевах бобовых трав с амарантом	142
<i>Заключение по главе</i>	151

Глава 4.	ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ	154
4.1	Рост и развитие кормовых растений в посевах	154
4.2	Фотосинтетическая активность одновидовых и смешанных посевов кормовых культур	167
4.3	Продуктивность нетрадиционных и традиционных кормовых трав в одновидовых и смешанных посевах	186
4.4	Кормовые достоинства одновидовых и бинарных посевов амаранта с бобовыми травами	201
4.5	Энергосодержание и питательная ценность одновидовых и смешанных посевов амаранта и бобовых трав.....	215
	<i>Заключение по главе</i>	<i>224</i>
Глава 5.	СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ АМАРАНТА И БОБОВЫХ ТРАВ	228
5.1	Накопление органического вещества в почве амарантом и бобовыми травами	228
5.2	Поступление питательных веществ в почву с органическими остатками амаранта и бобовых трав	246
	<i>Заключение по главе</i>	<i>268</i>
Глава 6.	БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ТРАВ	271
	<i>Заключение по главе</i>	<i>286</i>
	Выводы	289
	Предложения производству	294
	Список использованной литературы	295
	Приложения	351

ВВЕДЕНИЕ

Одним из приоритетных направлений развития сельскохозяйственного сектора во всем мире является животноводство, сдерживающим фактором развития которого является недостаточность кормовой базы (Kulkarni K.P., Tayade R., Asekova S., Song J.T., Shannon J.G., Lee J.-D., 2018). В структуре затрат животноводческой продукции 45–70% составляют затраты на корма. За 20 лет в России сократилось производство зелёных кормов на 20%, силоса – на 34%, снизилась протеиновая питательность и качество кормов в целом (Косолапов В.М., 2013; Кашеваров Н.И., 2013).

Возможным путем решения этой проблемы является повышение урожайности кормовых культур (Ingver A., Tamm Ü., Tamm I., Tamm S., Tupits I., Bender A, Koppel R, Narits L., Koppel M., 2019). Основной кормо-бобовой культурой является люцерна, которую возделывают на сено и зеленую массу. Не менее важной культурой является донник, который хорошо растет и развивается на засоленных почвах и является перспективным фитомелиорантом. Трава люцерны и донника характеризуется высоким содержанием протеина, в состав которого входят основные незаменимые аминокислоты (лизин, валин, триптофан, метионин и др.). Содержание этих аминокислот в белке донника и люцерны в 1,5–3,0 раза выше, чем в белке зерновых (Blume L., Hoischen-Taubner S., Sundrum A., 2021). Также кормо-бобовые культуры активно фиксируют азот атмосферы и оставляют его с пожнивными остатками в почве (до 40–100 кг азота на гектар, что приравнивается к 10–20 т/га навоза) (Hua W., Luo P., An N., Cai F., 2020). Можно сказать, что выращивание донника и люцерны способствует повышению плодородия почв, приводит к накоплению биологического азота и гумуса в почве и обеспечивает структурирование почвы (Song Xin, Fang Chao, Yuan Zi-Qiang, Li Feng-Min., 2021). В будущем эти культуры будут занимать ведущее место в органическом земледелии для поддержания

плодородия почв (Kulkarni K.P., Tayade R., Asekova S., Song J.T., Shannon J.G., Lee J.D., 2018).

В настоящее время во многих странах мира пересматриваются основополагающие принципы ведения сельскохозяйственного производства. Одна из главных причин этого – игнорирование принципов биологического разнообразия в агрофитоценозах, проявившееся в переходе к монокультуре, которая представляет собой классический пример снижения гетерогенности агроэкосистем. Поэтому многие исследователи (Миркин, 1990; Прохоров, Ламан и др., 2005) пришли к выводу, что сельское хозяйство в будущем должно развиваться по пути, которым природа наделила многовидовые растительные сообщества, то есть за счет отказа от монокультуры и перехода к поликультурному земледелию. В связи с этим смешанные посевы становятся важнейшим резервом альтернативного пути интенсификации растениеводства.

Значительно возрос научный интерес к смешанным посевам в таких странах как Индия, Китай, Япония, Западная Европа, США и др. Очевидно, что через поликультуру можно решить многие проблемы, которые возникают при использовании монокультуры (снижение устойчивости к антропогенным воздействиям, уменьшение экономического дохода, сложности в борьбе с сорняками, болезнями и вредителями, снижение уровня продуктивности и качества получаемой продукции и т.д.).

Кроме того, смешанные агрофитоценозы по сравнению с одновидовыми более устойчивы к неблагоприятным погодным условиям.

В то же время проблема увеличения производства растительного белка не может быть решена без увеличения производства бобовых трав, которые являются ценными источниками кормового белка, сбалансированного по аминокислотному составу. Бобовые культуры являются также хорошими предшественниками для последующих культур, обогащая почву азотом.

Однако посевная площадь кормовых культур с 1975 по 2005 год снизилась на 12,2 млн. га – с 37,8 до 25,6 млн. га (Коломейченко, 2010).

Актуальность темы. Основной задачей отрасли растениеводства и, в частности кормопроизводства, является обеспечение потребности животноводства высококачественными полноценными кормами. Увеличение производства кормов, улучшение их качества, энергонасыщенности и снижение затрат на их производство в настоящее время является основной задачей сельского хозяйства.

Современное земледелие обусловило значительный рост производства сельскохозяйственной продукции на основе преобладания чистых посевов, вызвавших немало проблем в земледелии. Одновидовые агрофитоценозы высокопродуктивны, но потенциально нестабильны, поскольку полностью зависят от весьма значительных ресурсов извне. В отличие от природных систем они слабо адаптивны, в них меньше возможностей трансформации питательных веществ, энергии и т.д., они больше подвержены стрессам, вызванным изменениями погодных условий. Кроме того, они более уязвимы к воздействию вредных и болезнетворных организмов, сильнее страдают от эрозии и весьма активно истощают плодородие почвы. Переход к монокультуре представляет собой классический пример снижения гетерогенности агроэкосистем.

Создание условий для саморегулирования агроэкосистем строится на основе взаимодействия между отдельными компонентами. Одним из перспективных направлений считается введение в практику смешанных посевов, имеющих ряд преимуществ перед чистыми посевами.

Разработка экологически безопасных способов управления биологической продуктивностью и качеством кормовых культур в различных по видовому составу и пространственной структуре агрофитоценозов, вполне актуальна и представляет научный и практический интерес.

Одним из путей ресурсосбережения в агрономии является изучение и интродукция новых растений, в том числе бобовых, не требующих дорогостоящих азотных удобрений. Решение проблемы кормового белка вполне возможно за счет бобовых культур, однако вопрос баланса

незаменимых аминокислот в них остается открытым. Поэтому необходимы новые растения с высоким потенциалом продуктивности и выходом сбалансированного белка. Одной из таких культур может быть амарант.

Амарант относится к числу культур, которые отличаются высоким содержанием белка, незаменимых аминокислот, биологически активных веществ и антиоксидантов и, одновременно, высокими адаптационными свойствами. Сорты амаранта имеют большое практическое значение как перспективные кормовые, пищевые и лекарственные растения.

Для прогнозирования успешности культивирования того или иного вида или их сочетания в смешанных посевах необходимо знать специфику возможностей культур, особенностей их возделывания, сочетаемости, которые могут в полной мере проявляться только в условиях полевого эксперимента. В связи с этим изучение и подбор наиболее продуктивного бобового компонента для амаранта при производстве высокопродуктивных агрофитоценозов кормовых трав в различных почвенно-климатических условиях Центрального Предкавказья является актуальным.

Степень разработанности темы.

Вопросы изучения продуктивности и средообразующей роли амаранта и некоторых бобовых трав в условиях Центрального Предкавказья длительное время изучали ученые Горского государственного аграрного университета и Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства под руководством основателя научной школы биологической азотфиксации доктора с.-х. наук профессора Фарниева Александра Тимофеевича и основателя научной школы селекции и семеноводства многолетних трав доктора с.-х. наук, профессора Бекузаровой Сарры Абрамовны. По результатам исследований накопился значительный материал по особенностям агротехники возделывания таких культур как амарант, клевер, люцерна, донник желтый, козлятник восточный и др. Комплексные научные исследования с вышеуказанными культурами провели А.Х. Козырев, А.Т. Доева, П.В. Алборова, М.В. Герасименко, Д.Т. Калицева,

Д.Н. Доев, М.Ю. Козырева, А.Д. Бекмурзов, В.И. Гасиев и др. Многие вопросы изучены достаточно глубоко в отдельных экологических условиях на конкретных типах почв. Однако, некоторые перспективные культуры, а также совместные посевы бобовых и мятликовых культур до сих пор комплексно не изучались в экологических условиях Центрального Предкавказья.

Цель и задачи исследований. Цель исследований заключалась в разработке ресурсосберегающих приемов возделывания бинарных посевов кормовых культур (амарант и бобовые травы), обеспечивающих получение в условиях Центрального предкавказья стабильных урожаев фитомассы с высокими кормовыми достоинствами и повышающими плодородие почвы.

Для реализации поставленной цели решались следующие **задачи** в трех агроклиматических районах:

- изучить особенности развития симбиотического аппарата и обогащения почв азотом бобовыми травами в одновидовых и бинарных посевах с амарантом;
- определить влияние способа посева (чистые, смешанные) на размер симбиотического потенциала, азотфиксирующую активность, объем азотфиксации бобовых трав;
- выявить особенности роста, развития, фотосинтетической деятельности растений амаранта и бобовых культур в чистых и смешанных посевах в условиях трех агроклиматических районов;
- дать сравнительную оценку продуктивности амаранта и бобовых трав в одновидовых и бинарных посевах в разных агроклиматических районах;
- определить кормовые достоинства, белковую продуктивность растений амаранта и бобовых трав в чистых и смешанных посевах;
- определить количество органического вещества, оставляемого амарантом и бобовыми травами в чистых и смешанных посевах;
- изучить динамику накопления питательных веществ в почве, поступающих с пожнивно-корневыми остатками амаранта и бобовых трав;

– дать энергетическую оценку приемов возделывания амаранта и бобовых трав в одновидовых и смешанных посевах в разных агроклиматических районах.

Научная новизна. Впервые в экологических условиях трех агроклиматических районов Центрального Предкавказья (степная, лесостепная и предгорная) изучена средообразующая роль амаранта и бобовых трав в одновидовых и бинарных посевах.

Установлено преимущество смешанных посевов перед чистыми посевами. Определены бобовые компоненты (донник желтый, люцерна и клевер) для амаранта, обеспечивающие высокую адаптацию, продуктивность и питательность бинарных посевов.

Изучена целесообразность возделывания амаранта и бобовых трав в бинарных посевах, как способ обогащения почвы органическим веществом и питательными элементами.

Определена энергетическая эффективность возделывания амаранта и бобовых трав в одинарных и бинарных посевах.

Теоретическая и практическая значимость. Реализация результатов исследований позволит повысить продуктивность бинарных посевов амаранта и бобовых трав до 27,2 т/га зеленой массы (амарант + клевер), 25,7 т/га (амарант + люцерна) и 34,2 т/га (амарант + донник); увеличить содержание белка до 18,2% (амарант + клевер), 20,3% (амарант + люцерна) и 18,2% (амарант + донник) и жира – 3,8; 3,6 и 3,5% соответственно.

Возделывание амаранта с донником, люцерной и клевером позволит увеличить сбор белка с урожаем до 1208...1573 кг/га, сбор кормовых единиц до 6639...8834 на гектар, валовой энергии до 117,80...156,70 ГДж/га.

Бинарные посева амаранта с указанными бобовыми травами обеспечивают обогащение почвы органическим веществом в виде пожнивно-корневых остатков до 16,01...18,06 т/га с высоким содержанием питательных веществ.

Разработанные приемы сочетания бинарных посевов позволят

обеспечить экологизацию растениеводства, экономию материально-технических средств и получение высококачественного корма для с.-х. животных.

Разработанные технологические приемы возделывания амаранта с бобовыми травами апробированы в хозяйствах различных форм собственности степной, лесостепной и предгорной зонах РСО-Алания (Моздокский и Кировский госсортоучастки, опытные поля Горского ГАУ).

Методология и методы диссертационного исследования. При планировании и проведении научных исследований в качестве источников информации были использованы научные издания, монографии, статьи и книги специализированной тематики и другие материалы. При проведении исследований применялся системный подход. Методологическую основу научно-экспериментальной работы составили методы исследований – полевые и лабораторные опыты в течение периода с 2001 по 2016 годы (изучение показателей симбиотической активности и фотосинтетической деятельности посевов, наблюдения за ростом и развитием растений, учет урожайности культур, лабораторные анализы агрохимических показателей почвы и биохимических показателей получаемого корма) с применением методик, входящих в базу ГОСТов Общероссийского классификатора стандартов Российской Федерации, и использованием современного приборного оборудования.

Основные положения, выносимые на защиту:

– динамика формирования симбиотического аппарата бобовых трав в различных агроклиматических районах в чистых и смешанных посевах с амарантом;

– формирование фотосинтетического потенциала и продуктивности одновидовых и бинарных агроценозов амаранта и бобовых трав в условиях трех агрорайонов;

– кормовые достоинства зеленой массы амаранта и бобовых культур в условиях различных агроклиматических районов;

– накопление органического вещества и питательных веществ в различных типах почв после амаранта и бобовых трав в чистых и смешанных посевах;

– биоэнергетическая оценка приемов возделывания амаранта и бобовых культур в одновидовых и бинарных посевах.

Степень достоверности результатов. Достоверность результатов исследований подтверждается большим объемом экспериментальных данных, полученных в результате многолетних опытов, применением методик, входящих в базу действующих Российских и межгосударственных стандартов, достаточным объемом расчетных материалов и полученных зависимостей, статистической обработкой данных методом дисперсионного анализа, периодической публикацией основных результатов в изданиях, включенных в Перечень российских рецензируемых научных журналов, а также Международных баз цитирования, защитой интеллектуальной собственности путём получения патентов на изобретения и авторского свидетельства на новый сорт амаранта, их апробацией на различных научных форумах и положительными результатами проверки в производственных условиях.

Апробация работы. Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на кафедре агроэкологии и защиты растений ФГБОУ ВО Горский ГАУ в 1998-2022 гг.; отражены в годовых отчетах по научно-исследовательской работе кафедры, а также ежегодных отчетах Горского ГАУ о результатах НИР в 1998-2021 гг.; опубликованных тезисах докладов и научных статьях на Международных научных и научно-практических конференциях: «Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье» (Алушта, 2000), «Экологически безопасные технологии в сельскохозяйственном производстве XXI века» (Владикавказ, 2000), «Приемы повышения величины и качества урожаев луговых и полевых культур в ЦЧР» (Воронеж, 2002), «Современные проблемы формирования стратегии устойчивого развития регионального АПК»

(Владикавказ, 2003), «Актуальные направления развития экологически безопасных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» (Воронеж, 2003), «Агробиологические аспекты современных технологий возделывания полевых и луговых культур в ЦЧР» (Воронеж, 2008), «Интеграция науки, образования и бизнеса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» (пос. Персиановский, 2010), «Новые направления в решении проблем АПК на основе современных ресурсосберегающих инновационных технологий» (Владикавказ, 2010), «Аграрная наука - Северо-Кавказскому федеральному округу» (Ставрополь, 2011), «Флористические исследования Северного Кавказа» (Грозный, 2011), «Интеграция науки и производства - стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО» (Волгоград, 2013), «Современные технологии сельскохозяйственного производства и приоритетные направления развития аграрной науки» (пос. Персиановский, 2014), «Инновационные технологии в АПК: теория и практика» (Пенза, 2014, 2020), «Инновационные технологии в растениеводстве и экологии» (Владикавказ, 2017), «Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Владикавказ, 2019), «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России» (Пенза, 2019), «100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития» (Воронеж, 2019), «Актуальные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Юга России» (Майкоп, 2019), «Теория и практика современной аграрной науки» (Новосибирск, 2020), «Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса» (Курган, 2020), «Достижения и перспективы реализации национальных проектов развития АПК» (Нальчик, 2020), «Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса» (Курган, 2020), «Актуальные проблемы АПК и инновационные пути их решения» (Курган, 2021) и др.

По материалам диссертации опубликовано 133 научных работ, в том числе: 13 – в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 2 – в международных базах Web of Science и Scopus, имеется 5 патентов на изобретения, издано 3 научные монографии, учебное пособие, рекомендации производству.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа изложена на 410 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, 6 глав, выводов и рекомендаций производству. В тексте содержится 85 таблиц, 26 иллюстраций, 64 приложения. Список использованной литературы содержит 510 источников, в том числе 41 иностранных авторов.

Автор выражает благодарность и признательность сотрудникам кафедры землеустройства и экологии, преподавателям, аспирантам и студентам агрономического факультета Горского ГАУ за всемерную поддержку и неоценимую помощь при проведении исследований.

Мы искренне признательны ректорам вуза, профессорам Б.Б. Басаеву, В.Х. Темираеву и Т.Р. Тускаеву за моральную и материально-техническую поддержку в годы проведения научных исследований.

Глава 1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ АМАРАНТА И БОБОВЫХ ТРАВ В ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ (обзор литературы)

1.1 История изучения культуры амарант, ее кормовая ценность и биологические особенности

Амарант от греческого «вечный, неувядающий». История возделывания и использования амаранта в качестве продукта питания и эффективного лекарственного средства насчитывает не меньше 8000 лет. Амарант был одним из основных продуктов питания целых государств (и даже цивилизаций) и большей части коренного населения Южной Америки на протяжении многих тысячелетий.

Известно, что еще Древние ацтеки использовали его для вскармливания своих новорожденных детей. Семена растения амарант служили источником силы, здоровья и здравомыслия воинам ацтеков, отправившимся в дальние тяжелые походы.

Ацтеки и инки употребляли амарант в пищу, почитали его не только как пищевую и лечебную культуру, но и как священную. В честь него устраивались празднования, существовал даже культ амаранта, предусматривающий принесение человеческих жертв (Казарин В.Ф., 2012; Казарин В.Ф., Артамонов Е.И., 2013; Казарин В.Ф. и др., 2013).

В Азии это растение как зерновая и овощная культура пользуется большой популярностью среди племен Пакистана, Индии, Китая и Непала. В горных областях Непала и Индии особенно большой популярностью пользуется амарант хвостатый. Ещё один интересный факт об амаранте: его семена размачивают в молоке и готовят по типу воздушной кукурузы (Вавилов Н.И., 1987; Шумилова А.А. и др. 1997; Высочина Г.И., 2013).

В Европу семена и плоды амаранта были завезены испанцами, которые позиционировали его в качестве декоративного растения. Начиная с XVIII века, его начали возделывать как высокоурожайную крупяную и кормовую культуру. Вскоре популярность амаранта возросла настолько, что в 1653 году

шведская королева Христина Августа основала орден кавалеров Амаранта.

На территорию теперешней России растение, другие названия которого звучат как щирица, аксамирник, кошачий хвост, петушиные гребешки, бархатник, попало почти на три столетия позже и сейчас произрастает во многих ее областях благодаря своей неприхотливости.

Благодаря высокой продуктивности, устойчивости к неблагоприятным воздействиям, хорошим продовольственным лечебным и кормовым свойствам в 1930-1933 годах академик Н.И. Вавилов предлагал возделывать амарант на полях нашей страны как одну из наиболее перспективных культур (Вавилов Н.И., 1965; Велибеков Р.М. и др., 1998; Меликов Р.К., 1999; Котова Н.П., Леонтьева Н.А., 2000; Чернов И.А. и др., 2007; Мирошниченко Л.А. и др., 2012). Однако долгое время эта культура оставалась без должного ей внимания. А в 1984 г. американская академия наук признала его наиболее перспективной культурой XXI века (Кононков П.Ф., Гинс В.К., 1996).

На сегодняшний день во многих российских и зарубежных регионах с успехом возделывают амарант метельчатый как урожайную высокобелковую кормовую культуру (Медведев П.Ф., Сметанникова А.И., 1981; Парахин И.В. и др., 2006; Лященко Г.А., 2007). Созданные сорта отличаются высокой урожайностью зеленой массы (710-840 ц/га), сухой массы – 140-155 ц/га, семян – 22,8-24,0 ц/га (Журвель и др., 2012; Чумакова В.В., Журавель Н.В., 2012; Чумакова В.В., Чумаков В.Ф., Журавель Н.В., 2016).

В России посеvy амаранта можно встретить в Чувашии, Калмыкии, Башкирии, Кубани, Поволжье, Татарии, Коми, Западной Сибири, на Дальнем Востоке, Черноземье. Во многих регионах России щирица – амарант представлена двенадцатью видами и его можно как кормовую, овощную, декоративную, лекарственную и техническую культуру успешно возделывать повсеместно.

Амарант – культура с высоким адаптационным потенциалом. Это относительно новая для нашей страны культура, привлекающая к себе внимание ученых и специалистов из-за своих уникальных свойств,

удивительно высокой урожайности, а также широты возможностей хозяйственного использования: для пищевых целей, в фармацевтической и парфюмерной промышленности, в качестве различных видов кормов для скота и птицы, как декоративное и сидеральное растение.

В последнее десятилетие XX столетия было проведено много исследований, как состава самого растения, так и возможностей его эффективного применения в качестве компонента питания, а также для лечения и профилактики различных заболеваний. Первое, на что обратили ученые при изучении уникального химического состава амаранта, это съедобность всех без исключения его частей и их необычайно высокую питательную ценность. Амарант настоящий клад полезнейших компонентов, но самым ценным качеством семян и листьев амаранта является, безусловно, содержание большого количества высококачественного белка, который накапливается и в листьях, и в семенах растения.

Абсолютно все его части (корни, стебли, листья, семена, плоды) необычайно питательны и ценны. Больше всего ценятся семена растения, ведь количество белка в них превосходит сою и пшеницу. Благодаря высокому содержанию незаменимых аминокислот он является очень важным продуктом для людей, не употребляющих в пищу мясо по медицинским показаниям или личным убеждениям.

Характеристика амаранта как лекарственного растения очень объемна, так как он способен излечить многие недуги и укрепить здоровье. В состав листьев, цветков и стеблей этого растения входят такие важные для организма человека вещества как серотонин, стероиды, желчные кислоты, холин, витамины группы В, витамины Е и Д, пантотеновая кислота и пр.

Листья растения – богатый источник каротинов, они также используются в качестве антиоксиданта и антацидного средства.

В побегах растения содержится до 10% Са, много в них витаминов С и А, железа, марганца, магния, цинка и клетчатки.

Этот продукт, отличающийся высокой питательной ценностью,

используется при лечении многих заболеваний, а именно: болезней сердечно-сосудистой и центральной нервной системы; при простудных и кожных заболеваниях; в пророщенном виде семена особенно полезны при онкологических патологиях; листья способствуют улучшению состояния при сахарном диабете, энурезе (Кузютина Л.И. 2000; Офицеров Е.Н., 2001; Юсифов Н.М. и др., 2014; Гусева В.А., Кононков П.Ф., Гинс М.С., 2006; Кононков П.Ф., Сергеева В.А., 2011; Sabbione et al., 2015; Tufts et al., 2015).

Кроме этого листья амаранта часто используется при приготовлении салатов, супов и борщей, они служат отличной приправой для различных солений и маринадов.

Трава амаранта является прекрасным кормом для домашних животных, благодаря ее употреблению они остаются бодрыми и жизнерадостными даже в преклонном возрасте.

Корни амаранта используются для приготовления полезного, богатого витаминами и минералами компоста.

Из семян этого растения получается превосходная мука с богатым витаминно-минеральным составом. Она не содержит глютена, нашла широкое применение при приготовлении соусов, каш, несладкого теста для выпекания хлеба. Мука из семян этого растения является незаменимым продуктом питания маленьких детей, беременных и кормящих женщин (Мирошниченко Л.А. и др., 2004; Мелешкина Е. и др., 2005; Дергаусов В.И., 2006; Смирнов С.О., 2006; Мартиросян В.В., 2008; Уажанова Р.У. и др., 2010).

Масло из семян этого растения может заменить любое растительное. Его можно добавлять в выпечку, жарить на нем, использовать для приготовления первых блюд. Но лучше всего амарантовое масло проявляет свои вкусовые качества в салатах, так как термическая обработка изменяет его вкусовые качества и уменьшает полезность.

Белок амаранта уникален, как и сам амарант. По сбалансированности аминокислотного состава белок амаранта наиболее близок к "идеальному

белку" (теоретическому). Биологическая ценность белка амаранта выше белка материнского молока и белка мяса кальмаров.

Но уникальность амарантового масла определяют два других его компонента.

Первый – наличие витамина Е в редкой, особо активной, форме. Антиоксидантные свойства этого витамина широко используются в фармакологической промышленности. Витамин Е амарантового масла снижает уровень холестерина в крови, повышает эластичность стенок сосудов, значительно снижает риск тромбообразования (Зеленков В.Н. и др., 2008; Саратовский Л.И., 2010; 2013; 2014).

Уникальность амарантового масла также обеспечивает наличие в нем сквалена – это углеводород, его содержание в масле амаранта составляет 8%. Это вещество впервые было выделено японскими учеными из печени глубоководной акулы в 30-х годах прошлого века. Сегодня на западном рынке БАД широко известен весьма дорогостоящий продукт под названием "Deep shark liver oil", используемый как иммуностимулятор и как противоопухолевое средство. В незначительных количествах сквален также входит в состав элитной косметики. В семенах растения содержится ценнейшее масло, содержащее 77% ненасыщенных жирных кислот, в том числе около 50% линолевой и линоленовой кислот. Амарант используется как лечебно-профилактическое средство при неврозах, диабете, авитаминозе, ожирении, заболеваниях почек и в послеоперационный период, сердечнососудистых заболеваниях (Кононков П.Ф., Гинс М.С., Рахимов В.М., 2004; Железнов А.В., 2005; Гаврилин М.В. и др., 2007; Журавская А.Н. и др., 2012; Gamel Т.Н., 2006; Velez-Jimenez et al., 2014).

Амарантовое масло используется как лечебно-профилактическое средство при анемии, нарушении обмена веществ, излишнем весе, а также при синдромах неврастении, невротических реакциях и головных болях, обусловленных нервным перенапряжением (Чиркова Т.В., 1999; Офицеров Е.Н., Офицерева Э.Х., 2001; Магомедов И.М., 2003; Lado et al., 2015).

Значительное внимание ученых амарант привлек еще в 1972 году, когда австралийский физиолог растений Д. Даунтон установил, что эта культура относится к группе растений с высокоинтенсивным фотосинтезом C₄-типу и образует большое количество белка богатого на лизин, метионин и триптофан. Особенно важно, что у амаранта не просто высокое содержание белка – он хорошо сбалансирован по аминокислотам, легко экстрагируется (Кононков П.Ф. и др., 2006; Кононков П.Ф., Сергеева В.А., 2011).

По типу использования, созданные в стране сорта, разделяются на кормовые, зерновые, овощные и декоративные 12 видов (Жизнь растений. Цветковые растения., 1980; Дроздов С.Н. и др., 2014). Необходимо отметить относительную условность данного деления, потому что чисто отдельные сорта могут быть универсальными по типу использования. Кормовая масса амаранта характеризуется высоким содержанием и качеством белка, сбалансированного по незаменимым аминокислотам, а также витаминов, фитогормонов, макро- и микроэлементов. Зеленая масса амаранта содержит до 15-20 % протеина и содержание его существенно не снижается до фазы молочной спелости семян (Магомедов И.М., 1990).

Зерновой амарант дает семена по характеристикам и свойствам, сходным с зерном злаков. Однако поскольку он не относится к злаковым (двудольным), его называют псевдозлаком. Семена амаранта содержат в среднем 15-18% белка, что выше, чем у большинства зерновых культур, 5-8% масла и 3,7-5,7% клетчатки (Чиркова Т.В., 1999; Сафаров А.К. и др., 2003; Офицеров Е.Н. и др., 1995).

Очень высоким считается качество белка амаранта, что связано со значительным содержанием в нем аминокислоты лизина. В белке амаранта его в 2 раза больше, чем у пшеницы, в три раза, чем у кукурузы и сорго, и даже в 1,5 раза больше, чем в сое и коровьем молоке (Гинс В.К., Злотников А.К., 2000; Зновенко О.В., Лешан Т.А., 2003; Коноков П.Ф., Гинс В.К. и др. 2006, Кононков П.Ф., Гинс М.С., 2008).

Ученые уверяют, что по количеству лизина амарант превосходит все

известные на планете растения. Если оценить идеальный белок (близкий к яичному) в 100 баллов, то молочный белок казеин будет иметь 72 балла, соевый -68, пшеницы -58, кукурузы - 44, а амаранта-75 баллов (Ожиганова Г.У., Дегтярева И.А., 1989; Пинегин В.Г., 1990; Воронов Н.М., 1992; Сбитнева М.Н., 1996; Ярошевич М.И. и др., 1998; Бурькина С.И. и др. 2000).

Нелишне напомнить, что лизин является ценной незаменимой аминокислотой, и человек получает его только из растений. Нехватка лизина в рационе ведет к плохому усвоению белка (до 50%). В рацион его нужно добавлять 20%.

Если бы амарант накапливал только что перечисленные вещества, он уже только по этим причинам был бы отнесен к разряду полезных растений. Но существуют и другие составляющие достоинств амаранта. Если продолжить сравнение, то содержимое клетчатки и масла у амаранта также значительно выше, чем у большинства других зерновых культур.

В XXI веке амарант способен занять ведущее положение не только в качестве продовольственной и кормовой, но также и лекарственной культуры. С ожидаемыми изменениями климата на Земле, использование амаранта становится еще более актуальным благодаря его уникальной особенности приспособляться к различным условиям внешней среды (Чиркова Т.В., 1999).

Амарант относится к семейству амарантовых или щирицевых (Amaranthaceae), подсемейству амарантовых, роду амарант (Amaranthus). Насчитывается 80 видов рода *Amaranthus*, большинство из них считаются сорными растениями, 12 видов окультурены.

Биологические особенности. Амарант – перекрестноопыляющаяся культура. Любит свет, тепло и влагу.

Амарант – это культура с уникальной способностью адаптироваться к различным экологическим условиям внешней среды, что делает его одной из самых перспективных культур (Магомедов И.М., 2002). Растение амаранта ветроопыляемое, свето-теплолюбивое (оптимальная температура для

быстрого роста – 20°C и выше). Амарант очень экономно расходует влагу, устойчив к засухе, во время которой словно впадает в состояние анабиоза. Однако после первого же дождя амарант начинает расти с небывалой скоростью. Как правило, эту способность амаранта объясняют его особым типом фотосинтеза – C₄ – типом. В отличие от растений с классическим C₃ путем фотосинтеза амарант и ему подобные кукуруза, просо, сорго, сахарный тростник и некоторые другие растения более эффективно усваивают двуокись углерода, находящегося в атмосфере, и способны превратить в единицу времени большое количество CO₂ в углеводы, что способствует быстрому приросту биомассы. Потеря углекислого газа подавляется в процессе фотодыхания, и это позволяет превращать в сахар большую часть атмосферного углерода на единицу воды, чем у растений с C₃, путем фотосинтеза (Пьянков В.И., 1998; Мирошниченко Л.А., 2008; Бекузарова С.А. и др., 2014; Цугкиев Б.Г., Чкареули М.В, 2019). С этим свойством амаранта связана другая важная особенность, а именно способность продолжать процесс фотосинтеза при закрытых устьицах, что приводит к экономии воды в период вегетации. Поэтому амарант относится к культурам с повышенной засухоустойчивостью, хотя он прекрасно реагирует на полив.

Амарант может стать альтернативой кукурузе, пшенице и другим культурам для возделывания в тех районах, где ресурсы воды недостаточны. Все виды амаранта являются теплолюбивыми растениями. Семена амаранта начинают прорасти при 8°C, и оптимальная температура прорастания варьирует в пределах 20-25°C, растения амаранта устойчивы к болезням, засухе, жаре (Кононков П.Ф., Сергеева В.А., 2011).

Всходы при оптимальных условиях появляются через 4-6 дней после посева. В начальный период около 3-4 недель растения амаранта растут медленно и могут угнетаться сорняками. Данная биологическая особенность является недостатком культуры, которую при возделывании следует учитывать. Но через четыре недели он начинает интенсивно развиваться, угнетая все сорняки. За сутки прирост зеленой массы может достигать 5-7 см.

Цветение и созревание семян в соцветии происходит неодновременно, идет с нижней части к верхушке. Цветение растений амаранта наступает в июле и продолжается до конца августа. Такой же растянутый период созревания семян.

Свежеубранные семена практически не прорастают, период послеуборочного созревания составляет 3 месяца. Семена могут сохранять свою всхожесть в течение 5-7 лет и более. Амарант обладает самым высоким – 1:500-1000 коэффициентом размножения, которого не имеет ни одна традиционная сельскохозяйственная культура. Семеноводство культуры осложняется малыми размерами семян (около 1 мм в диаметре) и осыпаемостью их при созревании.

Полезные вещества амаранта: белок – 19%; клетчатка – 10,9%; крахмал – 41%; масла – 5-8%; сахара – 2%.

Как известно, белок – это основа основ организма. Известный советский врач-диетолог А.А. Покровский писал, что именно с белками связано осуществление основных проявлений жизни: обмена веществ, раздражимости, способности к росту, размножению и даже к высшей форме движения материи – мышлению. Можно сказать, что белки – это «кирпичики», из которых построены различные части клеток.

Белки имеют очень сложную структуру и состоят из более мелких молекул – аминокислот, которых известно около двадцати, причем десять из них относятся к разряду так называемых незаменимых, то есть не синтезируемых в организме человека и поступающих в него, только с пищей.

Растения сами вырабатывают все аминокислоты. Поэтому понятно, что изучив амарант, ученые-диетологи активно включились в исследование этого растения – ведь количественный и качественный состав белка в амаранте превосходит многие другие известные растения. И по содержанию пищевых волокон, интерес к которым в последнее десятилетие выше, чем к любому другому компоненту питания, амарант превосходит, например, овес.

Считается, что благодаря редкой экологической пластичности и

высокому адаптационному потенциалу оказывается возможным как культивирование его видов в широком диапазоне экологических условий, так и повышение устойчивости к различным воздействиям с помощью акклиматизации («закалки») к одному из них (Зеленков В.Н., Заксас Н.П., 2000; Казарин В.Ф., Казарина А.В., 2005; Башинская О.С, 2014; Казарина А.В., Казарин В.Ф., 2015).

Вследствие всех вышеперечисленных особенностей амарант имеет специфическую кривую роста, которая позволяет сделать следующие выводы. В первый период рост растений сильно замедлен (в первые 30 дней складывается впечатление, что амарант просто не растет). Это обуславливается малым запасом питательных веществ в семени, малой площадью фотосинтетической поверхности, а также преобладанием потока пластических веществ, идущих на развитие корневой системы над потоком, направленным в листья. В этот период амарант может пережить даже длительную засуху, закрывая устьица и приостанавливая рост до наступления благоприятных условий, но именно на этом этапе развития амарант в наибольшей степени страдает от сорняков, которые успешно обгоняют его в росте и впоследствии заглушают. По истечении этого критического периода скорость роста резко возрастает и при оптимальных условиях достигает 5-6 см в день. В это время идет быстрое увеличение площади листовой поверхности, амарант легко обгоняет сорняки в росте и, затемняет их и таким образом успешно справляется с ними (Громов А.А., 1995; Демина Г.В., Иванова О.Р., 1995; Железнов А.В. и др., 1997; Переправо Н.И., 1997; Иванова Н.А., 1999; Кшникаткина А.Н., 2003; Калицева Д.Т., 2012).

К почвенным условиям амарант не требователен. Он хорошо растет на черноземах, каштановых и дерново-подзолистых почвах. Однако рост его тесно связан с плодородием почвы. Амарант относится к культурам, интенсивно использующим легкодоступные питательные вещества, и характеризуется высоким их потреблением, по сравнению с другими

белковыми культурами. Зерновые амаранты менее требовательны к плодородию почвы и предпочитают хорошо дренированные нейтральные или щелочные почвы. Диапазон рН, при котором нормально растут и развиваются амаранты, равен 6,0-8,5 (Чернов И.А., Земляной Б.Я., 1991; Казарин В.Ф., Казарина А.В., 2005; Аверкин П.М., Бутяйкин В.В., 2011).

Амарант как высокобелковое растение характеризуется интенсивным потреблением азота. При этом независимо от форм внесения азота, с увеличением их нормы внесения в растениях повышается содержание белка, лизина и золы (Некрасов Г.Ф., Кисилева И.С., 1995).

Альтернативным вариантом замены легкорастворимых азотных удобрений при возделывании амаранта может послужить также и использование бактериальных препаратов, приготовленных на основе комплекса азотфиксирующих и других микроорганизмов. Азотфиксирующая активность в ризосфере амаранта при бактеризации его семян значительно возрастает. Тенденция к увеличению продуктивности растений при инокуляции достаточно важна, и прирост урожая составляет в среднем 50%.

Амарант в настоящее время широко используется во всем мире как ценная пищевая культура, однако в России до сих пор остается недооцененной и по ряду причин недостаточно распространенной культурой. Одна из проблем интродукции связана с особенностями этой культуры: у семян амаранта размер и масса очень малы и, как следствие, их всхожесть низкая, а через неделю после появления проростков наступает состояние скрытого роста, во время которого интенсивно развивается корневая система и останавливается рост надземной части (Кононков П.Ф. и др., 1999). Такие особенности обуславливают чувствительность культуры к внешним условиям и частую гибель в посевах.

Не умаляя достоинства уже известных и широко распространенных кормовых культур, целесообразно подчеркнуть преимущества этого растения перед традиционными. Важным достоинством амаранта являются высокая засухоустойчивость, хорошая отзывчивость на агротехнику, высокая

окупаемость удобрения, приспособленность к различным почвенно-климатическим условиям, низкая норма высева семян, интенсивный рост, устойчивость к болезням и вредителям (Слободяник Т.М., Саяпина В.М., 2002; Святковская Е.А., Тростенюк Н.Н., 2003; Кадыров С.В., Федотов В.А., 2005).

Как кормовая культура амарант – высокоурожайное растение, где зеленая масса превышает на 20-30% традиционную силосную культуру кукурузу и составляет в среднем 500-800 ц/га. В 100 кг зеленой массы амаранта содержится в среднем 15-18 корм. ед. На 1 корм. ед. в зеленой массе амаранта приходится 180-200 г переваримого протеина, валовый сбор которого составляет 1,5-2,0 т/га. зеленая масса хорошо поедается всеми видами животных. Из зеленой массы амаранта в смеси с кукурузой или другими злаковыми культурами, а также с бобовыми (козлятник), готовят хороший комбинированный силос, сбалансированный по протеину и незаменимым аминокислотам. Амарант является самым дешевым и высокобелковым кормом, как в свежем виде, так и в силосе (Чернов И.А., 1997; Гинс М.С., 2002; Кононков П.Ф., 2011; Андреева О.Т., 2019).

Амарант может найти весьма широкое применение в будущем и у России есть огромный потенциал для увеличения производства амаранта, так как в нашей стране имеются огромные территории с плодородной почвой и с достаточным для растений количеством воды (Таипова Р.М., Кулуев Б.Р., 2015). Ряд авторов считает, что в XXI веке амарант может спасти население планеты от дефицита белка (Зеленков В.Н., 2008).

Производственники опасаются засорения полей амарантом, поскольку он является разновидностью щирицы, однако опасения эти напрасны: культурные виды амаранта по сравнению с диким сородичем не могут воспроизводиться без помощи человека.

Научно-исследовательские работы с амарантом активно ведутся в госагроуниверситетах в Санкт-Петербурге, Казани, Воронеже, Башкирии и Владикавказе. Создана европейская ассоциация «Амарант», президентом

которой избран И.М. Магомедов (Магомедов И.М., 2001; Бекузарова С.А. и др., 2014; Фарниев А.Т., Калицева Д.Т., Сабанова А.А., 2014; Кузнецов И.Ю., Даутова Э.Р., 2015; Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Калицева Д.Т., 2015; Фарниев А.Т., Сабанова А.А., 2015; Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Ханаева Д.К., 2016). Значительную работу по интродукции этой культуры в России провел Всероссийский институт селекции и семеноводства овощных культур (Кононков П.В. и др., 1999).

1.2 Хозяйственно-ценные признаки и кормовые достоинства бобовых трав (люцерна, клевер, вязель, донник, лядвенец)

Ещё в начале XX века В.Р. Вильямс практически обосновал роль травосеяния как одного из важнейших средств создания и поддержания условий плодородия почвы, обеспечения прочной кормовой базы для животноводства; разработал теорию восстановления структуры почвы путём введения в севооборот многолетних бобовых и злаковых трав (Зезин Н.Н., Намятов М.А., 2019).

В конце XX века Е.П. Трепачёв (1985) отмечал, что роль биологического азота не ограничивается только экономией азотных удобрений и получением дешёвых и полноценных белков. Велика роль бобовых многолетних трав в обогащении почвы органическим веществом и азотом, значит и гумусом. Однако Е.Н. Мишустин (1985), сделав расчёт азотного баланса почв СССР, подчёркивал, что среди источников азота, используемого сельскохозяйственными культурами из почвы, на минеральные и органические удобрения приходится 60,5%, на долю свободноживущих азотфиксаторов – 19,5% и на биологический азот корневых и пожнивных остатков бобовых – лишь 7,8%.

В настоящее время многолетние бобовые травы наиболее широко возделываются в хозяйствах с развитым молочным животноводством.

От объемов возделывания бобовых зависит эффективность сельского хозяйства в целом, так как бобовые культуры не только определяют

обеспеченность животноводства кормами, но и существенно влияют на повышение продуктивности растениеводства, сохранение плодородия почвы и окружающей среды (Farniev A.T., 2019; Козырева М.Ю., Басиева Л.Ж., 2020).

В настоящее время успешное и эффективное ведение кормопроизводства, создание условий для перехода на биологизированную систему земледелия в значительной степени зависят от оптимизации структуры кормовых угодий. Подбор и оптимальное соотношение отдельных групп и видов кормовых культур позволяет значительно снизить затраты на производство кормов и увеличить их количество, добиться сбалансированности кормовых рационов по элементам питания, обеспечить сохранение и повышение почвенного плодородия. Ведущая роль в решении выше указанных проблем отводится многолетним бобовым травам и бобово-злаковым травосмесям, расширение посевов которых должно стать стратегическим направлением дальнейшего развития как полевого, так и лугопастбищного кормопроизводства.

Многолетние травы обеспечивают наиболее высокое и стабильное накопление энергии, что в сочетании с низкими энергозатратами на производство дает высокий агроэнергетический эффект.

Многолетние травы помимо их непосредственного кормового значения, являются основным звеном биологизации и экологизации земледелия. Резко сократившиеся в последние годы объемы внесения органических и минеральных удобрений заставляют искать альтернативные варианты решения проблем сохранения и восстановления плодородия почв. Основную роль в решении этой проблемы должны играть многолетние травы, которые сейчас служат практически единственным доступным средством повышения урожайности однолетних культур, защиты почв от эрозии и деградации, создания условий для формирования устойчивых экосистем.

Многолетние бобовые травы служат основой кормовых и полевых

севооборотов, используются при создании зеленого конвейера, улучшении естественных кормовых угодий, создании культурных сенокосов и пастбищ (Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Гончаров П.Л., 1999; Северов В.И., 2000; Лукашов В.Н., 2001; Дронова Т.Н., 2007; Спиридонов А.М., 2013, 2015).

Фундаментальные работы П.А. Костычева (1885), П.Н. Константинова (1932), Д.Н. Прянишникова (1939), М.И. Тарковского (1952), П.А. Лубенец (1956), Ф.И. Филатова (1966), С.П. Смелова (1966), И.С. Шатилова (1969), П.А. Сергеева, Г.Д. Харькова, А.С. Новоселовой (1973), П.Л. Вавилова, А.А. Кондратьева (1975), М.Ф. Лупашку (1988), В.Н. Чурзина (1990), В.Б. Беляка (1996), Ю.К. Новоселова, А.С. Шпакова, Г.Д. Харькова (1997); А.С. Шпакова, И.В. Савченко и др. (2001) и др., раскрывают роль многолетних трав в укреплении кормовой базы, восстановлении структуры почвы, накоплении в ней биологического азота, построении правильных севооборотов с участием многолетних бобовых и злаковых трав, улучшении естественных кормовых угодий, рассолении засоленных почв. По мнению большинства исследователей, многолетние бобовые травы – прекрасный предшественник для целого ряда сельскохозяйственных культур. Многолетние травы дают наиболее дешевую кормовую единицу и могут быть использованы в системе зеленого конвейера для приготовления самых разнообразных видов корма: сена, силоса, сенажа, витаминной травяной муки, гранул и брикетов. Все виды кормов из бобовых трав отличаются высоким качеством.

Бобовые травы отличаются повышенным содержанием аминокислот, а по отдельным из них превосходят злаковые в 1,5-2,0 раза. Так, по сведениям М.Ф. Томмэ, Р.В. Мартыненко (1972), количество лизина в бобовых в 1,7, цистина - в 2,0, триптофана - 2,3, аргинина - 1,8, трионина - в 1,9 раз выше, чем в злаковых травах.

Дронова Т.Н. и др. (2009), Спиридонов А.М. (2017) в своих работах указывают, что по комплексу хозяйственно-полезных показателей особенно ценными культурами являются клевер луговой, козлятник восточный,

лядвенец рогатый. По продуктивному долголетию, устойчивости к неблагоприятным факторам среды, кормовой ценности они могут стать хорошим дополнением к люцерне, а в отдельных случаях – и заменой ей. Использование их в сочетании с люцерной и другими традиционными для региона травами позволит решить проблему увеличения объемов производства высококачественных кормов, эффективного использования орошаемых земель в засушливых зонах России, воспроизводства почвенного плодородия.

Среди бобовых трав наибольшее распространение получили и широко возделываются люцерна, клевер луговой, на меньших площадях возделываются донник, лядвенец, и практически не возделывается вязель.

Интерес к люцерне вызван высоким содержанием белка и богатым аминокислотным составом, в отличие от клевера – большим долголетием и высокой засухоустойчивостью.

В нашей стране наибольшее распространение получили три вида культуры – это люцерна синяя (*Medicago sativa L.*), желтая (*Medicago falcate L.*) и гибридная (*Medicago media Pers.* или *Medicago varia Mart.*).

Люцерна – многолетнее, многоукосное растение. Она характеризуется большой пластичностью по отношению к условиям обитания. Может переносить колебания температуры в значительных пределах. Прорастание семян у нее начинается при температуре 1–2 °С. При температуре 10 °С всходы появляются через 8–10 суток. Оптимальная температура для появления дружных всходов составляют 15–20 °С. При температуре ниже 5°С рост растений прекращается. Всходы люцерны переносят заморозки до – 5–7 °С. По морозостойкости люцерна превосходит клевер луговой. Активно растет растение люцерны при температуре 10–15 °С.

Оптимальные условия для биосинтеза складываются при температуре 20–30 °С днем и 14–18 °С ночью. Максимальный урожай вегетативной массы образуется при дневной температуре 25 °С и резко снижается при 35 °С. Люцерна жаростойка и хорошо переносит дневные температуры до 40 °С.

Она может переносить отрицательные температуры на глубине залегания корневой шейки до -20 °С. При снежном покрове 30–40 см люцерна способна выдерживать морозы до -40 °С. Гололедица и резкие колебания температуры при отсутствии или слабости снежного покрова для нее губительны. Отрицательное влияние на люцерну оказывает вымокание, выпревание и выдувание, особенно при запоздалом скашивании. Для получения полноценного укоса на корм сумма активных температур должна составлять 800–850 °С, для получения семян – 1500–2100 °С (Брикман В.И., Гренда С.Г., Емельянов А.М., 1986).

Люцерна – светолюбивое растение длинного дня. Свет – необходимое условие фотосинтеза, благодаря которому создается около 80–95% органической массы. Световой режим, создаваемый солнечной радиацией, оказывает большое влияние на рост, развитие и формирование травостоя люцерны. Особенно чувствительны растения к обеспечению светом в период раннего развития, во время цветения и формирования генеративных органов. Недостаточная освещенность в период появления настоящих листьев и ветвления растений отрицательно влияет на развитие корневой системы и задерживает прохождение фаз вегетации люцерны. Лучшие условия для роста создаются при продолжительности солнечного освещения 15–16 часов и интенсивности света 40–60 тыс. люксов.

Для люцерны важно не только общее количество света, но и степень его проникновения к различным ярусам листьев, что определяет общую продуктивность фотосинтеза посева. Поэтому покровные культуры должны как можно меньше затенять растения люцерны, а семенные посевы должны быть разреженными.

Люцерна требовательна к влажности почвы и весьма устойчива к атмосферной засухе. Оптимальные условия для жизнедеятельности растений создаются при влажности 65–85 % от полной влагоемкости (ППВ или НВ %) в течение всей вегетации. Основная масса корней люцерны (70–90 %) сосредотачивается в 0–50 см слое почвы. Недостаток влаги в верхних слоях

почвы обуславливает более интенсивный рост корней вглубь. При снижении влажности почвы до 30% ППВ опадают листья и выпадают отдельные растения. Люцерна очень чувствительна к избыточной увлажненности почвы. Избыточное увлажнение почвы отрицательно влияет на продуктивность и вызывает изреживание посевов растений.

Растения люцерны характеризуются хорошей засухоустойчивостью, что объясняется мощно развитой корневой системой, способной хорошо использовать грунтовые воды. При уровне залегания грунтовых вод менее 1,5 м угнетается рост растений. Лучше люцерна переносит засуху на втором и третьем году жизни. Во время засухи снижается транспирационный коэффициент, образуются мелкие опушенные листья, уменьшаются рост и урожайность люцерны.

Люцерна хорошо произрастает на различных по гранулометрическому составу почвах. Для этой культуры непригодны заболоченные почвы с повышенной кислотностью. При $pH_{\text{сол.}}=5$ клубеньковые бактерии не поселяются на корнях люцерны и не обеспечивается нормальная азотфиксация растений. Растения люцерны хорошо растут при реакции почвенного раствора 6,6–7,0. Люцерна переносит слабое засоление почв, способствует их рассолению, предотвращая подток засоленных грунтовых вод к верхним слоям почв. На орошаемых землях люцерна предотвращает вторичное засоление. На сильнозасоленных почвах невозможно получить хороший урожай люцерны.

Люцерна, по мнению многих исследователей при благоприятных условиях способна формировать 100-120 ц/га сухой массы с содержанием 10-22 ц/га белка. Она обладает высокой отавностью, способна фиксировать большое количество азота, устойчива к вытаптыванию (Алтунин Д.А., 2001; Благовещенский Г.В., 2001; Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Козырев А.Х., 2004; Жезмер Н.В., 2009; Алборова П.В., 2012; Козырев А.Х., 2009, 2011; Козырева М.Ю., Басиева Л.Ж., 2020; Доев Д.Н., 2017; Кольцов А.В., 2002; Kallenbach R.L., Nelson C.J., Coutts J.H., 2002; Kozyreva M.Yu. et.al., 2020;

Bekuzarova S.A. et al., 2021).

Клевер луговой, или красный (*Trifolium pratense L.*) – многолетнее бобовое травянистое растение. Его возделывают в таежной, подтаежной зонах и закрытой лесостепи. В регионе возделывается позднеспелый тип клевера лугового, который характеризуется высокой урожайностью и зимостойкостью.

Корень у клевера стержневой, глубоко проникающий в почву, сильно ветвится, образуя большое количество боковых корней. На пахотных почвах корень клевера проникает на глубину до 1–2 м. На главном и особенно боковых корнях образуются многочисленные клубеньки, заполняемые азотфиксирующими бактериями, усваивающими атмосферный азот воздуха.

Семена клевера начинают прорастать во влажной почве при температуре 2 °С, полные всходы появляются при 8–10 °С тепла. Наиболее дружные всходы наблюдаются при температуре до 20 °С. Всходы переносят весенние заморозки до –6 °С, а взрослые растения до –15 °С. В период вегетации растения лучше произрастают при температуре 20–25 °С. В условиях Сибири клевер менее требователен к теплу по сравнению с люцерной (Коломейченко В.В., 2007).

В период вегетации сумма активных температур, необходимая для формирования урожая сена от всходов до проведения первого укоса, должна составлять примерно 950 °С.

Клевер является растением длинного дня. Световая стадия при длинном дне у него проходит быстрее, чем коротком. При сокращении длины дня междоузлия у клевера лугового становятся короче и высота стеблей заметно уменьшается. Растение является относительно теневыносливым. При сильном затенении клевера ухудшаются условия прохождения фотосинтеза и снижается урожайность растений.

Клевер луговой сравнительно влаголюбивое растение, но плохо переносит высокий уровень грунтовых вод и длительный застой воды. Эта культура лучше всего растет при влажности 70–80 % НВ. Для обеспечения

нормальной семенной продуктивности влажность почвы до цветения должна составлять 80 %, при цветении – 60 %, во время созревания семян – 40 % НВ (Гончаров П.Л., 1992).

Растения клевера очень требовательны к оптимальной влажности почвы особенно в первый год жизни, когда он находится под покровом других культур. При достаточной обеспеченности растений влагой в этот период клевер хорошо развивается. При засушливой погоде покровная культура, поглощая влагу, значительно иссушает почву и создает дефицит воды. В таких условиях формируется слаборазвитая корневая система, и ухудшаются условия развития и перезимовки растений.

После уборки покровной культуры клевер усиленно развивается, поглощая для своего развития большое количество воды. Во второй год жизни потребность клевера во влаге в значительной степени обуславливается величиной его надземной массы. По мере нарастания листостебельной массы возрастает водопотребление клевера. Наиболее высокие урожаи клевера наблюдаются в годы с достаточным количеством осадков в период от массового стеблевания до бутонизации.

Клевер малотребователен к плодородию почв и хорошо растет на различных по гранулометрическому составу дерново-подзолистых, серых лесных почвах, черноземах выщелоченных и оподзоленных. Неустойчивые посевы клевера лугового наблюдаются на супесчаных почвах, сформированных на легких почвообразующих породах. На слабогумусированных почвах клевер растет плохо, а на сильноокислых сильно выпадает в первый год жизни. Одна из причин плохого развития клевера на почвах с кислой реакцией среды – повышенное содержание в ней подвижного марганца и алюминия. При содержании подвижного алюминия в количестве 2–3 мг/100 г почвы клевер луговой сильно задерживается в росте, а при 10–12 мг/100 г почвы его травостой сильно изреживается.

При кислой реакции среды снижается зимостойкость клевера, на сильноокислых почвах подавляется развитие клубеньковых бактерий и

нарушается нормальное азотное питание растений. Эта культура не переносит сильнокислых и засоленных почв. При реакции почвенного раствора ниже 4,5 клевер, как правило, выпадает. Лучшими для возделывания клевера лугового являются слабокислые или близкие к нейтральной реакции почвы ($pH_{\text{сол.}}=5,5-6,5$). Известкование кислых почв в севооборотах при выращивании клевера проводится под предшествующую культуру. Оптимальная глубина залегания грунтовых вод 1,0–1,5 м. При более низком уровне залегания грунтовых вод наблюдается вымокание растений.

Клевер луговой занимает важное место в кормопроизводстве, он дает питательный и хорошо усвояемый разными животными корм. Он способен формировать урожайность 8-10 т/га и более в пересчете на сено. Корм из клевера лугового являются одним из лучших по питательности, в 1 центнере зелёной массы содержится до 19,8 кормовых единиц и до 2,6 кг белка. (Трепачев Е.П. и др., 1980; Посыпанов Г.С., Воронкова Т.В., 1983; Rogers Н.Н., 1971; Иванов Ю.Д., 1987; Clements R.O., 1995; Шабанова И.А., 2001; Фицев А.И. и др., 2003; Левахин Ю.И., 2004; Волошин В.А., 2012; Башкирцев Д.Л., 2012).

Клевер имеет большое агротехническое значение. На 1 га клевер оставляет 150-160 кг азота, накопленного в результате азотфиксации клубеньковыми бактериями. Кроме того, в почве остается большое количество гумуса, кальция, улучшается структурность почвы (Бекузарова С.А., Абаев А.А., 1995; Станков В.В., 1991; Бекузарова С.А. и др., 2015).

Донник желтый, или лекарственный (*Melilotus officinalis Desr.*), и белый (*Melilotus albus Desr.*) – двулетние бобовые травянистые растения, очень близкие по своим биологическим свойствам.

Для них характерен высокий (75–100 см), прямостоячий, хорошо разветвленный стебель. У донника сильно развитая корневая система, проникающая в почву на глубину до 1,5–2 метров. В России его возделывают в засушливых районах Западной Сибири, Поволжья, Центрально-

Черноземной зоны. Донник в условиях Красноярского края способен давать довольно высокие урожаи биомассы, особенно на втором году жизни, является прекрасным медоносом, обладает хорошей фитомелиорирующей способностью, широко используется в качестве сидеральной культуры (Берзин А.М., 2002).

Семена донника прорастают при температуре 1–2°C. Всходы донника переносят весенние заморозки до –5–6°C. Во время цветения небольшие заморозки (до –1°C) снижают его семенную продуктивность. При достаточном снеговом покрове растения донника выдерживают температуру почвы до –30–40°C, так как его корневая шейка погружается в почву на глубину 5–7 см. При малоснежных зимах наблюдается значительное вымерзание растений. Донник желтый более устойчив и пластичен по отношению к климатическим условиям.

Донник – светлюбивое растение короткого дня. В первый год жизни угнетается покровной культурой и уходит в зиму со слаборазвитой корневой системой. Лучше растет при беспокровном посеве.

Донник отличается высокой засухоустойчивостью. По отношению к влаге донник пластичная культура. Он дает высокие урожаи при годовом количестве осадков в 400–450 мм. В разные фазы развития донник обладает разной чувствительностью к засухе. При недостатке влаги в фазу цветения наблюдается сбрасывание листьев и усыхание кистей. Засухоустойчивость донника в большей степени связана с интенсивностью развития корневой системы. На второй год жизни донник формирует мощную корневую систему, благодаря которой максимально использует влагу из нижних горизонтов почвы. Несмотря на высокую засухоустойчивость, урожай донника в значительной степени колеблется в зависимости от увлажнения почв.

Донник успешно произрастает на черноземах, серых лесных, дерново-подзолистых, солонцеватых, засоленных и эродированных почвах. Эта культура обладает высокой солеустойчивостью, плохо переносит

сильнокислые и переувлажненные почвы. На кислых почвах всходы донника развиваются слабо и зимой почти все растения погибают. Кислые почвы нуждаются в известковании, известь вносят осенью под предшествующую или покровную культуру. Для донника наиболее благоприятны почвы со слабокислой, близкой нейтральной, или слабощелочной реакцией среды.

Донник – незаменимая культура для освоения засоленных почв. Под влиянием донника улучшаются агрохимические и агрофизические свойства солонцовых почв. Корни его выделяют в почву большое количество угольной кислоты, которая растворяет карбонат кальция. Перейдя в растворимое состояние, кальций замещает в составе почвенно-поглощающего комплекса натрий, в результате этой реакции образуется бикарбонат кальция, который по своей природе менее ядовит для растений. Корневые выделения донника могут составлять до 54–76 % от общей массы корней.

Органические и минеральные вещества, выделяемые донником в почву, состоят из аминокислот, соединений фосфора, калия, серы, кальция и других химических элементов. Под влиянием корневой системы донника в почве растворяются труднорастворимые соединения, они переходят в усвояемые для растений формы питательных веществ.

Введение донника в севооборот уменьшает зараженность почвы зерновой нематодой и проволочниками. Причиной гибели вредителей и возбудителей болезней является дикумарин – ядовитое вещество, образуемое из кумарина при разложении корневых и пожнивных остатков донника. Разные сорта желтого и белого донника практически не отличаются по содержанию кумарина в растениях.

Донник - ценное высокобелковое кормовое растение, по питательности не уступающее люцерне, клеверу, эспарцету и относится к числу перспективных кормовых культур. На 1 корм.ед. приходится 250...270 г протеина, что в 2,5...3 раза превышает значения кукурузы, подсолнечника и сорго. К тому же белок донника по полноценности приближен к белку

куриного яйца. По содержанию аминокислот он превосходит горох, вику и сою. Не случайно донник называют в народе «удойником». При достаточном увлажнении он отрастает через 18-20 дней. Коровы могут поедать его до 50...60 кг в сутки, повышая надои в среднем до 3 л. Некоторые считают, что скот плохо поедает донник. Действительно, в первые 3-4 дня пастьбы животные его поедают плохо из-за горьковатого вкуса и резкого запаха, обусловленного содержанием в растениях до 1,5% кумарина. Однако позже животные к нему привыкают и охотно поедают, особенно до наступления бутонизации. Однако никакого вреда животным он не приносит, напротив, стимулирует работу пищеварительной системы, улучшает качество продукции. Существуют бескумариновые формы донника. Известно, что знаменитые швейцарские сыры изготовлены из молока коров содержащихся на донниковых пастбищах (Волошин Е.И., Аветисян А.Т., 2017; Ошаров И.И., 1984; Шашкаров Л.Г., 2005; Сагалбеков У.М., 1991; Карпова Л.В., 2001; Зиновенко А.Л. и др., 2017).

Зеленую массу донника используется на корм скоту, для приготовления сена, сенажа и силоса. К моменту начала цветения содержание белка в сухой массе достигает 19%. Для кормовых целей применяются одновидовые посеы или травосмеси.

100 кг сена донника, собранного в фазе цветения, содержат 44,0-44,5 кормовых единиц и 11,1-11,9 кг перевариваемого белка. 100 кг свежей травы – 18,2-19,5 кормовых единицы и 3,1-3,2 кг белка (Алборова П.В., 2012; Козырев А.Х., Алборова П.В., Сабанова А.А., 2012; Шашкаров Л.Г., 2006).

Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus L.*) – многолетнее травянистое растение ярового типа развития семейства бобовых, является самым распространенным видом рода *Lotus*. Лядвенец рогатый классифицирован и ему дано имя «*Lotus corniculatus*» К. Линнем в 1775 г., научное название *Lotus* растение получило от греческого слова *Lotos*, что означает «приятный корм для скота» (Штеблер Ф.Г., 1930). Произрастает на всей территории Европы и Северной Африке. В диком виде встречается в Азии, Южной и

Северной Америке и даже, а Австралии, а в России – на Кавказе, Западной Сибири (Люшинский В.В., 1984; Баймиев А. Х., Сафиуллина И. М., Газеева И.И., 2021).

Лядвенец – вид, растущий в широком диапазоне условий окружающей среды, вынослив при сильных ветрах, зимостойкий, засухоустойчивый, произрастает повсюду – вдоль полей и на свалках, в парках, на лугах, на супесчаных и суглинистых почвах, в сосновых и смешанных лесах, по берегам рек. По статистике, лядвенец в основном используют для экологического восстановления почв (Растительные ресурсы, 2010; Флора СССР, 1945; Флора Сибири, 1994; Escaray F.J., Menendaz A.B., Garriz A., 2012).

Лядвенец также нашел признание в нечернозёмной зоне страны. По данным Э.Э. Дитмер (1933) в начале 30-х годов ежегодно засевалось лядвенцем до 1000 гектаров. В Тамбовской области семеноводством лядвенца рогатого в 1933 г. занимались хозяйства Госсельстреста «Луговое» Моршанского района и «Сухотника» Тамбовского района. На Моршанской селекционной станции был введен сорт лядвенца Моршанский-528.

Б.П. Лисицын (1952) сообщает об опыте возделывания лядвенца на Моршанской селекционной станции на протяжении более 30 лет, из них свыше 10 лет на довольно больших площадях. За всё время не наблюдалось ни одного случая выпадения лядвенца. При посеве в чистом виде лядвенец в первый год пользования дал урожай выше других бобовых трав, участвовавших в испытании. На второй год он немного уступал люцерне желтой и синей. Клевер на третий год выпал, лядвенец же дал укосную массу в этот и последующие годы пользования.

Быстрое и относительно широкое распространение лядвенца рогатого в кормовом травосеянии произошло благодаря комплексу таких его хозяйственно ценных признаков, как долголетие (без пересева произрастает 10-12 лет), высокая зимостойкость (выносит заморозки до -6°C), засухоустойчивость и солевыносливость, нетребовательность к почвенной реакции (растет на почвах с pH 4,5-5,0). Эта культура силосуется лучше

других бобовых трав. (Вавилов П.П., Гриценко В.В, Кузнецов В.С., Третьяков Н.Н., Шатилов И.С, 1986; Курочкина О.Г., 2004; Рыженко О.В., 2007).

Благодаря симбиозу с азотфиксирующими клубеньковыми бактериями лядвенец фиксирует азот атмосферы, накапливая его в корневых и пожнивных остатках. По эффективности симбиоза на кислых почвах лядвенец превосходит клевер луговой и люцерну. При создании благоприятных условий для бобово-ризобияльного симбиоза лядвенец может фиксировать до 180...200 кг/га азота. Лядвенец отличается повышенной требовательностью к фосфору, калию и микроэлементам (бор, молибден, сера, марганец).

Глубокопроникающая мощная корневая система способствует переносу в пахотный горизонт микро- и макроэлементов, улучшению структуры почвы, повышению ее водопроницаемости.

Отмеченные биологические возможности позволяют лядвенцу очень рано, независимо от складывающихся погодных условий, сформировать укосную массу, давать позднюю отаву, в различные фенологические фазы быть технологичным сырьем для приготовления различных кормов и использоваться для выпаса животных (Технология возделывания..., 2004).

Достоинства: хороший медонос; травостой конвейерного типа; дает самый ранний и поздний корм.

Лядвенец рогатый используют для сенокоса, хорошо поедают все виды сельскохозяйственных животных в виде сена, силоса и до цветения в свежем виде на пастбищах. Так же эта культура – это отличное сидеральное удобрение, мало подвергается вредителями и болезнями, содержится в травостое при сенокосном применении. После скашивания хорошо отрастает, устойчив при вытаптывании, стравливании, и долгим периодом вегетации (до заморозков), поэтому в основном при возделывании в течение сезона его скашивают раза 3-4. Урожай сена достигает 102–131 ц/га, это около 50–80% от производительности люцерны (Рышкель О.С. и др., 2010; Тыновец С.В.,

Флиппенко В.С., 2012; Ramirez-Restrepo С.А., Barry T.N., Lopez-Villalobos N., 2006; Scott D., Charlton J.F.L., 1983).

Опыты Кшникаткиной А.Н. в учхозе Пензенской ГСХА показали максимальную продуктивность лядвенца рогатого при двуукосном режиме использования (1-й укос в фазу начала цветения, второй – через 70 дней) (Кшникаткина А.Н., Гущина В.А., Галиуллин А.А., 2006; Кшникаткина А.Н., 2007; Кшникаткина А.Н., Еськин В.Н., 2009).

В смеси со злаками многолетниками зелёная масса лучше поедается животными, а сено полнее сохраняет листочки.

В зелёной массе в фазе цветения содержится: 71,3% воды, 5,3% протеина, 4,8% белка, 0,8% жира, 6,8% клетчатки, 12,5% БЭВ, 3,2% золы; в сене в зависимости от района и сроков уборки (на сухую массу): 14 - 22,3% протеина, 1,5 - 3,6% жира, 22,4 - 26% клетчатки, 39 - 51% БЭВ, 6,9 - 11,2% золы. На 100 кг травы приходится 23,4 корм. ед. и 3,8 кг переваримого протеина (Андрянова Н.А., 1993; Голубь А.С., Дрепа Е.Б., Чухлебова Н.С. и др., 2020).

В настоящее время исследования по выведению новых сортов лядвенца проводятся по всему миру, в том числе и Россия. Поэтому большинство опубликованных материалов по растению посвящено изучению качеству семян, кормовой ценности, возможности получения сортов с сельскохозяйственно важными свойствами, технологий возделывания (Escaray F.J., Menendaz A.B., Garriz A., 2012).

Помимо этого, лядвенец рогатый используется и в народной медицине. Так, он применяется в качестве противовоспалительного, отхаркивающего, мягчительного, тонизирующего и общеукрепляющего средства. Настои и отвары употребляют при заболеваниях верхних дыхательных путей, пневмонии и бешенстве. Трава имеет лактогонные свойства, а также используется настои ее цветков при утомлении и головной боли. По сведениям зарубежных источников, она обладает ветрогонным, гипогликемическим свойствами, применяется наружно в виде компрессов

при любых воспалениях кожи (Зекич Н., Симич А., Вукович С., 1012; Растительные ресурсы СССР, 1987; Nakaoki T., Morita N., Hiraki A., Kurokawa Y., Yakugaku Z., 1956).

Также имеются данные об использовании лядвенца при лечении домашних животных как средство от эндопаразитов (Ramirez-Restrepo С.А., Barry T.N., Lopez-Villalobos N., 2006).

Вязель пестрый (*Coronilla varia L.*) – многолетнее растение из семейства бобовых высотой от 30 см до 1 м. Имеет ползучее ветвистое корневище и многочисленные стебли, простертые, прямые или цепляющиеся, полые. Листья с 11-25 овальными или продолговатыми листочками. Кисти шаровиднозонтиковидные, венчик розовый, белый или фиолетовый. Бобы линейные, прямые или дугообразные, членистые. Цветет с июня до конца лета.

Распространен в европейской части РФ (кроме северных районов), во многих районах Европейской части России, Западной Сибири, на Кавказе, в Крыму; в Средней России широко распространен в черноземной полосе. Растет на лугах, опушках лесов, в кустарниках, иногда как сорняк в посевах. Единственное, от чего вязель по-настоящему зависит – это высокий уровень освещенности. Цветет все лето.

Содержит 23,4% протеина, 28,3 клетчатки и 37,5% безазотистых экстрактивных веществ. На ранних стадиях вегетации поедаемость крайне низкая, в сене хорошая. В семенах содержится ядовитый гликозид карониллин, действующий на сердце, как наперстянка. В зеленых частях растения много дубильных веществ. Декоративное и медоносное растение (Голубь А.С., Дрепа Е.Б., Чухлебова Н.С. и др., 2020).

Растение быстро разрастается, может образовывать обширные заросли, поэтому имеет значительную сырьевую базу (Кисилева К.В., Майоров С.Р., Новиков В.С., 2010; Растительные ресурсы СССР, 1987). Представители семейства бобовые содержат различные группы БАВ, широко используются в научной и народной медицине, многие виды являются фармакопейными. В

настоящее время вязель разноцветный применяется только в народной медицине при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, туберкулезе легких, как кардиотоническое, диуретическое, гемостатическое средство; проявляет антибактериальную активность (Растительные ресурсы СССР, 1987).

К используемой части этого растения можно отнести его семена и траву. В них имеется целый ряд веществ, которые превращают вязель пестрый в лекарственное средство, используемое в народной медицине (Дроздова И.Л., Калуцкий И.А., 2017).

1.3 Формирование продуктивности амаранта в одновидовых и бинарных посевах

К настоящему времени в земледелии сложилась противоречивая ситуация: наряду с доминированием монокультуры на посевных площадях мира (Джексон У.К., 1987), ряд исследований и практическое земледелие убедительно свидетельствуют о принципиальных преимуществах поликомпонентных фитоценозов над монокультурой (Заслонкин В.П., 1981; Миркин Б.М., Злобин Ю.А., 1990). Более того, как функционирующих ныне, так и в разрабатываемых многочисленных вариантах систем земледелия проблема о широком переходе на возделывание поликомпонентных фитоценозов не находит должного внимания. Подобный подход глубоко ошибочен и порочен, учитывая масштабность и биосферную роль агрофитоценозов в синтезе биомассы, в том числе продуктов питания.

Разнообразны и значительны преимущества поликомпонентных и смешанных агрофитоценозов перед монокультурами.

При решении данной проблемы необходимо определить наиболее перспективные компоненты для смешанных посевов кормовых культур, изучить взаимодействие различных факторов и пути возможного их регулирования, определить основные параметры адаптивной технологии возделывания с целью получения высоких и стабильных урожаев.

Проблема повышения продуктивности культур при разработке экологически безопасных технологий, основывающихся на максимальном использовании биологических ресурсов агрофитоценозов – одна из актуальных в современной практике сельского хозяйства (Фарниев А.Т. и др., 2012).

Известно, что в смешанных посевах формируется не только надземная, но и подземная ярусность. Корневая система разных видов растений пронизывает больший объем почвы. Они полнее и продуктивнее используют запасы влаги и элементов питания. Улучшается не только архитектура смесей, но и создается рациональная оптико-биологическая структура посевов, что способствует более интенсивному использованию солнечной радиации (Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Калицева Д.Т., 2015; Ханиева И.М., Магомедов К.Г., Кучуков П.М., Жириков М.С., 2014).

При подборе компонентов дополнительных (комплементарных) культур учитывают требования растений к экологическим условиям и их способность обеспечивать высокую продуктивность. Биологическая совместимость к совместному существованию исключает конкуренцию между компонентами за основные факторы жизнедеятельности благодаря разнопериодичности развития. Это становится возможным, когда в сообществе листья растений располагаются на разных ярусах, а корни осваивают различные горизонты почвы, что в итоге позволяет лучше использовать свет, влагу и питательные вещества.

Поиск и изучение источников ценных природных соединений растительного происхождения – актуальная задача современной биологической и сельскохозяйственной науки. Одним из таких источников является амарант – сравнительно новое растение для России. Растение из семейства амарантовых (*Amarantaceae* L.). Он отлично поедается всеми видами животных, а для КРС является молокогонным средством (Киселева И.С., 1995; Железнов А.В., Солоненко Л.П., Железнова Н.Б., 2001; Железнов А.В., Железнова Н.Б., Бурмакина Н.В., Юдина Р.С., 2009).

В предложенной А.А. Зубрилиным (1947) классификации, амарант относится к группе трудносилосуемых растений. Поэтому его рекомендуют силосовать с легко силосуемыми культурами (кукуруза, бахчевые, подсолнечник), для подкисления смеси до рН 4,2 и ниже. Можно использовать химические консерванты (Артемов И.В., Первушин В.М., 1995; Логачев М.В., 2005).

При формировании высокопродуктивных агрофитоценозов для кормления сельскохозяйственных животных и птицы применяются бинарные или смешанные посевы, которые, по сравнению с одновидовыми, более устойчивы к неблагоприятным факторам среды и имеют оптимальное углеводно-протеиновое соотношение. Высевая кормовые культуры с различным химическим составом, можно получить ценный корм для силосования и снизить затраты на заготовку (Данилов К.П., 2007; Калицева Д.Т., Фарниев А.Т., Сабанова А.А., 2011; 2017; Бекузарова С.А. и др., 2012; Сабанова А.А., 2020; 2021; Сабанова А.А., Калицева Д.Т., Козырев А.Х., Ваниев А.Г., 2022; Farniev A.T., 2020). С точки зрения специалистов-зоотехников, использование смешанных посевов позволит избежать отрицательного влияния на организм животных, как недостатка белка, так и его высоких доз - перекорма, его не продуктивного перерасхода (Клейменов Н.И., Груздева Н.В., 1986; Claypool D.W., 1980), т.е. сделать соотношение питательных веществ в поедаемой массе оптимальным для животных (Лупашку М.Ф., 1972; Солнцев К.М., 1988).

У большинства злаковых растений в зелёной массе содержится недостаточное количество протеина для балансирования рациона животных. Исходя из этого большой интерес представляет возможность совместного выращивания с высокобелковыми культурами (в частности с амарантом), способных обеспечить получение двух урожаев зеленой массы за счет основного укоса и отавы.

Установлено, что в 100 кг вегетативной массы амаранта в фазе выметывания содержится 18-20 кормовых единиц и 2,2-2,4 кг переваримого

протеина. Зеленая масса амаранта, убранная в эту фазу, содержит 48-50% наиболее ценных для кормов листьев и кистей с зерном. Однако максимальным резервом увеличения сочных кормов, сбалансированных по белку и углеводам, служат совместные посевы амаранта и сорго в соотношении 1:1 (Гурский Н.Г., 2005).

В опытах С.В. Красненкова (1999) выявлено, что одновидовые посевы сорго-суданковых гибридов превосходили по урожайности зелёной массы посевы амаранта (100%), в среднем за 1996 - 1998 годы, на 68 ц/га, по сбору СВ - на 16 ц/га, кормовых единиц - на 19,3 ц/га, однако были ниже по сбору протеина - на 0,41 ц/га. В совместном посеве урожайность зелёной массы и сбор сухого вещества были почти такими же, как в чистом посеве с сорго-суданковым гибридом. При использовании амаранта сбор протеина в смесях увеличился на 0,51 ц/га, выход кормовых единиц практически не изменился, однако их обеспеченность протеином увеличилась с 84,4 до 95,5 г (Красненков С.В., 1999; Логачев М.В., 2005).

Сходные данные приводит В.И. Крючкова (2000) в своих опытах. Использование сырья из сорго сахарного и амаранта привело к получению более качественного силоса, имеющего запах квашеных овощей. В 1 кг содержалось 27,3-27,5% СВ, 3,0-3,5% - ПП, 6-7% клетчатки, около 2,0-2,1% органических кислот (преимущественно молочной). Отмечена хорошая сохранность силосной массы. В течение 2 лет силос не терял качество, масляная кислота не образовывалась, сохранялся протеин, возможно амарант содержит вещества, подавляющие грибы и гнилостные бактерии.

Результаты трехлетних исследований Сугрובה А.А. (2007) на черноземах Саратовского Правобережья показали более высокое накопление надземной зелёной массы амаранта и зерново-силосного сорго чередующимися рядами – 38,9 т/га при соотношении 1:1, что превышало чистые посевы амаранта на 22,3%. Сбор кормовых единиц составил 8,60 т/га при высоком сборе переваримого протеина – 1,16 т/га и оптимальном обеспечении протеином каждой кормовой единицы – 135 г.

Выращивание новых сортов и гибридов сорговых культур в поливидовом посеве с амарантом позволило получить урожай надземной биомассы, сбалансированный по основным питательным веществам. Урожайность сорго-суданкового гибрида Мелодия в смеси с амарантом на 14,31% была выше в сравнении с одновидовым посевом.

Наибольший выход сырого протеина отмечен при выращивании сорго зернового Гелеофор в смеси с амарантом (11,70%), и сорго сахарного Севилья с амарантом (10,87%). Сложные ценозы по урожаю надземной биомассы на 3,50-18,31%, превышали значения одновидовых посевов. В период роста и развития эти культуры развивались равномерно без заметного угнетения друг друга и сформировали высокий урожай надземной биомассы.

По данным Ф.Х. Хазиева (2012) в среднем за 3 года относительно высокие урожаи зеленой массы были получены в смешанных посевах, особенно при возделывании суданской травы в смеси с амарантом (336 ц/га при 280 ц/га в контроле). Смешанные посевы обеспечивали и наибольший сбор кормовых единиц и переваримого протеина с 1 га. В смешанных посевах заметно повысилась и обеспеченность одной кормовой единицы белком.

Кукурузный силос является основным сочным кормом в зимне-стойловый период для сельскохозяйственных животных РФ и РБ. Силос из кукурузы богат углеводами, имеет очень мало белковых веществ, вследствие чего он получается несбалансированным по переваримому протеину. На 1 кормовую единицу в силосе приходится всего 50 -60 г переваримого протеина, в то время как зоотехники рекомендуют иметь 100 -110 г. Скармливание скоту в таком случае приводит к перерасходу и снижению продуктивности животных. С целью повышения качества силоса из кукурузы необходимо высевать ее совместно с культурами богатыми белком (Шапоренко П.Д., Шапоренко В.Г., Мамсай В.М., 1988). Поэтому согласно зоотехническим требованиям лучше силосовать кукурузу с амарантом (Кашеваров Н.И., Храмцов С.К., Кашеварова Н.И., 1993; Логачев М.В., 2005;

Бобылев В.С., 2009).

Исследования Дзампаевой М.В. (2019) в СКНИИГПСХ подтверждают целесообразность и высокую продуктивность смешанных посевов амаранта с кукурузой. В смеси был получен урожай зеленой массы, превышающий одинарные посевы этих культур на 29,6 т/га. Кроме того, качественные показатели кормовой массы (сырой белок – 17,9%, жир – 3,7%, клетчатка 24,9%) также были максимально продуктивными.

Расширение посевных площадей под смешанными посевами, по данным Бенц В.А., Свешникова А.М., Свешниковой Н.Н., (1974), позволит с каждого гектара пашни получить протеина на 49 % больше чем в одновидовом посеве кукурузы. Корм, полученный от кормовых смесей, приближается к сбалансированному по белку. В 1 кормовой единице содержание ПП составляет до 100 г и выше, в то время как одновидовые посевы кукурузы имеют 70-75 г на 1 к.ед. (Кружилин И.П., 1993; Ласкин О.Д., 1999; Рощина Ж.В., 2007).

В работах Н.Н. Ельчаниновой, В.Г. Васина (2000) наиболее урожайными оказались смешанные посевы кукурузы и амаранта. Урожайность зеленой массы составил 29,7 - 33,1т/га, сухой - 7,0 - 7,9 т/га. Обеспеченность одной кормовой единицы ПП возросла с 55 - 57г в одновидовом посеве кукурузы до 108 - 115г в смешанных, больше - 188 - 192 г - в одновидовых посевах амаранта.

В.А. Богомоллов и В.Ф. Петракова (2001) указывают на то, что по продуктивности белка амарант превзошел все культуры (кукуруза, топинамбур, однолетние двух-пяти компонентные смеси) в 2-4 раза, по выходу к. ед. уступал только топинамбуру, овсяно-рапсовой и 5-ти компонентной высокобелковой кормосмеси. Выход молока из зелёной массы амаранта был выше, чем из зелёной массы кукурузы и других культур до 2 – 3 и иногда 4 раз. Амарант успешно использовался в качестве белкового компонента при закладке силоса с низкобелковыми культурами (кукурузой, подсолнечником, овсом и другими). В смешанном посеве он обеспечивал

повышение белковой ценности силоса в зависимости от компонентов на 63 - 87%. Для повышения белковой питательности силоса при использовании низкбелковых культур до зоотехнических требований достаточно одной части амаранта на 2 - 3 части компонентов (Сидорович В.П., Губина Н.А., Петракова В.Ф., 2001; Логачев М.В., 2005; Калицева Д.Т., 2012).

Изучая смешанные посевы традиционных культур с амарантом Беликова С.В., Гаевая Л.П., Подколзин А.И. (1990) получили выровненный по развитию травостой. Амарант с кукурузой способствовал формированию на каждом гектаре 35,9-36,2 т фитомассы, с сорго – 35,6-387,3 т. Все варианты смешанных посевов оказались продуктивней одновидовых посевов амаранта (24,9-33,4т/га зеленой массы).

Опыты В.С. Бобылева (2009) показали, что в варианте с нормой посев 110% (35% кукуруза + 45% амарант) урожай абсолютно сухой массы составил 11 т/га, что было на 7,3% выше урожая амаранта в чистом посеве. При этом в зеленой массе содержалось 106 г переваримого протеина и отмечен наибольший выход обменной энергии, кормовых единиц. Андрусенко В.А. (2016) подтверждает результаты эффективности смешанных посевов амаранта с кукурузой по сравнению амаранта с суданкой и могоаром. Содержание переваримого протеина достигало 139,7-143,5 г с рентабельностью 134,3%.

В исследованиях И.А. Аллабердина (1997) для получения смешанных силосов были посеяны (полосной способ) кукуруза и соя, амарант высевался в одновидовом посеве. Применение высокобелковых растений при силосовании кукурузы дало силос хорошего качества с высоким содержанием питательных веществ. По сравнению с кукурузным силосом, в кукурузно-амарантовом силосе содержалось в 2,18 раза, в кукурузно-соевом - в 2,08 раз больше сырого протеина. В СВ кукурузного силоса доля протеина составила 10,15%, кукурузно-амарантового - 16,73% и кукурузно-соевого - 15,86%.

Проведенные опыты Барановым Г.К., Раступовой Ю.М. (1992);

Медведевой В.И., Ставровой М.И. (1993) в различных почвенно-климатических условиях страны, показали, что смешанные посевы оказались продуктивнее кукурузы (100 %) по выходу сухого вещества на 16,0-63,2%, сбору кормовых единиц -20,6-40,3%, сырого протеина -58,1%, обменной энергии на 13,4%. Силос из кукурузно-амарантовой массы соответствовал требованиям 1 класса. Он обладает молокогонными качествами, повышает жирность молока. Комбинированный силос из амаранта и кукурузы повышал удои на 8,2%, жирность на 0,2%. Себестоимость молока при этом снизилась на 3,68 %, уровень рентабельности повысился на 5,7%.

При изучении степени влияния скармливания смешанных силосов на молочную продуктивность, а также переваримость питательных веществ рациона было выявлено, что во всех случаях кормления коров смешанным силосом происходит повышение молочной продуктивности. Так, у первой группы коров при кормлении их кукурузно-амарантовым силосом удои повышались на 23,1%, кукурузно-соевого на 16,33%, у 2 группы соответственно - на 17,88 и 7,23%, а у 3 группы - на 25,90 и 13,57%. Повышение или понижение удоев происходило уже на третий, четвертый день после перехода на другой вид силоса. Силос (кукуруза+-амарант) поедался лучше, чем кукуруза+соя или кукурузный, также необходимо отметить, что кормление кукурузно-амарантовым или кукурузно-соевым силосом приводило к небольшому повышению жирности, содержанию сахара и белка в молоке (Шофман Л.И., Терешонок Ю.Л., 2003; Логачев М.В., 2005).

Опыты И.А. Аллабердина (1997) где изучалось влияние силосов разной питательности и ботанического состава на переваримость питательных веществ рациона показали, что переваримость всех питательных веществ у животных, в рационе которых присутствовал кукурузно-амарантовый силос, была выше, чем в других силосах. Переваримость протеина была выше на 4,4%, жира - на 2,4%, клетчатки - на 3,1% по сравнению с кукурузно-соевым силосом, а также соответственно на 10,3; 14,5; и 7,6% по сравнению с

кукурузным. Был сделан вывод, что присутствие в кукурузном силосе амаранта и сои способствовало повышению переваримости питательных веществ.

В своих опытах А.И. Дегтярева, Алимова Ф.К., Зарипова Л.П., Шакиров Ш.К. и Ожиганова Г.У. (1998) отмечают, что силос только из амаранта (во всех фазах его развития) по ГОСТу отнесен к неклассному. Требованиям 1 класса соответствовали только силосы, заложенные с амарантом в фазы цветения и плодоношения, в соотношении - кукуруза и амарант 3:1. Оптимальное соотношение кормовых культур в смешанных посевах позволяет получать силосную массу высокого качества, сбалансированную по питательным веществам, необходимых для полноценной жизнедеятельности животных (Логачев М.В., 2005).

1.4 Значение смешанных посевов и роль бобовых культур в них

Идея смешанных посевов не новая. Она родилась в 60-х годах XX столетия и получила широкое распространение в 70-80-е годы. Тогда появилась и самая знаменитая кормовая смесь – вико-овсяная, доля которой в структуре посева однолетних трав сегодня составляет около 40%.

Сегодня смешанный и бинарный посевы возвращаются, аграрии все чаще отказываются от ежегодной вспашки, активно внедряют ресурсосберегающую технологию в земледелии (Кутузова А.А., 1973; Гродзинский А.М., 1991; Такунов И.П., Кадыров Ф.Г., 1996; Жученко А.А., 2000; Кононов А.С., 2005; Купцов Н.С., Такунов И.П., 2006; Малахова Е.И. и др., 2006; Новиков М.Н., Баринов В.Н., Тужилин В.М., 2008; Зеленский Н.А. и др., 2016).

Сторонники данного направления считают, что основная роль в повышении продуктивности культур должна отводиться не технократическим, а естественным процессам, максимально адаптированным к конкретным ландшафтам (Фарниев А.Т., Козырев А.Х., Пухаев А.Р. и др., 2017).

Технология смешанного посева – это совместное выращивание на одном поле двух (бинарный) и более культур. По сравнению с одновидовыми посевами он достаточно эффективно решает проблемы повышения урожайности и устойчивости растений к стрессам. В смешанном посеве растения взаимодействуют друг с другом, полнее используют почвенное плодородие, поскольку корневая система различных культур развивается в разных горизонтах почвы и солнечную энергию надземная масса растений формирует в разных ярусах (Жученко А.А., 1990, 1994).

Наиболее удачные разработки по смешанным посевам культур были получены в Центральной Азии, где бытовала монокультура хлопчатника в условиях ограниченных посевных площадей. При этом животноводство должно было развиваться. Тогда разработали смеси не с 2, а с 6-7 компонентами. Одна из стандартных смесей для получения высоких надоев молока включала 50 кг овса, 50 кг ячменя, 50 кг тритикале, 20 кг гороха кормового (вики) и 1,5 кг рапса или перко (нетрадиционная кормовая культура). В Азии мало земли, но климат позволяет получать несколько урожаев в год. Поэтому там высевали кормовые смеси в сентябре, а в апреле зеленую массу скашивали. За счет такой технологии имели высококалорийный корм, после чего проводили вспашку и высевали хлопчатник (Карпей О.Н., 2015).

По мнению ряда ученых-исследователей (Белюченко И.С. и др., 2014; Новиков Н.Н., 2012) совмещенные посевы, включающие несколько видов культурных растений, имеют ряд преимуществ перед чистым посевом: формируют фотосинтетический аппарат большей площади, в разных ярусах, а с увеличением количества ярусов повышается эффективность перехвата растениями солнечной радиации и участия их в фотосинтезе (Белик Н.Л., 1994; Кисилев А.П., 2004; Запорожцев П.В., 2008); размещение корневых систем разных видов в нескольких слоях почвы полнее использует минеральные вещества и влагу (Белюченко И.С., 1990; Beluchenko I.S., 1977, 1978); несовпадение максимума потребления влаги и питательных веществ

видами, входящими в агроценоз, дает возможность уходить от выраженных пиковых ситуаций и обеспечить удовлетворение потребностей посева в основных жизненных факторах (Белюченко И.С., 1991; 2000; Ступаков И.А. и др., 1999; Chu J., 1984; Clarke E., 1985); введение в посев видов с различающимися биологическими признаками ведет к лучшему использованию гидротермических ресурсов отдельных лет и формированию стабильных урожаев; в совместных посевах создается более плотный травостой, который позволяет снижать давление сорных растений; сообщество с разными видами растений реже страдает от вспышек вредителей и болезней; включение в агроценоз бобовых видов улучшает азотное питание посева; плотный растительный покров замедляет развитие водной и ветровой эрозии, способствует сохранению почвенного плодородия. При определенном подборе компонентов они дают урожай выше, чем при раздельном выращивании каждой культуры (Лупашку М.Ф., 1982; Белюченко И.С., 1993; 2010; 2016; Васин В.Г., Брагин А.А., 2004; Васин В.Г. и др., 2004; Кашеваров Н.И., 2007 Митянин И.О., 2007).

Для каждой почвенно-климатической зоны в целом и для каждого типа агроландшафта необходимо проектировать более устойчивые и урожайные с повышенными показателями качества кормовые агрофитоценозы с учетом взаимодействия их компонентов, выделяющихся разнообразием в видовом и трофических отношениях. При создании такого типа агроландшафтов рациональнее используется земельная площадь и почвенные ресурсы при сочетании и чередовании различных по экологии и биологии культур (Belyuchenko, 1977; 1981).

Благодаря повышению активизации физиологической взаимосвязи между надземной и подземной частями растений положительно изменяется биохимический состав возделываемых растений. Смешанные посевы, используя более лучший режим питания, благодаря более оптимальному химическому составу компонентов агроценоза, дают более высококачественный экологически безопасный корм (Шемяков О.К., 2007;

Капсамун А.Д. и др., 2017).

В решении задачи повышения качества кормов и оптимизации урожайности центральное место принадлежит смешанным посевам однолетних кормовых культур различных семейств (Бенц В.А., 2001; Байкалова Л.П., 2009; 2014; Кузнецов А.А., 2014; Луценко Г.В., 2014).

Возделывание однолетних культур в смешанных посевах гарантирует высокие и стабильные урожаи зелёной массы, повышение качественных показателей заготавливаемых кормов (Гончаров П.Л., 1992; Романенко Г.А., 1999; Аветисян А.Т., 2015; Байкалова Л.П., 2014).

В то же время в системе зеленого и сырьевого конвейеров одновидовые посевы многолетних трав не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к кормам. Приготовление кормосмеси отдельно выращенных бобовых и злаковых трав в соотношениях, удовлетворяющих физиологическим требованиям животных, сильно удорожает стоимость корма. Снизить последнюю можно за счет применения совместных посевов, но следует учитывать, что качество кормов и содержание белка в них в значительной мере определяется развитием симбиотических микроорганизмов в клубеньках бобовых и сапротитной микрофлорой почвы.

Основным путем повышения биологической продуктивности смешанных агрофитоценозов является снижение конкуренции между компонентами смеси и увеличении кооперации между ними за счет максимального разделения экологических ниш по основным ресурсам роста (Фарниев А.Т. и др., 2012).

Белюченко И.С. считает (2014), что наряду с высокими хозяйственно-ценными признаками смешанные посевы трав должны в большей степени утилизировать благоприятные факторы окружающей среды, экономно использовать природные ресурсы – влагу и тепло на формирование урожая кормовой массы, а также, положительно влиять на показатели почвенного плодородия.

Ряд ученых поддерживают мнение о том, что агробиоценозы бобовых и

злаковых трав, построенные на использовании адаптированных к условиям выращивания видов, в максимальной степени используют биогенные составляющие. Также исследователи указывают на то, что бобовые травы наиболее полно реализуют свой биологический и почвенно-климатический потенциал в смесях со злаковыми травами, в которых лучше противостоят болезням и вредителям. При этом на производство органического вещества в виде наземной и корневой массы, которое формируется в течение ряда лет, затрачивается минимальное количество антропогенной энергии (Новиков М.Н. и др., 2008; Головня А.И., Разумейко Н.И., 2012; Храмой В.К. Ивасюк Е.В., 2013; Мельцаев И.Г. и др., 2019).

Опыты Троц В.Б., Троц Н.М. (2010) в Самарской области подтверждают эффективность выращивания совместных посевов злаковых и бобовых трав. Вариант суданская трава+донник однолетний показал максимальный результат качества урожая: сбор белка в 1,6 раз превышал посеvy чистого злака, выход кормовых единиц превышал его на 17,7%.

Исследования Троц В.Б. (2010) с посевами подсолнечника на силос в смеси с викой и овсом показали увеличение урожая биомассы на 7,6%, а сбор переваримого протеина в 1,6 раза без существенных материальных затрат.

Опытами многих ученых установлено, что успех кормопроизводства, его устойчивость и эффективность во многом зависят от видового состава используемых культур и их продуктивного и средообразующего потенциала. Ассортимент кормовых культур, по мнению исследователей, должен соответствовать не только высоким хозяйственным параметрам, но и природно-климатическим и экономическим условиям зон и сложившейся в области животноводства специализации хозяйств (Чирков Ю.И., 1963; Климова Э.В. и др., 2009; Андреева О.Т., 2012; Кашеваров Н.И. и др., 2012; Щукис Е.Р., 2013).

Исследования Аветисян А.Т. и др. (2019) в условиях УНПК «Борский» Красноярского края показали высокую продуктивность двухкомпонентных смесей однолетних культур из различных семейств (кукуруза+бобы,

сорго+бобы, кукуруза+пелюшка, суданка+редька). Были получены высокие урожаи зеленой массы – до 80,57 т/га, сухого вещества – до 15,07 т/га, сбор кормопротеиновых единиц до 11,46 т/га, переваримого протеина до 2,26 т/га и энергопродуктивности до 149,2 ГДж/га.

В.И. Брикман и др. (1986) отмечают преимущества смешанных посевов вики, гороха, овса, ячменя, рапса ярового перед одновидовыми посевами при возделывании на полях Ужурской опытной станции Красноярского края. По данным В.М. Глухова (1979) в Западной Сибири у викоовсяных смесей (в сравнении с овсом) урожайность повышается на 15-20%, а выход протеина с 1 га пашни – в 1,5-2,0 раза. Аналогичные данные получены и в других регионах России. Так, в условиях сухостепной зоны Поволжья выход кормовых единиц у смесей овёс + вика, овёс + редька масличная, овёс + донник однолетний в сравнении с овсом повышался на 26, 52,3 и 58,9% соответственно (Субботин А.Г., 2018).

В бинарных посевах Трухиной Е.Н. (2016) горохо-ячменные смеси обеспечивали урожайность зеленой массы на уровне 25-30 т/га с выходом кормовых единиц до 4,68 т/га и содержанием переваримого протеина до 695 кг/га.

Лупашку М.Ф. (1982), Кашеваров Н.И. (2007) также считают, что в смешанных посевах растения разных видов лучше используют питательные вещества, влагу и солнечный свет. При определённом подборе компонентов они дают урожай выше, чем при раздельном выращивании каждой культуры.

Смешанный посев создают путем высева различных по габитусу (внешнему виду) и биологическим особенностям культур с учетом оптимальной густоты стояния для эффективного использования ФАР.

Так по литературным данным, симбиоз с азотфиксаторами требует от бобового растения значительных затрат энергии, в среднем 10% продуктов фотосинтеза (иногда 30%) (Баранова В.В. и др., 2003).

Например, результаты опытов Родиной Т.В., Асташова А.Н. (2017) в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» показали снижение урожая поливидовых

посевов просовидных культур (чумиза, пайза, могар) с соей, где урожай составил зеленой массы составил 20,4, 21,8 и 19,8 т/га соответственно, а в чистых посевах чумизы 21,3 т/га, пайзы 23,0 т/га, могара 20,3 т/га.

При разном типе обмена веществ у компонентов смешанного посева (у злаковых культур – углеводный, а у бобовых – азотный тип) повышается качество корма и выход растительного белка. При этом отсутствует взаимное угнетение за счет выделения надземными и поземными частями растений физиологически активных веществ. Создается рациональная оптико-биологическая структура смешанного посева, которая обеспечивает наилучшее размещение растений на площади и в пространстве, что повышает усвоение солнечной энергии.

Пример набора однолетних культур для смешанного посева (шт./м²): кукуруза – 15-17; подсолнечник – 6-7; соя – 18-20; сорго – 35-40; суданская трава – 45-50.

Такой смешанный посев позволяет посевам аккумулировать 355,8 ГДж/га приходящей солнечной радиации, использовать энергию солнца на 5,8%, снижать внесение минеральных туков на 2,5-3,0 ц/га, увеличивать урожай на 400-500 ц/га зеленой массы и повышать качество корма (патент РФ 2112343. Адиньяев Э.Д., Гаджиев Р.К., 1998; Лазарев Н.Н., Стародубцева А.М., Пятинский Д.В., 2013).

Ряд зарубежных и отечественных исследователей убеждены, что более продуктивными и экономически выгодными являются смешанные посевы с бобовым компонентом. Они отмечают важное преимущество бобовых при возделывании в травосмесях, связанное с их способностью к симбиотической фиксации азота (Степанова Г.В., 1989; Баткова Т.В., 1990; Лукашев В.Н., 2001; Жеруков Б.Х. и др., 2003; Валиахметова Ю.З., 2009; Шелюто Б.В., 2010; Дегунова Н.Б., Данилова Ю.Б., 2011; 2013; Степанова Г.В. и др., 2013; Агафонов В.А., Бояркин Е.В., 2020; Newman E.I., 1983; Stepanova G.V., 1999). Использование бобовых культур способствует накоплению азота в почве и повышению плодородия. За счет бобовых компенсируется часть удобрений,

поскольку их растительные остатки имеют очень благоприятное соотношение С: N (менее 20), что способствует их быстрому разложению и обогащению почвы элементами питания. Бобовые травы в симбиозе с клубеньковыми бактериями накапливают в почве до 300 кг/га биологического азота. Благодаря органическим выделениям корневой системы элементы питания из труднодоступных соединений в почве переводятся в легкодоступные растениям и перемещаются корневой системой из глубоких горизонтов почвы в верхний слой (Зеленский Н.А. и др., 2005).

За счет использования многолетних бобовых трав объемы внесения минеральных удобрений уменьшаются на 25-30%. Если в смеси доля бобовых 70% и более, азот вносить не нужно. При меньшем соотношении бобовых, доза азота снижается по сравнению с чистыми посевами.

Результаты исследований Нафикова М.М., Нигматзянова А.Р. (2010; 2015; 2016) показали, что соя является компонентом, увеличивающим выход переваримого протеина. Наибольший сбор протеина (817 кг/га) был получен на удобренном фоне в двойной смеси кукуруза+соя, а наибольшая обеспеченность к.ед. протеином отмечалась в одновидовых посевах сои (120 и 139 кг/га) и в бинарных посевах кукурузы с соей (114 и 26 г/кг).

На хорошо структурированной почве можно получать высокие урожаи до 5-6 лет, а затем необходимо снова возделывать многолетние травы в течение 2-3 лет.

Эспарцет, донник, озимую вику, люцерну можно использовать как сопутствующую или предшествующую культуру. Широкое распространение на юге России получили посевы подсолнечника с озимой викой, донником и люцерной в качестве предшественника для озимых зерновых. Донник всего за 2 года способен полностью восстановить плодородие почвы.

Установлено, что 131 ц/га надземной массы донника эквивалентно: 51 т/га навоза (N), 486 кг/га селитры, 196 кг/га нитроаммофоса (P).

Исследования Савина А.П. (2016) показали в среднем за три года

максимальную урожайность зеленой и сухой массы совместного посева донника белого и ослинника двулетнего: соответственно 46,8 и 105,8 ц/га, что превосходило чистые посевы донника на 117,2 и 24,5 ц/га.

Эксперимент, проведенный на стационаре отдела кормопроизводства Ивановского НИИСХ, показал высокую эффективность в смешанных посевах бобовых трав – клевера, люцерны с фестулолиумом по сравнению с их чистыми посевами. Выход сухого вещества за вегетацию на фоне минерального питания в смеси клевер+фестулолиум составил 136 ц/га, люцерна+фестулолиум – 116 ц/га. Они обеспечили самые высокие сборы зеленой массы 683 и 455 ц/га соответственно (Эседуллаев С.Т., Шаталов М.С., 2017).

Подобные опыты были проведены на опытном поле «Тушково» УО «БГСХА» Шелюто Б.В., Барыгиной И.М. (2020), где было установлено, что наиболее оптимальные агрофитоценозы для фестулолиума в бинарных посевах создаются при посеве с люцерной посевной и ежой сборной. Оценка питательной ценности показала, что злаковый травостой был менее питательным, чем бобово-злаковый, содержание сырого протеина составило 8,8-9,0% с концентрацией обменной энергии 9,34-9,63 МДж/га. Исследования Тяпугина Е.А. и др. (2017), Фигурина В.А., Кислицина А.П. (2018) также подтверждают подобные результаты.

При возделывании клевера лугового в полевых севооборотах применяют как чистые посевы, так и смесь со злаковыми компонентами. В научной литературе мнения ученых расходятся. В.Н. Прокошев и Н.А. Корляков (1971) отмечают, что вопрос о том, сеять ли клевер на корм в чистом виде или в смеси со злаковыми культурами нельзя рассматривать односторонне, т.к. это не является, по их мнению, исчерпывающим для всех случаев.

Преимуществом клевера в чистом виде перед травосмесью его с тимофеевкой, в основном, указывается то, что клевер в чистом виде лучший предшественник, чем травосмеси (Прянишников Д.Н., 1962; Прокошев В.Н.,

1968). А.В. Гоганов (1956) считает, что травосмесь клевер+-тимофеевка не дает существенного преимущества по урожайности сена в сравнении с посевом чистого клевера и поэтому является худшим предшественником для последующих культур севооборота. И.П. Мохнаткин (1969) отмечает, что больше азота накапливается при посеве чистого клевера, чем травосмеси. И.В. Осокин и другие (1993) утверждают, что при выращивании одновидовых ценозов клевера вовлекается большее количество биологически фиксированного атмосферного азота и получают большее количество белка с гектара.

Многие исследователи отмечают преимущество злаковые травосмеси с клевером (Шаин С.С., 1959; Ryszkowski, L., 1974; Каджюлис Л.Ю., 1977; Филатов И.М., Митякова Р.П., 1982; Харьков Г.Д., 1985; Андреев Н.Г., 1989; Fukai, S., 1993; Зубарев Ю.Н. и др., 1996; Кухарчик П.А., 1999; Кшникаткина А.Н., 2000; Лукашев В.Н., 2001; Шелюто Б.В., 2005; Спиридонов А.М., 2009; Золотарев В.Н., 2014). При подборе трав важно предусматривать взаимозаменяемость одних видов другими в смешанном агрофитоценозе при различных погодных условиях (Минина И.П., 1972).

Астахов И.И. (1972) считает преимущество бобово-злаковых травосмесей состоит еще и в том, что при изреживании бобовых трав их место занимают более долголетние многолетние злаковые травы. Бобовый компонент обеспечивает продуктивность травосмесей в первые два-три года, а затем выпадает, и урожайность агрофитоценоза формируется за счет злакового компонента (Неворотов В.П., 1984).

В исследованиях Андреев Н.Г. (1984) показывает, что в травостоях бобово-злаковых травосмесей лучше, чем в чистых посевах бобовых, угнетаются сорняки. Опыты ВИК подтверждают также, что количество сорняков в посевах клевера было в 3-4 раза выше, чем в клеверо-тимофеечной смеси (Синякова Л.А., Васько В.Т. 1987).

Д.А. Алтунин (1991) отмечает преимущество травосмесей и с экономической точки зрения. Он отмечает, что приготовление кормосмеси

отдельно выращенных бобовых и злаковых трав в соотношениях, удовлетворяющих физиологические требования животных, сильно удорожает стоимость корма. Поэтому снизить стоимость корма можно за счет совместных посевов.

Клевер луговой в России преимущественно возделывается в смеси с тимофеевкой луговой. Так, в Тверской области клеверо-тимофеечная смесь, занимает более 80% площади посевных кормовых культур (Павлючик Е.Н., 2007). В Пермском крае из 448 тыс.га многолетних трав доля бобовых и бобово-злаковых смесей составляет 78%. Эти площади представлены в основном клевером и клеверо-тимофеечными агрофитоценозами (Волошин В.А., 2012).

Большинство авторов также сходятся во мнении, что клевер лучше всего возделывать в смеси с тимофеевкой (Метельский Ф.И., 1947; Сергеев П.А. и др., 1958; Шелюто Б.В., 1986; Харьков Г.Д., 1989; Смоляков А.И., 1993). П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов (1983) объясняют это меньшим взаимным угнетением трав. Клевер растет быстрее тимофеевки и достигает полного развития в первый год пользования, на второй начинает изреживаться и к третьему выпадает. Тимофеевка в первый год растет менее интенсивно и в меньшей степени угнетает клевер. В последующие годы она постепенно заменяет выпадающие растения клевера, в результате чего сохраняется продуктивность травостоя.

В условиях Краснодарского края А.Н. Ригер, Л.Г. Горковенко (2007) рекомендуют высевать клевер с райграсом, отмечая более высокую конкурентоспособность смеси в борьбе с сорняками по сравнению одновидовыми посевами. Ими установлено, что совместные посевы клевера с райграсом способствовали увеличению урожайности культурных трав (бобовые и райграс).

Клевер дает корм богатый белком, минеральными веществами и витаминами. По питательности корм, заготовленный из клевера, превосходит корма, приготовленные из большинства других многолетних и однолетних

трав, по содержанию незаменимых аминокислот - зерно овса и кукурузы (Зарьянова З.А., Парахин Н.В., 2001; Шпаков А.С. и др., 2001). Один центнер хорошего клеверного сена соответствует 50-52 кормовым единицам (Гаврилов И.С. и др., 1967; Мухина Н.А., Шестиперова З.И., 1978).

Исследованиям химического состава клевера посвящено большое количество научных работ (Лисицын П.И., 1947; Кислякова А.О., 1950; Вавилов П.П., Посыпанов Г.С., 1983; Зарипова Л.П., 1985; Колотов А.П., 1990; Осокин И.В., 1990). В них отмечается, что химический состав, а, следовательно, и кормовая ценность во многом определяется почвенно-климатическими условиями, возрастом, фазой уборки, сортом, способом посева и другими факторами.

Так А.П. Колотов (1990) выявил, что бобово-злаковый агрофитоценоз отличается от одновидовых травостоев более высоким содержанием золы, сырого протеина и кальция, меньшим содержанием клетчатки. П.П. Вавилов и Г.С. Посыпанов (1983) отмечают, что агрофитоценозы клевера с тимофеевкой обеспечивают лучшие по переваримости и сбору кормового белка. Напротив И.В. Осокин (1990) и И.А. Ходырев (1991) считают, что сбор протеина в урожае бобово-злаковой смеси не уступает сбору в одновидовых посевах бобовых.

Ряд исследователей считают (Сергеев П.А., Харьков Г.Д., Новоселова А.С., 1973; Харьков Г.Д., 1985), что к недостатку выращивания клевера лугового относится его невысокое продуктивное долголетие, вследствие чего клевер необходимо использовать в бинарных посевах. Клеверозлаковые посевы формируют значительный урожай сухого вещества и кормовых единиц, а химический состав их кормовой массы по основным признакам намного богаче, чем у посевов в чистом виде (Филатов И.И., Митякова Р.П., 1982; Шелюто Б.В., 2005).

Сорока А.В., Костюченко Н.Н. (2018) провели оценку продуктивности, ценотической активности и питательной ценности бобово-злаковых травостоев с дополнительным бобовым компонентом на торфяно-

минеральной почве и установили, что пастбищные бобово-злаковые травостой формировали урожайность зеленой массы 401,2-416,1 ц/га, выход кормовых единиц 70,6-74,9 ц/га, сбор сырого протеина 15,2-15,9 ц/га. Питательная ценность корма при этом составила 0,93-0,96 к.ед. Основным бобовым компонентом являлся клевер ползучий.

На юге России опыт совместного выращивания озимой пшеницы и люцерны в отдельных случаях показывает снижение урожайности зерна. Однако этот ущерб полностью возмещается за счет сокращения количества удобрений, а также получения корма для животноводства без затрат на посев. При этом пшеница, выращенная в бинарных посевах, отличается высоким качеством зерна.

Тойгильдин А.Л., Солнцева О.В. и др. (2015) в исследованиях одновидовых и смешанных посевов многолетних трав показали, что наибольшее накопление сухого вещества происходило в двухкомпонентных и трехкомпонентных смесях многолетних трав. По урожайности преимущество имела травосмесь костреч+люцерна, на которой за два укоса было получено 6,79 т/га сухого вещества, превышающие одновидовые посевы люцерны на 0,42 и костреча на 0,70 т/га. Преимущество было и по выходу кормовых единиц, переваримого протеина, обменной энергии и биоэнергетической эффективности.

Клыга Е.Р. (2019, 2021), Васько П.П., Клыга Е.Р. (2019) также в своих экспериментах установил, что бинарные посевы люцерны с фестулолиумом и костречом обеспечили наибольший суммарный выход сырого протеина, составляющий 57,8-74,9 ц/га на фоне N_0 и 75,7-88,1 ц/га на фоне N_{90} .

В условиях лесостепи Среднего Поволжья Карлова И.В. (2019) показывает эффективность возделывания бобово-злаковых травосмесей с люцерной синегибридной, лядвенцем рогатым с добавлением черноголовника многобрачного и обработке посевов препаратом Гуми 20М. Травостой с люцерной превзошли чистые посевы и обеспечили урожай зеленой массы люцерны – 17,03 т/га, сухого вещества – 4,72 т/га, обменной

энергии – 57,21 ГДж/га; травостой с лядвенцем рогатым соответственно: 17,29 т/га, 4,87 т/га и 59,13 ГДж/га.

В опытах Великдань Н.Т., Желтопузова В.Н. (2016) примером положительного взаимодействия во времени бобовых и мятликовых трав в смешанном посеве по результатам четырехлетнего опыта явились травосмеси: люцерна+клевер+кострец+ежа и люцерна+ежа, которые в сумме за 4 года жизни обеспечили соответственно выход 49,0 и 48,0 т/га сухого вещества.

Гребенников В.Г., Шипилов И.А., Хонина О.В. (2019) за 4 года пользования получили с лучшей травосмеси люцерна+ежа максимальный сбор зеленой массы –250,4 т/га, 48,0 т/га сухого вещества и 4933 кг/га сырого протеина.

Травосмеси люцерны изменчивой, клевера лугового со злаками в опытах Стародубцевой А.М. (2017) содержали больше сырого протеина и кальция, чем в злаковых травах соответственно в 1,3-1,4 и 1,3-1,7 раза.

Результаты многолетних исследований Благовещенского Г.В. (2011) и соавторов в Московском НИИСХ «Немчиновка» показали, что урожайность травосмесей из клевера лугового с люцерной, лядвенцем рогатым или галегой восточной на уровне 10-12 т/га сухого вещества достигается за счет использования симбиотического азота и азота почвы, тогда как для сходной урожайности злаковых травостоев требуется 150-180 кг/га д.в. азотных удобрений.

Биологическая оценка эффективности выращивания лядвенца рогатого и традиционных малораспространенных низовых злаковых трав в одновидовых и бинарных посевах Векленко Ю.А., Ящук В.А. (2015) доказали превосходство травосмесей над монопосевами в течение трех лет пастбищного использования.

Эседулаев С.Т., Шмелева Н.В. (2015; 2019) изучили аккумуляцию азота многолетними бобовыми травами в чистых и смешанных посевах на дерново-подзолистой почве Ивановской области и показали, что люцерна

изменчивая и козлятник восточный и их смеси с клевером тимофеевкой обеспечивают накопление в почве значительного количества азота, в том числе симбиотического до 224 кг/га в чистых посевах и до 166 кг/га в смешанных.

Озимую вику высевают совместно с зерновыми культурами: озимым ячменем, тритикале, озимой пшеницей.

В Нечерноземной зоне в составе смешанных посевов однолетняя бобовая культура – люпин является не только донором минерального питания растений, но и ведущим звеном в получении полноценных, сбалансированных по белку кормов. За счет акцепторных растений (овса, ячменя, пшеницы, кукурузы, райграса, рапса) в смешанных посевах с люпином можно формировать высококачественные корма многоцелевого назначения (Баринов В.Н., 2008; Новиков М.Н. и др., 2015). Так, среди однолетних ранних яровых кормовых культур наибольшим выходом кормовых единиц – 8,1 т/га и сбором переваримого протеина отличаются смеси овса (75% нормы высева в одновидовом посеве) с подсолнечником (25%) и горохом (50%), а также овса (25%) с суданской травой (100%) и подсолнечником (25%) (Ганькин А.В., 2009).

Из поздних культур наиболее продуктивными (11,3 т/га к. ед.) являются смеси кукурузы (75%) с соей (75%), сорго (30%) и подсолнечником (20%). Для получения двух урожаев в год необходимо после ранних злаково-бобовых смесей размещать поукосно посеvy ярового рапса с овсом и озимой рожью. При таком сочетании обеспечивается получение до 100 т/га зеленой массы в ранне-летний и поздне-осенний периоды.

В Беларуси возделывают одноукосные и многоукосные бобово-злаковые смеси однолетних трав.

Для южной зоны республики представляют особую ценность смеси озимой вики с зерновыми культурами. Озимая вика (мохнатая) является ценным белковым компонентом для озимой ржи и пшеницы при возделывании на зеленый корм. Такая смесь дает самый ранний зеленый

корм высокого качества. Вику мохнатую можно высевать не только как озимую, но и как яровую культуру в смеси с овсом.

Одноукосные – наиболее распространенная группа бобово-злаковых смесей или смеси двух культур, которые высеваются одновременно, занимают общую площадь и дают за вегетационный период 1 укос. К ним относятся смеси бобовых (люпина, вики, гороха) с овсом, также смеси бобовых культур с подсолнечником и яровой пшеницей.

Многоукосные бобово-злаковые смеси состоят из двух или нескольких однолетних культур и за вегетационный период дают 2-3 укоса. Многоукосность достигается включением компонента, обладающего способностью к отрастанию после скашивания. Например, райграс однолетний может выращиваться с люпином, горохом, викой, а также в смесях этих культур с овсом. К многоукосным можно отнести и смесь зернобобовых с сераделлой.

Благодаря разновременности наступления критических периодов потребления воды и пищи у бобовых и злаковых культур складываются более благоприятные условия для их развития. Например, фосфорное и калийное питание овса улучшается при его возделывании с люпином по сравнению с чистым посевом. Люпин, медленно развиваясь в начальный период, начинает потреблять фосфор и калий позднее овса. Овес в этом случае отличается высоким коэффициентом кущения, имеет более интенсивную зеленую окраску, а также большую высоту и массу, чем в чистом посеве с полной нормой высева (Шлапунов В.Н., 1982).

Благоприятный микроклимат в смешанных посевах способствует уменьшению поражения растений вредителями и болезнями. За счет меньшего полегания растений и лучшего проветривания в смесях снижается степень поражения гороха аскохитозом и клубеньковым долгоносиком. В смесях с люпином снижается повреждение тлей.

Технология совместного посева двух культур широко практикуется и изучается в России на агрономическом факультете ДонГАУ профессором

Н.А. Зеленским, а также внедряется фермерами после освоения отдельных элементов технологии в различных почвенно-климатических условиях.

Результаты изучения бинарных посевов многолетних бобовых (люцерна изменчивая) трав с озимой пшеницей показали повышение продуктивности пашни. Использование люцерны в бинарном посеве обеспечивает более рациональное использование почвенно-климатического потенциала зоны. Ученые успешно доказывают целесообразность использования люцерны в кулисно-мульчирующем пару (Зеленский Н.А. и др. 2005, 2008; Мошкина Ю.С., Шаталина Л.П., 2021).

Бесконечно непростая биологическая и хозяйственная проблема – формирования не естественных агрофитоценозов, так как для создания таких сообществ, как норма, используются культуры, обыкновенно возделываемые в одновидовых посевах. В совокупных посевах для культур формируются несколько другие условия жизни, которые отрицательно или положительно сказываются на их развитии и росте. При формировании таких посевов, следует добиться высокого агротехнического эффекта, вследствие которого суммарный урожай являлся бы выше одновидовых посевов, а сбор протеина и качество получаемого корма с единицы площади гораздо выше, соотношение питательных веществ лучше (Рахтеенко И.Н., 1963; Завалин А.А., 2003).

Исследуя биологические свойства взаимовлияния растений, ученые сделали вывод, что при выборе компонентов для смешанных посевов нужно учитывать потребности к уровню обеспеченности элементами минерального питания с целью полнее их использовать и создавать существенно больший урожай. Корневые системы в таких посевах находятся в различных слоях почвы, что дает возможность полнее использовать их ресурсы и довести до минимума неблагоприятное воздействие органических выделений одного вида растений на другой. Помимо того, при успешном подборе компонентов может иметь место обоюдное обогащение питательными веществами.

Известно, что снижение продуктивности отдельных видов культур

может быть вызвано накоплением в почве биологически активных веществ до токсического уровня. Это так называемое аллелопатическое почвоутомление, которое характерно для монокультуры некоторых видов. Под многолетней люцерной накапливаются сапонины, при монокультуре пшеницы в почве происходит накопление подвижных форм фенольных соединений.

Сильное почвоутомление вызывает люпин, который при бессменном выращивании в течение 3-4-х лет почти полностью выпадает.

При изучении взаимовлияния растений на этапе прорастания семян заметили, что бобовые культуры в момент прорастания в смесях воздействуют на семена злаков благоприятно. Лучше прорастают семена культур, которые в смешанном посеве преобладают (Васильчук Н.С., 2006).

Сегодня существует до 20 вариантов бинарных посевов «на все случаи жизни». По технологии смешанных посевов можно высевать практически все полевые культуры (кукурузу, озимую пшеницу, ячмень, тритикале, подсолнечник, просо, сою, рапс). Исключение составляют лишь сахарная свекла и картофель, поскольку ученые пока не разработали для них оптимальную схему. Если в посеве присутствует 3 и более компонента, сложнее организовать защиту от болезней, сорняков и вредителей, а также обеспечить полноценное питание. Но и здесь уже есть определенные решения.

Считают, что отдачу от применения технологии смешанных посевов можно почувствовать только спустя годы, в то время как рыночные условия настраивают аграриев на получение прибыли сейчас. По другому мнению, бинарные посева имеют будущее лишь при возделывании кормовых культур, которые используются для зеленого или сырьевого конвейера в животноводстве. Мало кто учитывает такую положительную сторону технологии, как обеспечение снегозадержания, накопление влаги и защиты почвы от эрозии.

Освоение смешанных посевов в сельском хозяйстве является одним из

эффективных путей управления количеством и качеством продукции, повышением степени полезного использования растениями тепла, света, осадков, питательных веществ почвы и агротехнических приемов, что связано с относительно высокой устойчивостью их к стрессам и более полной реализацией биопотенциала компонентов.

Смешанные агроценозы дают возможность непосредственно в поле собирать сбалансированные по протеину травянистые корма, увеличивают продуктивность использования пашни (Варламов А.А., 2000). При всем том компонентный состав смесей не имеет возможности быть универсальным. Для любой почвенно-климатической зоны в целом и даже для каждого типа агроландшафтов нужно подбирать определенные компоненты и их соотношения.

Таким образом, обзор научной литературы показывает, что амарант метельчатый вызывает большой научный и практический интерес. Проведены серьезные исследования по изучению технологических приемов возделывания амаранта на зеленую массу в одновидовых и бинарных посевах с бобовыми травами. Амарант способен формировать высокие урожаи зеленой массы, однако реализация потенциальных ресурсов данного растения возможна только за счет разработки эффективной технологии его возделывания, в том числе и в смешанных посевах традиционных кормовых культур на силос. В связи с проведенным анализом, цель наших исследований заключалась в научном обосновании средообразующей роли традиционных и нетрадиционных кормовых культур в одновидовых и бинарных посевах в условиях РСО-Алания.

Глава 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Место и условия проведения исследований

Исследования проведены в течение ряда лет (2001...2016 г.г.) в Центральной части Северного Кавказа в различных контрастных экологических условиях. Полевые опыты были заложены на территориях Моздокского госсортоучастка (с. Троицкое, 135 метров над уровнем моря, каштановая почва – II агроклиматический район – засушливый), Кировского госсортоучастка (с. Брут, 400 метров над уровнем моря, чернозем обыкновенный – III агроклиматический район – недостаточного увлажнения) и опытных полях Горского ГАУ (пос. Алханчурт, 600 метров над уровнем моря, выщелоченный чернозем – IV агроклиматический район – достаточного увлажнения). Лабораторные исследования проведены на кафедре Землеустройства и экологии ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет».

2.1.1 Погодные условия в годы проведения исследований

II агроклиматический район – засушливый.

(Моздокский госсортоучасток, Моздокский район).

Коэффициент увлажнения составляет 0,18...0,36, осадков за год выпадает от 360 до 570 мм. Сумма положительных температур воздуха выше 10 °С колеблется от 3450 до 3700 °С. зима умеренно мягкая с суммами отрицательных температур от -220 до -340°С. длительность ее составляет от 85 до 100 дней, средняя месячная температура января – в пределах 3,6...4,4 °С мороза. Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха колеблется от -19 до -24 °С, абсолютный минимум может понижаться до -33...-34 °С.

Снежный покров неустойчив, устанавливается лишь в декабре, высота его не превышает 4...8, а средняя из наибольших высот за зиму составляет

8...15 см.

Возобновление вегетации растений отмечается в конце марта – начале апреля. Безморозный период длится 170...200 дней. Характер лета меняется от жаркого до очень теплого. Средняя месячная температура июля колеблется в пределах 19...24 °С. Сумма осадков за теплый период составляет 250...450 мм (Прир. ресурсы РСО-А / Климат, 2002).

В годы наших исследований погодные условия складывались в целом типично для зоны с некоторыми отклонениями (рис. 1, 2).

III агроклиматический район – недостаточное увлажнение.

(Кировский госсортоучасток, Правобережный район).

Район недостаточно влажный, коэффициент увлажнения колеблется в пределах 0,20...0,26. Осадков за год выпадает 420...650 мм. Суммы температур воздуха выше 10 °С составляют 3200...3450 °С (рис. 3, 4).

Зима умеренно мягкая, сумма отрицательных температур не превышает -170...-600 °С. Средняя месячная температура января колеблется в пределах -3...-4 °С. Высота снежного покрова составляет 5...8 см.

Вегетация растений начинается в третьей декаде марта – первой декаде апреля. Лето умеренно жаркое, средняя месячная температура июля составляет 21...24 °С, максимальная +40...+42 °С. летние осадки составляют 300...450 мм (Прир. ресурсы РСО-А / Климат, 2002).

По многочисленным данным зима не холодная, весна прохладная, лето – умеренно теплое и осень – теплая. В среднем весенние заморозки отмечаются в середине апреля, а первые осенние – в середине октября. Безморозный период длится около 180...189 дней с колебаниями по годам от 170 до 210 дней. Переход температуры воздуха весной и осенью через 5 °С происходит в самом конце марта и в самом начале ноября, что в основном совпадает с возобновлением и прекращением вегетации многолетних бобовых трав.

В теплый период года (апрель – октябрь) выпадает 79...82% и в холодный 18...21% осадков. При этом из количества осадков, выпавших в

холодный период, около 25% в виде снега, 55% – дождя и 20% – снега и дождя. Особенностью территории является крайняя неустойчивость увлажнения, естественные осадки часто находятся в пределах 17...63% от многолетних данных.

Максимум осадков выпадает в мае–июле, но могут быть годы с очень малым количеством их в данный период.

Наиболее высокая относительная влажность воздуха отмечается в зимние месяцы (84...86%), а наименьшая – в июле–августе (69...70%).

Тепловой режим территории говорит о возможности возделывания почти всех сельскохозяйственных культур и, в частности, амаранта и бобовых трав. Здесь возможно получение до 3 укосов клевера, 4 укосов люцерны и лядвенца, 2 укосов донника желтого, 3-4 укосов вязеля.

Естественное увлажнение, как по отдельным годам, так и по периодам роста и развития растений, неравномерно и не обеспечивает ежегодного получения высоких урожаев. Малое количество осадков, ливневый их характер и высокая испаряемость особенно во второй половине лета и в начале осени, обуславливает необходимость применения орошения и в особенности тех культур, у которых потребность в воде во вторую половину вегетации не только не уменьшается, а наоборот, увеличивается.

IV агроклиматический район – достаточное увлажнение.

(опытные поля Горского ГАУ, Пригородный район)

Климат района достаточно влажный, коэффициент увлажнения колеблется от 0,45 до 0,60. Осадков за год выпадает около 700 мм. Теплообеспеченность района находится в пределах 2700...3200 °С. Характер зимы и безморозкового периода аналогичны агроклиматическому району III (с. Брут – лесостепная зона) (Прир. ресурсы РСО-А / Климат, 2002).

Метеорологические условия в годы проведения исследований были типичными для зоны (рис. 5, 6).

Тепловой режим территории позволяет возделывать большинство сельскохозяйственных культур, в том числе и амарант, и бобовые травы

(клевер, люцерну, лядвенец рогатый, донник желтый, вязель) на кормовые цели. Здесь возможно получение до 3 укосов клевера, люцерны, лядвенца, 2 укосов донника желтого, 2-3 укосов вязаля.

В сравнении с другими агроклиматическими районами, естественное увлажнение в IV агроклиматическом районе относительно стабильное. Однако в отдельные годы здесь осадки могут распределяться весьма неравномерно, как это и произошло летом 2003 года и в 2002 году во второй половине лета.

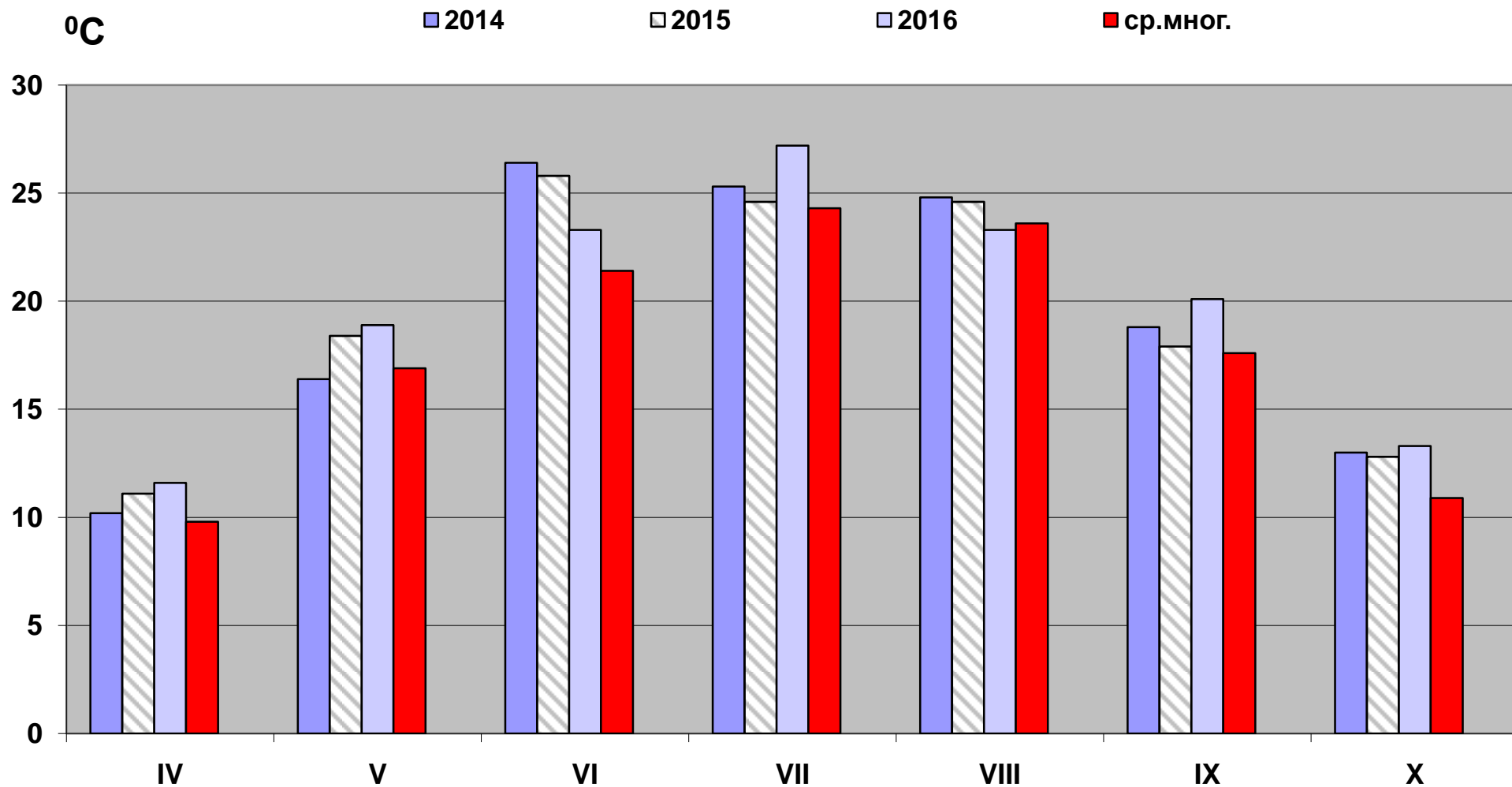


Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха за вегетационный период по данным метеостанции г. Моздок, °С (2014-2016 гг.) – II агроклиматический район

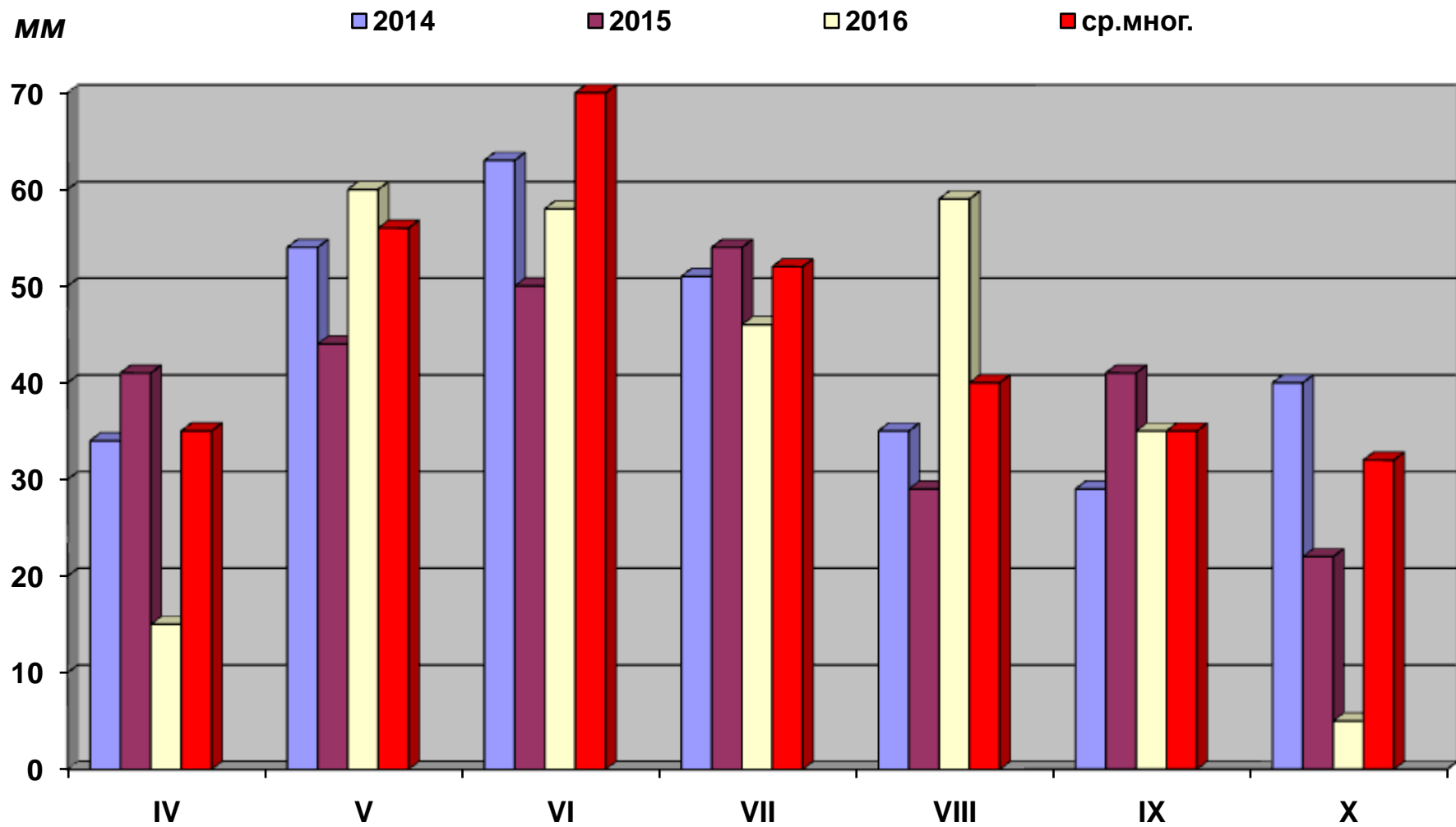


Рис. 2. Среднемесячное количество осадков за вегетационный период по данным метеостанции г. Моздок, мм (2014-2016 гг.) – II агроклиматический район.

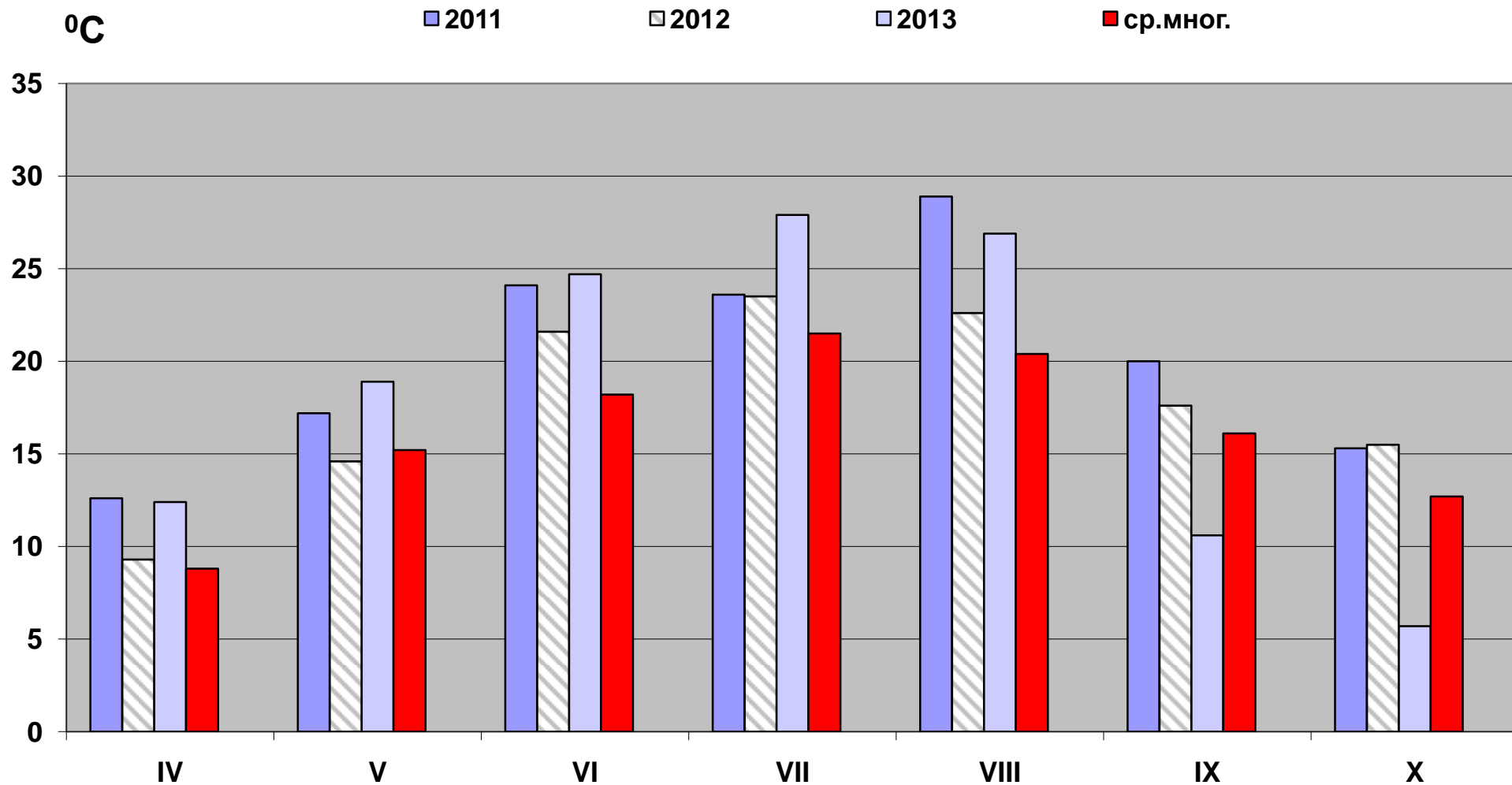


Рис. 3. Среднемесячная температура воздуха за вегетационный период по данным метеостанции Аэропорт г. Беслан, °C (2011-2013 гг.) – III агроклиматический район

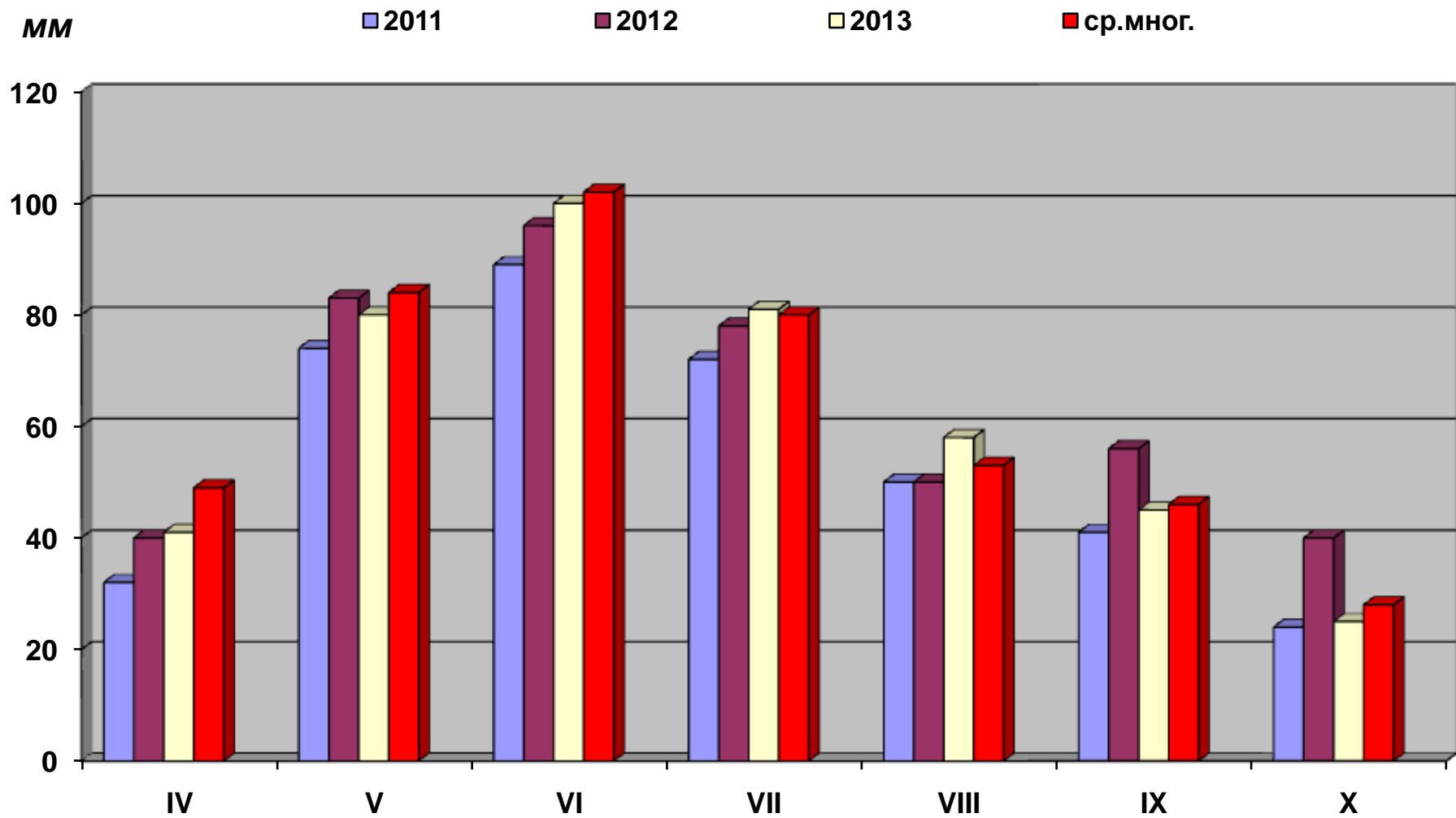


Рис. 4. Среднемесячное количество осадков за вегетационный период по данным метеостанции Аэропорт г. Беслан, мм (2011-2013 гг.) – III агроклиматический район.

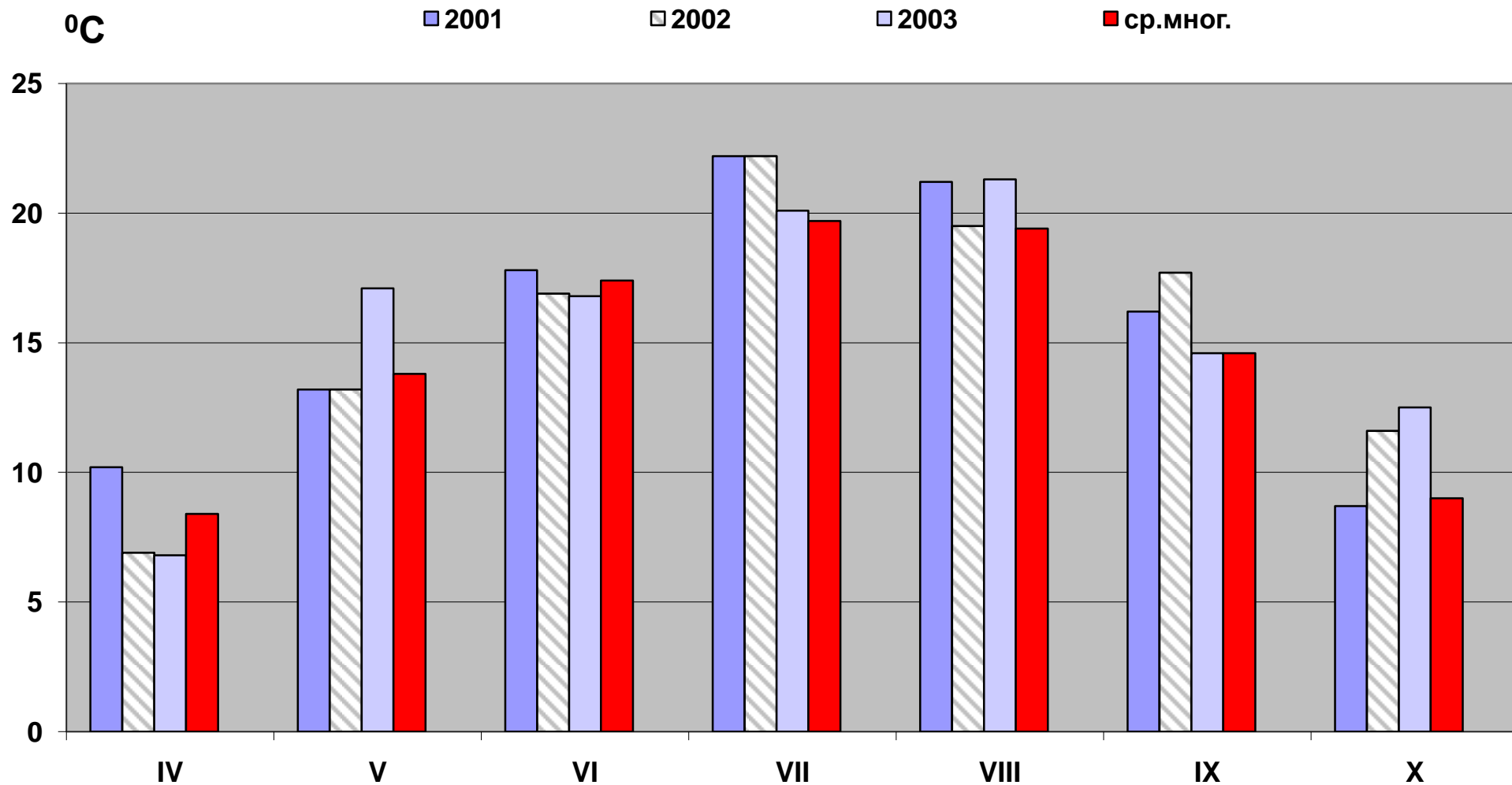


Рис. 5. Среднемесячная температура воздуха за вегетационный период по данным метеостанции г. Владикавказа, °C (2001-2003 гг.) – IV агроклиматический район

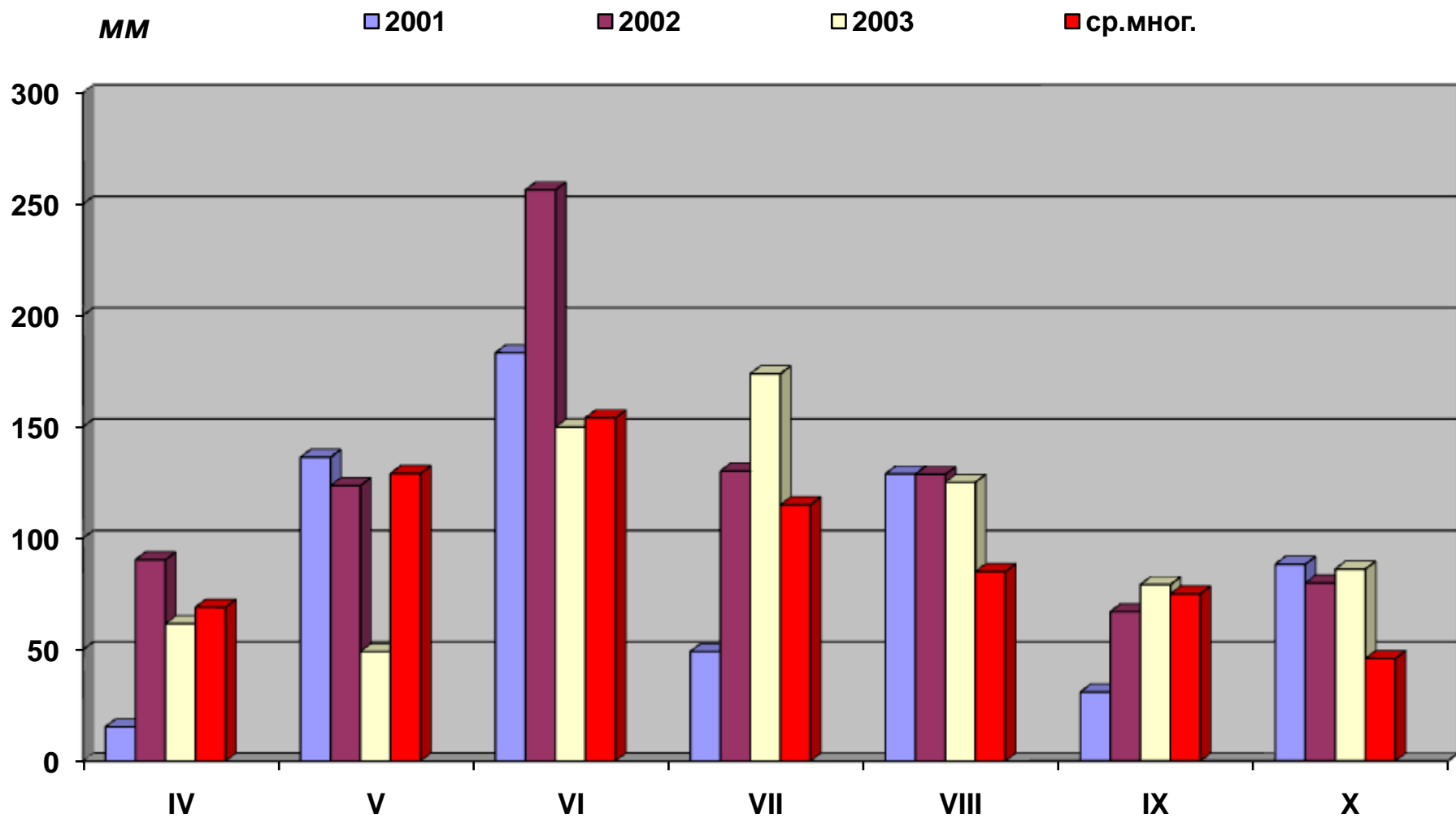


Рис. 6. Среднемесячное количество осадков за вегетационный период по данным метеостанции г. Владикавказа, мм (2001-2003 гг.) – IV агроклиматический район.

2.2.2 Почвы

Исследования проводились на трех типах почв, которые по гранулометрическому составу представляют собой тяжелый суглинок с нижеприведенными физическими и агрохимическими характеристиками.

II агроклиматический район представлен в основном **каштановыми почвами**. Они сформировались при участии сухо-степной преимущественно полынно-злаковой или мелко-дернинно-злаковой растительности при неустойчивом и недостаточном увлажнении.

Профиль собственно каштановых почв характеризуется светло-бурой окраской верхнего горизонта. Мощность горизонта *A* не превышает 25...26 см, а *A+B* – 50 см. Карбонаты в виде белоглазки появляются на глубине 70...100 см, Переходы одного генетического горизонта в другой постепенные. Из-за слабой дифференцированности профиля здесь выделяются подгоризонты *B₁*, *B₂*, *BC* переходного горизонта. С глубиной по профилю почвы бурые тона почвенной массы постепенно сменяются желто-палевыми тонами. Структура из комковато-глыбистой переходит в горизонте *B* в комковато-пылеватую и бесструктурную в почвообразующей породе.

Каштановые карбонатные почвы имеют благоприятные физические свойства, по гранулометрическому составу относятся к тяжелосуглинистым крупнопылеватато-иловатым.

В составе механических фракций в профиле каштановых карбонатных почв преобладают частицы крупной пыли (0,05...0,01 мм – 36,0%) и илистой фракции (<0,001 мм – 20,69...23,18%). Все механические фракции распределяются по профилю довольно равномерно, хотя обнаруживается тенденция увеличения содержания песка и крупной пыли в пахотном горизонте. Это связано с дефляционными процессами, при которых илистая фракция и мелкая пыль выдуваются, а песок остается на месте. По этой же причине в пахотном горизонте содержание мелкой пыли и илистой фракции меньше, чем в переходном (*B*) горизонте.

Наличие большого количества полевых шпатов и плагиоклазов

обеспечивает высокое содержание калия в рассматриваемых почвах.

Химический состав каштановых почв является довольно благоприятным практически для всех сельскохозяйственных культур, возделываемых в Предкавказье.

Содержание гумуса, в зависимости от гранулометрического состава, колеблется от 2,2 до 3,5 %. Важной характеристикой каштановых почв является состав гумуса. Здесь преобладают гуматы кальция и вторая фракция гуминовых кислот, представленных полимерными комплексами с фульвокислотами, связанными с относительно устойчивыми гидратами полуторных окислов. Гумус рассматриваемых почв сравнительно богат азотом, количество которого в гумусе пахотного горизонта составляет 5...6%, а в почвенной массе – 0,16...0,21, но легкогидролизуемого азота 60...68 мг/кг почвы.

Рассматриваемые почвы неодинаково обеспечены другими основными элементами минерального питания, Так, при высоком содержании валового фосфора в пахотном горизонте его подвижными формами каштановые почвы низко и среднеобеспеченны. Содержание же в них обменного калия, наоборот, достаточно высоко.

Результаты агрохимического анализа почвы показывают, что содержание гумуса находится на уровне 2,3...2,7% (табл. 1), легкогидролизуемого азота 60...68 мг – среднее, $pH_{\text{сол.}}$ 7,5...7,8, содержание подвижного фосфора – 28...43 мг/кг (по Мачигину) – среднее и повышенное, обменного калия – 321...390 мг/кг почвы – высокое, молибдена 0,48...0,55 мг/кг – высокое и подвижного бора – 0,17...0,20 мг/кг – низкое (Козырев А.Х., Фарниев А.Т., Басаев И.Б., 2011).

В III агроклиматическом районе основные площади представлены **черноземами карбонатными (обыкновенными)**. Основными особенностями их являются: темно-бурая с сероватым (ком окраска и малая гумусированность верхнего горизонта, большая мощность гумусовых горизонтов, высокая карбонатность с поверхности, отсутствие гипса,

пылевато-зернисто-комковатая структура гумусово-аккумулятивного горизонта, пористость, рыхлость.

Черноземы карбонатные обладают тяжелым гранулометрическим составом. Содержание физической глины по всему профилю изменяется незначительно и колеблется в пределах 80,8...82,5%. В составе механических фракций преобладают частицы мелкой пыли и илистой фракции. Распределение всех механических фракций по профилю довольно равномерное, что указывает на отсутствие внутрипочвенного перемещения механических фракций.

Несмотря на тяжелый гранулометрический состав, черноземы карбонатные обладают довольно благоприятными физическими свойствами для нормального роста и развития практически всех полевых культур, возделываемых в зоне их распространения.

Черноземы карбонатные по содержанию гумуса относятся ко 2-ой группе с содержанием 250...350 т/га органического вещества.

Распределение общего азота по профилю почв повторяет ту же закономерность, что и распределение гумуса и соответственно уменьшается количество общего азота. Падение валового азота наряду с гумусом происходит постепенно.

В карбонатных почвах содержание нитратного азота около 6...7 мг на 100 г почвы, а аммиачного – всего 2,5...8,5 мг/кг почвы.

Содержание доступного фосфора достигает 20...25 мг/кг почвы. Усвояемость фосфора во многих случаях мала из-за перехода его в труднорастворимые формы. Около 95 % почв плоскостной части республика относится к плохо или среднеобеспеченным усвояемой фосфорной кислотой, а если учесть, что черноземы карбонатные содержат меньше 2 мг P_2O_5 на 100 г почвы, то становится ясно, что абсолютное большинство почв является крайне бедными фосфором. Содержание калия в почве обычно бывает выше, чем азота и фосфора вместе взятых.

Почва Кировского госсортоучастка содержит гумуса в среднем 4,6%

(табл. 1), легкогидролизуемого азота – 66 мг/кг, подвижного фосфора 24 мг/кг (по Мачигину) – среднее, обменного калия 392 мг/кг – высокое, подвижного бора 0,34 мг/кг – низкое, молибдена 0,45 мг/кг почвы – высокое, реакция почвенного раствора нейтральная – $pH_{\text{сол.}}$ – 6,8.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного слоя почв

Показатель	каштановая	чернозем карбонатный	чернозем выщелоченный
Гумус по Тюрину, %	2,3...2,7	4,6	5,6...5,8
$pH_{\text{сол.}}$ – pH метр ЛПУ-1	7,5...7,8	6,8	5,8...6,0
$N_{\text{л.г.}}$ по Тюрину и Кононовой, мг/кг	60...68	66	80
P_2O_5 , мг/кг	28...43 по Мачигину	24 по Мачигину	118 по Чирикову
K_2O , мг/кг	321...390 по Мачигину	392 по Мачигину	120 по Чирикову
B в водной вытяжке, мг/кг	0,17...0,20	0,34	0,5
Mo – в оксалатной вытяжке, мг/кг	0,48...0,55	0,45	0,25

IV агроклиматический район представлен в основном **черноземами выщелоченными**. Они формируются в Северо-Осетинской предгорной наклонной равнине на древних террасах горных рек в наиболее дренированных участках.

По мнению С.А. Захарова, С.В. Зона, Е.В. Рубилина, почвообразующими породами рассматриваемых почв являются флювиогляциальные (водно-ледниковые) карбонатные мелкоземистые отложения, которые чехлом небольшой мощности прикрывают валунно-галечниковые отложения.

Гранулометрический состав верхних горизонтов – тяжелосуглинистый иловато-пылеватый. С глубиной в профиле он облегчается и в горизонте **ВС** переходит в среднесуглинистый. В подпахотном горизонте отмечается увеличение физической глины на 1,2%, что свойственно почвам промывного

водного режима, где илистая фракция перемещается в подпахотный горизонт.

В составе механических фракций основное место занимают ил и пыль, при этом с глубиной по профилю почвы их содержание уменьшается. Такое распределение механических фракций в профиле почв согласуется с увеличением каменистой части почвы с глубиной.

Рассматриваемые почвы обладают оптимальными физическими свойствами. Удельная масса гумусово-аккумулятивного горизонта составляет 2,49...2,53 г/см³. Объемная масса пахотного горизонта находится в пределах оптимальных величин (1,3 г/см³) для основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в данном агроклиматическом районе.

Указанные почвы относятся к среднегумусным, содержание гумуса в пахотном горизонте колеблется от 5,2 до 6,3 %.

Химический состав выщелоченных черноземов меняется незначительно по генетическим горизонтам, что свойственно в целом черноземам.

По результатам химических анализов черноземы выщелоченные характеризуются $pH_{\text{сол.}}$ – 5,8-6,0, содержанием гумуса – 5,4...6,2%, легкогидролизуемого азота – около 80 мг/кг – повышенное, подвижного фосфора 90 мг/кг – среднее, обменного калия – 150 мг – высокое, подвижного бора – 0,55 мг – среднее, молибдена 0,25 мг/кг почвы – низкое (табл. 1). Почва по гранулометрическому составу представляет собой тяжелый суглинок.

Для устранения дефицита фосфора в течение вегетации большое значение имеет основное внесение фосфорных удобрений под вспашку. Фосфорная кислота (P_2O_5), по данным С.Х. Дзанагова (1987,1999), быстро связывается с почвой и остается почти полностью в том слое почвы, в котором было внесено удобрение. Поэтому поверхностный рассев малоэффективен.

Высокая эффективность калийных удобрений (хлористый калий,

калийная соль) достигается только при внесении в оптимальном соотношении их с азотными и фосфорными удобрениями.

2.2 Агротехника и методика проведения исследований

Исследования проведены в полевых опытах трех агроклиматических районов РСО-Алания: во II – 2014...2016 г.г., III – 2011...2013 г.г. и IV – 2001...2003 г.г.

Объектами исследований являлись: из мятликовых культур – амарант сорта Шунтук; из бобовых трав: клевер луговой сорта Владикавказский, люцерна синяя сорта Багира, лядвенец рогатый сорта Солнышко, донник желтый сорта Катэк, вязель сорта Бекос.

В условиях полевых опытов изучались технологические приемы возделывания одновидовых и бинарных посевов амаранта и бобовых трав. В каждом агрорайоне было заложено по 2 опыта по следующим схемам:

схема опыта №1:

1. Амарант
2. Клевер
3. Люцерна
4. Лядвенец рогатый
5. Донник желтый
6. Вязель

схема опыта №2:

1. Амарант + клевер
2. Амарант + люцерна
3. Амарант + лядвенец
4. Амарант + донник
5. Амарант + вязель

В одновидовых посевах за контроль был принят посев лядвенца рогатого, а в смешанных – посев амаранта + вязель.

Полевые опыты во все годы исследований закладывали в

четырёхкратной повторности, размещение вариантов – рендомизированное. Общая площадь делянки составляла 14 м², учетная 10 м². Посев проводили узкорядным способом с нормой высева семян амаранта 4 кг/га; клевера 12 кг/га; люцерны и донника желтого по 14 кг/га; лядвенца рогатого 15 кг/га; вязаля 16 кг/га.

В смешанных посевах норму высева семян трав брали 1/2:1/2.

Агротехника возделывания трав общепринятая для зоны.

Сопутствующие наблюдения и учеты:

1. Согласно задачам исследований в почве и растительных образцах определяли:

- а) содержание гумуса – по методике Н.В. Тюрина;
- б) легкогидролизуемый азот – по Н.В. Тюрину и М.К. Кононовой;
- в) подвижный фосфор и обменный калий: на каштановых и черноземах карбонатных – по Мачигину; на черноземах выщелоченных – по Чирикову;
- г) кальций – согласно МРТУ № 46 – 15 – 67.

2. Фенологические фазы развития растений амаранта и бобовых трав по методике «Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1989). За начало фазы считали день, когда ее наступление отмечалось у 10 % растений, полная фаза у 50 %, конец – 75 %.

3. Величину и активность симбиотического аппарата бобовых трав по Посыпанову Г.С. (1991):

- на корнях учитывали количество и массу клубеньков, в том числе активных (содержащих леглоббин);
- определяли продолжительность общего и активного симбиоза;
- рассчитывали величину общего и активного симбиотических потенциалов;
- определяли удельную активность симбиоза по укосам и за вегетацию;
- рассчитывали количество симбиотически фиксированного азота воздуха по укосам и за вегетацию;
- выявили долю участия источников азота (минерального и

биологического) в питании растений люцерны.

4. Густоту стояния растений методом учетных площадок. На основе подсчета фактической густоты стояния растений и количества высеванных всхожих семян рассчитывали полевую всхожесть по формуле:

$$A = \frac{B \times 100}{C},$$

где А – полевая всхожесть, %;

В – фактическая густота стояния растений, млн. шт./га;

С – норма высева, млн. шт.

7. Сохранность растений по формуле:

$$B = \frac{C \times 100}{B},$$

где Б – число сохранившихся растений, %;

В – число растений в фазу полных всходов, шт./м²;

С – число растений на момент определения, шт./м².

5. Зеленую и воздушно-сухую массы – путем отбора средних проб (по 25 растений с двух не смежных повторностей). Затем высушивали их до постоянной массы. По результатам определяли содержание сухого вещества.

6. Площадь листовой поверхности по А.А. Ничипоровичу (1963) методом высечек.

7. Фотосинтетический потенциал за каждую фазу развития по формуле:

$$\text{ФП} = 1/2 (\text{Л1} + \text{Л2}) \times \text{п. м}^2/\text{га} \times \text{дн.},$$

где Л1; Л2 – площадь листовой поверхности в начале и конце фазы;

п – число дней в фазе.

8. Фотосинтетический потенциал за вегетацию по формуле:

$$\text{ФП} = 1/2 [(\text{Л1} + \text{Л2}) \times \text{n1}] + 1/2 [(\text{Л2} + \text{Л3}) \times \text{n2}] + 1/2 [(\text{Л3} + \text{Л4}) \times \text{n3}] + \dots, \\ \text{м}^2/\text{га} \times \text{дн.}$$

9. Чистую продуктивность фотосинтеза – методом учета прироста сухой массы в пересчете на м² по формуле:

$$\text{ЧПФ} = (\text{В2} - \text{В1})/\text{ФП}, \text{ тыс. м}^2/\text{га} \times \text{дн.},$$

где В1; В2 – сухое вещество в начале и конце фазы;

ФП – фотосинтетический потенциал.

10. Учет урожая зеленой массы проводили методом учетных площадок (по 3 в каждой делянке). Определялась урожайность зеленой массы с площади, ограниченной рамкой со стороной 50 см.

11. Абсолютно сухое вещество в зеленой массе определяли весовым методом и содержание в нем: общего азота – по Къельдалю; фосфора, калия, кальция – колориметрическим методом; сырой протеин путем умножения показателей общего азота на коэффициент 6,25; жир – в аппарате Сокслета; сырую клетчатку – по методу Ганнеберга и Штомана; золу – методом сухого озоления растительного материала и БЭВ – путем вычитания из 100% сырого протеина, сырой клетчатки, золы и жира.

12. Расчет кормовых единиц проводили по методике Попова И.С., Томмэ М.Ф., Елкина Г.М., Попандупуло П.Х. (1944). Брали содержание кормовых единиц в 100 кг корма и пересчитывали на урожай зеленой массы.

13. Определение содержания валовой энергии проводили по общепринятой формуле, учитывающей энергосодержание сырых протеина, жира, клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ:

$$ВЭ = 23,9 \times СП + 39,8 \times СЖ + 20,1 \times СК + 17,5 \times СБЭВ,$$

где: ВЭ – количество валовой энергии, кДж; СП – сбор сырого протеина с 1 га, г/га; СЖ – сбор сырого жира с 1 га, г/га, СК – сбор сырой клетчатки с 1 га, г/га; СБЭВ – сбор сырых БЭВ с 1 га, г/га.

14. Учет количества корневых и стерневых остатков проводили методом рамочной выемки почвы по Н.З. Станкову (1964). На место, выбранное для отбора монолита, накладывали рамку с размерами 30,3×30,3 см, что составляет учетную площадь 0,1 м². На площадке подсчитывали число растений, измеряли их высоту. Затем всю надземную часть растений снимали. Острым ножом длиной 10 см обрезали пограничную линию, почву внутри рамки разрезали на куски и совком переносили в мешочек слой почвы

0-10 см. Аналогично вынимали слои 10-20 см; 20-30 см, складывали их в отдельные мешочки и доставляли к месту отмывки корней.

15. Энергетическую эффективность возделывания одновидовых и смешанных посевов амаранта и бобовых трав рассчитывали по методике Г.С. Посыпанова и В.Е. Долгодворова (1995), основанный на выявлении окупаемости энергозатрат количеством полученной с урожаем энергии.

16. Математическую обработку экспериментальных данных проводились методами корреляционного и дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Характеристика сорта амаранта Шунтук.

Сорт Шунтук выведен Майкопской опытной станцией ВИР (инд. о. из позднеспелой популяции азиатского происхождения); р. 1992 г.: 28. Включен в Госреестр по Российской Федерации. Куст прямостоячий, плотный. Стебель ребристо-цилиндрический, среднесочный, высотой 120-160 см. Листья удлинненно-яйцевидные, сочные. Соцветие – прямая метелка, плотная, длиной 40-50 см. Семена округлой формы. Окраска семян белая с розовым оттенком. Урожайность зеленой массы – 52,4-63,8 т/га, семян – 1,2-1,3 т/га. Вегетационный период от всходов до первого укоса 74-80 дней, до созревания семян – 96-106 дней. Засухоустойчивый.

Характеристика сорта клевера Владикавказский.

Выведен в СКНИИ ГПСХ искусственной межсортовой гибридизацией Осетинский х Лиепсна. Раннеспелый, диплоидный. Кусты от прямостоячей до полуразвалистой формы. Кустистость средняя. Стебли средней толщины, очень слабо опушенные, длиной до 70 см. число междоузлий 4-9 (среднее – 7,3), узлы светло-фиолетовые. Листочки яйцевидной формы, слабоопушенные, зеленые. Соцветие – яйцевидная головка средней плотности. Окраска венчиков от красной до темно-фиолетовой. Семена яйцевидные, мелкие, желто-фиолетовые. Твердосемянность 11%. Характеризуется хорошей зимостойкостью (96–98 %), засухоустойчивостью (92–96 %), устойчив к полеганию и к болезням и вредителям. Пригоден к

механизированной уборке. Хорошо отрастает весной и после укосов. Период вегетации от начала весеннего отрастания до первого укоса – 61–71 день, а от первого укоса до полной спелости семян – 58–82 дня. Урожай зеленой массы в год максимального развития составляет 400–450 ц/га, что выше стандарта на 30–40 ц/га. По устойчивости к наиболее распространенным болезням (антракнозам, фузариозу, бурой пятнистости, мучнистой росе) сорт относится к слабопоражаемым и отвечает требованиям, предъявляемым к новым сортам. Клубеньковым долгоносиком и клеверным семяедом повреждается средне.

Характеристика сорта люцерны Багира.

Сорт относится к синегибриднему сорто типу изменчивой люцерны. Оригинатор ГНУ Краснодарский НИИСХ им. П.П.Лукияненко. Внесен в Госреестр селекционных достижений с 1994 года. Биологические особенности: растения высотой 100-110 см. Кусты полу- и прямостоячей формы. Средняя кустистость 41-45 стеблей. Стебли толстые, средней грубости, слабо-опушенные, без всякого налета. Соцветия яйцевидной формы, плотные, средней длины 3-5 см. Венчики цветков, в основном, темно-фиолетовые. Бобы спиральные, 3-4, реже 5 оборотов. Семена почковидные, средние, желтой окраски. Твердосемянность от 12 до 27%. Урожайность по зеленой массе во влажные годы достигает 70 тонн с гектара. Сорт отличается исключительной устойчивостью к полеганию, что обеспечивает качественную механизированную уборку зеленой массы и заготовку сена. Люцерна хорошо отрастает весной и после укосов. Средневосприимчива к аскохитозу, средне поражается бурой пятнистостью и другими вредителями.

Характеристика сорта лядвенца рогатого Солнышко.

Сорт Солнышко ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Включен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации с 1999 г. Допущен к использованию в производстве во всех зонах возделывания культуры. Сорт скороспелый, достигает фазы цветения через

37...55 суток, созревания – через 61...119 сут. Зимостойкость высокая (88...100%). Урожайность сухого вещества за два укоса – 8,2 т/га, максимальная – 10,3 т/га. Урожайность семян – 1,4 ц/га, максимальная – 6,0 ц/га. Содержание сырого протеина в сухом веществе – 14,9...21,2%. Куст чаще развалистый, стебли мягкие, тонкие, высотой 41...50 см. Листья продолговато-яйцевидные и ланцетные, ярко-зелёные, неопушенные. Соцветие – рыхлая кисть ярко-жёлтого цвета, с оранжевым оттенком. Плод – многосемянный боб (до 11...20 семян). Семена округлые, темно-коричневые. Масса 1000 семян 1,05...1,2 г. Устойчивость к болезням и вредителям высокая. Дает мягкое питательное сено, не вызывая тимпаний, отлично силосуется. До цветения используется как пастбищная трава, во время цветения – как сенокосная. При скармливании сена коровам получают молоко с приятным вкусом, масло – с жёлтой окраской и высоким содержанием каротина. Хороший медонос.

Характеристика сорта донника желтого Катэк.

Сорт Катэк выведен ФГБНУ «Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН», включен в Госреестр 1993 г. Куст прямостоячий, грубый, сильно ветвящийся, при цветении быстро грубеет. Кустистость – 8-14 стеблей. Стебли слабоопушенные, облиственность 48-52%. Соцветие – многоцветковая кисть удлинённо-цилиндрической формы, длиной 7-20 см. плод – односемянный боб яйцевидной формы, поперечно-морщинистый, темно-бурой окраски. Семена мелкие, яйцевидно-эллиптические, желтые с розоватым оттенком.

Скороспелее белого донника на 12-16 дней вегетационный период до первого укоса 57-70, до созревания семян – в среднем 111 дней.

Средняя урожайность зеленой массы 225 ц/га, семян – 7,9 ц/га.

Масса 1000 семян: 1,5 г.

Основные достоинства сорта: Донник желтый двулетний сорт «Катэк» отличный медонос, сидерат и кормовое растение. Обеспечивает семенную продуктивность при самых неблагоприятных условиях.

Характеристика сорта везеля Бекос.

Многолетнее бобовое растение. Перспективен для использования в качестве сидеральной культуры, а также как ресурс для фармацевтической отрасли и фиторемедиации почв. Высота растений – 119 см, травостоя - 80 см. Содержание протеина – 116-73%. На второй год дает урожай до 85 т/га живой массы. На пятый год – 19,8 т/га.

Глава 3. СИМБИОТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ ОДНОВИДОВЫХ И БИНАРНЫХ ПОСЕВОВ ТРАВ

3.1 Динамика формирования симбиотического аппарата бобовых культур и содержание азота в почве в одновидовых и смешанных посевах

Симбиотическая азотфиксация является наиболее важным фактором развития систем экологически сбалансированного сельского хозяйства (Троян Т.Н., 2010).

Об активности симбиотических взаимоотношений бобовых растений и клубеньковых бактерий, в первую очередь, можно судить по срокам формирования бобоворизобиального аппарата и начала его активного функционирования (Козырева М.Ю., 2020).

Активность клубеньковых бактерий определяется их способностью в симбиозе с бобовыми растениями усваивать азот атмосферы (Кожемяков А.П. и др., 2015; Серова Т.А., 2014; Фарниев А.Т., Нугманова Т.А., Сабанова А.А., Басиева Л.Ж. и др., 2020).

Многие исследователи пришли к выводу, что сельское хозяйство в будущем должно развиваться по пути, которым природа наделила многовидовые растительные сообщества, то есть за счет отказа от монокультуры и переход к поликультурному земледелию (Миркин Б.М., Злобин Ю.А., 1990; Стародубцева А.М., 2017; Петрова С.Н., 2011).

Преимущество бинарных посевов с бобовыми перед монокультурой проявляется за счет симбиотического влияния одного компонента на другой. Так, компоненты с глубоко проникающей корневой системой мобилизуют из нижних горизонтов элементы минерального питания, влагу в верхние горизонты, где их частично используют компоненты с поверхностно расположенной корневой системой. Повышаются общая и белковая продуктивности злакового компонента под влиянием биологически фиксированного азота из атмосферного клубеньковыми бактериями бобового компонента (Фарниев А.Т., Калицева Д.Т., Сабанова А.А., 2011; Работнов

Т.А., 1967; Андреев Н.Г., 1985; Парахин Н.В., 1997; Заслонкин В.П., 2001). При этом, чем выше продуктивность растений (надземной и подземной массы), а точнее – именно подземной массы корневых систем растений, на которых расположена основная часть симбиотического аппарата бобовых, тем выше продуктивность процессов азотфиксации (Спиридонов А.М., 2011).

Отсюда очевидна роль сравнительного изучения азотфиксирующей способности одинарных посевов бобовых трав, а также формирование симбиотического аппарата в смешанных посевах с мятликовым компонентом.

Следует отметить, что изучение формирования симбиотического аппарата клевера, люцерны, лядвенца рогатого, донника желтого и вьезеля в одновидовых и смешанных посевах с амарантом в трех агроклиматических районах РСО-Алания показали определенное влияние почвенно-климатических условий зоны, а также мятликового компонента.

Для характеристики размеров симбиотического аппарата используют данные о количестве и массе клубеньков на одном растении и в пересчете на один гектар.

Из проведенных исследований во II агроклиматическом районе следует вывод о том, что в одновидовых посевах бобовых трав в разные годы формировался разный по объему и мощности симбиотический аппарат. В 2014 году количество клубеньков на одном растении колебалось от 66 шт. на доннике желтом до 108 шт. на клевере, в том числе 51–75 шт. активных (табл. 2). Их масса при этом изменялась от 17,3 мг/растение у вьезеля до 25,9 мг/растение у люцерны, в том числе активных 15,6–25,1 мг/растение.

Следует учитывать особенности клубеньков у разных бобовых культур. Например, клубеньки донника желтого имеют большие размеры по сравнению с другими культурами, но по общему количеству на 1 растение уступают всем остальным. При этом масса их приближается к клеверу и люцерне, у которых клубеньки гораздо мельче, но лидируют по количеству на одном растении.

Таблица 2 – Размеры симбиотического аппарата бобовых трав и содержание азота в почве в одновидовых посевах трав –
II агроклиматический район

№ п/п	Культуры	Количество клубеньков, шт./растение		Масса клубеньков, мг/растение		Содержание азота в почве, мг/кг
		всего	активных	всего	активных	
2014 г.						
1.	Амарант	–	–	–	–	56,7
2.	Клевер	108	88	23,5	22,9	78,5
3.	Люцерна	85	75	25,9	25,1	84,1
4.	Лядвенец рогатый	73	64	17,3	16,0	71,2
5.	Донник желтый	66	58	23,1	21,0	76,5
6.	Вязель	67	51	18,3	15,6	72,4
2015 г.						
1.	Амарант	–	–	–	–	40,6
2.	Клевер	93	79	22,4	21,9	64,3
3.	Люцерна	74	58	25,0	24,5	65,7
4.	Лядвенец рогатый	68	59	16,3	15,1	55,8
5.	Донник желтый	60	54	22,7	20,9	62,9
6.	Вязель	63	50	16,0	14,6	61,2
2016 г.						
1.	Амарант	–	–	–	–	60,2
2.	Клевер	113	106	25,0	23,5	87,4
3.	Люцерна	98	83	27,2	25,9	89,3
4.	Лядвенец рогатый	80	58	17,9	13,8	74,8
5.	Донник желтый	78	69	23,9	22,7	86,0
6.	Вязель	75	66	17,8	13,2	81,1
в среднем за 3 года						
1.	Амарант	–	–	–	–	52,5
2.	Клевер	105	91	23,6	22,8	76,7
3.	Люцерна	86	72	26,0	25,2	79,7
4.	Лядвенец рогатый	74	60	17,2	15,0	67,3
5.	Донник желтый	68	60	23,2	21,7	75,1
6.	Вязель	68	56	17,4	14,5	71,6

Из трех лет исследований 2014 год был средним по условиям увлажнения. И в следующем, 2015 году показатели формирования симбиотического аппарата изменились в меньшую сторону, так как этот год был самым засушливым. При этом количество клубеньков уменьшилось на 6,0–13,9%, из них активных на 2,0–22,7%; масса клубеньков уменьшилась на 1,7–12,6%, из них активных на 0,5–6,4%.

В 2016 году – самом благоприятном по влагообеспеченности, размеры симбиотического аппарата были максимальными. Количество клубеньков было в диапазоне 75–113 шт./растение, в том числе активных 58–106 шт./растение, а их масса – 17,8–27,2 мг/растение, в том числе активных 13,2–25,9 мг/растение.

Благодаря высокой интенсивности азотфиксации ризобиальной системы бобовых трав в почве накапливалось определенное количество доступного для питания растений азота. Под бобовыми травами накапливалось существенно больше минерального азота, чем под посевами амаранта. Говоря об изменении содержания азота в почве за эти годы, можно отметить работу симбиотической системы бобовых культур в среднем за три года в диапазоне от 52,5 мг/кг почвы под посевами амаранта до 94,7 мг/кг под посевами люцерны. Улучшая условия азотного минерального питания, бобовые травы способствовали в дальнейшем формированию урожая зеленой массы различного уровня.

У бобовых трав в бинарных посевах с амарантом формировался меньший по объему симбиотический аппарат, чем в одновидовых посевах (табл. 3). Вероятно, это связано с небольшим конкурентным влиянием за питательные вещества и влагу, которое произвело наличие мятликового компонента – амаранта.

Так, в 2014 году количество клубеньков под бинарными посевами амаранта с клевером, люцерной, лядвенцем рогатым, донником желтым и вязелем снизилось на 2–8 шт./растение, в том числе активных на 1–7 шт./растение по сравнению с таковыми культурами в одинарных посевах.

Таблица 3 – Размеры симбиотического аппарата бобовых трав
и содержание азота в почве в смешанных посевах –
II агроклиматический район

№ п/п	Культуры	Количество клубеньков, шт./растение		Масса клубеньков, мг/растение		Содер- жание азота в почве, мг/кг
		всего	актив- ных	всего	актив- ных	
2014 г.						
1.	Амарант + клевер	100	84	22,8	22,1	80,0
2.	Амарант + люцерна	82	71	25,0	24,3	89,5
3.	Амарант + лядвенец	71	60	17,7	14,6	74,6
4.	Амарант + донник	60	51	22,0	20,7	81,3
5.	Амарант + вязель	65	50	16,7	14,0	72,7
2015 г.						
1.	Амарант + клевер	91	76	21,7	21,0	68,7
2.	Амарант + люцерна	70	53	24,2	23,5	70,1
3.	Амарант + лядвенец	65	55	16,7	13,4	64,3
4.	Амарант + донник	58	46	21,5	20,6	65,3
5.	Амарант + вязель	61	44	15,8	13,5	60,2
2016 г.						
1.	Амарант + клевер	110	101	24,6	22,6	90,4
2.	Амарант + люцерна	91	79	26,5	25,4	94,1
3.	Амарант + лядвенец	78	53	17,7	14,9	87,6
4.	Амарант + донник	75	64	23,5	22,0	89,5
5.	Амарант + вязель	73	60	17,1	14,7	77,9
в среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	100	87	23,0	21,9	79,7
2.	Амарант + люцерна	81	68	25,2	24,4	84,6
3.	Амарант + лядвенец	71	56	17,4	14,3	75,5
4.	Амарант + донник	64	54	22,3	21,1	78,7
5.	Амарант + вязель	66	52	16,5	14,1	70,3

При этом их масса уменьшилась на 0,6–1,1 мг/растение, в том числе активных на 0,3–2,0 мг/растение.

Максимально среди культур потерял количество и массу клубеньков донник желтый, но при этом масса активных клубеньков снижалась меньше остальных культур, что позволило сохранить активность азотфиксации на уровне клевера и люцерны.

В 2015 году бинарные посева потеряли клубеньков 2–12 шт./растение, в том числе активных 5–18 шт./растение, а в массе 0,8–1,1 мг/растение, в том числе активных – 0,1–1,2 мг/растение.

В лучшем по условиям влагообеспеченности 2016 году количество клубеньков достигло 110 шт./растение в посевах клевера, в том числе активных 101 шт./растение и массы 26,5 мг/растение в посевах люцерны, в том числе активных 25,4 мг/растение.

Под бинарными посевами бобовых трав с амарантом накапливалось больше азота, чем под одновидовыми посевами бобовых трав.

В 2014 году под бинарными посевами повысилось содержание легкогидролизуемого азота по сравнению с одновидовыми посевами бобовых трав: амарант + клевер – на 1,5 мг/кг, амарант + люцерна – 5,4 мг/кг; амарант + лядвенец – 3,4 мг/кг; амарант + донник – 4,8 мг/кг; амарант + вязель – 0,3 мг/кг. Аналогичная закономерность, отмеченная в 2014 году сохранялась и в 2015 и 2016 годах.

В среднем за 3 года больше легкогидролизуемого азота накапливалось под бинарными посевами: амарант + люцерна – 84,6 мг/кг, амарант + клевер – 79,7, амарант + донник – 78,7 и меньше под посевами амарант + лядвенец – 75,5, амарант + вязель – 70,3 мг/кг.

Исходя из взаимодействия фрагментов биомассы, симбиотического влияния бобового компонента на злаковый, и действия глубоко проникающей корневой системы бобовых трав, под бинарными посевами накапливается значительно больше доступного азота и в дальнейшем формируется более высокий урожай зеленой массы.

По видовому составу с учетом критериев совместимости лучшими бобовыми компонентами в бинарных посевах с амарантом в данном агроклиматическом районе являлись донник желтый, клевер или люцерна.

Исследования, проведенные в III агроклиматическом районе, показали также, что в чистых посевах бобовые травы в разные по климатическим условиям годы формировали симбиотический аппарат различной мощности (табл. 4).

Так, в 2011 засушливом году количество клубеньков колебалось от 70 шт./растение у донника желтого до 107 шт./растение у клевера. Масса клубеньков колебалась от 18,0 мг/растение у вязеля до 26,8 мг/растение у люцерны. При этом активных клубеньков было больше у клевера – 98 шт./растение, а по массе – у люцерны – 26,0 мг/растение.

В 2012 году, самом благоприятном по условиям влагообеспеченности, размеры симбиотического аппарата у бобовых трав достигли максимума: количество активных клубеньков составило 69–121 шт./растение, масса – 18,1–27,8 мг/растение. Показатели превзошли 2011 год на 3–23 шт./растение по количеству, на 1,8–3,5 мг/растение по массе.

2013 год позволил сформировать симбиотический аппарат следующих размеров: от 70 шт./растение до 109 шт./растений активных клубеньков с их массой от 16,9 мг/растение до 27,3 мг/растение. Это средние показатели между таковыми 2011 и 2012 годов.

Анализируя содержание легкогидролизуемого азота в почве, накопленного амарантом и бобовыми травами в одинарных посевах, можно сказать, что в среднем за три года максимальное количество было в посевах клевера (95,7 мг/кг), люцерны (89,0 мг/кг) и донника желтого (88,8 мг/кг). По содержанию азота в почве бобовые травы существенно превосходили посевы амаранта.

В смешанных посевах амаранта с бобовыми травами у последних формировался меньший по объему симбиотический аппарат, чем в чистых посевах бобовых (табл. 5).

Таблица 4 – Размеры симбиотического аппарата бобовых трав
и содержание азота в почве в одновидовых посевах –
III агроклиматический район

№ п/п	Культуры	Количество клубеньков, шт./растение		Масса клубеньков, мг/растение		Содер- жание азота в почве, мг/кг
		всего	актив- ных	всего	актив- ных	
2011 г.						
1.	Амарант	–	–	–	–	43,1
2.	Клевер	107	98	24,3	23,8	93,4
3.	Люцерна	92	81	26,8	26,0	86,7
4.	Лядвенец рогатый	74	67	18,2	16,4	80,9
5.	Донник желтый	70	66	22,9	22,0	84,1
6.	Вязель	67	60	18,7	16,6	81,3
2012 г.						
1.	Амарант	–	–	–	–	64,3
2.	Клевер	128	121	28,0	26,7	97,6
3.	Люцерна	111	100	29,9	27,8	87,2
4.	Лядвенец рогатый	96	69	21,4	18,6	81,9
5.	Донник желтый	88	82	26,9	25,5	94,8
6.	Вязель	84	80	20,2	18,1	95,3
2013 г.						
1.	Амарант	–	–	–	–	59,4
2.	Клевер	119	109	26,7	24,9	96,1
3.	Люцерна	107	89	27,9	27,3	93,0
4.	Лядвенец рогатый	86	75	18,9	17,1	78,7
5.	Донник желтый	78	73	25,0	23,8	87,5
6.	Вязель	77	70	18,3	16,9	80,6
в среднем за 3 года						
1.	Амарант	–	–	–	–	55,6
2.	Клевер	118	109	26,3	25,1	95,7
3.	Люцерна	103	90	27,8	27,0	89,0
4.	Лядвенец рогатый	85	70	19,5	17,4	80,5
5.	Донник желтый	79	74	24,9	23,8	88,8
6.	Вязель	76	70	19,1	17,2	85,7

Таблица 5 – Размеры симбиотического аппарата бобовых трав
и содержание азота в почве в смешанных посевах –
III агроклиматический район

№ п/п	Культуры	Количество клубеньков, шт./растение		Масса клубеньков, мг/растение		Содержание азота в почве, мг/кг
		всего	активных	всего	активных	
2011 г.						
1.	Амарант + клевер	102	95	23,9	23,0	87,9
2.	Амарант + люцерна	89	78	26,1	25,7	92,8
3.	Амарант + лядвенец	71	62	18,0	16,1	81,7
4.	Амарант + донник	68	62	22,3	21,4	86,3
5.	Амарант + вязель	65	57	17,5	15,8	80,1
2012 г.						
1.	Амарант + клевер	125	118	27,5	25,9	92,0
2.	Амарант + люцерна	108	97	28,9	27,0	96,0
3.	Амарант + лядвенец	91	62	20,4	17,9	88,7
4.	Амарант + донник	86	78	26,5	24,7	91,3
5.	Амарант + вязель	80	77	19,5	17,5	80,6
2013 г.						
1.	Амарант + клевер	117	102	25,9	24,3	90,4
2.	Амарант + люцерна	101	87	27,4	26,8	95,2
3.	Амарант + лядвенец	84	72	19,0	17,0	79,6
4.	Амарант + донник	75	69	24,6	23,1	89,7
5.	Амарант + вязель	74	68	18,1	16,3	76,5
в среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	115	105	25,8	24,4	90,1
2.	Амарант + люцерна	99	87	27,5	26,5	94,7
3.	Амарант + лядвенец	82	65	19,1	17,0	79,1
4.	Амарант + донник	76	80	24,5	23,1	89,1
5.	Амарант + вязель	73	67	18,7	16,5	83,3

Так, в 2011 году количество клубеньков по сравнению с чистыми посевами бобовых снизилось у клевера на 5 шт./растение, люцерны на 3 шт./растение, лядвенца рогатого на 15 шт./растение, донника желтого на 10 шт./растение и у вязеля на 12 шт./растение. При этом активных клубеньков уменьшилось на 11–14 шт./растение.

Снижение массы клубеньков составило на: 2,8 мг/растение у клевера, 1,8 мг/растение у люцерны, 0,2 мг/растение у лядвенца рогатого, 0,6 мг/растение у донника желтого и 1,2 мг/растение у вязеля. При этом активных клубеньков уменьшилось по вариантам на 0,8, 0,3, 0,3, 0,6 и 0,8 соответственно.

В лучшем по условиям 2012 году, максимальное количество клубеньков было в вариантах амарант + клевер – 125 шт./растение, в том числе активных 118 шт./растении и амарант + люцерна – 108 шт./растение, в том числе активных – 97 шт./растение. По массе клубеньков эти варианты также лидировали: амарант + клевер – 27,9 мг/растение, в том числе активных 25,9 мг/растение и амарант + люцерна – 28,9 мг/растение, в том числе активных 27,0 мг/растение. Достаточно высокой и близкой к этим вариантам была масса клубеньков варианта амарант + донник желтый – 26,5 мг/растение, в том числе активных 24,7 мг/растение.

Минимальное количество и масса клубеньков были в вариантах амарант + лядвенец рогатый и амарант + вязель.

2013 год показал средние значения размеров симбиотического аппарата одновидовых и бинарных посевов трав. Тенденция по вариантам сохранялась. Все варианты превышали контроль (амарант + вязель). Количество активных клубеньков превысило его на 2,0–33,3%, а масса активных клубеньков – на 4,1–39,2%.

Анализируя содержание доступного азота в почве под бинарными посевами амаранта и бобовых культур в среднем за три года, следует выделить вариант амаранта с люцерной. Здесь показатель был максимальным – 94,7 мг/кг и превзошел остальные варианты на 4,6, 15,6, 5,6 и 11,4 мг/кг

соответственно по вариантам амарант+клевер, амарант+лядвенец рогатый, амарант+донник желтый и амарант+вязель.

Смешанные посевы амаранта с бобовыми травами лучше повышали плодородие почвы, чем чистые посевы бобовых трав.

Следует отметить, что в чистых посевах клевер накапливал больше азота во все годы исследований – 93,4–97,6 мг/кг по сравнению с другими бобовыми травами, а в смешанных посевах он уступал по этому показателю люцерне в среднем за три года на 4,6 мг/кг.

Следовательно, смешанные посевы по сравнению с одновидовыми посевами лучше повышают плодородие почвы и формируют более высокий урожай зеленой массы, если их компоненты подобраны по видовому составу с учетом критерий совместимости.

Результаты проведенных нами исследований в IV агроклиматическом районе свидетельствуют о том, что в 2001 засушливом году количество клубеньков в одновидовых посевах формировалась в пределах 60–99 шт./растение, в том числе активных в пределах 48–81 шт./растение (табл. 6). При этом масса клубеньков составила 17,0–25,6 мг/растение, в том числе активных 13,8–24,4 мг/растение.

Из трех лет исследований в данном агрорайоне 2002 год был самым оптимальным по условиям увлажнения, что отразилось на показателях симбиотического аппарата. В 2002 году количество клубеньков увеличилось на 21,9–30,7%, в том числе активных на 26,0–40,7%. Лучшими показателями выделился вариант с клевером.

Рассматривая массу клубеньков, можно отметить превосходство варианта с люцерной. Так как размеры клубеньков люцерны чаще бывают больше, чем у клевера, отсюда и масса клубеньков люцерны превзошла показатели клевера. Таким образом, колебания по массе составили 18,9–28,1 мг/растение, в том числе активных 15,7–26,9 мг/растение. Это превышало массу клубеньков в 2001 году на 0,9–2,5 мг/растение, в том числе активных на 0,6–2,5 мг/растение.

Таблица 6 – Размеры симбиотического аппарата бобовых трав и содержание азота в почве в одновидовых посевах – IV агроклиматический район

№ п/п	Культуры	Количество клубеньков, шт./растение		Масса клубеньков, мг/растение		Содержание азота в почве, мг/кг
		всего	активных	всего	активных	
2001 г.						
1.	Амарант	–	–	–	–	41,4
2.	Клевер	99	81	24,0	22,9	65,8
3.	Люцерна	75	68	25,6	24,4	67,2
4.	Лядвенец рогатый	64	50	17,9	14,0	57,5
5.	Донник желтый	60	53	25,0	23,1	64,4
6.	Вязель	64	48	17,0	13,8	62,0
2002 г.						
1.	Амарант	–	–	–	–	61,5
2.	Клевер	121	114	26,0	23,8	86,3
3.	Люцерна	98	89	28,1	26,9	90,7
4.	Лядвенец рогатый	85	63	19,3	16,2	76,4
5.	Донник желтый	81	73	25,9	23,7	85,9
6.	Вязель	78	64	18,9	15,7	83,5
2003 г.						
1.	Амарант	–	–	–	–	57,3
2.	Клевер	106	88	24,9	23,8	80,7
3.	Люцерна	88	80	27,0	26,1	85,7
4.	Лядвенец рогатый	77	66	18,5	16,0	73,7
5.	Донник желтый	65	59	23,2	22,0	78,3
6.	Вязель	70	58	18,0	15,4	78,9
в среднем за 3 года						
1.	Амарант	–	–	–	–	53,4
2.	Клевер	109	94	25,0	23,5	77,6
3.	Люцерна	87	79	26,9	25,8	81,2
4.	Лядвенец рогатый	75	60	18,6	15,4	69,2
5.	Донник желтый	69	62	24,7	22,9	76,2
6.	Вязель	71	57	18,0	14,7	74,8

В 2003 году размеры симбиотического аппарата у бобовых трав колебались в пределах: количество 65–106 шт./растение, в том числе активных 58–88 шт./растение; масса 18,0–27,0 мг/растение, в том числе активных 15,4–26,1 мг/растение. Показатели были ниже 2002 года, но выше показателей 2001 года.

Как и в предыдущие годы, наибольший симбиотический аппарат формировался у люцерны, клевера и донника желтого.

В результате симбиотической азотфиксации клубеньковыми бактериями бобовых трав в почве дополнительно накапливалось определенное количество легкогидролизуемого азота. Так, в 2001 году легкогидролизуемого азота в почве содержалось от 41,4 кг/га под амарантом до 67,2 кг/га под люцерной. Бобовые культуры накапливали значительно больше легкогидролизуемого азота, чем под посевами амаранта на: 24,4 мг/кг у клевера; на 25,8 мг/кг у люцерны; на 16,1 мг/кг у лядвенца рогатого; на 23,0 мг/кг у донника желтого и на 20,6 мг/кг у вязаля.

В 2002 году содержание легкогидролизуемого азота в почве было значительно выше, чем в 2001 году. Так, под клевером накопилось азота больше на 20,5 мг/кг; люцерной – 23,5; лядвенцем рогатым – 18,9; донником желтым – 21,5 и вязелем на 21,5 мг/кг, чем в 2001 году.

В 2003 году сохранилась аналогичная закономерность, но легкогидролизуемого азота в почве под культурами накопилось меньше: под амарантом на 4,2 кг/га, клевером – 5,6; люцерной – 5,0; лядвенцем рогатым – 2,7; донником желтым – 7,6; вязелем на 4,6 кг/га, чем в 2002 году.

В среднем за 3 года исследований наибольшее количество азота накапливалось под посевами люцерны – 81,2 мг/кг. Под клевером и донником желтым – 76,2–77,6 мг/кг, соответственно, наименьшее под посевом лядвенца рогатого – 69,2 мг/кг.

Смешанные посева амаранта с бобовыми травами во все годы исследований формировали меньший по объему симбиотический аппарат, чем одновидовые (табл. 7).

Таблица 7 – Размеры симбиотического аппарата бобовых трав
и содержание азота в почве в смешанных посевах –
IV агроклиматический район

№ п/п	Культуры	Количество клубеньков, шт./растение		Масса клубеньков, мг/растение		Содер- жание азота в почве, мг/кг
		всего	актив- ных	всего	актив- ных	
2001 г.						
1.	Амарант + клевер	98	78	23,7	22,3	92,4
2.	Амарант + люцерна	73	61	24,9	23,9	83,1
3.	Амарант + лядвенец	62	47	17,2	13,6	77,1
4.	Амарант + донник	59	50	25,1	23,0	83,0
5.	Амарант + вязель	62	45	16,8	13,3	81,2
2002 г.						
1.	Амарант + клевер	119	110	25,1	23,0	95,3
2.	Амарант + люцерна	95	83	27,7	26,3	84,9
3.	Амарант + лядвенец	82	59	18,7	15,0	80,6
4.	Амарант + донник	79	68	24,8	22,7	84,5
5.	Амарант + вязель	75	62	18,3	14,8	83,7
2003 г.						
1.	Амарант + клевер	105	87	24,3	23,1	94,9
2.	Амарант + люцерна	86	77	26,8	25,2	85,7
3.	Амарант + лядвенец	76	64	18,1	15,2	79,9
4.	Амарант + донник	63	57	22,9	21,3	83,8
5.	Амарант + вязель	68	55	17,5	14,9	82,9
в среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	107	92	24,4	22,8	94,2
2.	Амарант + люцерна	85	74	26,5	25,1	84,6
3.	Амарант + лядвенец	73	57	18,0	14,6	79,2
4.	Амарант + донник	67	58	24,3	22,4	83,4
5.	Амарант + вязель	68	54	17,5	14,3	82,6

В 2001 году количество клубеньков по сравнению с чистыми посевами уменьшилось на: 1–2 шт./растение, в том числе активных на 3–7 шт./растение. Масса их снизилась на 0,2–0,7 мг/растение в вариантах амаранта с клевером, люцерной, лядвенцем рогатым и вязелем. В варианте с донником желтым была на 0,1 мг/растение выше, однако активных клубеньков стало меньше.

В 2002 году эта разница была более существенной, и превышение составило: количество на 2–3 шт./растение, в том числе активных на 2–6 шт./растение; масса на 0,4–1,1 мг/растение, в том числе активных на 0,6–1,2 мг/растение.

В 2003 году динамика формирования симбиотического аппарата сохранялась аналогично чистым посевам амаранта и бобовых трав. По количеству клубеньков лучшим вариантом был амарант + клевер, по массе – амарант + люцерна.

Смешанные посева амаранта с бобовыми травами лучше повышали плодородие почвы, чем чистые посева бобовых трав. Так, в 2001 году под смешанными посевами повысилось содержание легкогидролизуемого азота по сравнению с чистыми посевами бобовых трав: амарант + клевер на 26,6 мг/кг, амарант + люцерна – 15,9 мг/кг, амарант + лядвенец – 19,6 мг/кг, амарант + донник – 18,6 мг/кг, амарант + вязель – на 19,2 мг/кг.

В 2002 и 2003 годах это превышение было менее значительным, кроме смешанного посева амарант + клевер.

В среднем за 3 года больше легкогидролизуемого азота накапливалось под смешанными посевами: амарант + клевер – 94,2 мг/кг, амарант + люцерна – 84,6 мг/кг и амарант + донник желтый – 83,4 мг/кг.

Сравнивая обогащение почв во всех трех агроклиматических районах за годы исследований доступными формами азота под культурами одновидовых и бинарных посевов амаранта и бобовых трав, можно утверждать, что в III агроклиматическом районе почвы имели преимущество (рис. 7, 8).

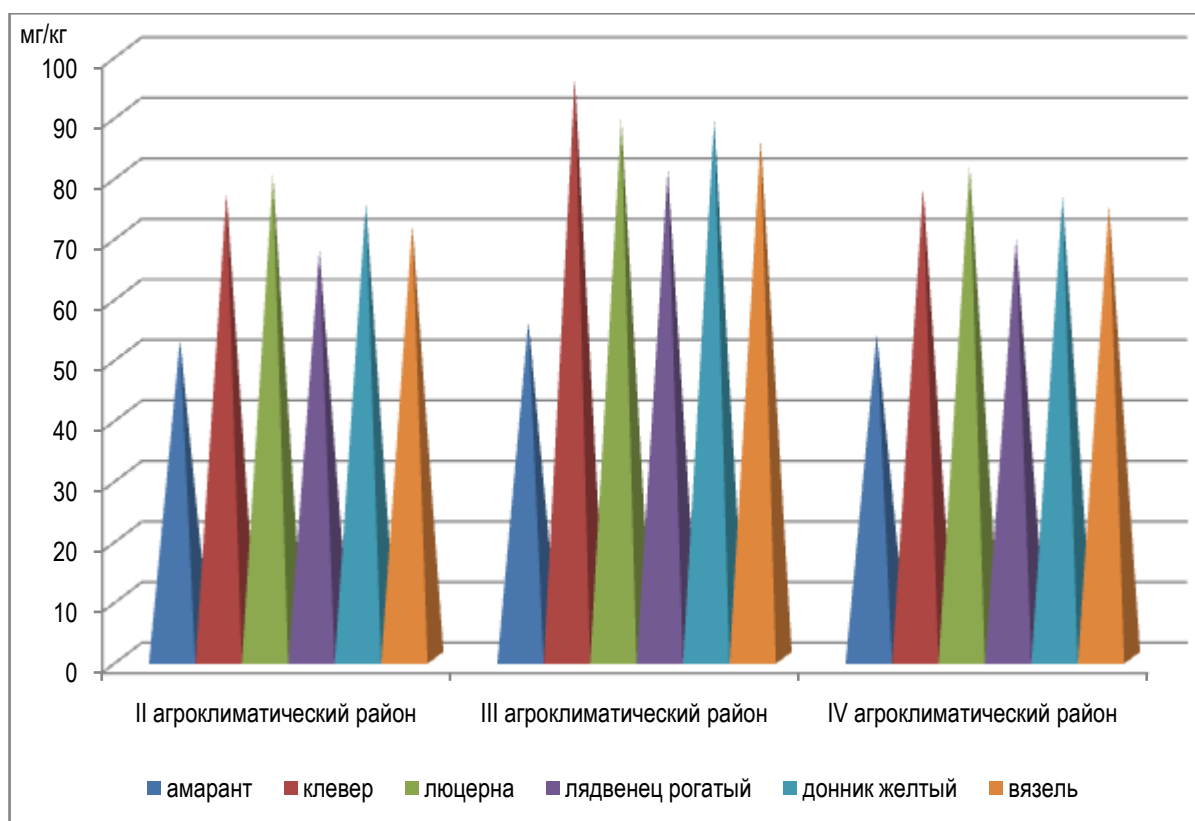


Рис. 7. Содержание азота в одинарных посевах амаранта и бобовых трав, мг/кг

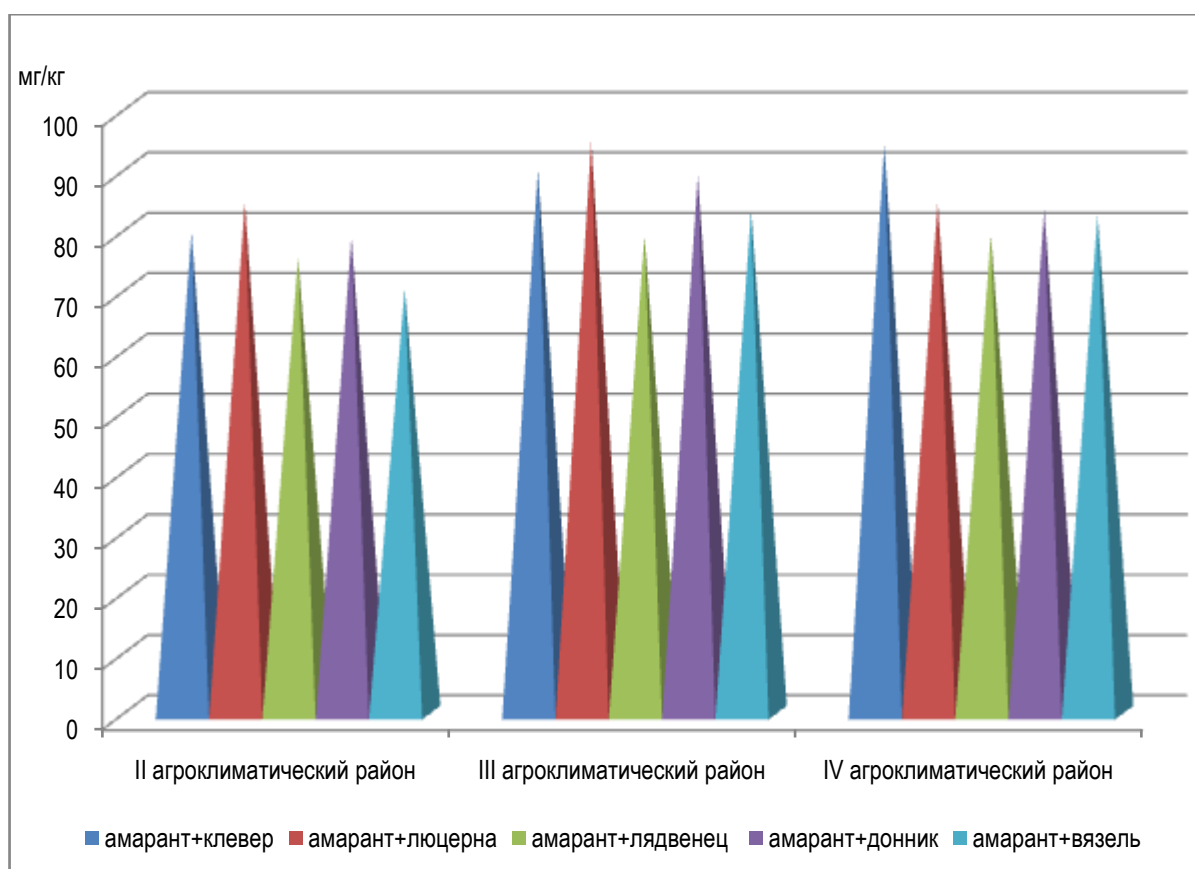


Рис. 8. Содержание азота в бинарных посевах амаранта и бобовых трав, мг/кг

В одновидовых посевах трав в III агроклиматическом районе лидировал клевер, в отличие от II и IV агроклиматических районов. В них легкогидролизуемого азота накапливалось больше под посевами люцерны. Минимальное содержание азота было под посевами амаранта, что вполне закономерно.

В бинарных посевах можно отметить преимущество варианта амарант + люцерна во II и III агроклиматических районах, в IV агроклиматическом районе большее количество доступного азота накапливал вариант амарант + клевер.

В целом лучшие варианты амарант + клевер, амарант + люцерна и амарант + донник желтый имели преимущество в III агроклиматическом районе.

Клубеньки на корнях бобовых сильно варьируют по своим размерам, даже развиваясь в ризосфере одного растения. Поэтому показатель количества клубеньков может показывать недостоверную картину и в этом случае для сравнения размеров симбиотического аппарата целесообразнее оценивать массу клубеньков. Причем масса клубеньков в пересчете на один гектар является более наглядным показателем развития симбиотической системы бобовых культур, чем на 1 растении. Мы произвели расчеты динамики массы активных клубеньков в одинарных и бинарных посевах кормовых трав на 1 гектаре по всем трем агроклиматическим районам (табл. 8, 9).

Наименьшую массу клубеньков в опытах во все годы исследований отмечали в контрольных вариантах: в одинарных посевах – лядвенец рогатый, в бинарных – амарант + вязель.

Наибольшие размеры симбиотического аппарата одновидовых посевов во II агроклиматическом районе формировались на третий год исследований – 44–65 кг/га; в III агроклиматическом районе – на второй год исследований – 54–74 кг/га; в IV агроклиматическом районе также на второй год исследований – 49–71 кг/га (табл. 8).

Таблица 8 – Динамика массы активных клубеньков
в одинарных посевах амаранта и бобовых трав
по агроклиматическим районам, кг/га

№ п/п	Культуры	II агрокл. район	III агрокл. район	IV агрокл. район
		2014 год	2011 год	2001 год
1.	Амарант	–	–	–
2.	Клевер	50	48	43
3.	Люцерна	60	57	46
4.	Лядвенец рогатый	41	40	35
5.	Донник желтый	48	47	42
6.	Вязель	44	44	40
		2015 год	2012 год	2002 год
1.	Амарант	–	–	–
2.	Клевер	39	65	56
3.	Люцерна	42	74	71
4.	Лядвенец рогатый	32	54	50
5.	Донник желтый	40	63	55
6.	Вязель	30	55	53
		2016 год	2013 год	2003 год
1.	Амарант	–	–	–
2.	Клевер	53	58	54
3.	Люцерна	65	69	61
4.	Лядвенец рогатый	46	47	43
5.	Донник желтый	51	56	52
6.	Вязель	50	52	45
В среднем за три года				
1.	Амарант	–	–	–
2.	Клевер	47	57	51
3.	Люцерна	56	67	59
4.	Лядвенец рогатый	40	47	43
5.	Донник желтый	46	55	50
6.	Вязель	41	50	46

Максимальных размеров достигал вариант с одновидовыми посевами люцерны – 65, 74 и 71 кг/га соответственно по агроклиматическим районам. Также высокие показатели были в вариантах с клевером – 53, 65 и 56, а также с донником желтым – 51, 63 и 55 кг/га соответственно по агроклиматическим районам.

Полученные данные свидетельствуют, что на формирование симбиотического аппарата существенно влияли условия влагообеспеченности, так как эти годы были с максимальным количеством осадков в период проведения исследований в этих зонах.

Динамика формирования симбиотического аппарата одновидовых посевов трав в среднем за три года отражена на рис. 9. Максимальные размеры составили здесь 56–67 кг/га (люцерна), минимальные 39–45 (лядвенец рогатый).

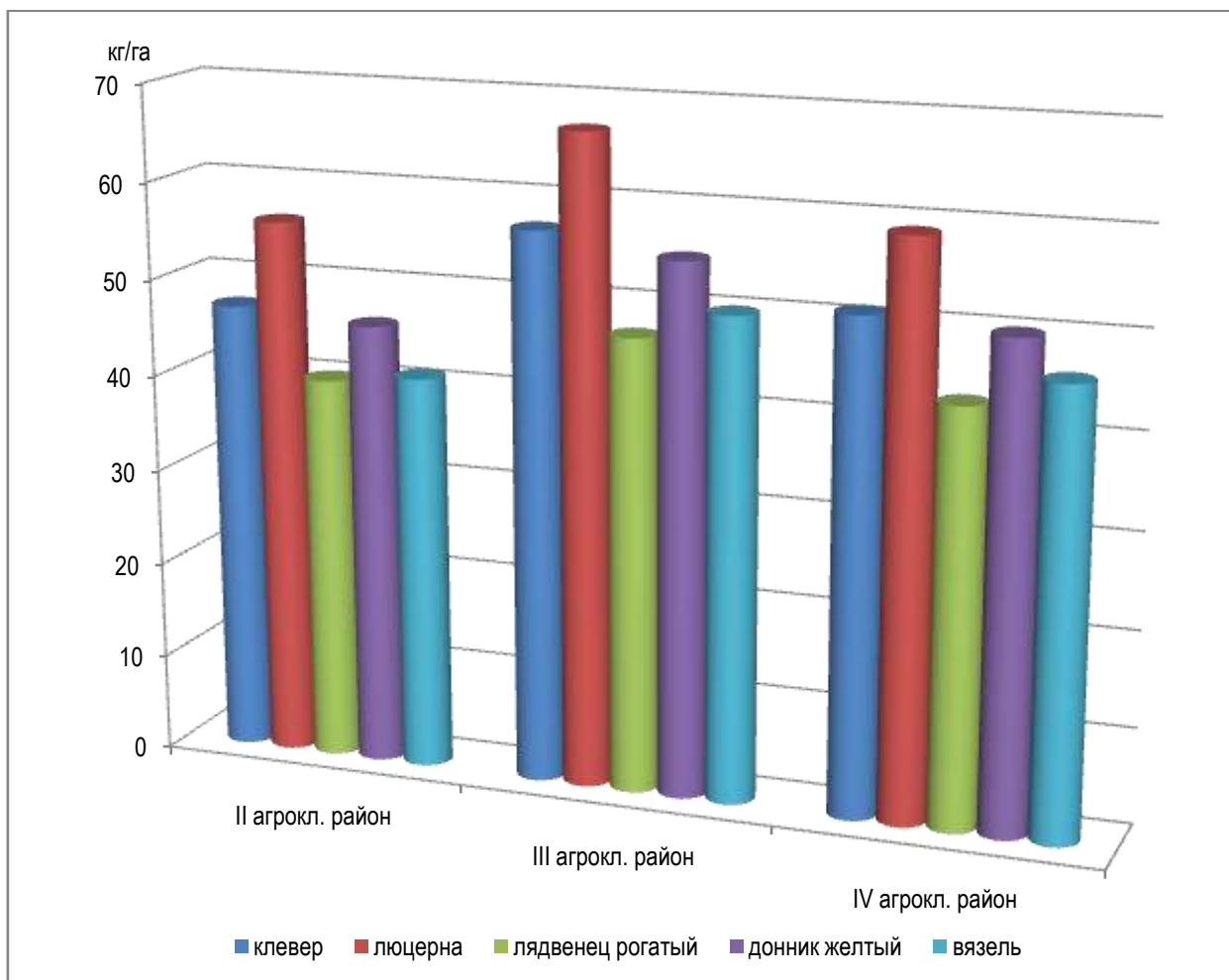


Рис. 9. Масса активных клубеньков в одинарных посевах бобовых трав в среднем за три года, кг/га

В бинарных посевах амаранта и бобовых трав стабильно лидировал во все годы исследований вариант амарант + люцерна (табл. 9).

Таблица 9 – Динамика массы активных клубеньков в смешанных посевах амаранта и бобовых трав по агроклиматическим районам, кг/га

№ п/п	Культуры	II агрокл. район	III агрокл. район	IV агрокл. район
		2014 год	2011 год	2001 год
1.	Амарант + клевер	46	44	39
2.	Амарант + люцерна	56	54	40
3.	Амарант + лядвенец	40	36	33
4.	Амарант + донник	44	42	36
5.	Амарант + вязель	37	34	29
		2015 год	2012 год	2002 год
1.	Амарант + клевер	35	61	54
2.	Амарант + люцерна	38	71	67
3.	Амарант + лядвенец	28	51	49
4.	Амарант + донник	34	58	51
5.	Амарант + вязель	25	51	46
		2016 год	2013 год	2003 год
1.	Амарант + клевер	51	55	50
2.	Амарант + люцерна	63	66	57
3.	Амарант + лядвенец	45	45	39
4.	Амарант + донник	49	51	47
5.	Амарант + вязель	42	42	38
В среднем за три года				
1.	Амарант + клевер	44	53	48
2.	Амарант + люцерна	52	64	55
3.	Амарант + лядвенец	38	44	40
4.	Амарант + донник	42	50	45
5.	Амарант + вязель	35	42	38

Максимальные значения достигали 63 кг/га (II агрорайон), 71 кг/га (III агрорайон) и 67 кг/га (IV агрорайон).

Сравнивая эти показатели с одновидовыми посевами, можно отметить снижение массы активных клубеньков на 2, 3 и 4 кг/га соответственно по агрорайонам.

Также высокие значения массы активных клубеньков были в вариантах амаранта с клевером и донником желтым. Они имели диапазон от 51 до 61 кг/га у клевера и от 49 до 58 кг/га у донника желтого.

Динамика формирования симбиотического аппарата бинарных посевов трав в среднем за три года отражена на рис. 10. Максимальные размеры составили здесь 52–64 кг/га (амарант + люцерна), минимальные 34–41 (амарант + вязель).

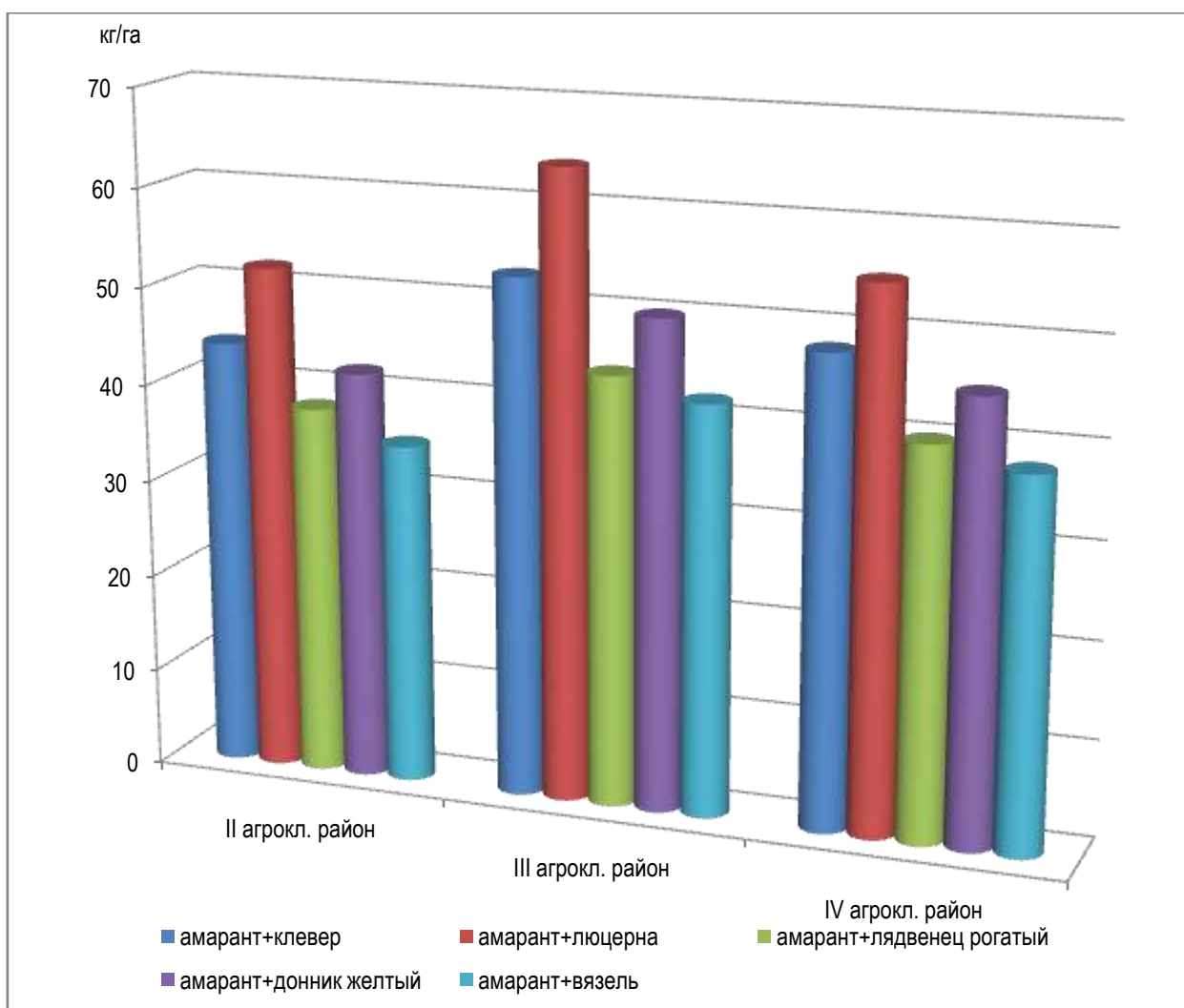


Рис. 10. Масса активных клубеньков в смешанных посевах амаранта и бобовых трав в среднем за три года, кг/га

Сравнивая развитие симбиотического аппарата бобовых культур в чистых и смешанных посевах с амарантом в трех агроклиматических районах РСО-Алания в среднем за три года, можно утверждать, что наиболее благоприятные экологические условия складывались в III агроклиматическом районе.

Максимальных значений по показателю размеров симбиотического аппарата достигали одновидовые посевы бобовых трав по сравнению с бинарными посевами, что вполне объяснимо конкуренцией амаранта с бобовыми растениями за влагу и питательные вещества почвы.

Благодаря высокой интенсивности азотфиксации ризобиальной системы бобовых трав в почве накапливалось определенное количество доступного для питания растений азота. При этом также установлено, что бинарные посевы в большей степени обогащали почву доступными формами азота.

3.2 Продолжительность общего и активного симбиоза в чистых и смешанных посевах бобовых трав с амарантом

Об активности симбиотических взаимоотношений бобовых растений и клубеньковых бактерий, в первую очередь, можно судить по срокам формирования бобоворизобиального аппарата и начала его активного функционирования (Козырева М.Ю., Басиева Л.Ж., 2020; Посыпанов Г.С., 1991).

Важным критерием активности симбиоза является концентрация леоглобина в клубеньках. Клубеньки без леоглобина не способны фиксировать азот (Посыпанов, 1983, 1991; A.G. Virtanen, 1954). Следовательно, величину симбиотического аппарата может отражать только масса клубеньков с леоглобином - розовых и красных клубеньков.

Этим обусловлена необходимость, при изучении симбиотического аппарата, учитывать количество и массу активных клубеньков, то есть, содержащих леоглобин (Лб).

Наши исследования по изучению динамики формирования и активности симбиотического аппарата клевера, люцерны, лядвенца рогатого, донника желтого и вязеля в одновидовых и бинарных посевах с амарантом показали, что во все годы исследований в трех агроклиматических районах РСО-Алания клубеньки образовывались согласно биологическим особенностям каждой культуры и климатическим условиям, складывавшимся в период проведения опытов.

На посевах клевера, люцерны, лядвенца рогатого дружные всходы появлялись на 10-12 день после посева, клубеньки на корнях растений появлялись на 4-6 день после всходов. Донник желтый и вязель имеют более продолжительный период прорастания, и на этих посевах дружные всходы появлялись на 18-20 день после посева, клубеньки на корнях этих культур образовывались на 4-6 день после всходов (табл. 10-15).

Легоглобин в клубеньках всех культур появлялся через два дня после их образования. Переход легоглобина в холеглобин (Хб) зависел в основном от культуры и продолжительности ее вегетационного периода и особенностей прохождения фаз развития в первый год жизни. Так как донник желтый и вязель имеют меньший вегетационный период, чем остальные культуры, то переход Лб в Хб начинался на 20-21 день раньше клевера и люцерны, и на 14 дней раньше лядвенца рогатого. Лядвенец рогатый также имел свои особенности и в этих вариантах переход Лб в Хб был на 4-5 раньше, чем у клевера и люцерны.

Условия климата II агрорайона позволяли проводить посевы в более ранние сроки (26-28 IV), соответственно формировался и симбиотический аппарат.

Сравнивая одновидовые посевы бобовых культур и бинарные их посевы с амарантом, можно отметить, что различия в образовании клубеньков на их корнях, появлении легоглобина не наблюдалось. Сроки образования были одинаковыми. Что касается периода перехода легоглобина в холеглобин и отмирании части клубеньков, здесь разница составляла между

одинарными и бинарными посевами около 2 дней. В бинарных посевах эти процессы проходили раньше.

Таблица 10 – Образование клубеньков, появление Лб и переход его в Хб в одновидовых посевах бобовых трав –
II агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2014 г.						
Посев	–	29.IV	29.IV	29.IV	29.IV	29.IV
Образование клубеньков	–	14.V	14.V	14.V	22.V	22.V
Появление Лб	–	16.V	16.V	16.V	24.V	24.V
Переход Лб в Хб	–	10.X	10.X	6.X	20.IX	20.IX
Отмирание части клубков	–	20.X	20.X	20.X	30.IX	30.IX
2015 г.						
Посев	–	28.IV	28.IV	28.IV	28.IV	28.IV
Образование клубеньков	–	13.V	13.V	13.V	21.V	21.V
Появление Лб	–	15.V	15.V	15.V	23.V	23.V
Переход Лб в Хб	–	7.X	7.X	3.X	17.IX	17.IX
Отмирание части клубков	–	17.X	17.X	17.X	27.IX	27.IX
2016 г.						
Посев	–	26.IV	26.IV	26.IV	26.IV	26.IV
Образование клубеньков	–	11.V	11.V	11.V	19.V	19.V
Появление Лб	–	13.V	13.V	13.V	21.V	21.V
Переход Лб в Хб	–	9.X	9.X	5.X	19.IX	19.IX
Отмирание части клубков	–	19.X	19.X	19.X	29.IX	29.IX

Таблица 11 – Образование клубеньков, появление Лб и переход его в Хб в смешанных посевах трав –
II агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2014 г.					
Посев	29.IV	29.IV	29.IV	29.IV	29.IV
Образование клубеньков	14.V	14.V	14.V	22.V	22.V
Появление Лб	16.V	16.V	16.V	24.V	24.V
Переход Лб в Хб	8.X	8.X	4.X	18.IX	18.IX
Отмирание части клубков	18.X	18.X	18.X	28.IX	28.IX
2015 г.					
Посев	28.IV	28.IV	28.IV	28.IV	28.IV
Образование клубеньков	13.V	13.V	13.V	21.V	21.V
Появление Лб	15.V	15.V	15.V	23.V	23.V
Переход Лб в Хб	5.X	5.X	1.X	15.IX	15.IX
Отмирание части клубков	15.X	15.X	15.X	25.IX	25.IX
2016 г.					
Посев	26.IV	26.IV	26.IV	26.IV	26.IV
Образование клубеньков	11.V	11.V	11.V	19.V	19.V
Появление Лб	16.V	16.V	16.V	22.V	22.V
Переход Лб в Хб	7.X	7.X	3.X	17.IX	17.IX
Отмирание части клубков	17.X	17.X	17.X	27.IX	27.IX

Таблица 12 – Образование клубеньков, появление Лб и переход его в Хб в одновидовых посевах бобовых трав –
III агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2011 г.						
Посев	–	6.V	6.V	6.V	6.V	6.V
Образование клубеньков	–	23.V	23.V	23.V	31.V	31.V
Появление Лб	–	25.V	25.V	25.V	2.VI	2.VI
Переход Лб в Хб	–	23.X	23.X	19.X	3.X	3.X
Отмирание части клубеньков	–	2.XI	2.XI	2.XI	13.X	13.X
2012 г.						
Посев	–	4.V	4.V	4.V	4.V	4.V
Образование клубеньков	–	19.V	19.V	19.V	27.V	27.V
Появление Лб	–	21.V	21.V	21.V	31.V	31.V
Переход Лб в Хб	–	24.X	24.X	20.X	4.X	4.X
Отмирание части клубеньков	–	3.XI	3.XI	3.XI	14.X	14.X
2013 г.						
Посев	–	6.V	6.V	6.V	6.V	6.V
Образование клубеньков	–	21.V	21.V	21.V	29.V	29.V
Появление Лб	–	23.V	23.V	23.V	31.V	31.V
Переход Лб в Хб	–	23.X	23.X	19.X	2.X	2.X
Отмирание части клубеньков	–	1.XI	1.XI	1.XI	12.X	12.X

Таблица 13 – Образование клубеньков, появление Лб и переход его в Хб в смешанных посевах трав –
III агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2011 г.					
Посев	6.V	6.V	6.V	6.V	6.V
Образование клубеньков	23.V	23.V	23.V	31.V	31.V
Появление Лб	25.V	25.V	25.V	2.VI	2.VI
Переход Лб в Хб	21.X	21.X	18.X	1.X	1.X
Отмирание части клубеньков	31.X	31.X	31.X	11.X	11.X
2012 г.					
Посев	4.V	4.V	4.V	4.V	4.V
Образование клубеньков	19.V	19.V	19.V	27.V	27.V
Появление Лб	21.V	21.V	21.V	31.V	31.V
Переход Лб в Хб	22.X	22.X	16.X	2.X	2.X
Отмирание части клубеньков	1.XI	1.XI	1.XI	12.X	12.X
2013 г.					
Посев	6.V	6.V	6.V	6.V	6.V
Образование клубеньков	21.V	21.V	21.V	29.V	29.V
Появление Лб	23.V	23.V	23.V	31.V	31.V
Переход Лб в Хб	21.X	21.X	17.X	30.IX	30.IX
Отмирание части клубеньков	28.X	28.X	28.X	10.X	10.X

Таблица 14 – Образование клубеньков, появление Лб и переход его в Хб в одновидовых посевах бобовых трав –
IV агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2001 г.						
Посев	–	4.V	4.V	4.V	4.V	4.V
Образование клубеньков	–	19.V	19.V	19.V	30.V	30.V
Появление Лб	–	21.V	21.V	21.V	1.VI	1.VI
Переход Лб в Хб	–	18.X	18.X	14.X	28.IX	28.IX
Отмирание части клубеньков	–	28.X	28.X	28.X	7.X	7.X
2002 г.						
Посев	–	3.V	3.V	3.V	3.V	3.V
Образование клубеньков	–	18.V	18.V	18.V	27.V	27.V
Появление Лб	–	20.V	20.V	20.V	29.V	29.V
Переход Лб в Хб	–	21.X	21.X	17.X	30.IX	30.IX
Отмирание части клубеньков	–	31.X	31.X	31.X	10.X	10.X
2003 г.						
Посев	–	30.IV	30.IV	30.IV	30.IV	30.IV
Образование клубеньков	–	15.V	15.V	15.V	23.V	23.V
Появление Лб	–	17.V	17.V	17.V	25.V	25.V
Переход Лб в Хб	–	16.X	16.X	11.X	26.IX	26.X
Отмирание части клубеньков	–	26.X	26.X	26.X	5.X	5.X

Таблица 15 – Образование клубеньков, появление Лб и переход его в Хб в смешанных посевах трав – IV агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2001 г.					
Посев	4.V	4.V	4.V	4.V	4.V
Образование клубеньков	19.V	19.V	19.V	30.V	30.V
Появление Лб	21.V	21.V	21.V	1.VI	1.VI
Переход Лб в Хб	16.X	16.X	12.X	26.IX	26.IX
Отмирание части клубков	26.X	26.X	26.X	5.X	5.X
2002 г.					
Посев	3.V	3.V	3.V	3.V	3.V
Образование клубеньков	18.V	18.V	18.V	27.V	27.V
Появление Лб	20.V	20.V	20.V	29.V	29.V
Переход Лб в Хб	19.X	19.X	14.X	7.X	7.X
Отмирание части клубков	29.X	29.X	29.X	15.X	15.X
2003 г.					
Посев	30.IV	30.IV	30.IV	30.IV	30.IV
Образование клубеньков	15.V	15.V	15.V	23.V	23.V
Появление Лб	17.V	17.V	17.V	25.V	25.V
Переход Лб в Хб	14.X	14.X	9.X	24.IX	24.IX
Отмирание части клубков	24.X	24.X	24.X	3.X	3.X

Климатические условия III агроклиматического района позволили проводить посев только в мае месяце. Сравнивая с условиями II агрорайона, здесь есть преимущество по влагообеспеченности и почвенным характеристикам, что важно для формирования симбиотического аппарата. В частности рН среды имеет более нейтральную реакцию, что наиболее благоприятно для большинства бобовых культур.

Сравнивая условия с IV агрорайоном, здесь преимущество по сумме эффективных температур.

Таким образом, сложившиеся условия данного агроклиматического района позволили иметь исследуемым культурам более продолжительный вегетационный период, который продолжался до конца октября – начала ноября.

Соответственно, это отразилось на условиях бобоворизобиального симбиоза изучаемых посевов трав.

На основании проведенных наблюдений за образованием клубеньков, появления леоглобина в них, перехода Лб в холеглобин и отмирания части клубеньков, мы рассчитали продолжительность общего и активного симбиоза в одновидовых и бинарных посевах бобовых культур.

Общий симбиоз характеризует период от появления клубеньков до их отмирания. Активный же симбиоз характеризует период активной работы клубеньков, то есть от даты появления леоглобина в клубеньках до перехода его в холеглобин.

Таким образом, во II агроклиматическом районе продолжительность симбиоза составила: в 2014 году – 132...160 дней, в 2015 году – 130...158 дней и в 2016 году – 134...162 дней в зависимости от культуры и складывающихся условий года (табл. 16, 17).

Наименьший период симбиотических взаимоотношений во все годы исследований был на посевах донника желтого и вязеля – 130..134 дня. Максимальный период общего симбиоза был на посевах клевера, люцерны и лядвенца рогатого – 158...162 дня.

Таблица 16 – Продолжительность общего и активного симбиоза
в одновидовых посевах кормовых культур, дней –
II агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2014 г.						
Активный симбиоз	–	148	148	144	120	120
Общий симбиоз	–	160	160	160	132	132
2015 г.						
Активный симбиоз	–	146	146	142	118	118
Общий симбиоз	–	158	158	158	130	130
2016 г.						
Активный симбиоз	–	150	150	146	122	122
Общий симбиоз	–	162	162	162	134	134

Таблица 17 – Продолжительность общего и активного симбиоза
в смешанных посевах кормовых культур, дней –
II агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2014 г.					
Активный симбиоз	146	146	142	118	118
Общий симбиоз	158	158	158	130	130
2015 г.					
Активный симбиоз	144	144	140	116	116
Общий симбиоз	156	156	156	128	128
2016 г.					
Активный симбиоз	148	148	144	120	120
Общий симбиоз	160	160	160	132	132

Продолжительность активного симбиоза в сравнении с общим была на 12...16 дней короче. При этом у лядвенца рогатого активный симбиоз был короче остальных культур и составил 142...146 дней в одновидовых посевах трав и 140...144 дня в бинарных посевах трав.

В посевах клевера и люцерны продолжительность активного симбиоза в одинарных посевах изменялась в пределах 146...150 дней, в смешанных посевах в пределах 144...148 дня.

Активная азотфиксирующая деятельность в одновидовых посевах донника желтого и вязеля длилась 118...122 дней, в бинарных посевах с амарантом – 116...120 дней.

В III агроклиматическом районе продолжительность общего и активного симбиозов по всем культурам в чистых и смешанных посевах была длиннее на 3...7 дней (табл. 18, 19).

Таблица 18 – Продолжительность общего и активного симбиоза в одновидовых посевах кормовых культур, дней – III агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2011 г.						
Активный симбиоз	–	152	152	148	124	124
Общий симбиоз	–	164	164	164	134	134
2012 г.						
Активный симбиоз	–	157	157	153	128	128
Общий симбиоз	–	169	169	169	141	141
2013 г.						
Активный симбиоз	–	154	154	150	125	125
Общий симбиоз	–	165	165	165	137	137

Закономерность по культурам, отмеченная выше по II агроклиматическому району, сохранялась. Общая продолжительность существования симбиотического аппарата была различной по годам исследований. В 2011 году в одновидовых и бинарных посевах она колебалась в пределах 134...164 дней и 132...162 дня соответственно; в 2012 году – в пределах 141...169 дней и 139...167 дней; в 2013 году – в пределах 137...165 дней и 135...163 дня.

Продолжительность активного симбиоза за весь период исследований в этом агрорайоне была в пределах 122...155 дней. Так в 2011 году активный симбиоз был на 12...16 дней короче; в 2012 году – на 11...15 дней короче; в 2013 году – на 10...16 дней короче.

Таблица 19 – Продолжительность общего и активного симбиоза в смешанных посевах кормовых культур, дней – III агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2011 г.					
Активный симбиоз	150	150	146	122	122
Общий симбиоз	162	162	162	132	132
2012 г.					
Активный симбиоз	155	155	151	126	126
Общий симбиоз	167	167	167	139	139
2013 г.					
Активный симбиоз	152	152	148	123	123
Общий симбиоз	163	163	163	135	135

Анализируя показатели азотфиксирующей деятельности посевов всех лет исследований, можно утверждать, что показатели общего и активного симбиоза данного III агроклиматического района были самыми

продолжительными.

В IV агроклиматическом районе продолжительность и общего и активного симбиоза была средняя по сравнению со II и III районами (табл. 20, 21).

Общая деятельность клубеньков здесь продолжалась на 1...5 дней дольше, чем во II агрораионе, и на 2...3 дня меньше, чем в IV агроклиматическом районе.

Активная деятельность клубеньков здесь продолжалась на 2...5 дней больше таковой во II агроклиматическом районе, и на 2...4 дня короче IV агроклиматического района.

Таблица 20 – Продолжительность общего и активного симбиоза в одновидовых посевах кормовых культур, дней – IV агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2001 г.						
Активный симбиоз	–	151	151	147	120	120
Общий симбиоз	–	163	163	163	131	131
2002 г.						
Активный симбиоз	–	155	155	151	125	125
Общий симбиоз	–	167	167	167	137	137
2003 г.						
Активный симбиоз	–	153	153	149	125	125
Общий симбиоз	–	165	165	165	136	136

Максимальная продолжительность общего симбиоза достигала 131...167 дней в одинарных посевах бобовых трав, и 129...135 дней в смешанных посевах.

Максимальные значения этого показателя были в вариантах с

клевером, люцерной и лядвенцем рогатым – 163...167 дней в одновидовых и 161...165 дней в бинарных посевах. Донник желтый и вязель имели общую продолжительность симбиоза в одновидовых и смешанных посевах на 30...32 дня короче.

Таблица 21 – Продолжительность общего и активного симбиоза в смешанных посевах кормовых культур, дней – IV агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2001 г.					
Активный симбиоз	149	149	145	118	118
Общий симбиоз	161	161	161	129	129
2002 г.					
Активный симбиоз	153	153	149	123	123
Общий симбиоз	165	165	165	135	135
2003 г.					
Активный симбиоз	151	151	147	123	123
Общий симбиоз	163	163	163	134	134

Активная азотфиксирующая деятельность посевов IV агроклиматического района продолжалась от 120 до 155 дней в чистых посевах бобовых трав, и от 118 до 153 дней в смешанных посевах с амарантом.

Так же, как и в общей симбиотической деятельности, лидерами здесь были клевер, люцерна, но лядвенец рогатый немного уступал им. Продолжительность активного симбиоза в одновидовых посевах составила 151...155 дней, в бинарных посевах – 149...153 дня. Активный симбиоз лядвенца рогатого была на 4 дня меньше во всех посевах.

Минимальные значения продолжительности активного симбиоза были в посевах донника желтого и вязаля – 120...125 дней в одинарных посевах, 118...123 дня в бинарных. Это на 11...12 дней меньше продолжительности общего симбиоза.

Сравнивая три агроклиматические района РСО-Алания, можно говорить о преимущественных условиях III агрорайона, где благоприятные тепловой (сумма эффективных температур) и водный режимы позволили симбиотическому аппарату бобовых культур функционировать более продолжительное время.

3.3 Динамика интенсивности азотфиксации одновидовых и бинарных посевов трав

Для характеристики состояния бобоворизобиального симбиоза за вегетацию Г.С. Посыпановым (1991) предложен показатель «симбиотический потенциал». Графическое его выражение – площадь, ограниченная кривой массы сырых клубеньков во времени.

Общий симбиотический потенциал (ОСП) – произведение массы сырых клубеньков на продолжительность их функционирования.

Поскольку фиксация азота воздуха происходит в клубеньках, то наиболее объективно оценить этот процесс можно по развитию и активности симбиотического аппарата. Состояние симбиотической системы в течение вегетации достаточно полно отражает величина активного симбиотического потенциала (АСП): произведение массы активных клубеньков на продолжительность их функционирования. Активный симбиотический потенциал за вегетацию определяют по сумме показателей АСП за отдельные периоды. Так же рассчитывают общий симбиотический потенциал.

При благоприятных условиях симбиоза активный симбиотический потенциал для большинства однолетних культур составляет 20...30 тыс. ед., у многолетних бобовых культур он достигает 55 тыс. ед. Очевидно, что чем больше масса активных клубеньков и чем дольше они находятся в активном

состоянии, тем больше азота воздуха усвоит симбиотическая система (Посыпанов Г.С., 1975, 1983).

Таким образом, зная продолжительность активного симбиоза и динамику массы активных клубеньков, мы рассчитали величину активного симбиотического потенциала (АСП) во всех районах исследований.

Максимальная величина активного симбиотического потенциала в одинарных посевах клевера, люцерны, лядвенца рогатого, донника желтого и вязеля отмечена в III агроклиматическом районе (табл. 22) – 5456...11618 кг.дней/га, с неустойчивым увлажнением, но выгодным тепловым режимом и близкой к нейтральной кислотности почвенной средой.

Среди бобовых трав выгодно отличались клевер и люцерна. АСП этих культур изменялся по годам исследований 7296...10205 и 8664...11618 кг.дней/га соответственно. Меньшими, но близкими между собой были показатели АСП у лядвенца рогатого и донника желтого – 5920...8262 и 5828...8064 кг.дней/га соответственно. Минимальные значения активного симбиотического потенциала были в посевах вязеля и составили 5456...7040 кг.дней/га.

IV агроклиматический район отличается от III более выгодными условиями влагообеспеченности, но худшим тепловым режимом и кислой реакцией почвенной среды, что для формирования и работы симбиотической системы не совсем благоприятно.

Показатели АСП здесь немного ниже III агрорайона. Работа симбиотической системы изучаемых трав имела сходную динамику по культурам. Так клевер и люцерна максимальный активный симбиотический потенциал формировали в 2002 году (наиболее влагообеспеченный) – на уровне 8680 и 11005 кг.дней/га. Это в 1,1...1,2 раза выше 2003 года и в 1,4...1,6 раза выше величин АСП 2001 года.

У лядвенца рогатого, донника желтого и вязеля активный симбиотический потенциал в 2002 году был соответственно равен 7550, 6875 и 6625 кг.дней/га. Это превышало АСП 2003 и 2001 годов соответственно: у

лядвенца рогатого в 1,2...1,5 раза, у донника желтого в 1,1...1,4 раза и у вязеля в 1,2...1,4 раза.

Таблица 22 – Величина АСП в одновидовых посевах бобовых трав, кг.дней/га

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
II агроклиматический район						
2014 г.	–	7400	8880	5904	5760	5280
2015 г.	–	5694	6132	4544	4720	3540
2016 г.	–	7950	9750	6716	6222	6100
в среднем за 3 года	–	7015	8254	5721	5567	4973
III агроклиматический район						
2011 г.	–	7296	8664	5920	5828	5456
2012 г.	–	10205	11618	8262	8064	7040
2013 г.	–	8932	10626	7050	7000	6500
в среднем за 3 года	–	8844	10302	7077	6964	6332
IV агроклиматический район						
2001 г.	–	6493	6946	5145	5040	4800
2002 г.	–	8680	11005	7550	6875	6625
2003 г.	–	8262	9333	6407	6500	5625
в среднем за 3 года	–	7812	9101	6367	6138	5683

Во II агроклиматическом районе (засушливый) величина активного симбиотического потенциала была наименьшей. Максимальный АСП у клевера и люцерны достигал 7950 и 9750 кг.дней/га в лучшем по увлажнению 2016 году. В остальные годы АСП был ниже на 550...2256 кг.дней/га у клевера и на 870...3618 кг.дней/га у люцерны.

Лядвенец рогатый, донник желтый и вязель в этом агрорайоне формировали максимальный симбиотический потенциал от 6100 до 6716 кг.дней/га. Это было больше АСП 2014 и 2015 г.г. на: 812 и 2172 кг.дней/га у лядвенца рогатого, 462 и 1502 кг.дней/га у донника желтого и 820 и 2560 кг.дней/га у вязаля.

Анализируя показатели активного симбиотического потенциала бобовых трав в бинарных посевах с амарантом, можно утверждать, что величина его уменьшилась. Тенденция развития и работы симбиотической системы по агроклиматическим районам и изучаемым культурам носила сходный характер (табл. 23).

Так максимальные значения активного симбиотического потенциала были в III агроклиматическом районе и достигали от 6426 кг.дней/га у вязаля до 10032 кг.дней/га у люцерны.

Наиболее благоприятный по климатическим условиям был 2012 год, менее благоприятный 2011 год. Так АСП лучшего 2012 года по культурам – клевер, люцерна, лядвенец рогатый и вязель превысил АСП 2013 года на: 1095, 973, 1041, 1035 , 1260 кг.дней/га и АСП 2011 года на: 2855, 2905, 2445, 2185 и 2278 кг.дней/га соответственно.

Анализ данных IV агроклиматического района показал, что активный симбиотический потенциал достигал в 2002 году 5658...10251 кг.дней/га. Это было больше на 8,6...21,5% показателей 2003 года, и на 30,0...41,9% показателей 2001 года.

Во II агроклиматическом районе максимальные значения активного симбиотического потенциала сформировались в 2016 году – 5040...9324 кг.дней/га. Динамика АСП по культурам сохранилась. Менее продуктивным был 2014 год. Самые низкие показатели сформировались в 2015 году. Превышение над показателями 2014 года составило 11,0...13,4%, над показателями 2015 года – 24,0...94,0%.

Графическое изображение динамики АСП в одновидовых посевах трав в среднем за три года отражено на рисунке 11.

Таблица 23 – Величина АСП в бинарных посевах бобовых трав,
кг.дней/га

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
II агроклиматический район					
2014 г.	6716	8176	5680	5192	4366
2015 г.	5040	5472	3920	3944	2900
2016 г.	7548	9324	6480	5888	5040
в среднем за 3 года	6435	7657	5360	5008	4102
III агроклиматический район					
2011 г.	6600	8100	5256	5124	4148
2012 г.	9455	11005	7701	7308	6426
2013 г.	8360	10032	6660	6273	5166
в среднем за 3 года	8138	9712	6539	6235	5247
IV агроклиматический район					
2001 г.	5811	5960	4785	4248	3422
2002 г.	8262	10251	7301	6273	5658
2003 г.	7550	8607	5733	5781	4674
в среднем за 3 года	7208	8273	5940	5434	4585

Результаты показывают, что III агроклиматический район имел преимущество по всем культурам. Минимальные показатели активного симбиотического потенциала были во II агроклиматическом районе. III агрорайон занимал промежуточное положение.

Бобовые травы в одновидовых посевах имели практически сходную динамику формирования симбиотического потенциала по трем агроклиматическим районам.

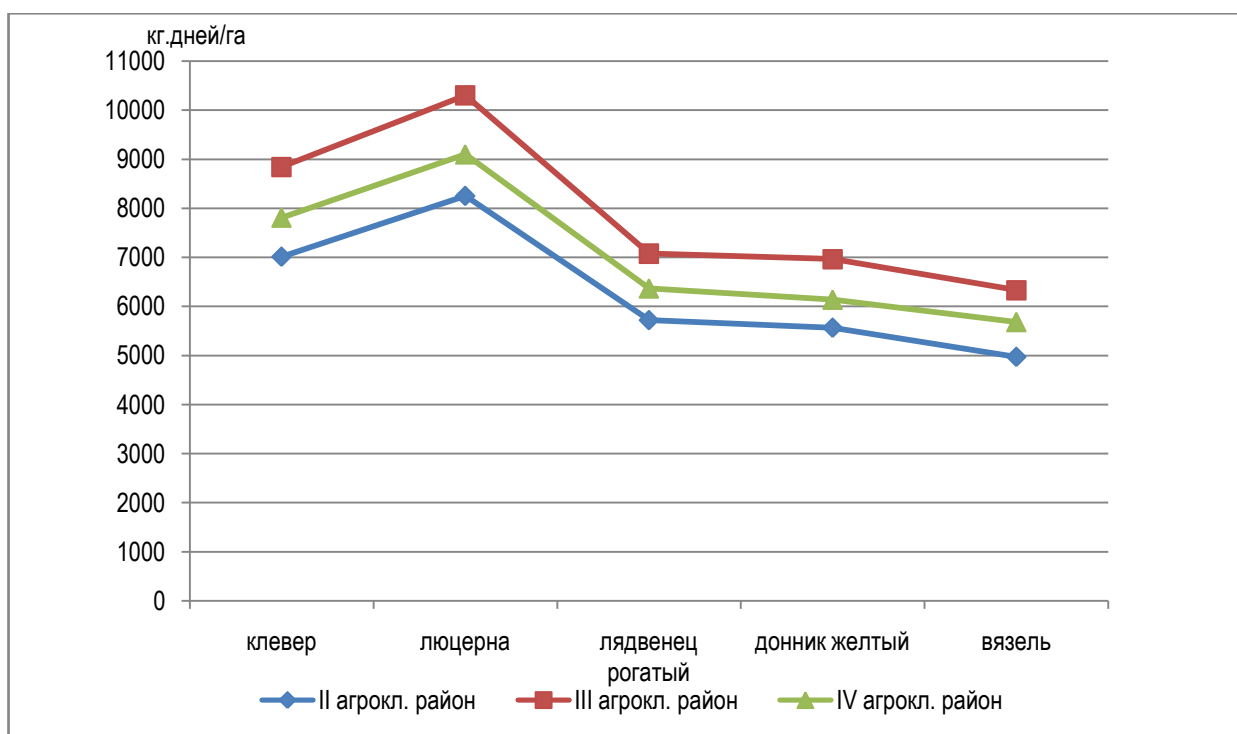


Рис. 11. Величина АСП в одновидовых посевах трав в среднем за три года, кг.дней/га

Максимальных значений достигали культуры люцерны и клевера.

Самая слабая активность симбиотического потенциала была в посевах вязаля. Лядвенец рогатый и донник желтый имели сходные значения активного симбиотического потенциала.

На 12 рисунке изображена кривая изменения активного симбиотического потенциала в бинарных посевах бобовых трав с амарантом. На графике видно, что максимальные значения АСП не достигали 10000 кг.дней/га. В то время, когда в одинарных посевах АСП был выше этого показателя.

В целом видно, что бинарные посева формируют меньший симбиотический потенциал, но при этом имеют сходную закономерность развития по агроклиматическим районам.

Среди культур также лидирует люцерна. Клевер имел более низкие значения АСП, чем у люцерны, но значительно превышал остальные культуры. Здесь можно отметить значительное превышение симбиотической активности люцерны в III агроклиматическом районе по сравнению со II и III

агрорайонами.

Минимальный активный симбиотический потенциал был в вариантах вязаля, который здесь по районам находился в пределах 4000...5000 кг.дней/га, в то время, когда в одинарных посевах он колебался между 5000...6000 кг.дней/га.

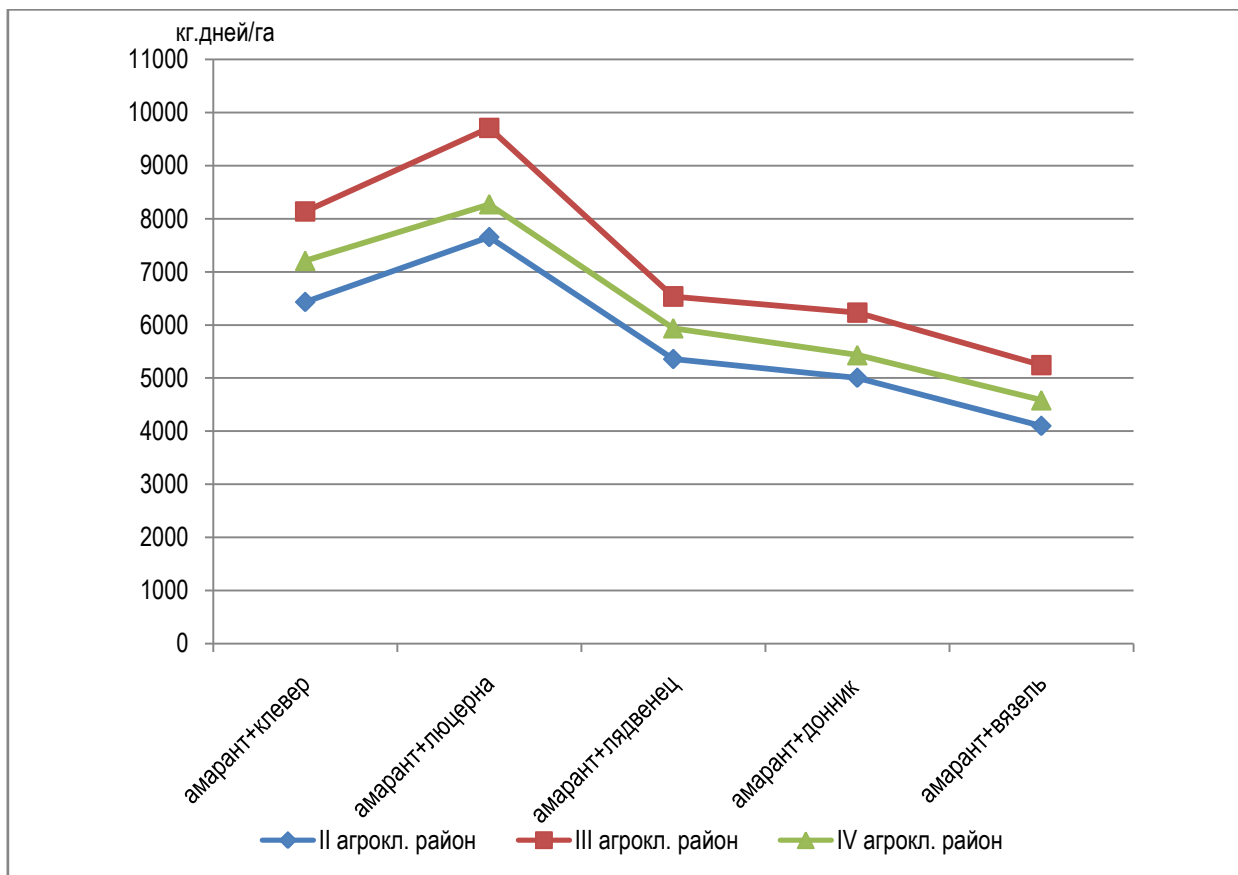


Рис. 12. Величина АСП в бинарных посевах трав в среднем за три года, кг.дней/га

В целом одинарные и бинарные посева формировали сходные величины активного симбиотического потенциала во II и IV агроклиматических районах, а III агроклиматический район имел явное превосходство над ними.

Удельная активность симбиоза (УАС) - это количество "биологического" азота (в граммах), фиксированного 1 кг сырых клубеньков в сутки (Посыпанов Г.С., 1975). Зная размеры АСП и УАС, можно определить количество фиксированного азота воздуха за любой промежуток времени.

Удельную активность симбиоза (УАС) можно определить, имея сравнимые варианты. В нашем случае это варианты по культурам в одинарных и бинарных посевах.

По величине УАС можно судить о качественной стороне бобоворизобиального симбиоза. Ведь, чем благоприятнее экологические условия среды для развития клубеньковых бактерий, тем активнее они включаются в процесс фиксации азота атмосферы и тем выше удельная активность симбиоза.

Результаты проведенных исследований во II агроклиматическом районе показали довольно большой диапазон УАС – от 4,0 г/кг.сутки до 10,2 г/кг.сутки (табл. 24, 25).

Нельзя однозначно утверждать, что один из трех лет опытов был самым лучшим, или наоборот, поскольку не все показатели удельной активности симбиоза были одинаково высоки по культурам в одном году. Так, например, максимальной удельная активность симбиоза была на посевах клевера, лядвенца рогатого и донника желтого в 2016 году – 10,2, 6,4 и 8,1 г/кг.сутки соответственно. Для люцерны лучшим оказался 2015 год, где УАС достигла максимума – 9,2 г/кг.сутки. Для вязеля лучшим стал 2014 год, УАС была 4,3 г/кг.сутки.

Сравнивая максимальные показатели удельной активности симбиоза 2016 года с размером удельной активности симбиоза в 2014 и 2015 годах, нужно отметить довольно большое превышение работы симбиотической системы.

Так, УАС клевера в 2016 году была выше на 3,9 и 2,9 г/кг.сутки УАС в 2014 и 2015 годах соответственно. УАС лядвенца рогатого – на 1,8 и 1,9 г/кг.сутки соответственно. УАС донника желтого – 0,6 и 1,1 г/кг.сутки соответственно.

Также можно отметить довольно высокую активность симбиоза в 2014 году донника желтого – 7,0 г/кг.сутки, который превзошел все остальные культуры.

Таблица 24 – Расчет удельной активности симбиоза (г/кг.сутки)
в одновидовых посевах трав – II агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2014 г.						
Потреблено азота, кг/га	–	114,5	124,9	91,9	106,3	96,0
АСП, кг.дней/га	–	7400	8880	5904	5760	5280
УАС, г/кг.сутки	–	6,3	6,4	4,5	7,0	4,3
2015 г.						
Потреблено азота, кг/га	–	105,6	109,8	88,2	102,5	90,4
АСП, кг.дней/га	–	5694	6132	4544	4720	3540
УАС, г/кг.сутки	–	7,3	9,2	4,6	7,5	4,2
2016 г.						
Потреблено азота, кг/га	–	115,7	121,8	95,0	110,1	100,4
АСП, кг.дней/га	–	7950	9750	6716	6222	6100
УАС, г/кг.сутки	–	10,2	8,0	6,4	8,1	4,0

В целом минимальные значения удельной активности симбиоза были в посевах лядвенца рогатого и вязеля. За исключением 2016 года (УАС лядвенца рогатого 6,4 г/кг.сутки) все остальные показатели не достигали 5 г/кг.сутки.

Также можно отметить, что в 2014 году УАС была минимальна почти на всех посевах – 4,3...7,0 г/кг.сутки.

В III агроклиматическом районе удельная активность симбиоза носила более выровненный характер по годам. Диапазон изменения УАС находился в пределах 3,4...9,8 г/кг.сутки (табл. 26, 27).

Таблица 25 – Расчет удельной активности симбиоза (г/кг.сутки)
в смешанных посевах трав – II агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2014 г.					
Потреблено азота, кг/га	110,2	120,4	90,9	102,3	92,1
АСП, кг.дней/га	6716	8176	5680	5192	4366
УАС, г/кг.сутки	6,3	6,4	4,5	7,0	4,3
2015 г.					
Потреблено азота, кг/га	100,8	103,7	85,3	96,7	87,7
АСП, кг.дней/га	5040	5472	3920	3944	2900
УАС, г/кг.сутки	7,3	9,2	4,6	7,5	4,2
2016 г.					
Потреблено азота, кг/га	111,6	118,4	93,5	107,4	96,2
АСП, кг.дней/га	7548	9324	6480	5888	5040
УАС, г/кг.сутки	10,2	8,0	6,4	8,1	4,0

Максимальные значения данного показателя на всех посевах бобовых культур были в 2012 году, минимальные – в 2011 году.

Если во II агрорайоне лидировали клевер и люцерна, то здесь УАС донника желтого практически была на уровне этих культур и даже превосходила.

Таким образом УАС в 2012 году составила на клевере 8,9 г/кг.сутки, люцерне 9,8 г/кг.сутки, доннике желтом 9,7 г/кг.сутки. Это было выше показателей 2013 и 2011 годов соответственно по культурам на: 0,3...0,4; 0,2...3,8; 0,2...1,5 г/кг.сутки.

Таблица 26 – Расчет удельной активности симбиоза (г/кг.сутки)
в одновидовых посевах трав – III агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2011 г.						
Потреблено азота, кг/га	–	106,1	116,1	93,7	104,2	98,2
АСП, кг.дней/га	–	7296	8664	5920	5828	5456
УАС, г/кг.сутки	–	8,5	6,0	4,8	8,2	3,5
2012 г.						
Потреблено азота, кг/га	–	123,0	135,3	101,0	117,4	108,7
АСП, кг.дней/га	–	10205	11618	8262	8064	7040
УАС, г/кг.сутки	–	8,9	9,8	6,1	9,7	5,9
2013 г.						
Потреблено азота, кг/га	–	114,9	124,0	97,3	108,5	104,7
АСП, кг.дней/га	–	8932	10626	7050	7000	6500
УАС, г/кг.сутки	–	8,6	9,6	5,6	9,5	4,1

Минимальные значения удельной активности симбиоза наблюдались на посевах лядвенца рогатого и вязеля. В лучшем 2012 году уровень УАС на этих посевах достиг соответственно 6,1 и 5,9 г/кг.сутки.

В менее обеспеченном влагой 2013 году эти культуры фиксировали азот менее активно на 0,5 и 1,8 г/кг.сутки.

2011 год был еще менее обеспеченным влагой, чем 2013 год и лядвенец рогатый и вязель снизили свою активность соответственно на 0,8 и 0,6 г/кг.сутки, чем в 2013 году, и на 1,3 и 2,4 г/кг.сутки, чем в 2012 году.

В целом диапазон изменения удельной активности симбиоза по данному агрорайону больше, чем по предыдущему.

Таблица 27 – Расчет удельной активности симбиоза (г/кг.сутки)
в смешанных посевах трав – III агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2011 г.					
Потреблено азота, кг/га	100,2	112,7	90,5	98,4	93,6
АСП, кг.дней/га	6600	8100	5256	5124	4148
УАС, г/кг.сутки	8,5	6,0	4,8	8,2	3,5
2012 г.					
Потреблено азота, кг/га	116,3	129,3	97,6	110,1	105,1
АСП, кг.дней/га	9455	11005	7701	7308	6426
УАС, г/кг.сутки	8,9	9,8	6,1	9,7	5,9
2013 г.					
Потреблено азота, кг/га	110,0	118,3	95,1	101,6	99,3
АСП, кг.дней/га	8360	10032	6660	6273	5166
УАС, г/кг.сутки	8,6	9,6	5,6	9,5	3,4

Посевы бобовых трав IV агроклиматического района имели довольно разнообразные показатели удельной активности симбиоза во все годы исследований (табл. 28, 29).

Минимальные значения удельной активности симбиоза, как и во II и III агроклиматических районах были на посевах лядвенца рогатого и вязеля. Диапазон по годам изменялся у лядвенца рогатого 4,8...5,8 г/кг.сутки, у вязеля – 3,5...4,0 г/кг.сутки.

Анализируя показатели УАС остальных культур – клевер, люцерна, донник желтый, можно отметить их небольшой диапазон – 8,1...9,4 г/кг.сутки.

Таблица 28 – Расчет удельной активности симбиоза (г/кг.сутки)
в одновидовых посевах трав – IV агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2001 г.						
Потреблено азота, кг/га	–	101,6	112,3	90,9	99,8	95,0
АСП, кг.дней/га	–	6493	6946	5145	5040	4800
УАС, г/кг.сутки	–	8,1	8,7	5,8	8,7	3,5
2002 г.						
Потреблено азота, кг/га	–	119,0	129,7	98,4	110,6	106,0
АСП, кг.дней/га	–	8680	11005	7550	6875	6625
УАС, г/кг.сутки	–	8,6	9,4	4,8	8,6	4,0
2003 г.						
Потреблено азота, кг/га	–	107,1	118,8	95,1	101,0	100,7
АСП, кг.дней/га	–	8262	9333	6407	6500	5625
УАС, г/кг.сутки	–	8,3	8,8	5,0	8,1	3,8

Из всех бобовых трав максимальное значение удельной активности симбиоза было на посевах люцерны. Из трех лет он был выше в 2002 году – 9,4 г/кг.сутки. В 2003 году она снизилась на 0,6 г/кг.сутки, в 2001 году – на 0,7 г/кг.сутки.

Клевер и люцерна имели одинаковую УАС в 2002 году – 8,6 г/кг.сутки. В другие два года клевер уменьшал активность на 0,3 и 0,5 г/кг.сутки, тогда как донник желтый имел другую закономерность. Для этой культуры лучшими условиями для симбиотической активности сложились в период 2001 года и УАС повысилась на 0,1 г/кг.сутки. В 2003 году УАС понижалась у него на 0,5 г/кг.сутки.

Таблица 29 – Расчет удельной активности симбиоза (г/кг.сутки)
в смешанных посевах трав – IV агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2001 г.					
Потреблено азота, кг/га	96,1	103,7	88,8	92,9	90,2
АСП, кг.дней/га	5811	5960	4785	4248	3422
УАС, г/кг.сутки	8,1	8,7	5,8	8,7	3,5
2002 г.					
Потреблено азота, кг/га	115,4	122,6	97,2	105,4	102,1
АСП, кг.дней/га	8262	10251	7301	6273	5658
УАС, г/кг.сутки	8,6	9,4	4,8	8,6	4,0
2003 г.					
Потреблено азота, кг/га	101,2	112,4	91,7	95,2	97,1
АСП, кг.дней/га	7550	8607	5733	5781	4674
УАС, г/кг.сутки	8,3	8,8	5,0	8,1	3,8

Во все годы исследований (2001...2016 г.г.) чем выше был активный симбиотический потенциал, тем больше был показатель удельной активности симбиоза.

Расчеты показателей удельной активности симбиоза показали довольно высокие значения для первого года жизни бобовых культур во всех агроклиматических районах. Для большей наглядности мы рассчитали средние показатели за годы исследований в каждом агроклиматическом районе (рис. 13).

На рисунке 13 видно, что УАС за все годы исследований не превышала 10 г/кг.сутки. Сравнивая агрорайоны, можно утверждать, что почвенно-

климатические условия II агроклиматического района складывались менее благоприятными по сравнению с III и IV. Диапазон УАС варьировал от 4,2 до 7,9 г/кг.сутки.

В целом условия III агроклиматического района были наиболее благоприятными для всех культур. УАС в среднем за три года изменялась в пределах 4,5...9,1 г/кг.сутки.

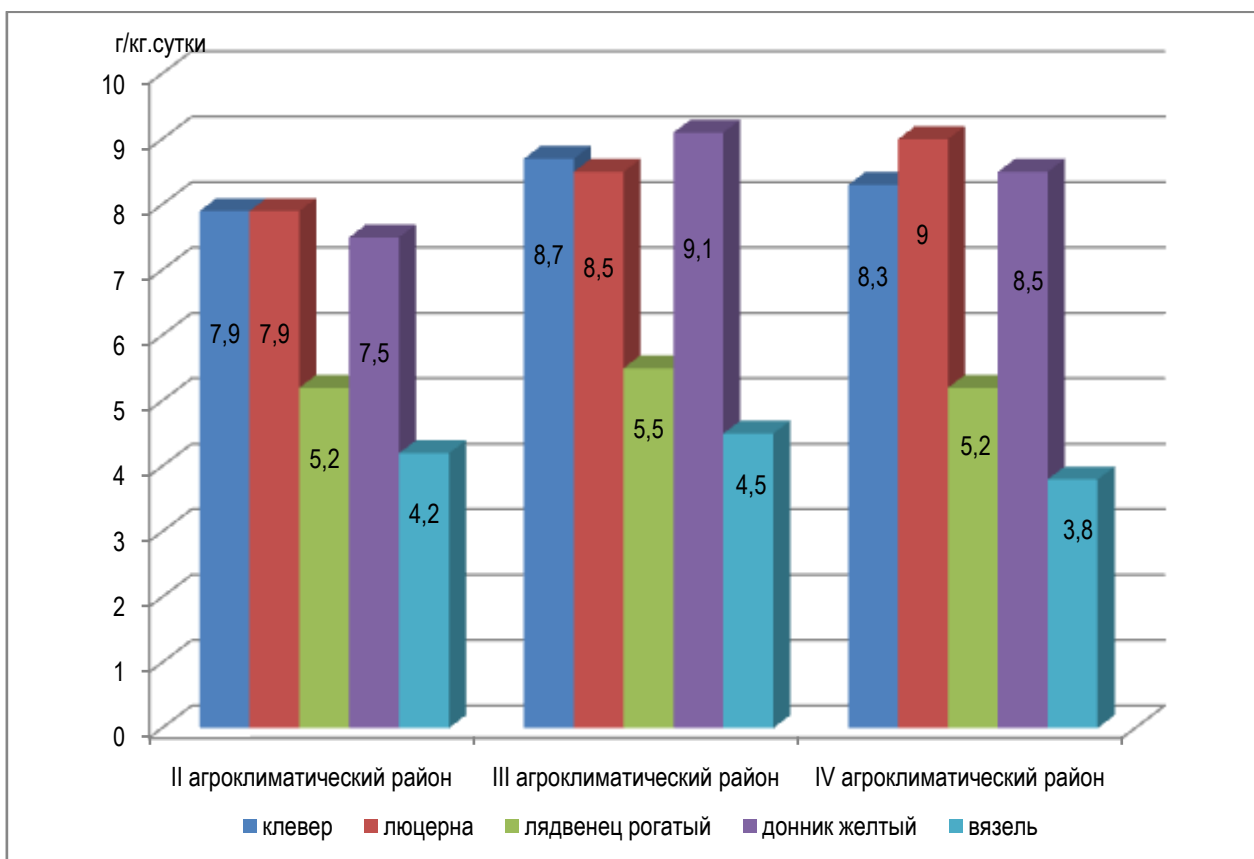


Рис. 13. Удельная активность симбиоза в среднем за три года, г/кг.сутки

В условиях IV агроклиматического района из бобовых трав более благополучно чувствовала себя люцерна. УАС здесь была выше на 0,5 пределах 4,5...9,1 г/кг.сутки, или 11,1%. Остальные культуры снижали удельную активность симбиоза на 4,6...15,6%.

Среди культур выделились клевер, люцерна, донник желтый. Лядвенец рогатый и вязель во все годы исследований показывали минимальные результаты.

3.4 Количество фиксированного азота воздуха в одновидовых и смешанных посевах бобовых трав с амарантом

Биологическая фиксация воздуха в микроорганизмах – уникальный биологический процесс, которым не обладают ни животные, ни высшие растения. При активной азотфиксации около 30% углеводов, синтезированных растениями в процессе фотосинтеза, затрачивается клубеньками на связывание азота воздуха. Поэтому все приемы, улучшающие рост и развитие бобового растения, повышающие фотосинтетическую деятельность посевов, будут способствовать увеличению количества азота, усвоенного из воздуха.

Бобовые травы в симбиозе с клубеньковыми бактериями способны накапливать в почве до 300 кг/га и более экологически чистого азота, а благодаря органическим выделениям корневой системы (щавелевая, лимонная, уксусная, янтарная, яблочная и др. кислоты) многие труднорастворимые фосфорные и кальциевые соединения почвы переводятся в подвижные и легкодоступные другим растениям соединения фосфора и кальция (Дедов А.В., Несмеянова М.А., 2012; Луганцев Е.П., Авдеенко А.П., Зеленский Н.А., Шестов И.Н., 2008).

Конечным результатом симбиотической деятельности бобовых культур и клубеньковых бактерий является фиксация молекулярного азота атмосферы. Зная размеры активного симбиотического потенциала (АСП) и удельной активности симбиоза (УАС), можно определить количество фиксированного азота воздуха, как за любой промежуток времени, так в целом за вегетацию.

Данный метод позволяет определить объем азотфиксации за любой период онтогенеза и за вегетацию в целом. Он основан на положении о том, что растения одной культуры с разным симбиотическим аппаратом, выращиваемые в одинаковых условиях, потребляют из почвы одинаковое количество азота. Справедливость этого положения убедительно доказана профессором Е.П. Трепачевым (1967). Следовательно, разница в количестве

азота, накопленного в растениях двух вариантов, обусловлена различием в активности симбиоза.

Зная УАС за год и величину АСП по вариантам опыта, мы определили количество фиксированного азота воздуха в одновидовых и бинарных посевах бобовых трав (табл. 30).

Таблица 30 – Количество фиксированного азота воздуха в одновидовых посевах бобовых трав, кг/га – II агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2014 г.						
АСП, кг.дней/га	–	7400	8880	5904	5760	5280
УАС, г/кг.сутки	–	6,3	6,4	4,5	7,0	4,3
Фиксировано азота, кг/га	–	46,6	56,8	26,6	40,3	22,7
2015 г.						
АСП, кг.дней/га	–	5694	6132	4544	4720	3540
УАС, г/кг.сутки	–	7,3	9,2	4,6	7,5	4,2
Фиксировано азота, кг/га	–	41,6	56,4	20,9	35,4	14,9
2016 г.						
АСП, кг.дней/га	–	7950	9750	6716	6222	6100
УАС, г/кг.сутки	–	10,2	8,0	6,4	8,1	4,0
Фиксировано азота, кг/га	–	81,1	78,0	43,0	50,4	24,4

Как показывают данные таблицы 30, во II агроклиматическом районе максимальным уровнем азотфиксации отличались одинарные посева бобовых трав в 2016 году. Размеры азотфиксации составили от 24,4 кг/га в посевах вязаля до 81,1 кг/га в посевах клевера.

Менее продуктивным по количеству фиксированного азота был 2014 год, где произошло уменьшение объема на 1,7...34,5 кг/га относительно 2016 года.

Минимальные размеры азотфиксации были сформированы в посевах 2015 года. – 22,7...56,8 кг/га, что было на 9,5...39,5 кг/га меньше показателей 2016 года.

Расчет количества фиксированного азота воздуха в бинарных посевах клевера, люцерны, лядвенца рогатого, донника желтого и вязеля с амарантом показал, что бобовые культуры в совместных посевах фиксируют меньший объем азота атмосферы, чем чистые посева (табл. 31).

Таблица 31 – Количество фиксированного азота воздуха в бинарных посевах бобовых трав, кг/га – II агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2014 г.					
АСП, кг.дней/га	6716	8176	5680	5192	4366
УАС, г/кг.сутки	6,3	6,4	4,5	7,0	4,3
Фиксировано азота, кг/га	42,3	52,3	25,6	36,3	18,8
2015 г.					
АСП, кг.дней/га	5040	5472	3920	3944	2900
УАС, г/кг.сутки	7,3	9,2	4,6	7,5	4,2
Фиксировано азота, кг/га	36,8	50,3	18,0	29,6	12,2
2016 г.					
АСП, кг.дней/га	7548	9324	6480	5888	5040
УАС, г/кг.сутки	10,2	8,0	6,4	8,1	4,0
Фиксировано азота, кг/га	77,0	74,6	41,5	47,7	20,2

Сравнивая лучший по условиям 2016 год, уменьшение составило на: 4,1 кг/га клевер, 3,4 кг/га люцерна, 1,5 кг/га лядвенец рогатый, кг/га донник желтый, 4,2 кг/га вязель.

В 2014 году этот показатель снизился относительно аналогичных одинарных посевов на 1,0...4,5 кг/га. В 2015 году количество фиксированного азота было на 2,7...6,1 кг/га меньше чистых посевов бобовых трав.

В период проведения исследований в III агроклиматическом районе наиболее благоприятные условия для симбиотической азотфиксации складывались в 2012 году (табл. 32).

Таблица 32 – Количество фиксированного азота воздуха в одновидовых посевах бобовых трав, кг/га – III агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2011 г.						
АСП, кг.дней/га	–	7296	8664	5920	5828	5456
УАС, г/кг.сутки	–	8,5	6,0	4,8	8,2	3,5
Фиксировано азота, кг/га	–	62,0	52,0	28,4	47,8	19,1
2012 г.						
АСП, кг.дней/га	–	10205	11618	8262	8064	7040
УАС, г/кг.сутки	–	8,9	9,8	6,1	9,7	5,9
Фиксировано азота, кг/га	–	90,8	113,9	50,4	78,2	41,5
2013 г.						
АСП, кг.дней/га	–	8932	10626	7050	7000	6500
УАС, г/кг.сутки	–	8,6	9,6	5,6	9,5	4,1
Фиксировано азота, кг/га	–	76,8	102,0	39,5	66,5	26,6

В 2012 году одинарные посевы бобовых трав сформировали максимальный симбиотический аппарат и фиксировали наибольшее количество азота воздуха – от 41,5 кг/га в посевах вязаля, до 113,9 кг/га в посевах люцерны. Менее продуктивным по данному показателю был 2013 год, где азотфиксация снизилась на: 14,0 кг/га на клевере, 11,9 кг/га на люцерне, 10,9 кг/га на лядвенце рогатом, 11,7 кг/га на доннике желтом и 14,9 кг/га на вязеле. 2011 год данного агрорайона показал минимальный объем фиксации азота атмосферы. Снижение произошло на 22,0...61,9 кг/га по сравнению с 2012 годом.

Клубеньковые бактерии бобовых трав в бинарных посевах связали на 5,5...9,3% меньше азота воздуха, чем одинарные посевы в 2016 г. (табл. 33).

Таблица 33 – Количество фиксированного азота воздуха в бинарных посевах бобовых трав, кг/га – III агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2011 г.					
АСП, кг.дней/га	6600	8100	5256	5124	4148
УАС, г/кг.сутки	8,5	6,0	4,8	8,2	3,5
Фиксировано азота, кг/га	56,1	48,6	25,2	42,0	14,5
2012 г.					
АСП, кг.дней/га	9455	11005	7701	7308	6426
УАС, г/кг.сутки	8,9	9,8	6,1	9,7	5,9
Фиксировано азота, кг/га	84,1	107,8	47,0	70,9	37,9
2013 г.					
АСП, кг.дней/га	8360	10032	6660	6273	5166
УАС, г/кг.сутки	8,6	9,6	5,6	9,5	3,4
Фиксировано азота, кг/га	71,9	96,3	37,3	56,0	21,2

Сравнивая варианты 2013 года, одинарные посевы увеличивали количество фиксированного азота атмосферы на 2,2...10,5 кг/га по сравнению с бинарными.

2011 год был менее продуктивным, как и в одинарных посевах. При этом объем азотфиксации одинарных посевов превысил бинарные на 6,5...24,1%.

В посевах IV агрорайона наименьшая симбиотическая азотфиксация отмечена бобовыми культурами 2001 года (табл. 34). Растения в чистых посевах фиксировали азота от 16,8 кг/га у вяза до 60,4 кг/га у люцерны. Эти показатели были в 1,2...1,7 раз меньше лучших показателей в 2002 году.

Таблица 34 – Количество фиксированного азота воздуха в одновидовых посевах бобовых трав, кг/га – IV агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2001 г.						
АСП, кг.дней/га	–	6493	6946	5145	5040	4800
УАС, г/кг.сутки	–	8,1	8,7	5,8	8,7	3,5
Фиксировано азота, кг/га	–	52,6	60,4	29,8	43,8	16,8
2002 г.						
АСП, кг.дней/га	–	8680	11005	7550	6875	6625
УАС, г/кг.сутки	–	8,6	9,4	4,8	8,6	4,0
Фиксировано азота, кг/га	–	74,6	103,4	36,2	59,1	26,5
2003 г.						
АСП, кг.дней/га	–	8262	9333	6407	6500	5625
УАС, г/кг.сутки	–	8,3	8,8	5,0	8,1	3,8
Фиксировано азота, кг/га	–	68,6	82,1	32,0	52,6	21,4

Максимальный размер азотфиксации данного агроклиматического района составил от 26,5 кг/га у вязаля до 103,4 кг/га у люцерны, что вполне объяснимо лучшими показателями активного симбиотического потенциала и удельной активности симбиоза 2002 года. Симбиотическая азотфиксация этого года превысила показатели 2003 года (средний по условиям) в 1,1...1,2 раза.

Анализируя показатель по годам, можно утверждать, что чистые посевы фиксировали больше азота воздуха в 2001 году на 2,0...8,6 кг/га; в 2002 году на 1,2...7,0 кг/га и в 2003 году на 3,3...6,4 кг/га.

Динамика азотфиксации по культурам имела следующую картину. Максимально фиксировали азот атмосферы посевы люцерны, клевера. Донник желтый также имел высокие показатели, но немного меньшие, чем клевер. Минимальное количество азота было зафиксировано в вариантах лядвенца рогатого и вязаля.

Бинарные посевы IV агроклиматического района фиксировали меньшее количество азота атмосферы, как и в аналогичных посевах в предыдущих зонах РСО-Алания (табл. 35).

Сравнительная оценка количества фиксированного азота воздуха симбиотическим аппаратом бобовых культур в одинарных и бинарных посевах с амарантом в различных экологических условиях РСО-Алания показывает, что удельная активность симбиоза и количество фиксированного азота воздуха в большой степени зависели от условий тепло- и влагообеспеченности растений, а также от биологических особенностей бобовых культур (рис. 14, 15).

Наиболее полно реализуется симбиотический азотфиксирующий потенциал бобовых клевера, люцерны, лядвенца рогатого, донника желтого и вязаля в III агроклиматическом районе. Клубеньковые бактерии в среднем за три года усваивают из атмосферы молекулярного азота в первый год жизни: у клевера 76,5 кг/га, у люцерны 89,3 кг/га, у лядвенца рогатого 39,4 кг/га, донника желтого 64,2 кг/га и у вязаля 29,1 кг/га.

Таблица 35 – Количество фиксированного азота воздуха
в бинарных посевах бобовых трав, кг/га –
IV агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2001 г.					
АСП, кг.дней/га	5811	5960	4785	4248	3422
УАС, г/кг.сутки	8,1	8,7	5,8	8,7	3,5
Фиксировано азота, кг/га	47,1	51,8	27,8	37,0	12,0
2002 г.					
АСП, кг.дней/га	8262	10251	7301	6273	5658
УАС, г/кг.сутки	8,6	9,4	4,8	8,6	4,0
Фиксировано азота, кг/га	71,0	96,4	35,0	54,0	22,6
2003 г.					
АСП, кг.дней/га	7550	8607	5733	5781	4674
УАС, г/кг.сутки	8,3	8,8	5,0	8,1	3,8
Фиксировано азота, кг/га	62,7	75,7	28,7	46,8	17,8

Немного меньшее количество азота воздуха фиксируют бобовые культуры в бинарных посевах с амарантом, что вероятно, объяснимо конкурентными явлениями в период вегетации за питательные вещества и влагу. Но, также следует отметить, что мятликовый компонент при этом не сильно угнетает бобовый.

Клубеньковые бактерии этих посевов усваивали на посевах амарант + клевер – 70,7 кг/га, амарант + люцерна – 84,2 кг/га, амарант + лядвенец рогатый – 36,5 кг/га, амарант + донник желтый – 56,3 кг/га и амарант + вязель – 24,5 кг/га.

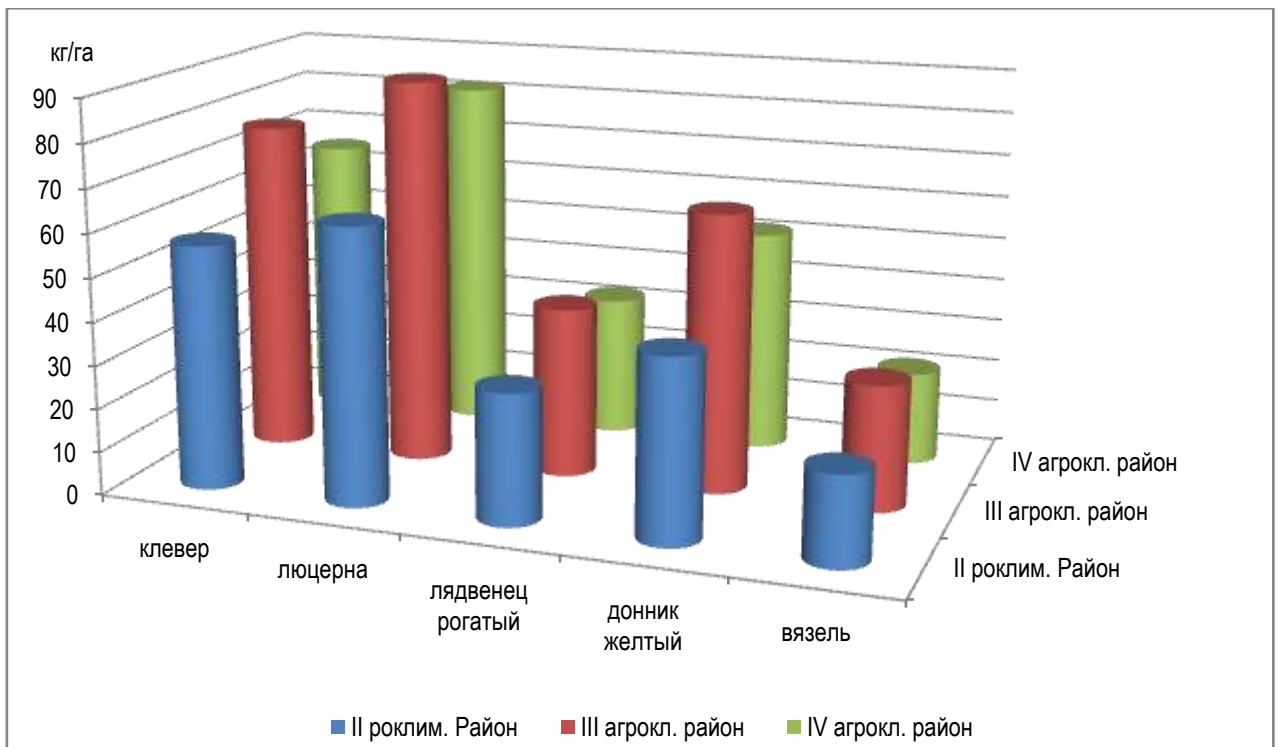


Рис. 14. Количество фиксированного азота воздуха симбиотическим аппаратом одновидовых посевов бобовых трав (в среднем за три года), кг/га

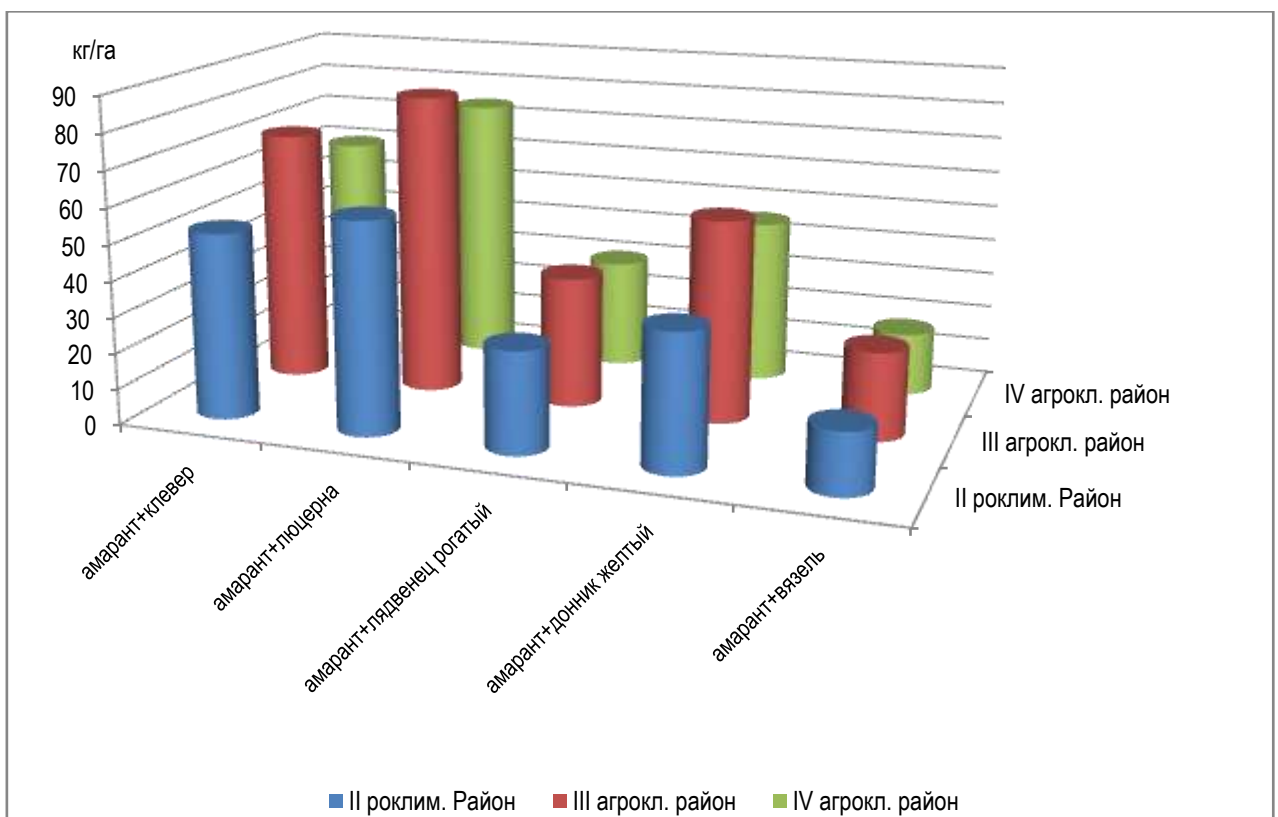


Рис. 15. Количество фиксированного азота воздуха симбиотическим аппаратом бинарных посевов бобовых трав в среднем за три года, кг/га

Соответственно условиям тепло- и влагообеспеченности немного меньшим количеством фиксированного азота в среднем за три года отличались одинарные и бинарные посевы бобовых трав IV агроклиматического района. В среднем за три года одинарные посевы фиксировали от 21,6 до 82,0 кг/га, бинарные – от 17,5 до 74,6 кг/га молекулярного азота атмосферы.

Значительно меньше интенсивность азотфиксации протекала во II агроклиматическом районе. Клубеньковые бактерии усваивали из воздуха в этих условиях в среднем за три года 20,7...63,7 кг/га в одинарных посевах и 17,1...59,1 кг/га в бинарных посевах.

Заключение по главе

Изучив симбиотическую деятельность одновидовых и бинарных посевов бобовых трав и амаранта можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее благоприятные экологические условия для развития симбиотического аппарата бобовых культур в чистых и смешанных посевах с амарантом складываются в III агроклиматическом районе. Максимальных значений по показателю размеров симбиотического аппарата достигали одновидовые посевы бобовых трав по сравнению с бинарными посевами, что вполне объяснимо конкуренцией амаранта с бобовыми растениями за влагу и питательные вещества почвы. Количество и масса клубеньков на 1 растении достигали в лучших вариантах: клевер – 109 шт./25,1 мг; люцерна – 90 шт./27,0 мг; донник желтый – 74 шт./23,8 мг. Благодаря высокой интенсивности азотфиксации ризобияльной системы бобовых трав в почве накапливалось определенное количество доступного для питания растений азота. При этом также установлено, что бинарные посевы в большей степени обогащали почву доступными формами азота.

2. Благоприятные тепловой (сумма эффективных температур) и водный режимы III агроклиматического района позволили симбиотическому аппарату бобовых культур функционировать более продолжительное время –

от 122 до 169 дней в различные годы исследований.

3. По размерам активного симбиотического потенциала III агроклиматический район имел преимущество по всем культурам. Минимальные показатели АПС были во II агроклиматическом районе. III агрорайон занимал промежуточное положение. Бобовые травы в одновидовых посевах имели практически сходную динамику формирования симбиотического потенциала по всем агроклиматическим районам. В бинарных посевах бобовых трав с амарантом максимальные значения АСП не достигали 10000 кг.дней/га, в то время, когда в одинарных посевах АСП был выше этого уровня на 500 и более единиц.

4. Удельная активность симбиоза за все годы исследований не превышала 10 г/кг.сутки. Сравнивая агрорайоны, можно утверждать, что почвенно-климатические условия II агроклиматического района складывались менее благоприятными по сравнению с III и IV агрорайонами. Диапазон УАС варьировал от 4,2 до 7,9 г/кг.сутки. В целом условия III агроклиматического района были наиболее благоприятными для всех культур, УАС в среднем за три года изменялась в пределах 4,5...9,1 г/кг.сутки. Среди культур выделились клевер, люцерна, донник желтый. Лядвенец рогатый и вязель во все годы исследований показывали минимальные результаты.

5. Наиболее полно реализуется симбиотический азотфиксирующий потенциал клевера, люцерны, лядвенца рогатого, донника желтого и вязаля в III агроклиматическом районе. Клубеньковые бактерии в среднем за три года усваивают из атмосферы молекулярного азота в первый год жизни: у клевера 76,5 кг/га, у люцерны 89,3 кг/га, у лядвенца рогатого 39,4 кг/га, донника желтого 64,2 кг/га и у вязаля 29,1 кг/га.

Немного меньшее количество азота воздуха фиксируют бобовые культуры в бинарных посевах с амарантом, что объяснимо конкурентными явлениями в период вегетации за питательные вещества и влагу. Но, также следует отметить, что мятликовый компонент при этом не сильно угнетает

бобовый. Клубеньковые бактерии этих посевов усваивали на посевах амарант + клевер – 70,7 кг/га, амарант + люцерна – 84,2 кг/га, амарант + лядвенец рогатый – 36,5 кг/га, амарант + донник желтый – 56,3 кг/га и амарант + вязель – 24,5 кг/га.

Немного меньшим количеством фиксированного азота в среднем за три года отличались одинарные и бинарные посева бобовых трав IV агроклиматического района. В среднем за три года одинарные посева фиксировали от 21,6 до 82,0 кг/га, бинарные – от 17,5 до 74,6 кг/га молекулярного азота атмосферы.

Значительно слабее интенсивность азотфиксации протекала во II агроклиматическом районе. Клубеньковые бактерии усваивали из воздуха в этих условиях в среднем за три года 20,7...63,7 кг/га в одинарных посевах и 17,1...59,1 кг/га в бинарных посевах.

Глава 4. ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ

4.1 Рост и развитие кормовых растений в посевах

Структура посева является одним из основных и решающих факторов получения высоких, планируемых урожаев. Давно известно, что урожайность на единице площади определяется количеством растений и массой одного растения. При загущении посева урожайность повышается до тех пор, пока снижение массы одного растения, связанное с уплотнением посева, будет компенсироваться увеличением количества растений на единицу площади.

Густота посева оказывает решающее влияние на массу и высоту растений, сроки наступления фаз роста, структуру урожая, и другие биометрические показатели (Громов А.А., 1995; Федотов В.А., Коломейченко В.В., Корнеев И.В. и др., 1998).

Плотность травостоя влияет на величину урожая зелёной массы однолетних трав, а так же в значительной степени влияет на температурный режим посевов, режим освещенности и подток углекислоты, что сказывается на использовании влаги, питательных веществ из почвы, интенсивность фотосинтеза и дыхание растений (Лупашку М.Ф., 1974).

Одной из составляющих элементов продуктивности кормовых трав является в первую очередь оптимальная густота стояния побегов, которая является залогом получения высокого урожая. Формирование заданной густоты стояния начинается, прежде всего, с прорастания семян, которое оценивается, прежде всего, показателем полевой всхожести.

После появления всходов агрофитоценоз подвергается воздействию целого ряда биотических и абиотических факторов, под воздействием которых часть растений погибает.

Густота травостоя амаранта и бобовых трав зависела от многих причин: видового состава, их биоэкологических особенностей, взаимного положительного или отрицательного влияния растений друг на друга в

сложных агрофитоценозах и их регулирования в экспериментальных посевах. Существенным фактором воздействия на растения в годы исследований были метеорологические условия. При равных условиях сохранность травостоев зависит от биологических особенностей культуры. Характер их изменений во время вегетации изучаемых культур нашел отражение в росте и развитии растений.

При выращивании бобовых культур одной из проблем является плохая всхожесть семян, что связано с биологической особенностью их строения. Часть семян донника, люцерны, клевера, лядвенца, вязаля (30–70 %) имеет твердую, непроницаемую для воды оболочку, что сдерживает набухание семян, не позволяет развиваться зародышу семени, что в свою очередь ведёт к затягиванию сроков прорастания всходов, потере части высеянных семян, снижению урожайности (Игнатъев С.А., Регидин А.А., Грязева Т.В., Горюнов К.Н., 2019; Припоров Е.В., Картохин С.Н., 2015; Сагалбеков У.М., Березин Л.В., Березина Л.В., 1987). Это свойство называется твердокаменностью семян. Из-за твердой оболочки семена при высеве не дают дружных всходов, что создает разреженность посевов и значительно снижает урожайность зеленой массы этих культур с единицы площади (Kokonov S., Ryabova T., Votintsev A., Mokeeva S., Vorobyeva S., Esenkulova O., 2021; Морозова И.М., Графутко И.А., 2010).

В наших опытах мы проводили скарификацию семян перед посевом, что дает возможность повысить их всхожесть. Это самый распространенный способ на производстве, позволяющий нарушить герметичность оболочки семян, тем самым повышать всхожесть на 83...89% (Нечепуренко С.Б., Дорогина О.В., 2010).

Анализ динамики всхожести семян, густоты всходов и выживаемости растений амаранта и бобовых трав показал, что почвенно-климатические условия, складывающиеся в период трехлетних исследований в каждой зоне, играли решающую роль в формировании данных показателей. Не менее существенным фактором при выращивании бинарных посевов играл бобовый

компонент в посеве с мятликовым – амарантом. Кроме того, каждая культура имела свои особенности формирования в период роста и развития.

Так, во II агроклиматическом районе в 2014 году всхожесть семян составила от 76% (донник желтый, вязель) до 92...93% (амарант, люцерна) (табл. 36). При этом густота всходов была от 45 до 208 шт./м² и была обусловлена особенностями культур. Густота растений к концу вегетации снижалась на 4...35 шт./м². Выживаемость при этом составила от 82,4 до 91,8%. Максимальные показатели выживаемости растений к концу вегетации были у амаранта и донника желтого. Остальные культуры имели примерно одинаковый уровень – 82,4...85,5%.

Анализируя показатели по годам данного агроклиматического района, можно отметить следующую закономерность. В последующем 2015 году, который отличался более засушливыми условиями и большей суммой температур, всхожесть семян снизилась, и диапазон был от 75 до 92%. Гораздо сильнее эти условия повлияли на выживаемость и она снизилась до 72,3...86,8%.

2016 год был самым лучшим по влагообеспеченности, что и отразилось на показателях. Всхожесть семян достигала 95% (люцерна), выживаемость растений повысилась до 80,8...92,4%. При этом по культурам была примерно одинаковая динамика.

Смешанные посевы кормовых трав имели аналогичную закономерность по годам 2014–2016, но показатели были ниже одновидовых (табл. 37). Исключение составили посевы амарант+донник желтый, где выживаемость растений достигала 94,5% в 2016 году. Вероятно, сказывалась засухоустойчивость донника желтого.

Густота всходов зависела от вида многолетних трав. Если в самом менее влагообеспеченном 2015 году густота всходов бинарных посевов составляла 70...117 шт./м², то к 2016 году (самый влагообеспеченный) она повышалась до 73...117 шт./м². Процент выживаемости также варьировал от 74,3 до 94,0% соответственно по годам.

Таблица 36 – Густота (растений/1 м²), всхожесть и выживаемость растений (%) в одновидовых посевах трав –
II агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2014 г.						
Густота всходов	45	199	186	85	208	87
Всхожесть	92	78	93	77	76	76
Густота в конце вегетации	41	164	159	70	191	72
Выживаемость	91,1	82,4	85,5	82,4	91,8	82,8
2015 г.						
Густота всходов	41	182	196	81	205	83
Всхожесть	90	81	92	75	75	75
Густота в конце вегетации	35	146	152	60	178	60
Выживаемость	85,4	80,2	77,6	74,1	86,8	72,3
2016 г.						
Густота всходов	48	188	204	90	238	94
Всхожесть	93	79	95	78	78	77
Густота в конце вегетации	44	169	182	76	220	76
Выживаемость	91,7	90,0	89,2	84,4	92,4	80,8
В среднем за 3 года						
Густота всходов	45	190	195	86	217	88
Всхожесть	92	79	93	77	76	76
Густота в конце вегетации	40	160	164	69	196	69
Выживаемость	88,9	84,2	84,1	80,2	90,3	78,4

Таблица 37– Густота (растений/1 м²), всхожесть и выживаемость растений (%) в смешанных посевах трав –
II агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2014 г.					
Густота всходов	120	118	81	129	75
Всхожесть	80	82	76	78	74
Густота в конце вегетации	96	98	56	121	55
Выживаемость	80,0	83,0	69,1	93,7	73,3
2015 г.					
Густота всходов	114	103	72	117	70
Всхожесть	79	81	75	77	74
Густота в конце вегетации	85	85	50	110	52
Выживаемость	74,6	82,5	69,4	94,0	74,3
2016 г.					
Густота всходов	131	124	85	145	73
Всхожесть	81	83	78	79	77
Густота в конце вегетации	110	108	61	137	58
Выживаемость	84,0	87,1	71,8	94,5	79,4
В среднем за 3 года					
Густота всходов	122	115	79	130	73
Всхожесть	80	82	76	78	75
Густота в конце вегетации	97	97	56	123	55
Выживаемость	79,5	84,3	70,9	94,6	75,3

В среднем за 3 года наибольшая полевая всхожесть отмечена у амарант + донник желтый – 94,6%, амарант + люцерна – 84,3%, амарант + клевер – 79,5%, несколько ниже эти показатели были у амарант + вязель – 75,3% и амарант + лядвенец рогатый – 70,9%.

Исследования показали, что III агроклиматический район превзошел показатели роста и развития растений II агрорайона (табл. 38). Лучшим по тепло- и влагообеспеченности годом для развития сельскохозяйственных культур был 2012. Густота растений здесь колебалась в пределах 60...223 шт./м². К концу вегетации густота была на уровне 55...218 шт./м². Выживаемость всех культур в одновидовых посевах была достаточно высокой и приближалась практически к 90% и выше. Максимальной она была в варианте амарант + донник желтый 93,7%.

К следующему году густота всходов снижалась на 4–10%, всхожесть снижалась на 1...2%, выживаемость снижалась на 0,7...10,4%. Исключение составил амарант, где выживаемость составила выше, чем в предыдущем году на 0,9%.

Минимальными эти показатели были в 2011 году, где относительно 2012 года густота всходов была ниже на 2...19%, всхожесть семян на 2...4%, выживаемость на 2,1...9,1%.

В таблице 39 представлены показатели роста и развития бинарных посевов в этом агроклиматическом районе.

Донник желтый в посевах с амарантом из всех бобовых культур отличался более высокими показателями густоты всходов и сохранности растений. Количество растений на 1 м² в начале вегетации варьировало от 150 до 153 соответственно по годам 2011–2013. При этом к концу вегетации густота снижалась до 137...140 шт./м², что соответствовало выживаемости 90,0...91,5%.

Достаточно высокие показатели были отмечены в посевах клевера и люцерны с амарантом и даже превосходили по всхожести амарант + донник желтый.

Таблица 38 – Густота (растений/1 м²), всхожесть и выживаемость растений (%) в одновидовых посевах трав – III агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2011 г.						
Густота всходов	48	192	223	90	205	91
Всхожесть	92	81	93	78	79	78
Густота в конце вегетации	43	165	189	72	187	72
Выживаемость	89,6	85,9	84,8	80,0	91,2	79,1
2012 г.						
Густота всходов	60	194	242	98	223	102
Всхожесть	95	85	97	81	82	80
Густота в конце вегетации	55	175	218	87	209	90
Выживаемость	91,7	90,2	90,1	88,8	93,7	88,2
2013 г.						
Густота всходов	54	194	238	94	213	94
Всхожесть	94	84	95	79	81	79
Густота в конце вегетации	50	170	210	77	198	74
Выживаемость	92,6	87,6	88,2	81,9	93,0	77,8
В среднем за 3 года						
Густота всходов	54	193	234	94	214	96
Всхожесть	94	83	95	79	81	79
Густота в конце вегетации	49	170	206	79	198	79
Выживаемость	90,7	88,1	88,0	84,0	92,5	82,3

Таблица 39 – Густота (растений/1 м²), всхожесть и выживаемость растений (%) в смешанных посевах трав –
III агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2011 г.					
Густота всходов	135	131	89	150	78
Всхожесть	82	84	79	79	77
Густота в конце вегетации	105	109	64	135	54
Выживаемость	77,8	83,2	71,9	90,0	69,2
2012 г.					
Густота всходов	145	131	104	153	97
Всхожесть	85	89	82	83	81
Густота в конце вегетации	127	117	86	140	74
Выживаемость	87,6	89,3	82,7	91,5	76,3
2013 г.					
Густота всходов	141	128	92	151	80
Всхожесть	83	87	81	81	78
Густота в конце вегетации	110	105	69	137	58
Выживаемость	78,0	82,0	75,0	90,7	72,5
В среднем за 3 года					
Густота всходов	140	130	95	151	85
Всхожесть	83	87	81	81	79
Густота в конце вегетации	114	110	69	137	62
Выживаемость	81,4	84,6	76,8	90,7	72,9

Так, по годам исследований вариант амарант + клевер уступал варианту амарант + донник желтый по густоте и выживаемости на 8...15 шт./м² и 3,9...12,7%, соответственно, имея всхожесть на 2...3% выше. Вариант амарант + люцерна аналогично уступал варианту амарант + донник желтый на 19...23 шт./м² и 2,2...8,7%, соответственно, превышая всхожесть при этом на 5...6%. Минимальные значения исследуемых показателей были в вариантах амаранта с лядвенцем рогатым и вязелем. Соответственно густота всходов (49...72 и 59...71 шт./м²), выживаемость (8,8...18,1 и 15,2...20,8%) были значительно меньше лучшего варианта; всхожесть была примерно на одном уровне или меньше на 1...2%.

IV агроклиматический район отличается достаточным увлажнением, но более низкой кислотностью среды и меньшей суммой эффективных температур, что отразилось на наших показателях.

Достаточно высокие показатели густоты всходов, всхожести были на посевах люцерны во все годы исследований (табл. 40). Однако выживаемость растений была ниже донника желтого, амаранта и клевера.

Самым продуктивным из всех лет исследований в этом агрорайоне был 2002 год, где выпало максимальное количество осадков за весь период проведения опытов. Максимальная густота всходов достигала здесь 235 и 217 шт./м² у люцерны и донника желтого соответственно; всхожесть семян 94 и 95% у амаранта и донника желтого; выживаемость к концу вегетации 90,4 и 92,2% у амаранта и донника желтого соответственно.

Сравнивая показатели одинарных посевов 2001 и 2003 годов, можно отметить, что первый год проведения опытов отличался наименьшими значениями густоты всходов, всхожести, густоты в конце вегетации и выживаемости растений. 2003 год занимал промежуточное положение между лучшим 2002 и худшим 2001 годами.

Смешанные посевы данного периода исследований (табл. 41) показали, что густота всходов, густота растений в конце вегетации всех культур была меньше одновидовых посевов.

Таблица 40 – Густота (растений/1 м²), всхожесть и выживаемость растений (%) в одновидовых посевах трав – IV агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2001 г.						
Густота всходов	41	188	218	88	203	85
Всхожесть	92	80	93	78	78	77
Густота в конце вегетации	35	164	184	72	182	68
Выживаемость	85,4	87,2	84,4	81,8	89,7	80,0
2002 г.						
Густота всходов	52	196	235	94	217	95
Всхожесть	94	82	95	80	81	79
Густота в конце вегетации	47	173	205	78	200	78
Выживаемость	90,4	88,3	87,2	83,0	92,2	82,1
2003 г.						
Густота всходов	45	231	194	90	209	91
Всхожесть	93	81	94	79	80	78
Густота в конце вегетации	40	203	166	74	191	74
Выживаемость	88,9	87,9	85,6	82,2	91,4	81,3
В среднем за 3 года						
Густота всходов	46	205	216	91	210	90
Всхожесть	93	81	94	79	80	78
Густота в конце вегетации	41	180	185	75	191	73
Выживаемость	89,1	87,8	85,6	82,4	91,0	81,1

Таблица 41 – Густота (растений/1 м²), всхожесть и выживаемость растений (%) в смешанных посевах трав – IV агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2001 г.					
Густота всходов	118	108	81	125	74
Всхожесть	81	83	78	78	75
Густота в конце вегетации	92	88	55	110	52
Выживаемость	78,0	81,5	67,9	88,0	70,3
2002 г.					
Густота всходов	139	130	97	147	87
Всхожесть	84	87	80	81	80
Густота в конце вегетации	118	113	71	132	70
Выживаемость	84,9	86,9	73,2	89,8	80,5
2003 г.					
Густота всходов	124	122	85	131	78
Всхожесть	82	85	79	80	76
Густота в конце вегетации	104	104	60	116	61
Выживаемость	83,9	85,2	70,6	88,5	78,2
В среднем за 3 года					
Густота всходов	127	120	88	134	80
Всхожесть	82	85	79	80	77
Густота в конце вегетации	105	102	62	125	61
Выживаемость	82,7	85,0	70,5	93,3	76,2

При этом всхожесть одновидовых посевов была выше, а выживаемость растений по годам снижалась относительно чистых посевов на 1,7–13,9% в 2001 году, на 0,3...9,8% в 2002 году и на 0,4...11,6% в 2003 году.

Показателем, характеризующим динамику густоты стояния растений в течение вегетации, является изреживаемость (выживаемость) посевов (рис. 16, 17, 18).

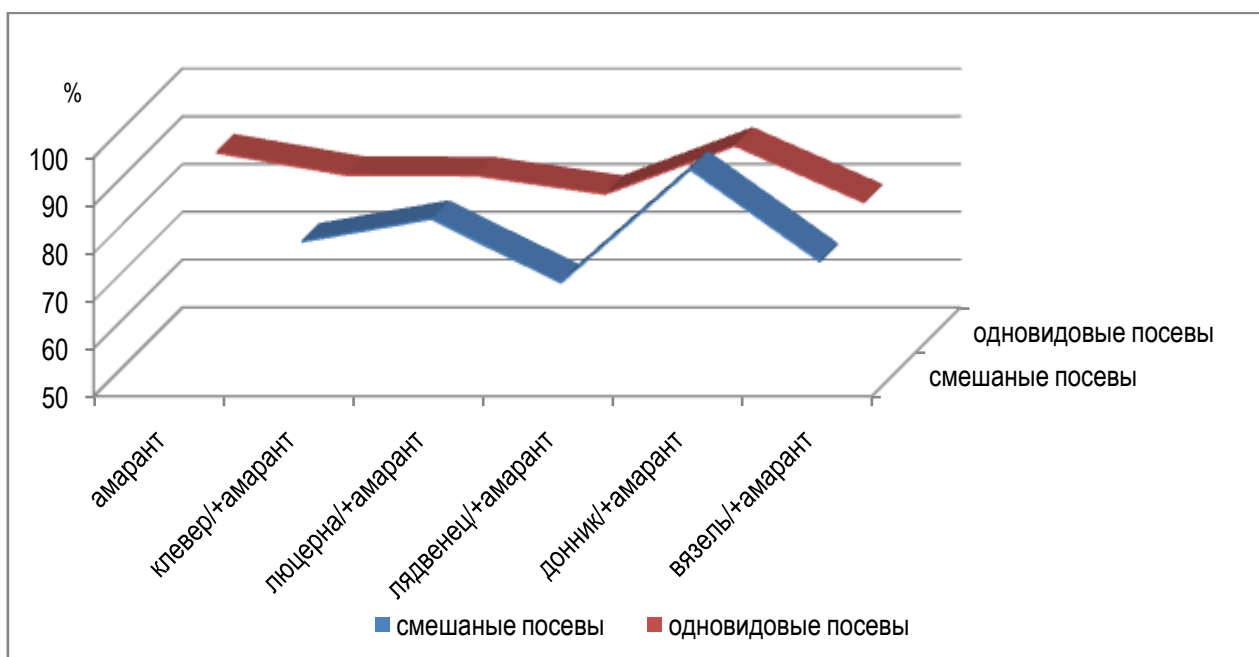


Рис. 16. Выживаемость растений в среднем за три года, % (2014...2016 г.г.) – II агроклиматический район

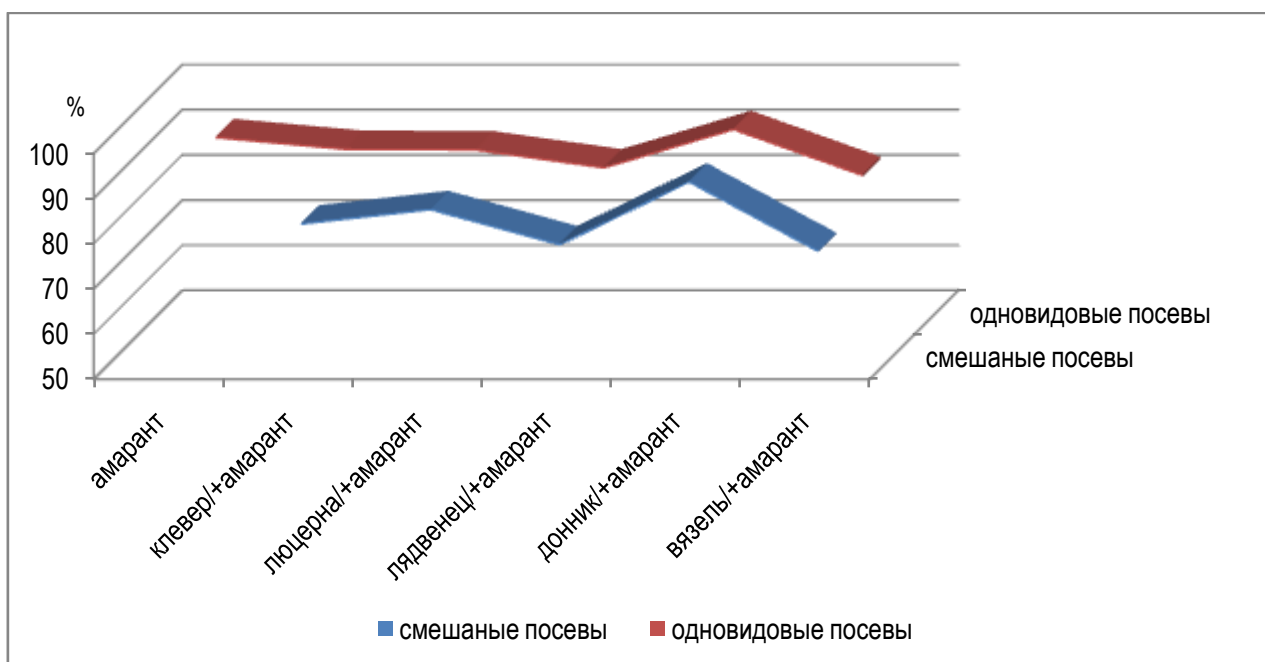


Рис. 17. Выживаемость растений в среднем за три года, % (2011...2013 г.г.) – III агроклиматический район

Существенное влияние на показатель изреживаемости посевов оказывали климатические условия (влагообеспеченность, температурный режим), а также бобовый компонент в посеве с амарантом.

Разница в выживаемости растений по вариантам в среднем за три года составляла до 78,4...90,3% в одновидовых и 70,9...75,3% в смешанных посевах – во II агроклиматическом районе, до 82,3...92,5% в одновидовых и до 72,9...90,7% в смешанных посевах – в III агроклиматическом районе и до 81,1...91,0% в одновидовых и до 76,2...93,3% в смешанных посевах – в IV агроклиматическом районе.

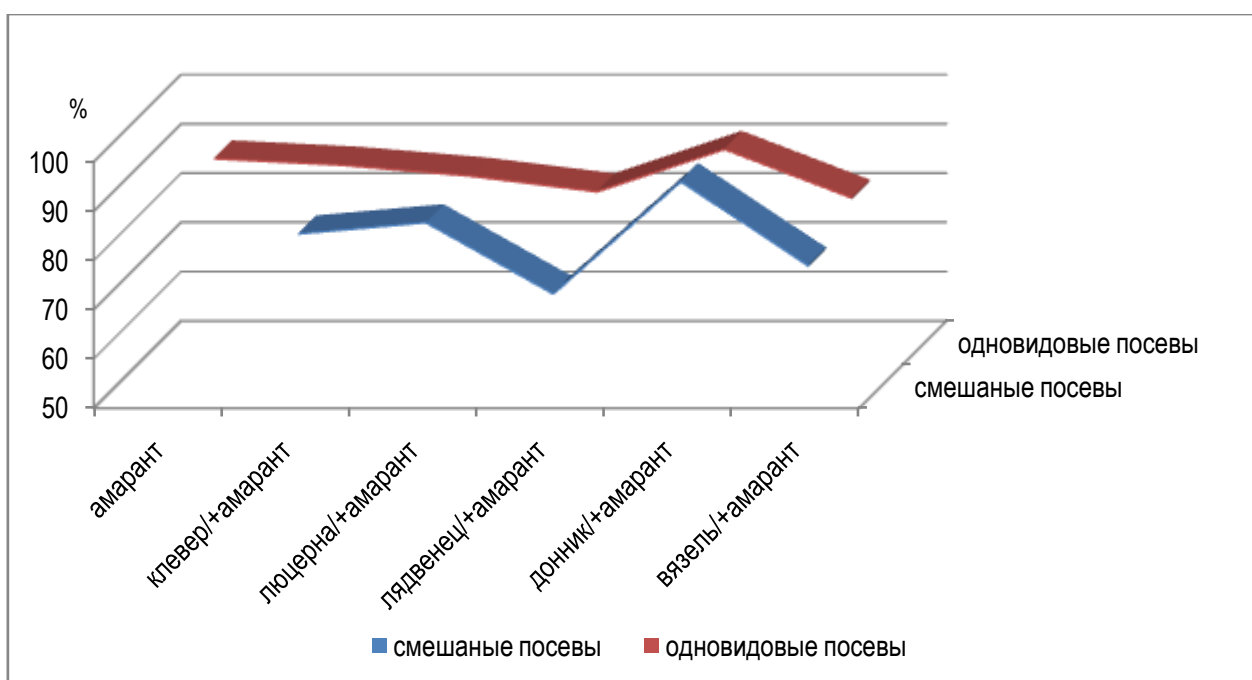


Рис. 18. Выживаемость растений в среднем за три года, % (2001...2003 г.г.) – IV агроклиматический район

II агроклиматический район отличается самой высокой изреживаемостью посевов, что объяснимо более высокими температурами и малой влагообеспеченностью в период вегетации. III агроклиматический район отличался самой высокой выживаемостью растений, на что, вероятно, повлияли большее количество осадков, выпадающих в этой зоне, высокая сумма эффективных температур и более благоприятные почвенные условия для данных сельскохозяйственных культур.

Сравнивая одновидовые и смешанные посевы кормовых трав, явное

преимущество по данному показателю было у чистых посевов, что также вполне объяснимо конкурентным преимуществом между растениями в ходе роста и развития.

4.2 Фотосинтетическая активность одновидовых и смешанных посевов кормовых культур

У растений, как известно, рост и развитие находятся в прямой зависимости от интенсивности фотосинтеза (Мокроносов А.Т., 1988). Ассимиляционный аппарат, и особенно его основная составляющая – листовая поверхность, играет важнейшую роль в образовании органического вещества, поэтому важно знать параметры площади листовой поверхности, его динамику в онтогенезе, интенсивность процессов фотосинтеза. Многими авторами установлена прямая связь между урожаем и площадью листьев (Шатилов, Замараев, 1965; Алиев Д.А., 1974; Ничипорович А.А., 1966; Филин В.И., 1987; Васин В.Г., Ельчанинова Н.Н., Дулов М.И., 1999). Величина ассимиляционного аппарата является наиболее изменчивой характеристикой фотосинтетической деятельности посевов, при помощи которого улавливается энергия солнечной радиации, преобразуемая в потенциальную энергию органического вещества в процессе фотосинтеза (Ничипорович А.А., 1988). А.А. Ничипорович (1963) считает, что листовая поверхность в полноценных посевах должна поддерживаться на уровне 40-50 тыс. м²/га. Поэтому изыскание приемов, способствующих формированию оптимальной площади листьев, является одной из важнейших задач полевого травосеяния.

На динамику развития листовой поверхности и ее размер большое влияние оказывают биологические особенности культуры, почвенно-климатические условия, элементы агротехники и многие другие факторы.

Большая площадь листьев не всегда обеспечивает получение высоких урожаев. И.П. Минина (1972) отмечает, что при чрезмерном развитии листового аппарата в посевах увеличивается взаимное затенение, вследствие

чего ухудшается освещенность, наблюдается снижение чистой продуктивности фотосинтеза.

Зависимость формирования листовой поверхности от обеспеченности растений питательными веществами отмечает в своих работах И.П. Кружилин (1982). Являясь важнейшим процессом в жизни растений, фотосинтез определяет их обеспеченность питательными веществами, необходимыми для роста и развития, а в конечном итоге и получения качественного урожая, поскольку до 90-95 % сухой биомассы растений образуется в результате фотосинтеза и быстрого транспорта ассимиляторов. Поэтому в формировании урожая этому процессу принадлежит ведущая роль (Ничипорович А.А., 1961).

Многие исследователи, работавшие в различных почвенно-климатических зонах, пришли к выводу, что многолетние травы - отличные биомелиоранты, способствующие созданию большой надземной и подземной массы, увеличению содержания гумуса, вследствие чего увеличивается количество водопрочных агрегатов, улучшается структура почвы и другие агрофизические показатели.

Наблюдения за листовой поверхностью изучаемых культур (амаранта и бобовых трав) в исследованиях показали, что площадь листьев в начальные фазы роста и развития растений нарастает очень медленно. Далее в период вегетации увеличение ассимиляционной поверхности происходит более интенсивно.

В наших исследованиях существенное влияние на формирование листовой поверхности оказывали видовое участие культур и агроклиматические условия произрастания.

Среди одновидовых посевов кормовых трав из всех культур наибольшую площадь листьев во всех трех агроклиматических районах формировали посевы донника желтого (табл. 42).

Во II агроклиматическом районе (засушливый) показатель варьировал от 25,1 до 28,5 тыс. м²/га.

Таблица 42 – Площадь листьев растений одновидовых посевов трав,
тыс. м² /га

№	Культуры	Год			
		2014	2015	2016	в среднем за 3 года
II агроклиматический район					
1.	Амарант	23,2	20,3	28,1	23,9
2.	Клевер	16,4	14,5	17,3	16,1
3.	Люцерна	18,7	17,1	19,4	18,4
4.	Лядвенец рогатый	14,0	12,7	16,7	14,5
5.	Донник желтый	27,6	25,1	28,5	27,1
6.	Вязель	15,5	13,9	16,7	15,4
№	Культура	2011	2012	2013	в среднем за 3 года
III агроклиматический район					
1.	Амарант	24,3	31,2	27,8	27,8
2.	Клевер	17,6	21,4	19,7	19,6
3.	Люцерна	20,4	23,9	22,8	22,4
4.	Лядвенец рогатый	15,1	19,7	17,3	17,4
5.	Донник желтый	29,7	32,1	31,5	31,1
6.	Вязель	17,1	20,4	18,7	18,7
№	Культура	2001	2002	2003	в среднем за 3 года
IV агроклиматический район					
1.	Амарант	23,1	30,0	26,2	26,4
2.	Клевер	16,3	19,9	18,0	18,1
3.	Люцерна	18,0	20,2	19,4	19,2
4.	Лядвенец рогатый	13,7	17,8	15,5	15,7
5.	Донник желтый	28,7	31,3	30,6	30,2
6.	Вязель	15,1	18,5	16,1	16,6

В III и IV агроклиматических районах величина площади листовой поверхности возрастала и составила соответственно по годам 29,7...32,1 и 28,7...31,3 тыс. м²/га. Максимальный размер ассимиляционной поверхности составил 32,1 тыс. м²/га в 2012 году в III агрораионе.

Несмотря на то, что данный агроклиматический район относится к зоне недостаточного увлажнения, он характеризуется большей суммой эффективных температур и более благоприятными почвенными условиями (рН среды, обеспеченность микроэлементами) для бобовых трав. Данные условия позволили получать большее количество укосов по сравнению с IV агрораионом (достаточное увлажнение), что и отразилось на показателях фотосинтетической деятельности культур в целом.

Также высокие показатели площади листьев были у амаранта: II агрораион – 20,3...28,1 тыс. м²/га, III агрораион – 24,3...31,2 тыс. м²/га, IV агрораион – 23,1...30,0 тыс. м²/га. Несмотря на то, что амарант имеет меньшую густоту стояния, он формирует более мощную листовую поверхность, чем бобовые (клевер, люцерна, лядвенец рогатый, донник желтый, вязель). Доннику желтому помогло превзойти по площади листьев амарант потому что он формировал большую густоту стояния растений. Таким образом, эти культуры лидировали по сравнению с остальными по ассимиляционному аппарату.

Относительно высокие показатели были у клевера и люцерны, которые в среднем превышали контроль (лядвенец рогатый) на 9,9...21,2 % (IV агроклиматический район), 11,2...22,3 (III агроклиматический район) и 13,3...18,2 (IV агроклиматический район). Минимальная площадь листьев среди бобовых трав формировалась на посевах вязаля – 15,4...18,7 тыс. м²/га (в среднем за 3 года).

Сравнивая показатели по годам исследований можно уверенно утверждать, что в более благоприятные по влагообеспеченности года растения кормовых трав формировали более высокий показатель площади листьев.

Изучение особенностей формирования ассимиляционного аппарата амаранта и бобовых трав в смешанных посевах позволяет определить насколько полно способен тот или иной вид использовать энергию солнечных лучей в бинарных посевах (табл. 43).

Так, в смешанных посевах максимальную площадь листьев (42,5 тыс. м²/га) формировали растения 4 варианта (амарант + донник желтый) в 2016 году во II агроклиматическом районе. Наиболее благоприятный год по влагообеспеченности в период исследований в этом агроклиматическом районе и максимальная сумма эффективных температур позволили получить такой результат. Близкий к этому значению в этом варианте был показатель 2002 года в IV агроклиматическом районе – 42,0 тыс. м²/га. Однако сравнивая все три агроклиматических района, максимальный ассимиляционный аппарат сформировался в III агрорайоне – 39,9 тыс. м²/га (в среднем за 3 года), также в варианте амарант + донник желтый. Данный вариант стабильно лидировал по всем агрорайонам во все годы исследований.

Минимальные показатели площади листьев формировали посевы амарант + вязель (5 вариант). Уменьшение в среднем за 3 года по трем агрорайонам по сравнению с лучшим вариантом составило 7,9...9,0 тыс. м²/га или 20,0...24,7%.

Смешанные посевы амаранта с клевером, люцерной и лядвенцем рогатым также формировали достаточно высокий фотосинтетический аппарат. Все средние величины этих посевов превышали 31 тыс. м²/га, за исключением амарант + люцерна в IV агрорайоне (27,8 тыс. м²/га). Лучшим среди вариантов с этими культурами выделился амарант + клевер, где в среднем за три года площадь листьев изменялась от 32,1 тыс. м²/га (II агрорайон) до 35,9 тыс. м²/га (IV агрорайон).

Сравнивая площадь листьев одновидовых и бинарных посевов в среднем за три года, можно отметить, что вторые были гораздо продуктивнее.

Таблица 43 – Площадь листьев растений смешанных посевов трав,
тыс. м² /га

№	Культуры	Год			
		2014	2015	2016	в среднем за 3 года
II агроклиматический район					
1.	Амарант + клевер	30,5	26,6	39,3	32,1
2.	Амарант + люцерна	30,7	26,3	38,2	31,7
3.	Амарант + лядвенец	29,6	26,5	38,3	31,5
4.	Амарант + донник	34,3	30,1	42,5	35,6
5.	Амарант + вязель	27,8	23,4	32,0	27,7
№	Культура	2011	2012	2013	в среднем за 3 года
III агроклиматический район					
1.	Амарант + клевер	32,3	39,6	35,9	35,9
2.	Амарант + люцерна	30,0	38,9	35,6	34,8
3.	Амарант + лядвенец	30,2	32,7	35,4	32,8
4.	Амарант + донник	34,6	46,6	38,5	39,9
5.	Амарант + вязель	27,4	36,3	32,0	31,9
№	Культура	2001	2002	2003	в среднем за 3 года
IV агроклиматический район					
1.	Амарант + клевер	28,7	36,8	31,5	32,3
2.	Амарант + люцерна	26,0	36,0	21,3	27,8
3.	Амарант + лядвенец	26,7	36,2	31,7	31,5
4.	Амарант + донник	33,0	42,0	36,8	37,3
5.	Амарант + вязель	23,5	32,8	27,9	28,1

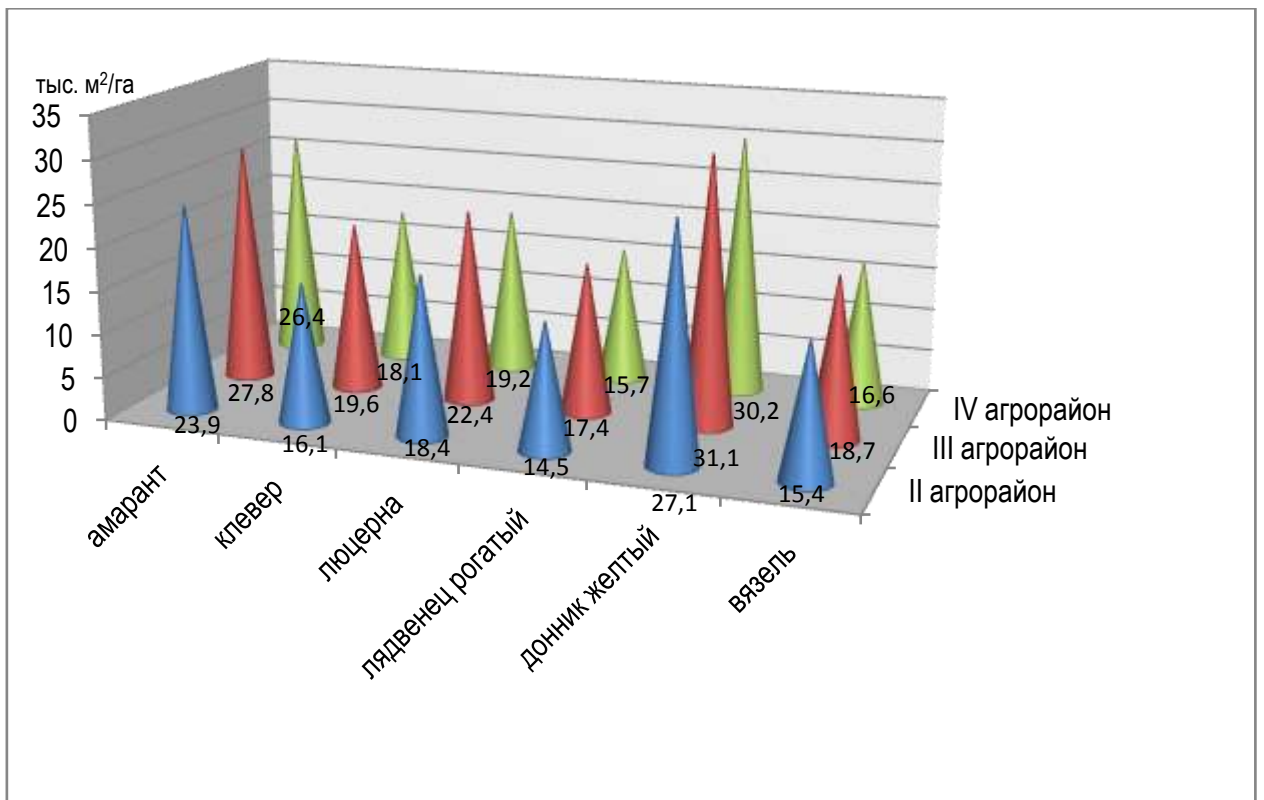


Рис. 19. Площадь листьев одновидовых посевов в среднем за три года, тыс. м² /га

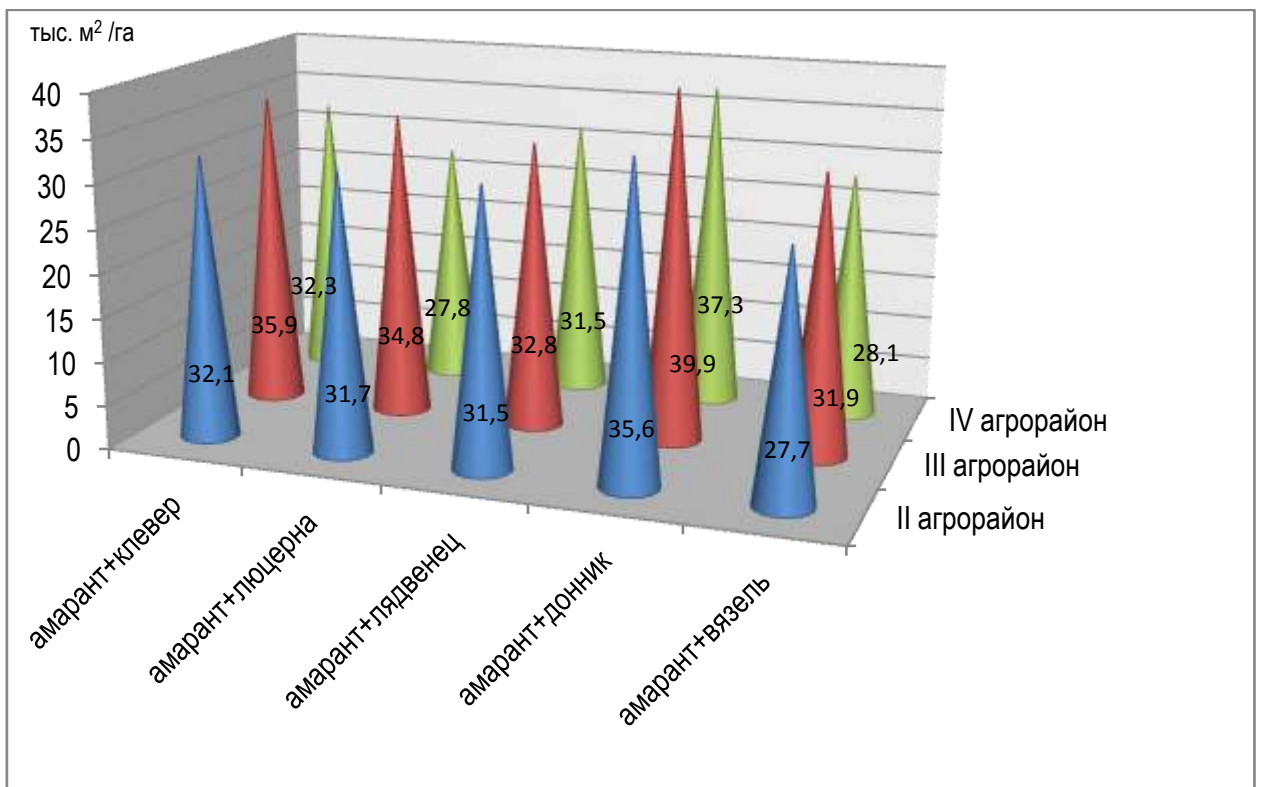


Рис. 20. Площадь листьев смешанных посевов в среднем за три года, тыс. м² /га

Так, во II агроклиматическом районе фотосинтетический аппарат чистых посевов формировал от 14,5 до 27,1 тыс. м²/га, тогда как бинарные в 1,9...1,3 раза больше.

В условиях III агроклиматического района одновидовые посевы формировали 17,4...31,1 тыс. м²/га, что в 1,8...1,3 раза было меньше смешанных посевов. И в IV агроклиматическом районе бинарные посевы превзошли одновидовые в 1,8...1,2 раза.

Важным показателем для оценки возможной продуктивности посевов является фотосинтетический потенциал (ФП), который учитывает не только величину листового аппарата, но и длительность его работы.

Показатели площади листьев, продолжительность их работы и накопление сухой биомассы определяют продуктивность фотосинтетической деятельности посевов. Площадь листьев посевов дает объективное представление о характере роста растений в течение вегетации, но не дает полную характеристику фотосинтетической деятельности посева, т.к. важно время, когда сформировалась максимальная площадь листьев и сколько дней она работала на накопление урожая. Поэтому только фотосинтетический потенциал (ФП) раскрывает наибольшую полноту деятельности посева.

По данным Ничипоровича А.А. и др., (1961) хорошими считаются посевы, ФП которых составляет не менее 2 млн. м² /га в расчете на каждые 100 дней фактической вегетации.

Конечным результатом работы фотосинтетического аппарата является накопление сухого вещества в растениях. Наряду с размерами листовой поверхности и величиной фотосинтетического потенциала общая фотосинтетическая продуктивность посевов определяется интенсивностью работы ассимиляционного аппарата или величиной чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ).

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) является важным показателем интенсивности процесса фотосинтеза, характеризующим

величину сухой биомассы, образуемой растениями в течение суток, в расчете на квадратный метр листьев, «работающих» в течение этого дня (Соловьев С.В., 2011; Стасик О.О. и др., 2013).

Величина ЧПФ определяется различиями в фотосинтетическом аппарате и в обеспеченности листьев светом. Наиболее часто встречающаяся в научной литературе величина ЧПФ – 4–6 г/м² в сутки (Naydenova Y., Kyuchukova A., Pavlov D., 2013; Аленин П.Г., Кшникаткина А.Н., 2012; Кшникаткина А.Н., Аленин П.Г., 2012).

Связь чистой продуктивности фотосинтеза с урожаем самая непосредственная и при равенстве площади листьев урожай сухой биомассы растений прямо пропорционален чистой продуктивности фотосинтеза (Русакова Т.М., 1974; Schilling Herbert, 1980; J.H. Golbeck, 1992).

Формирование фотосинтетического потенциала происходило в соответствии с нарастанием площади листьев (табл. 44, 45).

В проведенных исследованиях с чистыми культурами амаранта и бобовых трав во II агроклиматическом районе максимальный фотосинтетический потенциал формировался у донника желтого – 1939,4 тыс. м².дней/га и амаранта – 1703,4 тыс. м². дней /га. Наиболее низким этот показатель был у лядвенца рогатого и вязеля, соответственно 733,3 и 780,7 тыс. м². дней /га. Сравнивая показатели по годам, наиболее продуктивным был 2016 г., который характеризовался лучшими условиями влагообеспеченности, менее продуктивным 2015 год – самый засушливый из трех лет исследований.

Чистая продуктивность фотосинтеза данных посевов изменялась в пределах: 2,07...3,08 г/м².сутки в 2014 году; 1,87...2,95 г/м².сутки в 2015 году; 2,18...3,30 г/м².сутки в 2016 году. В целом колебания составили от 1,87 до 3,30 г/м².сутки.

Нужно отметить, что максимально продуктивными были посевы донника желтого, где чистая продуктивность фотосинтеза превышала 3 г/м².сутки. Все остальные культуры не достигали этого порога.

Таблица 44 – Фотосинтетическая деятельность одновидовых посевов трав

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
II агроклиматический район						
ФП, тыс. м².дней/га						
2014 г.	1688,9	1044,4	1461,2	737,3	1909,1	811,6
2015 г.	1463,0	1023,9	1447,2	733,3	1708,5	780,7
2016 г.	1703,4	1160,7	1661,5	793,4	1939,4	895,9
ЧПФ, г/м².сутки						
2014 г.	2,70	2,22	2,49	2,17	3,08	2,07
2015 г.	2,57	1,88	2,37	1,80	2,95	1,87
2016 г.	2,90	2,33	2,60	2,18	3,30	2,21
III агроклиматический район						
ФП, тыс. м².дней/га						
2011 г.	1602,2	1110,6	1591,8	821,3	1928,2	814,3
2012 г.	1760,2	1265,1	1701,8	935,1	1993,0	1141,7
2013 г.	1704,1	1230,8	1642,1	849,3	1975,8	947,8
ЧПФ, г/м².сутки						
2011 г.	2,69	2,35	2,45	2,07	3,32	2,10
2012 г.	3,17	2,52	3,11	2,29	3,65	2,40
2013 г.	2,94	2,38	2,85	2,21	3,44	2,30
IV агроклиматический район						
ФП, тыс. м².дней/га						
2001 г.	1585,5	1058,0	1502,1	735,6	1813,3	795,0
2002 г.	1708,4	1267,4	1639,8	864,2	1946,3	991,1
2003 г.	1698,9	1115,8	1579,8	739,7	1923,1	909,5
ЧПФ, г/м².сутки						
2001 г.	2,63	2,24	2,41	1,98	3,00	2,00
2002 г.	2,95	2,37	2,65	2,21	3,59	2,25
2003 г.	2,79	2,28	2,57	2,19	3,35	2,21

Условия III агроклиматического района позволили формировать фотосинтетический потенциал на уровне 0,8...1,9 млн. м². дней /га. Динамика складывалась следующим образом. Минимальные показатели ФП были у лядвенца рогатого (контроль) – 821,3...935,1 тыс. м². дней /га. У остальных культур превышение составило: у амаранта в 1,9...2 раза, у клевера в 1,4 раза, у люцерны в 1,8...1,9 раза, у донника желтого в 2,1...2,2 раза и вязеля в 1,1...1,2 раза. Культура вязеля на 7 тыс. м². дней /га меньше контроля сформировала ФП в 2011 году.

Рассчитывая чистую продуктивность фотосинтеза, закономерность фотосинтетической деятельности одновидовых посевов сохранялась. Максимальных значений ЧПФ достигала в пределах 3,32...3,65 г/м².сутки (донник желтый). Минимальные размеры ЧПФ были на посевах лядвенца рогатого – 2,10...2,40 г/м².сутки. Кроме донника желтого в данном агрорайоне порога 3 г/м².сутки достигли и превысили в 2016 году культуры амаранта и люцерны.

Показатели ФП IV агроклиматического района занимали промежуточное положение между таковыми во II и III агрорайонах. Так контрольный вариант (лядвенец рогатый) сформировал максимальный размер фотосинтетического потенциала в 2002 году – 864,2 тыс. м². дней /га. Это было на 70,8 тыс. м². дней /га больше, чем во II и на 70,9 тыс. м². дней /га меньше, чем в III агрорайонах.

Остальные культуры превышали данный ФП контроля на: 844,2 тыс. м². дней /га у амаранта, 403,2 тыс. м². дней /га у клевера, 775,6 тыс. м². дней /га у люцерны, 1082,1 тыс. м². дней /га у донника желтого, 126,9 тыс. м². дней /га у вязеля.

Самое низкое значение чистой продуктивности фотосинтеза было отмечено в первый год исследований – 1,98 тыс. м². дней /га (контроль). Всего на 0,02...0,27 тыс. м². дней /га ЧПФ превышала на посевах вязеля. Лидировали по значениям донник желтый, клевер и люцерна. Однако 3 тыс. м². дней /га достиг только донник желтый.

Таблица 45 – Фотосинтетическая деятельность смешанных посевов трав

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
II агроклиматический район					
ФП, тыс. м².дней/га					
2014 г.	1758,5	1745,7	1725,7	2230,1	1623,0
2015 г.	1550,2	1492,3	1459,1	2025,4	1345,9
2016 г.	1680,5	1674,5	1668,7	2197,2	1563,5
ЧПФ, г/м².сутки					
2014 г.	3,38	3,41	3,32	3,60	3,07
2015 г.	3,29	3,25	3,18	3,54	2,92
2016 г.	3,45	3,43	3,37	3,56	3,21
III агроклиматический район					
ФП, тыс. м².дней/га					
2011 г.	1711,9	1703,4	1697,9	2252,8	1471,7
2012 г.	2000,0	1991,7	1900,8	2801,0	1835,3
2013 г.	1860,0	1871,9	1856,3	2395,6	1716,0
ЧПФ, г/м².сутки					
2011 г.	3,54	3,48	3,38	3,64	3,28
2012 г.	3,64	3,63	3,53	3,82	3,40
2013 г.	3,57	3,59	3,48	3,73	3,30
IV агроклиматический район					
ФП, тыс. м².дней/га					
2001 г.	1701,4	1699,7	1667,7	2160,1	1373,0
2002 г.	1988,6	1988,8	1812,7	2508,1	1704,5
2003 г.	1761,5	1762,0	1760,1	2347,9	1548,2
ЧПФ, г/м².сутки					
2001 г.	3,48	3,44	3,36	3,60	3,22
2002 г.	3,60	3,61	3,47	3,70	3,35
2003 г.	3,52	3,46	3,39	3,65	3,26

Фотосинтетическая деятельность смешанных посевов в целом превышала одновидовые. Более мощная листовая поверхность бинарных посевов позволила достигать 2 и более млн. м². дней /га фотосинтетического потенциала (табл. 45).

Закономерность формирования площади листовой поверхности по агроклиматическим районам и культурам сохранилась и при формировании ФП. Максимальных значений данный показатель достигал в III агрорайоне на посевах амарант + донник желтый – 2801,0 тыс. м². дней /га в 2012 г.

Минимальный фотосинтетический потенциал был на варианте амарант + вязель – 1345,0 тыс. м². дней /га в 2015 году во II агроклиматическом районе.

Анализируя способность формировать ФП смешанными посевами амаранта и других бобовых трав, следует отметить, что культуры клевера и люцерны также показали высокие значения, причем достаточно близкие.

Например, во II агроклиматическом районе разница между вариантами амарант + клевер и амарант + люцерна составила всего 6,0...57,9 тыс. м². дней/га; в III агрорайоне – 8,3...11,9 тыс. м². дней/га и в IV агрорайоне – 0,2...1,7 тыс. м². дней /га.

Чистая продуктивность фотосинтеза всех смешанных посевов во все годы исследований превышала 3 г/м².сутки в отличие от одинарных посевов. В годы максимальной фотосинтетической активности (2011–2013 г.г.) ЧПФ варьировала от 3,28 (амарант + вязель) до 3,82 г/м².сутки (амарант + донник желтый). Остальные бинарные посева превышали контроль (амарант + вязель) на: 0,24 г/м².сутки (амарант + клевер), 0,23 г/м².сутки (амарант + люцерна), 0,13 г/м².сутки (амарант + лядвенец рогатый) и 0,42 г/м².сутки (амарант + донник желтый) в 2012 году (лучший по влагообеспеченности).

Сравнивая одинарные и смешанные посева амаранта и бобовых культур во всех трех агроклиматических районах (рис. 21), можно утверждать, что фотосинтетический потенциал бинарных посевов

превосходил чистые посевы.

Максимальных значений ФП достигал в вариантах с амарантом и донником желтым. Если в одинарных посевах минимальные значения ФП были у лядвенца рогатого (754,7 тыс. м².дней/га) и вязеля (829,4 тыс. м².дней/га), то в смешанных посевах лядвенец рогатый как бобовый компонент способствовал росту амаранта, и ФП достигал 1617,8...1818,3 тыс. м².дней/га, что превысило вариант амарант + вязель на 126,7...274,9 тыс. м².дней/га.

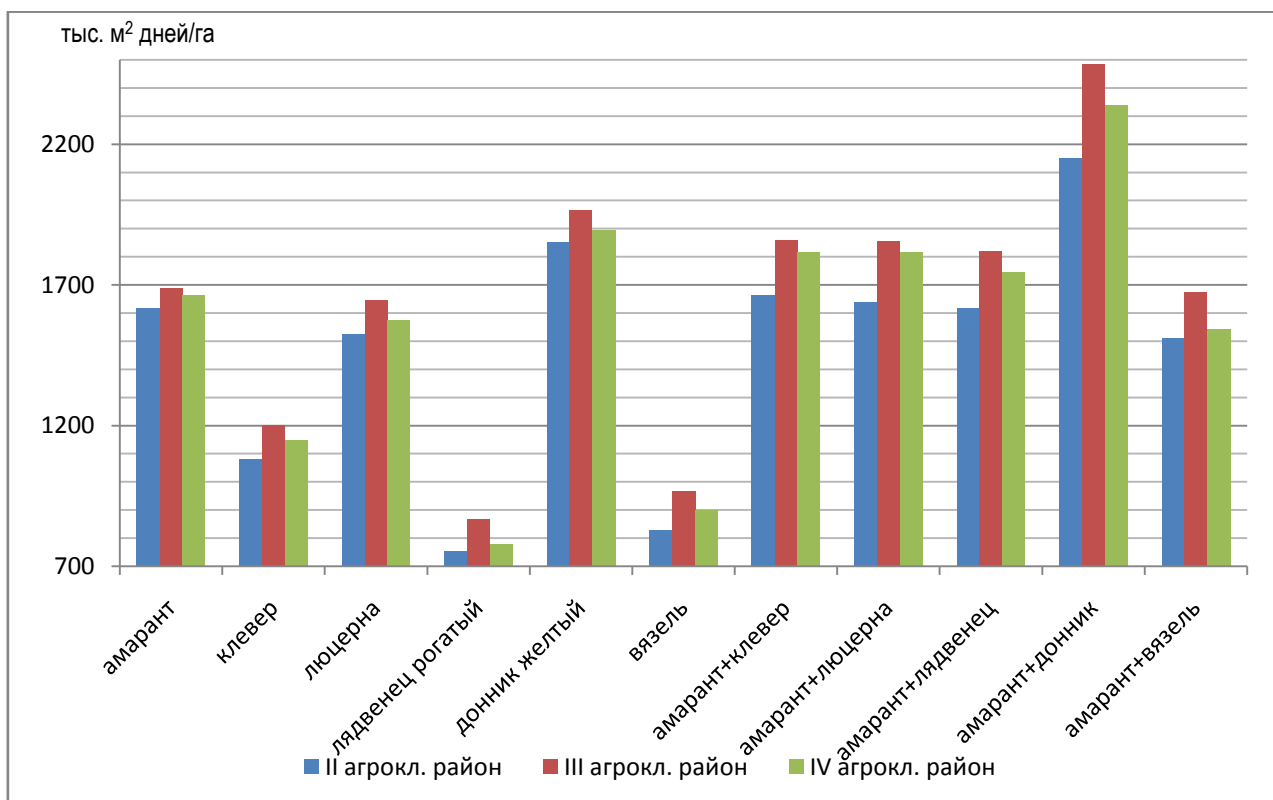


Рис. 21. Фотосинтетический потенциал кормовых трав в среднем за три года, тыс. м².дней/га

III агроклиматический район выделялся максимальными значениями ФП посевов из всех трех агрорайонов.

Анализируя чистую продуктивность фотосинтеза всех агроклиматических районов, можно утверждать, что термические условия и условия увлажнения стали решающими факторами фотосинтетической деятельности всех посевов. Кроме этого играла роль видового состава посевов. Так как основной компонент всех смешанных посевов амарант,

который достаточно рано дает всходы, но довольно поздно формирует максимальную листовую поверхность.

Особенностью его является то свойство, что после появления проростков наступает состояние скрытого роста, во время которого интенсивно развивается корневая система и останавливается рост надземной массы. Поэтому он не затенял своими листьями бобовый компонент, который имел более поздние всходы и активно наращивал фитомассу.

В среднем за три года чистая продуктивность фотосинтеза изменялась от 2,05 г/м².сутки (лядвенец рогатый) до 3,73 г/м².сутки (амарант + донник желтый) (рис. 22). Все одинарные посеы амаранта и бобовых трав, за исключением донника желтого, не достигали 3 г/м².сутки чистой продуктивности фотосинтеза. Все посеы смешанных культур превышали этот порог. При этом стабильно высокие показатели ЧПФ формировались в III агроклиматическом районе, где наиболее оптимально сложились почвенно-климатические условия.

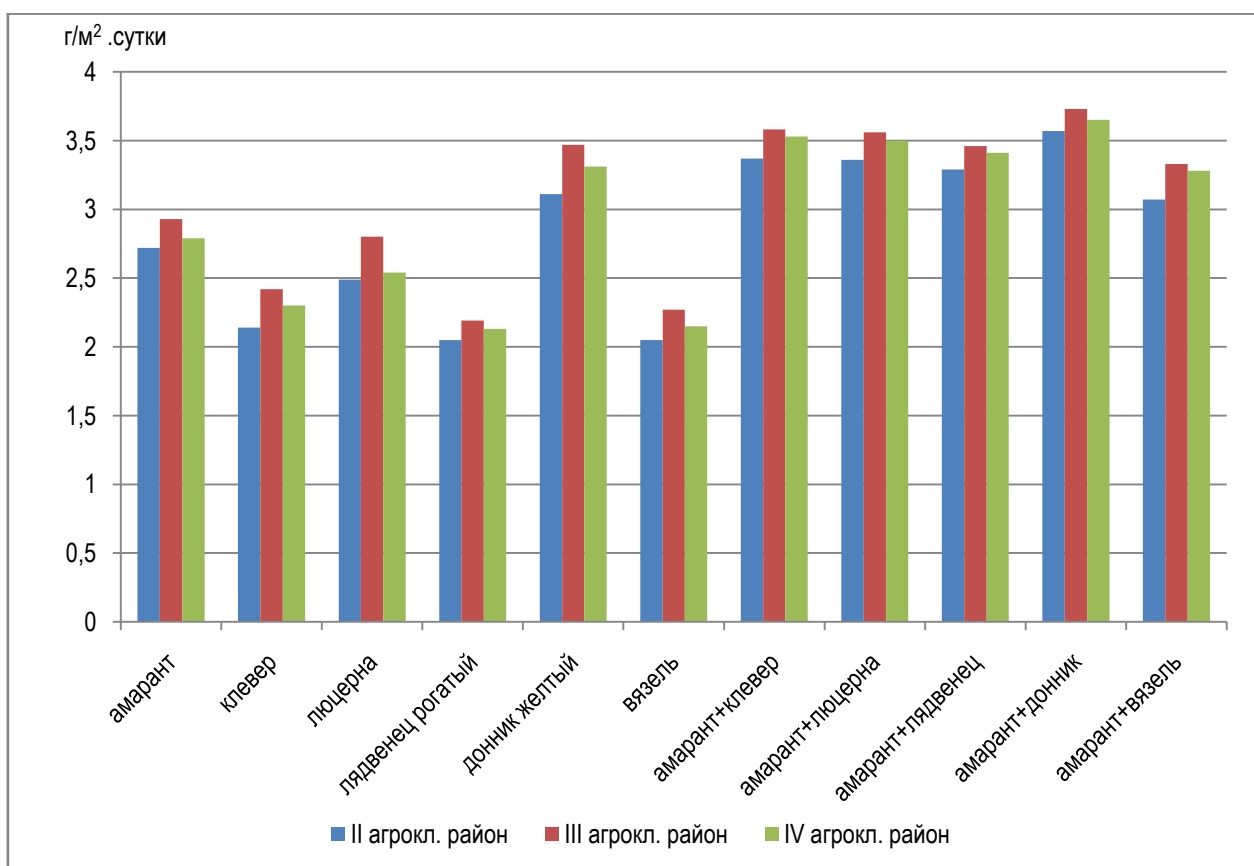


Рис. 22. Чистая продуктивность фотосинтеза кормовых трав в среднем за три года, г/м².сутки

Накопление растениями сухого вещества является конечным результатом их взаимодействия с факторами внешней среды и позволяет судить об условиях роста и развития, а также отзывчивости возделываемых растений на различные агротехнические приемы.

Исследованиями А.А. Ничипоровича (1966) и А.Я. Бакалдина (1973) установлено, что урожай сухого вещества сельскохозяйственных культур на 80–90% создается в результате фотосинтеза, который в первую очередь, зависит от размеров ассимиляционной поверхности, высоты и густоты стояния растений и ряда других факторов. Все остальные процессы питания растений, в частности водное и минеральное, эффективны в той степени, когда они обеспечивают и поддерживают оптимальную деятельность фотосинтетического аппарата.

Наращение сухой массы считается одним из главных показателей фотосинтетической деятельности растений. Суточный прирост сухого вещества значительно изменяется и может достигать до 300 кг/га в период интенсивного роста растений (Ничипорович А.А. и др. 1961).

По подсчетам А.А. Ничипоровича (1959, 1966, 1972) посевы культурных растений в процессе фотосинтеза способны образовывать до 8–10 г сухой биомассы на 1м² листовой поверхности, а потенциальная продуктивность может достигать 20–40 г/м² в сутки.

Высокая продуктивность сельскохозяйственных культур определяется динамичным соотношением отдельных элементов фотосинтеза. К основным из них относят: размер ассимиляционного аппарата, фотосинтетический потенциал, интенсивность и продуктивность фотосинтеза (Русакова Т.М., 1974; J.M. Anderson, 1983; В.М. Важов, 2012).

Содержание сухого вещества в зеленой массе растений традиционных и нетрадиционных культур (амарант, клевер, люцерна, лядвенец рогатый, донник желтый, вязель) коррелирует с фотосинтетическими показателями. Во все годы исследований в трех агроклиматических районах закономерность накопления сухого вещества между культурами была

аналогичной и различалась лишь величиной (табл. 46).

В контрольном варианте (лядвенец рогатый) II агроклиматического района содержание сухого вещества колебалось от 1,32 до 1,73 т/га. Относительно низкие значения были также в посевах вязеля – 1,46...1,98 т/га. Остальные культуры накапливали достаточно большое количество сухого вещества. Масса АСВ в контроле была в 1,4...3,8 раза меньше одновидовых посевов амаранта, клевера, люцерны и донника желтого.

Таблица 46 – Динамика накопления АСВ одинарными посевами кормовых трав, т/га

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
II агроклиматический район						
2014 г.	4,56	2,32	3,64	1,60	5,88	1,68
2015 г.	3,76	1,92	3,43	1,32	5,04	1,46
2016 г.	4,94	2,70	4,32	1,73	6,40	1,98
III агроклиматический район						
2011 г.	4,31	2,61	3,90	1,70	6,40	1,71
2012 г.	5,58	3,19	5,29	2,14	7,27	2,74
2013 г.	5,01	2,93	4,68	1,88	6,80	2,18
IV агроклиматический район						
2001 г.	4,17	2,37	3,62	1,46	5,44	1,59
2002 г.	5,04	3,00	4,35	1,92	6,99	2,23
2003 г.	4,74	2,54	4,06	1,62	6,44	2,01

В III агроклиматическом районе в контрольном варианте накапливалось 1,70...2,14 т/га сухого вещества. Это было меньше остальных вариантов в 1,5 – 3,8 раза в 2011 году (кроме вязеля), в 1,3...3,4 раза в 2012 году и в 1,2...3,6 раза в 2013 году.

В IV агроклиматическом районе контрольный вариант накапливал 1,46...1,92 т/га сухого вещества. Это было меньше остальных посевов трав в

1,1...3,7 в 2001 году, в 1,2...3,6 раза в 2002 году и в 1,2...4,0 раза в 2003 году.

В среднем за три года максимальное количество сухого вещества накапливалось в чистых посевах донника желтого – 5,77...6,82 т/га, соответственно по районам, что на 4,22...4,91 т/га превышало контрольный вариант (рис. 23).

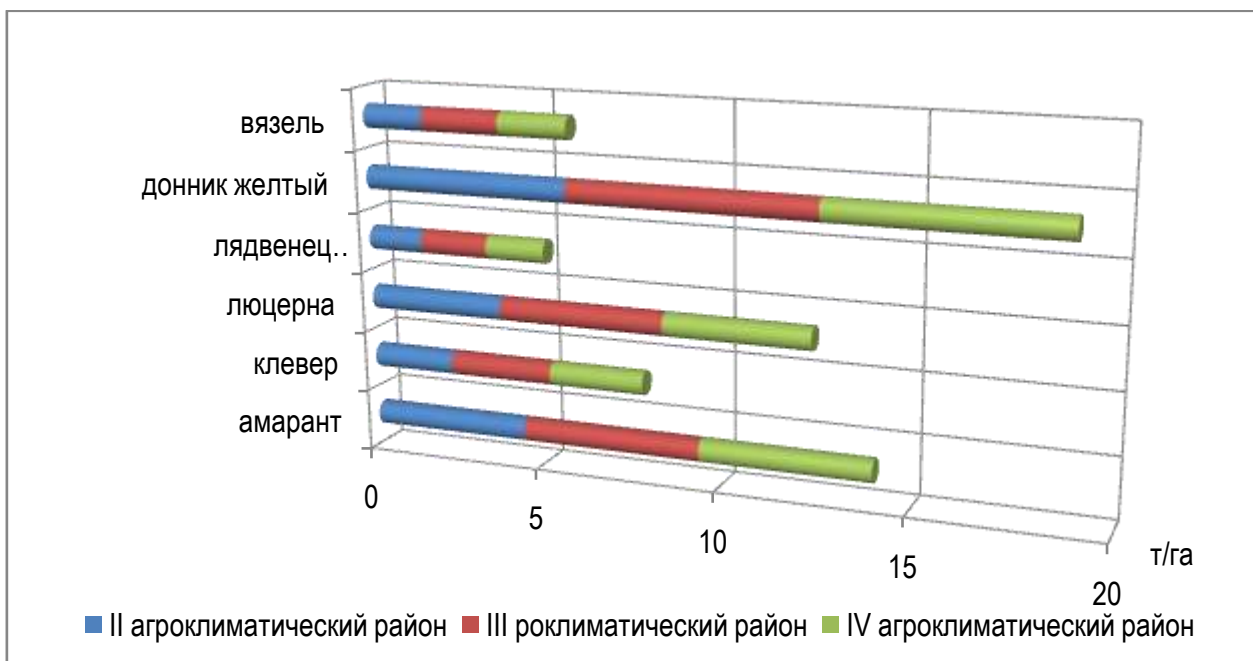


Рис. 23. Накопление АСВ в среднем за три года одинарными посевами трав, т/га

Растения амаранта и бобовых трав в смешанных посевах накапливали значительно больше сухого вещества (табл. 47). Здесь контрольный вариант (амарант + вязель) накапливал в среднем от 4,64 до 5,58 т/га в период всех исследований по всем агрорайонам.

Наиболее оптимальное сочетание трав (амарант+донник желтый) позволило накапливать от 7,17 т/га до 8,03 т/га сухого вещества во II агроклиматическом районе, от 8,20 т/га до 10,7 т/га в III агроклиматическом районе и от 7,78 т/га до 9,28 т/га в IV агроклиматическом районе. Эти показатели превышали контрольный вариант в 1,6...1,8 раз соответственно по годам исследований.

Варианты посевов амаранта с клевером, люцерной и лядвенцем

накапливали в среднем за три года 5,33...5,61т/га сухого вещества во II агрорайоне (рис. 24).

Таблица 47 – Динамика накопления АСВ бинарными посевами кормовых трав, т/га

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
II агроклиматический район					
2014 г.	5,94	5,95	5,73	8,03	4,98
2015 г.	5,10	4,85	4,64	7,17	3,93
2016 г.	5,80	5,74	5,62	7,82	5,02
III агроклиматический район					
2011 г.	6,06	5,93	5,74	8,20	4,83
2012 г.	7,28	6,69	6,71	10,70	6,24
2013 г.	6,64	6,72	6,46	8,94	5,66
IV агроклиматический район					
2001 г.	5,92	5,85	5,60	7,78	4,42
2002 г.	7,16	7,18	6,29	9,28	5,71
2003 г.	6,20	6,10	5,97	8,57	5,05

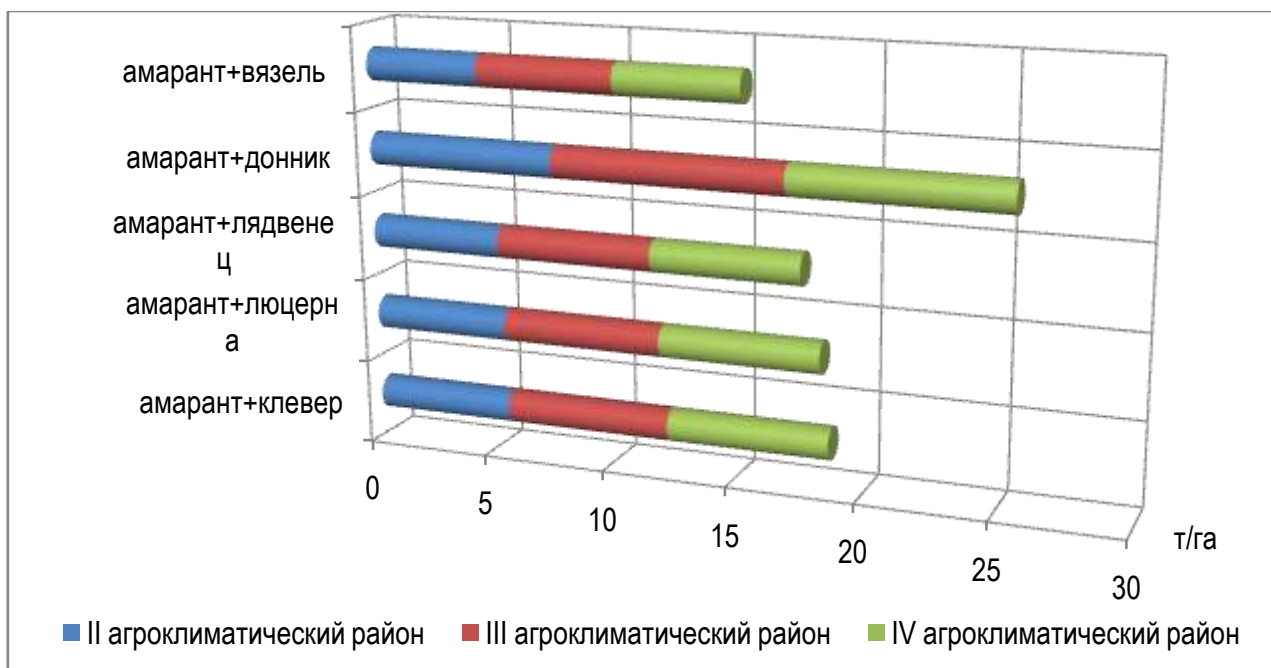


Рис. 24. Накопление АСВ в среднем за три года бинарными посевами трав, т/га

В III агрорайоне эти смешанные посевы в среднем за три года накапливали 6,30...6,66 т/га сухого вещества. Количество накопленного сухого вещества в IV агроклиматическом районе этими вариантами в среднем за три года было немного меньше и составило 5,95...6,43 т/га.

Сравнивая одновидовые и смешанные посевы амаранта и бобовых трав, можно утверждать, что участие бобового компонента играет роль в создании более благоприятных условий питания растений за счет обеспеченности биологическим азотом. При прочих равных условиях данный факт позволил повысить накопление сухого вещества, что в дальнейшем отразилось на продуктивности исследуемых сельскохозяйственных культур.

4.3 Продуктивность нетрадиционных и традиционных кормовых трав в одновидовых и смешанных посевах

Несмотря на интенсификацию возделывания сельскохозяйственных культур, их урожайность растет медленно, а экологическая обстановка ухудшается довольно быстро. В связи с этим наряду с рациональным развитием и агроландшафтной адаптацией производства, на первый план выходит формирование новой технологической системы, исключающей традиционные шаблоны и обеспечивающей выбор технологий возделывания сельскохозяйственных культур в рамках адаптации природных ресурсов и снижение (или исключение) негативных последствий агрогенных систем (Л.К. Ницэ, 2007). Забота об экологии, о безопасности жизни людей, как в России, так и в других странах мира заставляет все с большей осторожностью относиться к применению пестицидов и активнее развивать альтернативные методы защиты растений в первую очередь биологический (А.Т. Фарниев, М.А. Плиев, Х.П. Кокоев, 2010).

Поэтому в сельскохозяйственном производстве особую актуальность приобретает проблема изучения и внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, основой которых является биологизация земледелия (А.В. Дозоров, М.Н. Гаранин, 2012).

Проблема повышения продуктивности культур при разработке экологически безопасных технологий, основывающихся на максимальном использовании биологических ресурсов агрофитоценозов – одна из актуальных в современной практике сельского хозяйства (Г.У. Ожиганова, И.А. Дегтярева, И.А. Чернов, И.П. Бреус, 1997).

Агробиоценозы бобовых и злаковых трав, построенные на использовании адаптированных к условиям выращивания видов, в максимальной степени используют биогенные составляющие: тепло, влагу, солнечную энергию, естественное почвенное плодородие. При этом на производство органического вещества в виде наземной и корневой массы, которое формируется в течение ряда лет, затрачивается минимальное количество антропогенной энергии (В.Е. Маркова, Е.Ю. Ушакова, 2009).

Наряду с высокими хозяйственно-ценными признаками смешанные посевы трав должны в большей степени утилизировать благоприятные факторы окружающей среды, экономно использовать природные ресурсы – влагу и тепло на формирование урожая кормовой массы, а также, положительно влиять на показатели почвенного плодородия (Фарниев А.Т., Калицева Д.Т., Сабанова А.А., 2011).

Основным путем повышения биологической продуктивности смешанных агрофитоценозов является снижение конкуренции между компонентами смеси и увеличении кооперации между ними за счет максимального разделения экологических ниш по основным ресурсам роста (J.H. Vandermeer, Intercropping, 1990).

В то же время в системе зеленого и сырьевого конвейеров одновидовые посевы многолетних трав не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к кормам. Приготовление кормосмеси отдельно выращенных бобовых и злаковых трав в соотношениях, удовлетворяющих физиологическим требованиям животных, сильно удорожает стоимость корма. Снизить последнюю можно за счет применения совместных посевов, но следует учитывать, что качество кормов и содержание белка в них в значительной

мере определяется развитием симбиотических микроорганизмов в клубеньках бобовых и сапрофитной микрофлорой почвы.

Результатом симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов является урожай. Результаты наших исследований показывают, что в условиях степной зоны (II агроклиматический район) можно получать достаточно высокие урожаи даже в богарных условиях.

Сравнивая урожайность зеленой массы чистых посевов трав в первый год исследований (2014 г.) (табл. 48), можно отметить превосходство бобовой культуры – донника желтого – 23,8 т/га. Он практически на 25,2...71,4% превышал все остальные культуры.

Минимальный урожай был получен в посевах лядвенца рогатого – 6,8 т/га (принят за контроль). Близко к нему был и вязель – 7,2 т/га. Достаточно высокие урожаи были у люцерны, амаранта и клевера – 10,2-17,8 т/га.

К 2015 году урожайность всех трав снизилась, что вполне объяснимо менее благоприятными условиями влагообеспеченности года. Разница составила от 2,9 % до 14,0% урожая. На третий год исследований (2016 г.) амарант и бобовые травы достигли максимальных результатов и дали прибавки урожая от 0,4 до 17,0 т/га, что соответствовало 5,6...71,4%. Тенденция по культурам сохранилась. Максимально продуктивными были донник желтый, амарант, клевер и люцерна.

В среднем за три года максимум урожая зеленой массы составил 23,3 т/га (донник желтый) с прибавкой 70,6%.

Анализируя процент выхода сухого вещества можно отметить, что в 2014 году он составил от 21,8% у клевера до 25,6% у амаранта; в 2015 г. – от 21,6% (клевер) до 24,6% (амарант); в 2016 г. – от 22,0% (клевер) до 26,0% (амарант). В среднем за три года диапазон варьировал от 21,8 до 25,4%, или от 1,55 до 4,42 т/га.

Проанализировав показатели урожайности зеленой массы смешанных посевов амаранта с бобовыми травами, можно утверждать, что бобовый компонент оказывал влияние на продуктивность довольно активно (табл. 49).

Таблица 48 – Продуктивность амаранта и бобовых трав в одновидовых посевах – II агроклиматический район

№	Культуры	Урожай- ность зеленой массы, т/га	Прибавка		Сухое вещество	
			т/га	%	%	т/га
2014 г.						
1.	Амарант	17,8	11,0	61,7	25,6	4,56
2.	Клевер	10,2	3,4	33,3	21,8	2,22
3.	Люцерна	15,7	8,9	56,6	24,0	3,77
4.	Лядвенец рогатый	6,8	–	–	23,6	1,60
5.	Донник желтый	23,8	17,0	71,4	24,7	5,88
6.	Вязель	7,2	0,4	5,6	23,3	1,68
	НСР ₀₅	1,12				
2015 г.						
1.	Амарант	15,3	9,2	60,1	24,6	3,76
2.	Клевер	9,9	3,8	38,4	21,6	2,14
3.	Люцерна	14,8	8,7	58,8	23,2	3,43
4.	Лядвенец рогатый	6,1	–	–	21,7	1,32
5.	Донник желтый	21,0	14,9	70,9	24,0	5,04
6.	Вязель	6,4	0,3	4,7	22,8	1,46
	НСР ₀₅	1,08				
2016 г.						
1.	Амарант	19,0	11,4	60,0	26,0	4,94
2.	Клевер	12,1	4,5	37,2	22,0	2,66
3.	Люцерна	17,6	10,0	56,8	24,6	4,32
4.	Лядвенец рогатый	7,6	–	–	22,8	1,73
5.	Донник желтый	25,1	17,5	69,7	25,5	6,40
6.	Вязель	8,2	0,6	7,3	24,2	1,98
	НСР ₀₅	1,26				
в среднем за 3 года						
1.	Амарант	17,3	10,5	60,6	25,4	4,42
2.	Клевер	10,7	3,9	36,3	21,8	2,34
3.	Люцерна	16,0	9,2	57,4	23,9	3,84
4.	Лядвенец рогатый	6,8	–	–	22,7	1,55
5.	Донник желтый	23,3	16,4	70,6	24,7	5,77
6.	Вязель	7,3	0,4	5,9	23,4	1,71

Таблица 49 – Продуктивность амаранта и бобовых трав в смешанных посевах
– II агроклиматический район

№	Культуры	Урожай- ность зеленой массы, т/га	Прибавка		Сухое вещество	
			т/га	%	%	т/га
2014 г.						
1.	Амарант + клевер	25,9	4,2	16,2	23,7	6,13
2.	Амарант + люцерна	25,3	3,6	14,2	24,6	6,22
3.	Амарант + лядвенец	25,6	3,9	15,2	23,8	6,09
4.	Амарант + донник	34,4	12,7	36,9	24,9	8,57
5.	Амарант + вязель	21,7	–	–	23,7	5,14
	НСР ₀₅	0,76				
2015 г.						
1.	Амарант + клевер	25,4	6,7	27,5	23,1	5,87
2.	Амарант + люцерна	24,1	6,3	26,1	24,2	5,83
3.	Амарант + лядвенец	23,9	6,1	25,5	23,5	5,62
4.	Амарант + донник	31,4	13,6	43,3	24,5	7,69
5.	Амарант + вязель	17,8	–	–	23,3	4,15
	НСР ₀₅	0,58				
2016 г.						
1.	Амарант + клевер	27,8	4,1	14,7	25,1	6,98
2.	Амарант + люцерна	28,1	4,4	15,6	25,4	7,14
3.	Амарант + лядвенец	26,2	2,5	9,5	24,0	6,29
4.	Амарант + донник	36,4	12,7	34,8	25,5	9,28
5.	Амарант + вязель	23,7	–	–	24,1	5,71
	НСР ₀₅	0,82				
в среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	26,0	5,0	19,4	23,9	6,33
2.	Амарант + люцерна	25,8	4,8	18,6	24,7	6,40
3.	Амарант + лядвенец	25,2	4,2	16,7	21,4	6,00
4.	Амарант + донник	34,1	13,0	38,3	24,9	8,51
5.	Амарант + вязель	21,0	–	–	23,7	5,00

Лидером стал вариант амарант + донник желтый, где в 2014 году урожай достиг 34,4 т/га, что превзошло контрольный вариант (амарант + вязель) на 12,7 т/га или 36,9%.

Кроме контроля остальные варианты давали прибавку примерно на одном уровне – 3,6...4,2 т/га. Сравнивая величину сухого вещества смешанных посевов трав с соответствующими вариантами чистых посевов бобовых, можно отметить небольшое увеличение. Здесь можно утверждать о влиянии мятликового компонента на данный показатель. Превышение составило от 0,2% до 1,9%, или на 2,45...3,91 т/га.

В более засушливом 2015 году снижение продуктивности (зеленой массы и сухого вещества) бинарных посевов было на уровне 0,5...3,9 т/га и 0,3...0,6 т/га соответственно. При этом нужно отметить, что все варианты достоверно превосходили контроль (амарант + вязель) гораздо больше, чем в 2014 году. Если там прибавка колебалась от 14,2% до 36,9%, то в 2015 году она составила от 25,5% до 43,3%. Аналогичной закономерности по сухому веществу не наблюдалось.

2016 год, как самый влагообеспеченный за период исследований, дал урожай зеленой массы от 23,7 т/га (контрольный вариант) до 36,4 т/га (вариант амарант + донник желтый). Тенденция по бобовым компонентам поменялась. Если в предыдущие годы посевы с клевером превышали таковые с люцерной, то в этом году вариант амарант + люцерна превзошел вариант амарант + клевер на 0,3 т/га. Говоря о прибавках относительно контроля, нельзя утверждать однозначно, варианты по годам вели себя неодинаково. Выход сухого вещества изменялся от 24,1% (контроль) до 25,5% (амарант + донник желтый). Всего на 0,1% меньше был вариант амарант + люцерна.

В среднем за три года прибавка зеленой массы колебалась от 16,7% до 38,3%. Минимальной она была в варианте амарант + лядвенец, максимальной в варианте амарант + донник желтый. При этом сухое вещество составило соответственно 23,7% и 24,9%.

Ранее проведенные исследования в 2011-2013 г.г. с амарантом и бобовыми травами в одинарных и бинарных посевах (III агроклиматический район) позволяют отметить значительное превосходство урожайности бобовых трав.

Из трех исследуемых периодов менее благоприятным по влагообеспеченности был 2011 год, 2012 год – самым благоприятным и менее благоприятным был 2012 год.

В первый год исследований урожай зеленой массы находился в пределах 7,4...21,8 т/га (табл. 50). Сравнивая культуры в двух агроклиматических районах, можно заметить, что амарант и донник желтый здесь дали немного меньше урожая. Остальные бобовые травы превосходили таковые в 2014 году.

Значительное увеличение урожайности было в 2012 году, урожай зеленой массы достиг 9,3...27,6 т/га. Прибавки по сравнению с контрольным вариантом (лядвенец рогатый) составили от 1,9 до 18,3 т/га.

Максимальный урожай давал донник желтый (27,6 т/га), примерно одинаковый и на 30,2...31,4% меньше дали амарант и люцерна.

В посевах 2013 года урожайность немного снизилась, но превышала показатели 2011 года. Прибавка относительно контроля в этом году была на уровне 11,9...65,3%.

В среднем за 3 года продуктивность посевов одновидовых трав на 3,7...20,6% по зеленой массе и на 0,30...0,77 т/га по сухому веществу превышала таковые посевы II агроклиматического района.

Результаты проведенных нами исследований в бинарных посевах трав свидетельствуют о том, что продуктивность амаранта и бобовых культур зависела как от вида бобового компонента, так и от климатических условий года.

Так, данные таблицы 51 свидетельствуют, что в 2011 году при дефиците влаги урожай зеленой массы смешанных трав колебался от 19,6 т/га (амарант + вязель) до 29,8 т/га (амарант + донник желтый).

Таблица 50 – Продуктивность амаранта и бобовых трав в одновидовых посевах – III агроклиматический район

№	Культуры	Урожай- ность зеленой массы, т/га	Прибавка		Сухое вещество	
			т/га	%	%	т/га
2011 г.						
1.	Амарант	17,2	9,6	55,8	25,1	4,31
2.	Клевер	11,7	4,1	35,0	22,0	2,57
3.	Люцерна	16,4	8,8	53,6	23,8	3,90
4.	Лядвенец рогатый	7,6	–	–	22,4	1,70
5.	Донник желтый	21,8	14,2	65,1	24,5	5,34
6.	Вязель	7,4	-0,2	-2,7	23,2	1,71
	НСР ₀₅	1,02				
2012 г.						
1.	Амарант	21,0	11,7	55,7	26,6	5,58
2.	Клевер	14,1	4,8	34,0	22,4	3,15
3.	Люцерна	21,2	11,9	56,1	25,0	5,30
4.	Лядвенец рогатый	9,3	–	–	23,3	2,16
5.	Донник желтый	27,6	18,3	66,3	25,8	7,12
6.	Вязель	11,2	1,9	16,9	24,5	2,74
	НСР ₀₅	1,29				
2013 г.						
1.	Амарант	19,3	11,2	58,0	26,0	5,01
2.	Клевер	13,1	5,0	38,1	22,1	2,89
3.	Люцерна	19,3	11,2	58,0	24,3	4,68
4.	Лядвенец рогатый	8,1	–	–	23,0	1,86
5.	Донник желтый	23,4	15,3	65,3	25,2	5,89
6.	Вязель	9,2	1,1	11,9	23,8	2,18
	НСР ₀₅	1,05				
в среднем за 3 года						
1.	Амарант	19,1	10,8	56,5	25,9	4,94
2.	Клевер	12,9	4,6	35,6	22,1	2,85
3.	Люцерна	18,9	10,6	56,0	24,4	4,61
4.	Лядвенец рогатый	8,3	–	–	22,9	1,90
5.	Донник желтый	24,2	15,9	65,7	25,1	6,07
6.	Вязель	9,2	0,9	9,8	23,8	2,18

Таблица 51 – Продуктивность амаранта и бобовых трав в смешанных посевах
– III агроклиматический район

№	Культуры	Урожай- ность зеленой массы, т/га	Прибавка		Сухое вещество	
			т/га	%	%	т/га
2011 г.						
1.	Амарант + клевер	25,7	6,1	23,7	23,6	6,06
2.	Амарант + люцерна	22,5	2,9	12,9	24,8	5,58
3.	Амарант + лядвенец	22,6	3,0	13,3	24,0	5,42
4.	Амарант + донник	29,8	10,2	34,2	24,8	7,39
5.	Амарант + вязель	19,6	–	–	23,6	4,68
	НСР ₀₅	2,36				
2012 г.						
1.	Амарант + клевер	28,7	3,6	12,5	25,4	7,28
2.	Амарант + люцерна	27,9	2,8	10,0	25,8	7,19
3.	Амарант + лядвенец	27,3	2,2	8,1	24,6	6,71
4.	Амарант + донник	41,5	16,4	39,5	25,8	10,70
5.	Амарант + вязель	25,1	–	–	24,9	6,24
	НСР ₀₅	0,76				
2013 г.						
1.	Амарант + клевер	27,3	4,6	16,8	24,2	6,60
2.	Амарант + люцерна	26,8	4,1	15,3	25,1	6,72
3.	Амарант + лядвенец	26,6	3,9	14,7	24,3	6,46
4.	Амарант + донник	31,4	8,7	27,7	25,4	7,97
5.	Амарант + вязель	22,7	–	–	24,5	5,56
	НСР ₀₅	0,46				
в среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	27,2	4,8	17,6	24,4	6,64
2.	Амарант + люцерна	25,7	3,3	12,8	25,2	6,49
3.	Амарант + лядвенец	25,5	3,1	12,2	24,3	6,19
4.	Амарант + донник	34,2	11,8	34,5	25,3	8,68
5.	Амарант + вязель	22,4	–	–	24,3	5,47

Высокие урожаи показали посевы амарант + клевер, амарант + люцерна и амарант + лядвенец (22,5...25,7 т/га). Прибавка урожая зеленой массы колебалась от 2,9 т/га у амарант + люцерна до 10,2 т/га у амарант + донник желтый по сравнению с амарант + лядвенец рогатый (контроль).

В 2012 году при хорошей влагообеспеченности урожайность всех культур по сравнению с 2011 годом значительно повысилась: амарант + клевер на 3,0 т/га, амарант + люцерна – 5,4 т/га, амарант + лядвенец рогатый – 4,7 т/га, амарант + донник желтый – 11,7 т/га и амарант + вязель на 5,5 т/га. При этом прибавка урожая колебалась от 2,2 до 16,4 т/га.

По урожайности все изучаемые травы в 2013 году превысили показатели 2011 года, но уступали показателям 2012 года. В годы исследований урожайность амаранта + донник желтый колебалась от 29,8 до 41,5 т/га и превышала урожайность остальных вариантов опыта.

Примерно одинаковые прибавки урожая (3,9...4,6%) в 2013 году давали посевы с бобовыми компонентами клевера, люцерны и лядвенца. Меньшей урожайностью отличался посев амаранта с посевом вязаля – 22,7 т/га.

Сравнивая процент выхода сухого вещества во II и III агроклиматических районах, можно также отметить преимущество последнего. Если в степной зоне (засушливый район) сухое вещество колебалось в пределах 21,4...24,9% (в среднем за 3 года), то в предгорной зоне (недостаточного увлажнения) он не опускался ниже 24%. Колебания были на уровне 24,3...25,3%.

В среднем за три года урожайность зеленой массы превышала контрольный вариант (амарант + вязель) на 3,1...11,8 т/га, или на 12,2...34,5%. Лучшие показатели продуктивности были отмечены в посевах амарант + донник желтый.

В IV агроклиматическом районе в период 2001-2003 г.г. урожайность в чистых посевах амаранта также зависела от климатических условий года. В засушливом 2001 году урожай зеленой массы бобовых трав колебался от 6,5

т/га (лядвенец рогатый) до 22,6 т/га (донник желтый). При этом наибольший урожай зеленой массы был получен на чистых посевах донника желтого (22,6 т/га) и амаранта (16,5 т/га). Лядвенец рогатый и вязель дали почти одинаковые урожаи – 6,5 и 6,8 т/га соответственно (табл. 52).

Значительно выше урожаи зеленой массы были у клевера и люцерны – 10,9 и 15,1 т/га.

Прибавка урожая зеленой массы колебалась от 0,3 т/га у вязаля до 16,1 т/га у донника желтого по сравнению с лядвенцем рогатым (контроль).

Во влажном 2002 году урожайность всех культур по сравнению с 2001 годом значительно повысилась: амаранта на 2,6 т/га, клевера – 0,8 т/га, люцерны – 2,2 т/га, лядвенца рогатого – 1,8 т/га, донника желтого – 3,2 т/га и вязаля на 2,5 т/га. Прибавка урожая колебалась от 1,0 до 17,5 т/га.

В 2003 году урожайность всех культур была выше, чем в засушливом году 2001 и ниже, чем в 2002 – оптимальном по влажности году. В годы исследований урожайность амаранта колебалась от 16,5 до 19,1 т/га и превышала урожайность всех изучаемых бобовых трав за исключением донника желтого.

Из бобовых трав в чистом посеве наибольшая урожайность была отмечена у донника желтого и колебалась по годам от 22,6 до 25,8 т/га. Наименьшая урожайность была отмечена у лядвенца рогатого и составила 6,5...8,3 т/га, соответственно.

Чистые посеы трав формировали сухое вещество в пределах 21...26 % за годы исследований. В среднем за три года оно составило от 21,9% (клевер) до 25,8% (амарант). Также высокие показатели выхода сухого вещества были у люцерны (24,3%), донника желтого (24,7%). Урожай зеленой массы в лучших вариантах в среднем за 3 года мог превышать показатели контрольного варианта в 2...3 раза.

Как показывают многочисленные исследования, урожайность и качество корма бобово-злаковых смесей в большей степени зависят от состава компонентов смеси.

Таблица 52 – Продуктивность амаранта и бобовых трав в одновидовых посевах –
IV агроклиматический район

№	Культуры	Урожай- ность зеленой массы, т/га	Прибавка		Сухое вещество	
			т/га	%	%	т/га
2001 г.						
1.	Амарант	16,5	10,0	153,8	25,3	4,17
2.	Клевер	10,9	4,4	67,7	21,8	2,37
3.	Люцерна	15,1	8,6	132,3	24,0	3,62
4.	Лядвенец рогатый	6,5	–	–	22,6	1,46
5.	Донник желтый	22,6	16,1	247,6	24,1	5,44
6.	Вязель	6,8	0,3	4,6	23,5	1,59
	НСР _{0,5}	0,78				0,30
2002 г.						
1.	Амарант	19,1	10,8	130,1	26,4	5,04
2.	Клевер	11,7	3,4	40,9	22,0	2,57
3.	Люцерна	17,3	9,0	108,0	24,8	4,28
4.	Лядвенец рогатый	8,3	–	–	23,1	1,91
5.	Донник желтый	25,8	17,5	210,8	25,3	6,52
6.	Вязель	9,3	1,0	12,8	24,0	2,23
	НСР _{0,5}	0,81				0,29
2003 г.						
1.	Амарант	18,4	11,0	148,6	25,8	4,74
2.	Клевер	11,0	3,6	48,6	22,1	2,43
3.	Люцерна	16,8	9,4	127,0	24,2	4,06
4.	Лядвенец рогатый	7,4	–	–	22,9	1,62
5.	Донник желтый	24,2	16,8	227,0	24,8	6,00
6.	Вязель	8,5	1,1	14,9	23,7	2,01
	НСР _{0,5}	0,88				0,25
в среднем за 3 года						
1.	Амарант	18,0	10,6	143,2	25,8	4,65
2.	Клевер	11,2	3,8	51,3	21,9	2,45
3.	Люцерна	16,4	9,0	121,6	24,3	3,98
4.	Лядвенец рогатый	7,4	–	–	22,8	1,66
5.	Донник желтый	24,2	16,8	227,0	24,7	5,98
6.	Вязель	8,2	0,8	10,8	23,7	1,94

Некоторые виды злаковых трав сильно угнетают бобовый компонент, в результате урожайность его снижается, а вместе с ней и качество корма травосмеси. Наибольшие урожаи дают такие травосмеси, компоненты которых совместимы.

Однако по данным некоторых исследователей подсев бобового компонента в дернину естественного фитоценоза повышает продуктивность его на 20%, а долю бобового компонента в урожае в 1,5...2 раза. Следует отметить, что вклад биологического азота в питание растений возрастает с повышением доли бобовых, питательная ценность также возрастает с увеличением доли бобовых трав в фитоценозе.

Преимущество смешанных посевов с бобовыми культурами перед монокультурой проявляется за счет симбиотического влияния одного компонента на другой.

Так, бобовые травы, улучшая условия роста и развития растений, повышали урожайность смешанных посевов (табл. 53). В 2001 засушливом году все бобовые травы повысили урожай зеленой массы по сравнению с чистыми посевами амаранта от 0,3 т/га амарант + вязель до 12,3 т/га амарант + донник желтый.

Анализируя показатели 2002 года, наиболее благоприятного по влажности, следует отметить, что урожай зеленой массы значительно повысили смешанные посевы: амарант + клевер на 5,6, амарант + люцерна – 4,8, амарант + лядвенец рогатый – 5,0, амарант + донник желтый – 12,7, амарант + вязель – 2,0 т/га по сравнению с чистым посевом амаранта. Прибавка урожая зеленой массы колебалась в пределах 2,1...12,0 т/га в 2001 году и 2,8...10,7 т/га в 2002 году по сравнению с амарантом + вязель (контроль).

В 2003 году положительное влияние бобовых трав в смешанных посевах несколько снизилось по сравнению с 2002 годом. При этом прибавки также были достаточно высокими и колебались в пределах от 14,7% до 56,8%.

Таблица 53 – Продуктивность амаранта и бобовых трав в смешанных посевах
– IV агроклиматический район

№	Культуры	Урожай- ность зеленой массы, т/га	Прибавка		Сухое вещество	
			т/га	%	%	т/га
2001 г.						
1.	Амарант + клевер	21,8	5,0	29,7	23,4	5,10
2.	Амарант + люцерна	18,9	2,1	12,5	25,7	4,85
3.	Амарант + лядвенец	19,5	2,7	16,0	23,8	4,64
4.	Амарант + донник	28,8	12,0	71,4	24,9	7,17
5.	Амарант + вязель	16,8	–	–	23,4	3,93
	НСР _{0,5}	0,82				0,12
2002 г.						
1.	Амарант + клевер	24,7	3,6	17,0	25,1	6,19
2.	Амарант + люцерна	23,9	2,8	13,3	25,3	6,04
3.	Амарант + лядвенец	24,1	3,0	14,2	24,3	5,85
4.	Амарант + донник	31,8	10,7	50,7	25,6	8,14
5.	Амарант + вязель	21,1	–	–	24,7	5,21
	НСР _{0,5}	0,73				0,07
2003 г.						
1.	Амарант + клевер	23,1	3,4	17,3	24,6	5,68
2.	Амарант + люцерна	22,6	2,9	14,7	25,3	5,71
3.	Амарант + лядвенец	23,3	3,6	18,2	23,8	5,54
4.	Амарант + донник	30,9	11,2	56,8	25,6	7,91
5.	Амарант + вязель	19,7	–	–	24,4	4,80
	НСР _{0,5}	0,71				0,11
в среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	23,2	3,7	19,1	24,4	5,65
2.	Амарант + люцерна	21,8	2,3	11,8	25,4	5,53
3.	Амарант + лядвенец	22,3	2,8	14,4	23,9	5,34
4.	Амарант + донник	30,5	11,0	56,4	25,4	7,74
5.	Амарант + вязель	19,5	–	–	24,2	4,64

В течение 3 лет исследований урожай зеленой массы смешанных посевов амаранта + клевер и амарант + донник желтый, стабильно превышал урожай зеленой массы чистого посева амаранта на 4,7-5,6 т/га и 12,3...12,7 т/га соответственно, что подтверждает хорошую совместимость клевера и донника желтого как бобовых компонентов амаранта.

Следовательно, бобовые травы в смешанных посевах с амарантом образуют значительно большую зеленую массу, чем в чистых посевах.

Это следует объяснить тем, что смешанные посевы лучше обеспечены факторами жизнедеятельности в силу большего пространственного и временного объема среды, из которой мобилизуются эти факторы. Так, в условиях засушливого лета 2001 года бобовые травы в совместных посевах с амарантом превысили урожайность по сравнению с чистыми посевами: клевера на 10,9 т/га, люцерны – 3,8 т/га, лядвенца рогатого – 13,0, донника желтого – 6,9, вязеля – 10,0 т/га. В бобово-злаковых фитоценозах общая и белковая продуктивность злакового компонента повышается под влиянием биологического азота трансформированного из атмосферного воздуха клубеньковыми бактериями бобового компонента. В 2002 и 2003 годах сохранилась аналогичная закономерность.

Наблюдения показали, что в исследуемых травах содержание сухого вещества менялось также в зависимости от условий увлажнения. Так, если в 2001 году содержание сухого вещества колебалось от 3,93 т/га (амарант + вязель) до 7,17 т/га (амарант + донник), то в 2002 году от 5,21 до 8,14 т/га соответственно на этих же вариантах. Показатели 2003 года находились между этими показателями.

В среднем за 3 года исследований смешанные посевы дают наибольший урожай, если их компоненты подобраны по видовому составу с учетом критериев совместимости. Так, максимальный урожай зеленой массы бинарных посевов в этой зоне получен в варианте амарант + донник желтый – 30,5 т/га, что превысило контроль на 56,4%. Остальные бобовые компоненты (клевер, люцерна, лядвенец) позволили получить прибавку

урожая от 11,8% до 14,4%. Содержание сухого вещества колебалось от 23,9% (амарант + лядвенец) до 25,4% (амарант + люцерна и амарант + донник желтый).

Сравнивая одновидовые и смешанные посевы амаранта и бобовых трав по всем трем агроклиматическим районам, наблюдалась тенденция увеличения продуктивности посевов по годам соответственно климатическим условиям, а в частности увлажнения. Выделился III агрорайон, несмотря на характеристику зоны недостаточного увлажнения. Здесь можно найти объяснение, видимо и условиями обеспеченности почв питательными веществами и реакцией почвенного раствора. Так как в основном все бобовые культуры предпочитают нейтральную реакцию среды и хорошую обеспеченность макро и микроэлементами, почвы данной зоны оказались более благоприятными для них.

4.4 Кормовые достоинства одновидовых и бинарных посевов амаранта с бобовыми травами

Одна из важнейших проблем в системе кормопроизводства – дефицит растительного белка. Решение ее в значительной мере возможно за счет бобовых культур, однако при этом не решается вопрос баланса незаменимых аминокислот, особенно по метионину, цистину, триптофану и лизину, стимулирующих усвоение белка организмом. Поэтому необходимы растения с высоким содержанием белка, сбалансированного по количеству незаменимых аминокислот. Одним из таких растений может быть амарант, интродуцированный в европейские страны, в том числе и в Россию, из Америки (Богомолов В.А., Петракова В.Ф., 2001; Посметный В.В., Кузнецов Ю.Г., Посметная О.С., 2005; Гурский Н.Г., 2005; Кононков П.Ф., Гинс В.К., Гинс М.С., Котелкин И.М., 2006).

В 1 кг белка амаранта лизина содержится до 16,6 г, а в пшенице только 8,7 г. Если за 100 баллов взять содержание восьми незаменимых кислот, то пшеница набирает 57, соя – 63, молоко – 72, амарант – 75.

Бобовые травы имеют важное кормовое и агротехническое значение, что делает их необходимыми в любых природно-экономических условиях, при всех формах собственности хозяйствования. Являясь ценным источником растительного белка, эти культуры обогащают почву азотом, фосфором, калием, кальцием, улучшают ее структуру, повышают плодородие и агрофизические показатели (Simon W., 1956; Заслонкин В.П., 2001; Фарниев А.Т., Посыпанов Г.С., 1996; Фарниев А.Т., Калицева Д.Т., Сабанова А.А., 2012; Ханиева И.М., Гергокаев Д.А., 2006).

Кроме того, они лучшие предшественники для большинства сельскохозяйственных культур и ценное сидеральное удобрение (Ханиева И.М., Магомедов К.Г., Кучуков П.М., Жириков М.С., 2014).

Создание смешанных и совмещенных посевов сельскохозяйственных культур является наиболее перспективным направлением агроландшафтного земледелия (Белюченко И.С., 2014; Кшникатника А.Н., 2014).

Формирование смешанных посевов (уплотненных, совмещенных) давно применяется в сельскохозяйственном производстве Германии, Канады, Швеции, Чехословакии, США, Индии и др. (Crowle W., 1978; Kostuch R., 1980). Такие посевы и в настоящее время являются весьма актуальными, способствуют повышению урожаев, их качества, оздоровлению окружающей среды (Дронов А.В., Симонова Е.А., Хавкина Л.В., 2018).

Наличие в фитоценозе разнообразных растений с различными биологическими ритмами позволяет полнее и экономнее использовать важнейшие факторы жизнедеятельности (свет, влагу, элементы питания) (Елсуков М.П., Тютюнников А.И., 1959; Сепиханов А.Г., Казбеков Б.И., Исмаилова Н.У., 2016).

Следует отметить, что теоретические и практические аспекты поликомпонентных фитоценозов разработаны слабо по причине их сложности. Поэтому их изучение является актуальным.

Данные, полученные нами при определении химического состава трав, свидетельствуют о том, что на качество кормов существенное влияние

оказывали климатические условия в годы проведения исследования, почвенные условия произрастания и видовой состав.

Что касается показателей кормовых достоинств изучаемых видов трав, то они соответствуют требованиям, предъявляемым при кормлении высокопродуктивных животных по наиболее важному показателю кормовых достоинств – содержанию сырого белка в 1 кг как в абсолютно сухом веществе, так и в зеленой массе (табл. 54).

В результате химического анализа бобовых культур и амаранта было установлено, что в период исследований (2014-2016 г.г.) во II агроклиматическом районе в 2014 году содержание сырого белка колебалось от 13,2 % (вязель) до 18,5 % (люцерна).

В 2015 году – менее обеспеченном по влажности почвы, содержание сырого белка по сравнению с 2014 годом повысилось: у амаранта – на 1,2 %; клевера – на 0,4 %; люцерны – на 0,8 %; лядвенца – 1,2 %, донника – на 0,5 % и вязеля – на 0,5 %.

В 2016 году при хорошей влагообеспеченности содержание сырого белка по сравнению с 2015 годом снизилось в сухом веществе амаранта на 1,7 %; клевера – 0,9 %; люцерны – 1,3 %; лядвенца – 1,5 %; донника – 1,2 % и вязеля – на 0,7 %. По содержанию жира зеленая масса изучаемых трав различалась по годам исследований. В 2014 году содержание жира колебалось от 1,3 % (донник желтый) до 2,2 % (клевер); в 2015 году – от 1,0 % (амарант) до 2,0 % (клевер).

В 2016 году при наименьшем содержании сырого белка в зеленой массе трав, наибольшим было содержание жира – от 1,6 % (амарант) до 2,5 % (клевер). В среднем за три года больше жира содержалось в зеленой массе клевера – 2,2 % и люцерны – 1,9 %, меньше – в зеленой массе амаранта – 1,4 % и лядвенца рогатого – 1,5 %.

Зеленая масса амаранта и бобовых трав мало отличалась по содержанию БЭВ. В среднем за три года показатель колебался от 43,1 в посевах амаранта до 46,6 % в посевах клевера.

Таблица 54 – Питательная ценность бобовых культур и амаранта
в одновидовых посевах – II агроклиматический район

№	Культуры	Содержание % от АСВ				
		сырой белок	БЭВ	клет- чатка	жир	зола
2014 г.						
1.	Амарант	17,5	43,7	24,8	1,5	12,5
2.	Клевер	14,2	47,1	24,4	2,2	12,1
3.	Люцерна	18,5	44,2	24,1	1,8	11,4
4.	Лядвенец рогатый	14,6	44,6	26,7	1,5	12,6
5.	Донник желтый	15,7	44,7	27,9	1,3	10,4
6.	Вязель	13,2	45,2	28,5	1,7	11,4
2015 г.						
1.	Амарант	18,7	42,5	26,0	1,0	11,8
2.	Клевер	14,6	46,3	25,5	2,0	11,6
3.	Люцерна	19,3	43,4	24,8	1,6	10,9
4.	Лядвенец рогатый	15,8	44,1	27,8	1,2	11,1
5.	Донник желтый	16,2	44,2	28,4	1,1	10,1
6.	Вязель	13,7	44,6	28,8	1,4	11,5
2016 г.						
1.	Амарант	17,0	43,2	26,5	1,6	11,7
2.	Клевер	13,7	46,5	25,7	2,5	11,6
3.	Люцерна	18,0	43,0	24,9	2,3	11,8
4.	Лядвенец рогатый	14,3	43,3	28,5	1,8	12,1
5.	Донник желтый	15,0	40,9	29,1	2,0	13,0
6.	Вязель	13,0	43,5	29,6	2,3	11,6
в среднем за 3 года						
1.	Амарант	17,7	43,1	25,8	1,4	12,0
2.	Клевер	14,2	46,6	25,2	2,2	11,8
3.	Люцерна	18,6	43,5	24,6	1,9	11,4
4.	Лядвенец рогатый	14,9	44,0	27,7	1,5	11,9
5.	Донник желтый	15,6	43,3	28,5	1,5	11,1
6.	Вязель	13,3	44,4	28,9	1,8	11,6

Наибольшее содержание клетчатки отмечали в сухом веществе вязаля (28,5...29,6%), донника (27,9...29,1%) и лядвенца (26,7...28,5%), соответственно по годам. В среднем за три года эти культуры сформировали 28,9; 28,5 и 27,7 % клетчатки.

Содержание золы в среднем за три года колебалось от 11,1% (донник желтый) до 12,0 % (амарант).

Анализируя показатели кормовых достоинств бинарных посевов (табл. 55), можно утверждать, что содержание сырого белка изменялось согласно бобовому компоненту и сложившимся климатическим условиям года.

Так в 2014 году содержание белка было на уровне 15,3...20,9 %. Среди вариантов выделились посевы с люцерной (20,9 %), клевером (19,2%) и донником желтым (19,1%). В 2015 году показатели этих трав немного увеличились и достигли пределов 19,6...21,2%. К 2016 году содержание сырого белка несколько снизилось, но при этом тенденция сохранилась.

Лучшими бобовыми компонентами во все годы исследований были люцерна, клевер и донник желтый. В среднем за три года показатель белка был на уровне 15,5–20,9%.

Содержание жира в сухом веществе бинарных посевов увеличивалось с каждым последующим годом. Так в 2014 году данный показатель был в пределах 1,8...3,3%, в 2015 году – в пределах 2,2...2,9%, а к 2016 году увеличился до 2,6...3,2%. В среднем за три года его уровень не превышал 3%: амарант + клевер – 2,7%, амарант + люцерна – 2,9%, амарант + лядвенец – 2,3%, амарант+2,6% и амарант + вязель – 2,9%.

Клетчатки содержалось в 2014 году от 24,8% (амарант + клевер) до 27,9% (амарант + вязель). К 2015 году показатели снижались на 0,7...1,3%. В 2016 году содержание клетчатки достигло 24,8 % (амарант + люцерна) – 28,1% (амарант + донник). В среднем за три года минимальное содержание клетчатки было в варианте амарант + клевер – 24,7%, варианты посевов амаранта с люцерной и лядвенцем – 25,1 и 25,9%; с донником желтым и вязелем – 27,6 и 27,5%.

Таблица 55 – Питательная ценность бобовых культур и амаранта
в бинарных посевах – II агроклиматический район

№	Культуры	Содержание % от АСВ				
		сырой белок	БЭВ	клет- чатка	жир	зола
2014 г.						
1.	Амарант + клевер	19,2	41,5	24,8	2,6	11,9
2.	Амарант + люцерна	20,9	38,0	25,9	3,3	11,9
3.	Амарант + лядвенец	15,9	43,6	26,4	1,8	12,3
4.	Амарант + донник	19,1	38,8	27,7	2,4	12,0
5.	Амарант + вязель	15,3	41,7	27,9	2,7	12,4
2015 г.						
1.	Амарант + клевер	19,4	41,9	24,0	2,7	12,0
2.	Амарант + люцерна	21,2	40,6	24,6	2,2	11,4
3.	Амарант + лядвенец	17,0	43,2	25,3	2,5	12,0
4.	Амарант + донник	19,6	39,0	27,0	2,6	11,8
5.	Амарант + вязель	16,0	42,2	26,8	2,9	12,1
2016 г.						
1.	Амарант + клевер	19,0	40,8	25,3	2,8	12,1
2.	Амарант + люцерна	20,6	39,0	24,8	3,2	12,4
3.	Амарант + лядвенец	15,4	43,4	26,0	2,6	12,6
4.	Амарант + донник	19,2	37,7	28,1	2,8	12,2
5.	Амарант + вязель	15,2	41,2	27,8	3,1	12,7
в среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	19,2	41,4	24,7	2,7	12,0
2.	Амарант + люцерна	20,9	39,2	25,1	2,9	11,9
3.	Амарант + лядвенец	16,1	43,4	25,9	2,3	12,3
4.	Амарант + донник	19,3	38,5	27,6	2,6	12,0
5.	Амарант + вязель	15,5	41,7	27,5	2,9	12,4

Содержание золы в сухом веществе бинарных посевов было на уровне 11...12%. В среднем за три года данный показатель варьировал от 11,9% (амарант + люцерна) до 12,4% (амарант + вязель). Безазотистые экстрактивные вещества в среднем за три года составили 38,5–43,4%.

В целом по данной зоне выделились бинарные посевы трав: амарант + люцерна, амарант + донник и амарант + клевер, где величина сухого вещества, содержание сырого белка и жира были наиболее высокими.

Результаты исследований в III агроклиматическом районе (2011 – 2013 г.г.) свидетельствуют о том, что в 2011 содержание белка в травах резко менялось в зависимости от влагообеспеченности. Так в 2011 засушливом году содержание сырого белка колебалось от 12,7% (вязель) до 18,3% (люцерна). Меньше содержали белка зеленая масса донника – 15,1%, лядвенца – 14,8% и клевера – 13,6%, зеленая масса амаранта содержала 18,1% сырого белка (табл. 56).

Одновидовые посевы по содержанию БЭВ мало отличались. Показатель колебался от 43,6% (амарант) до 47,3% (клевер). Мало различалась зеленая масса трав и по содержанию клетчатки и золы. Только донник желтый и вязель значительно превосходили остальные культуры по содержанию клетчатки (27,1 и 27,7%).

Значительно больше жира содержала зеленая масса клевера, люцерны и вязаля – 3,2; 2,3 и 2,4% соответственно, меньше амаранта и донника желтого – 1,6 и 2,0%.

В более благоприятном по влагообеспеченности 2012 году содержание белка колебалось от 12,1 до 17,4%. При этом его содержание по сравнению с 2011 годом снизилось: в сухой массе амаранта на 1,7%; клевера на 0,9; люцерны на 0,9; лядвенца рогатого на 1,5; донника желтого на 1,1 и вязаля на 0,6%.

Однако содержание сырой клетчатки в сухом веществе трав в 2012 году было несколько выше показателей 2011 года, значительно повысилось и содержание жира.

Таблица 56 – Питательная ценность бобовых культур и амаранта
в одновидовых посевах – III агроклиматический район

№	Культуры	Содержание % от АСВ				
		сырой белок	БЭВ	клетчатка	жир	зола
2011 г.						
1.	Амарант	18,1	43,6	24,4	1,6	12,3
2.	Клевер	13,6	47,3	23,8	3,2	12,1
3.	Люцерна	18,3	44,4	23,7	2,3	11,3
4.	Лядвенец рогатый	14,8	45,2	26,0	2,2	11,8
5.	Донник желтый	15,1	45,3	27,1	2,0	10,5
6.	Вязель	12,7	45,6	27,7	2,4	11,6
2012 г.						
1.	Амарант	16,4	44,3	25,1	2,0	12,2
2.	Клевер	12,7	47,5	24,5	3,3	12,0
3.	Люцерна	17,4	43,6	23,9	2,8	12,3
4.	Лядвенец рогатый	13,3	44,3	27,0	2,7	12,7
5.	Донник желтый	14,0	41,9	27,9	2,6	13,6
6.	Вязель	12,1	44,4	28,3	2,9	12,3
2013 г.						
1.	Амарант	16,9	43,6	24,7	1,7	13,1
2.	Клевер	13,2	47,3	24,1	3,0	12,4
3.	Люцерна	17,9	44,1	23,8	2,4	11,8
4.	Лядвенец рогатый	13,6	44,6	26,3	2,5	13,0
5.	Донник желтый	14,7	44,9	27,4	2,3	10,7
6.	Вязель	12,3	45,3	28,0	2,6	11,8
в среднем за 3 года						
1.	Амарант	17,1	43,8	24,7	1,7	12,5
2.	Клевер	13,2	47,3	24,1	3,1	12,1
3.	Люцерна	17,9	44,0	23,8	2,5	11,8
4.	Лядвенец рогатый	13,9	44,7	26,4	2,4	12,5
5.	Донник желтый	14,6	44,0	27,4	2,3	11,6
6.	Вязель	12,4	45,1	28,0	2,6	11,9

Если в 2011 году содержание жира колебалось от 1,6 до 3,2%, то в 2012 году от 2,0 до 3,3%. Содержание жира в сухом веществе трав повысилось: у амаранта на 0,4; клевера – 0,1; люцерны – 0,5; лядвенца рогатого – 0,5; донника желтого – 0,6 и вязаля на 0,5% по сравнению с показателями 2011 года.

Незначительно изменялось в сухом веществе трав содержание золы в годы исследований.

Показатели качества корма в 2013 году (средний по условиям увлажнения), показали аналогичную зависимость по культурам. При этом содержание белка изменялось от 12,3% (вязель) до 17,9% (люцерна); клетчатки – от 23,8% (люцерна) до 28,0% (вязель); жира – от 1,7% (амарант) до 3,0 (люцерна); золы – от 10,7% (донник желтый) до 13,1% (амарант); БЭВ – от 43,6% (амарант) до 47,3% (клевер).

В среднем за три года исследований максимальные показатели качества корма в чистых посевах достигли: содержание белка – у люцерны (17,9%) и амаранта (17,1%); БЭВ – у клевера (47,3%) и вязаля (45,1%); жира – у клевера (3,1%), вязаля (2,6%) и люцерны (2,5%).

Закономерность распределения показателей питательной ценности по годам в зеленой массе одновидовых посевов сохранилась и в смешанных посевах (табл. 57). Значительно больше белка содержалось в зеленой массе смешанных посевов в 2011 году – от 15,2% (амарант + лядвенец) до 20,5% (амарант + люцерна), а содержание жира от 2,5% (амарант + лядвенец) до 3,6% (амарант + клевер). В 2012 году, наоборот, белка в зеленой массе трав содержалось меньше – от 14,0 до 20,2%, а жира больше – от 3,0 до 4,2%.

Показатели кормовых достоинств амаранта и бобовых трав в 2013 году изменялись согласно бобовому компоненту. Максимальное содержание сырого белка обеспечивала люцерна – 20,2%, близким к нему находились варианты с клевером и донником желтым – по 18,1%. Содержание жира в этих вариантах находилось в пределах 3,5...3,9%, клетчатки – 25,1...27,1%; БЭВ – 38,5...41,0%.

Таблица 57 – Питательная ценность бобовых культур и амаранта в бинарных посевах – III агроклиматический район

№	Культуры	Содержание % от АСВ				
		сырой белок	БЭВ	клетчатка	жир	зола
2011 г.						
1.	Амарант + клевер	18,6	41,3	24,2	3,6	12,3
2.	Амарант + люцерна	20,5	41,4	23,3	3,0	11,8
3.	Амарант + лядвенец	15,9	43,6	23,6	2,5	12,4
4.	Амарант + донник	19,0	39,0	26,4	3,2	12,4
5.	Амарант + вязель	15,2	41,7	27,0	3,6	12,5
2012 г.						
1.	Амарант + клевер	17,9	39,9	25,6	4,2	12,4
2.	Амарант + люцерна	20,2	39,3	23,9	4,1	12,5
3.	Амарант + лядвенец	14,4	43,8	26,1	3,0	12,7
4.	Амарант + донник	17,5	39,6	27,5	3,8	11,6
5.	Амарант + вязель	14,0	41,0	27,2	4,1	12,8
2013 г.						
1.	Амарант + клевер	18,1	41,0	25,1	3,7	12,1
2.	Амарант + люцерна	20,2	38,5	25,4	3,9	12,0
3.	Амарант + лядвенец	15,3	44,1	25,5	2,8	12,3
4.	Амарант + донник	18,1	38,8	27,1	3,5	12,5
5.	Амарант + вязель	14,4	41,5	27,4	4,0	12,7
в среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	18,2	40,7	24,9	3,8	12,2
2.	Амарант + люцерна	20,3	39,7	24,2	3,6	12,1
3.	Амарант + лядвенец	15,2	43,8	25,7	2,8	12,4
4.	Амарант + донник	18,2	39,1	27,0	3,5	12,1
5.	Амарант + вязель	14,5	41,7	27,2	4,0	12,5

По кормовым качествам зеленая масса смешанных посевов бобовых трав и амаранта значительно превосходила качество одновидовых посевов бобовых трав. Так смешанные посевы по сравнению с одновидовыми посевами бобовых трав повысили содержание белка (в среднем за 3 года): амарант + клевер – (клевера) на 4,5%; амарант + люцерна – 2,5; амарант + лядвенец – 1,0; амарант + донник – 3,4; амарант + вязель на 1,9%.

Содержание жира в зеленой массе посевов повысилось на 0,7% амарант + клевер по сравнению с содержанием его в чистом посеве клевера; на 1,1% – амарант + люцерна по сравнению с люцерной и на 1,2% – амарант + донник по сравнению с чистым посевом донника.

Содержание клетчатки в одновидовых посевах изменялось в пределах 23,8% (люцерна), – 28,0% (вязель), а в смешанных – от 24,2% (амарант + люцерна) до 27,2% (амарант + вязель).

По содержанию золы зеленая масса смешанных посевов незначительно отличалась от зеленой массы одновидовых посевов (амарант + люцерна) на 0,3% и (амарант + донник желтый) на 0,5%.

В целом, сравнивая качество сухого вещества зеленой массы смешанных посевов с одновидовыми посевами, было установлено, что по содержанию белка лучшими были посевы амарант + донник, амарант + клевер и амарант + люцерна, превысившие содержание белка в посевах амарант + вязель (контроль) в среднем за три года на 3,7; 3,7 и 5,8% соответственно.

Анализируя показатели питательной ценности одновидовых и смешанных трав в период исследований 2001–2003 г.г. в IV агроклиматическом районе (зона достаточного увлажнения), можно отметить изменение содержания питательных веществ согласно видовым признакам и условиям произрастания.

Несмотря на то, что амарант не является бобовой культурой, содержание сырого белка в чистых посевах его достигало почти как на посевах люцерны – 17,8%. Люцерна была лидером среди всех чистых

посевов – 18,0%. Минимальное содержание было у вязеля – 12,3%.

Если в 2001 году содержание его колебалось от 12,4 до 18,0%, то в 2002 году от 12,3 до 17,2% (табл. 58). При этом содержание белка в сухой массе амаранта в чистых посевах по сравнению с 2001 годом снизилось на 1,6%, клевера – 0,8, люцерны – 0,8, лядвенца рогатого – 1,3, донника желтого – 1,3 и вязеля на 0,7%.

В этом году содержание БЭВ и сырой клетчатки в сухом веществе трав несколько превысило показатели 2001 года.

В то же время содержание жира в сухом веществе изучаемых трав значительно повышалось с повышением влажности. В 2001 году содержание жира колебалось от 1,7 до 3,4%, а в 2002 году от 1,9 до 3,6%. Содержание жира в сухом веществе трав повысилось: у амаранта на 0,2%; клевера – 0,2, люцерны – 0,4, лядвенца рогатого – 0,4, донника желтого – 0,5 и вязеля на 0,3% по сравнению с показателями 2001 года.

Меньше изменялось в сухом веществе трав содержание золы. Больше её было в 2002 году в сухом веществе: амаранта на 0,1%, люцерны – 0,8, лядвенца рогатого – 0,6, донника желтого – 0,7 и вязеля – 0,5 по сравнению с 2001 годом. Сравнивая показатели качества корма 2003 года с предыдущими, можно отметить, что они превышали таковые 2002 года, но были меньше показателей 2001 года.

В среднем за 3 года исследований больше белка содержалось в сухой массе люцерны – 17,5%, меньше в сухой массе вязеля – 12,0%; больше БЭВ содержалось в сухой массе клевера – 47,9%; клетчатки в сухой массе вязеля – 28,4%; жира – у клевера 3,4% и золы в сухой массе лядвенца рогатого – 12,6%. Меньше жира содержали: амарант – 1,7%, донник желтый – 2,6% и лядвенец рогатый – 2,8%.

Смешанные посевы по сравнению с одновидовыми посевами бобовых трав повысили содержание белка: амарант + клевер на 5,2%; амарант + люцерна – 2,9; амарант + лядвенец – 1,4; амарант + донник – 4,2; амарант + вязель – 2,3% (табл. 59).

Таблица 58 – Питательная ценность бобовых культур и амаранта
в одновидовых посевах – IV агроклиматический район

№	Культуры	Содержание % от АСВ				
		сырой белок	БЭВ	клетчатка	жир	зола
2001 г.						
1.	Амарант	17,8	43,8	24,7	1,7	12,0
2.	Клевер	13,1	47,9	23,3	3,4	12,3
3.	Люцерна	18,0	44,4	23,2	2,8	11,6
4.	Лядвенец рогатый	14,3	44,5	26,6	2,6	12,0
5.	Донник желтый	14,4	46,1	27,4	2,4	10,6
6.	Вязель	12,4	45,4	28,0	2,8	11,4
2002 г.						
1.	Амарант	16,2	44,5	25,3	1,9	12,1
2.	Клевер	12,3	48,1	24,0	3,6	12,0
3.	Люцерна	17,2	44,2	23,0	3,2	12,4
4.	Лядвенец рогатый	13,0	44,6	26,8	3,0	12,6
5.	Донник желтый	13,1	44,3	28,4	2,9	11,3
6.	Вязель	11,7	45,3	28,0	3,1	11,9
2003 г.						
1.	Амарант	16,6	44,8	24,0	1,6	13,0
2.	Клевер	12,9	47,9	23,8	3,2	12,2
3.	Люцерна	17,4	45,1	23,1	3,0	11,4
4.	Лядвенец рогатый	13,4	44,8	25,9	2,8	13,1
5.	Донник желтый	14,1	44,5	28,1	2,7	10,6
6.	Вязель	12,0	44,9	29,2	2,9	11,0
в среднем за 3 года						
1.	Амарант	16,8	44,3	24,7	1,7	12,4
2.	Клевер	12,7	47,9	23,7	3,4	12,2
3.	Люцерна	17,5	44,5	23,1	3,0	11,8
4.	Лядвенец рогатый	13,5	44,7	26,4	2,8	12,6
5.	Донник желтый	13,8	44,9	27,9	2,6	10,8
6.	Вязель	12,0	45,2	28,4	2,9	11,4

Таблица 59 – Питательная ценность бобовых культур и амаранта в бинарных посевах – IV агроклиматический район

№	Культуры	Содержание % от АСВ				
		сырой белок	БЭВ	клетчатка	жир	зола
2001 г.						
1.	Амарант + клевер	18,4	42,0	24,0	3,5	12,1
2.	Амарант + люцерна	20,3	41,7	23,4	3,1	11,5
3.	Амарант + лядвенец	15,6	44,1	25,8	2,5	12,0
4.	Амарант + донник	18,8	39,4	27,0	3,0	11,8
5.	Амарант + вязель	14,9	43,0	27,3	2,8	12,0
2002 г.						
1.	Амарант + клевер	17,6	40,6	25,8	4,0	12,0
2.	Амарант + люцерна	20,0	39,8	24,0	3,9	12,3
3.	Амарант + лядвенец	14,1	44,4	26,2	2,9	12,4
4.	Амарант + донник	17,2	39,7	28,1	3,6	11,4
5.	Амарант + вязель	13,8	42,1	28,6	3,0	12,5
2003 г.						
1.	Амарант + клевер	17,8	41,6	25,0	3,6	12,0
2.	Амарант + люцерна	20,9	38,2	25,3	3,8	11,8
3.	Амарант + лядвенец	15,0	44,2	26,0	2,7	12,1
4.	Амарант + донник	18,1	38,9	27,4	3,4	12,2
5.	Амарант + вязель	14,2	42,2	28,1	3,0	12,5
в среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	17,9	41,4	24,9	3,7	12,0
2.	Амарант + люцерна	20,4	39,9	24,2	3,6	11,9
3.	Амарант + лядвенец	14,9	44,2	26,0	2,7	12,2
4.	Амарант + донник	18,0	39,3	27,5	3,3	11,8
5.	Амарант + вязель	14,3	42,4	28,0	2,9	12,3

Содержание клетчатки мало изменялось, оно колебалось от 24,2% (амарант + люцерна) до 28,0% (амарант + вязель).

Содержание жира в смешанных посевах повысилось на 0,3% амарант + клевер по сравнению содержанием в чистом посеве клевера; 0,6% амарант + люцерна по сравнению с люцерной и на 0,7% амарант + донник по сравнению с донником.

По содержанию золы смешанные посевы мало отличались от одновидовых посевов.

При сравнении качества сухого вещества смешанных посевов с одновидовыми было установлено, что по содержанию белка лучшими были посевы амаранта + клевер, амарант + донник и амарант + люцерна, превысившие содержание белка посева амарант + вязель (контроль) в среднем за три года на 3,6; 3,7 и 6,1% соответственно.

Поэтому, лучшими бобовыми компонентами амаранта в бинарных посевах являются люцерна, донник желтый, клевер, при возделывании которых можно получить урожай зеленой массы высокого качества с большим содержанием белка и жира с одного гектара.

Сравнивая кормовые достоинства трав трех агроклиматических районов, можно заключить, что более ценными по питательности были одновидовые и бинарные посевы III агрорайона, менее ценными – посевы II агрорайона.

4.5 Энергосодержание и питательная ценность одновидовых и смешанных посевов трав

При оценке продуктивности посевов и питательности кормов одними из основных показателей являются сбор белка, выход кормовых единиц с урожаем и содержание валовой энергии в нем. Величина энергосодержания урожая одновидовых и бинарных посевов зависела от их химического состава, который напрямую влияет на кормовую ценность зеленой массы.

Исследования, проведенные в трех агроклиматических зонах РСО-

Алания показали, что на сбор белка и кормовых единиц в одновидовых и смешанных посевах амаранта и бобовых трав оказывали влияние видовой состав трав и почвенно-климатические условия.

Во II агроклиматическом районе за три года исследований максимальное количество белка в одновидовых посевах трав было накоплено в 2016 году (табл. 60). Значения колебались в пределах 247 кг/га на посевах лядвенца рогатого до 960 кг/га на посевах донника желтого. Отмечая высокий сбор белка, можно выделить также посевы амаранта и люцерны, на которых было собрано на 120 и 182 кг/га меньше, чем на посевах донника желтого.

Таблица 60 – Энергосодержание и питательная ценность одновидовых посевов трав – II агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2014 г.						
Сбор белка, кг/га	798	315	697	234	923	222
Сбор корм. ед. с 1 га	3115	2142	2700	1618	4332	1390
ВЭ, Гдж/га	79,39	38,67	66,80	27,63	104,03	29,37
2015 г.						
Сбор белка, кг/га	703	312	662	209	816	200
Сбор корм. ед. с 1 га	2678	2079	2546	1452	3822	1235
ВЭ, Гдж/га	65,93	37,48	61,17	23,20	89,44	25,41
2016 г.						
Сбор белка, кг/га	840	364	778	247	960	257
Сбор корм. ед. с 1 га	3325	2541	3027	1809	4568	1583
ВЭ, Гдж/га	86,87	46,73	76,68	30,15	111,28	40,35

Минимальное количество белка было собрано в 2015 году, где тенденция по вариантам сохранялась. Показатели находились в пределах 200...816 кг/га.

В 2014 году сбор белка был средним относительно всех лет исследований. Максимум было собрано 923 кг/га, минимально – 222 кг/га.

Выход кормовых единиц рассчитали по энергетической питательности кормовых трав. В лучшем 2016 году он составил 1583...4568 кг/га. Среди одновидовых посевов лучшими кормовыми достоинствами обладали амарант, клевер, люцерна и донник желтый. Меньше 2 тыс. единиц было в вариантах лядвенца рогатого 1809 и 1583 кг/га.

Минимальный сбор кормовых единиц был собран в 2015 году – 1235...3822 кг/га. Средние показатели были в 2014 году – 1390...4332 кг/га.

Максимальная продуктивность и питательность привела к максимальному энергосодержанию урожая. В 2016 году было получено с урожаем 30,15...111,28 ГДж/га валовой энергии. Данные года превзошли показатели 2014 и 2015 годов показатели накопленной энергии в 1,1...1,4 и 1,2...1,6 раз.

Смешанные посевы амаранта и бобовых трав формировали более питательный корм. Смесь высокобелкового компонента – амаранта с бобовыми травами накапливала большее количество белка по сравнению с одновидовыми. В 2016 году (лучшие условия увлажнения) максимально было собрано 1782 кг/га белка, что превышало одновидовой посев донника желтого на 822 кг/га (табл. 61). Превышение остальных культур составляло 611...962 кг/га. В 2014 году смешанные посевы превысили одновидовые травы по сбору белка на 567...862 кг/га. В 2015 году превышение составило 464...1426 кг/га.

В целом можно сказать, что тенденция по годам и культурам сохранялась между одновидовыми и бинарными посевами. Лучшими компонентами для амаранта стали клевер, люцерна и донник желтый. Менее питательными были лядвенец рогатый и вязель.

Таблица 61 – Энергосодержание и питательная ценность смешанных посевов трав – II агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2014 г.					
Сбор белка, кг/га	1177	1300	968	1637	789
Сбор корм. ед. с 1 га	6682	6527	6605	8875	5599
ВЭ, Гдж/га	146,50	113,02	106,30	152,73	90,71
2015 г.					
Сбор белка, кг/га	1139	1236	955	1507	664
Сбор корм. ед. с 1 га	6553	6218	6166	8101	4592
ВЭ, Гдж/га	104,88	104,87	99,46	138,19	73,64
2016 г.					
Сбор белка, кг/га	1326	1471	969	1782	868
Сбор корм. ед. с 1 га	7172	7150	6760	9391	6115
ВЭ, Гдж/га	127,77	128,57	110,33	153,24	100,84

Урожай зеленой массы в III агроклиматическом районе, как в одновидовых, так и в бинарных посевах отличался большей питательностью и энергосодержанием. Из трех лет исследований самым продуктивным оказался 2012 год, где складывались лучшие условия влагообеспеченности. Сбор белка с урожаем в чистых посевах колебался в пределах 287...997 кг/га (табл. 62). Максимальные значения показали посеvy донника желтого, амаранта и люцерны, посеvy клевера, лядвенца рогатого и вязеля были в 2,5...3 раза менее продуктивными. Варианты этого года накопили 2162...5023 корм. ед./га. Энергосодержание в них составило 37,70...123,31 ГДж/га.

Таблица 62 – Энергосодержание и питательная ценность
одновидовых посевов трав – III агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2011 г.						
Сбор белка, кг/га	780	350	714	252	806	217
Сбор корм. ед. с 1 га	3010	2457	2821	1809	3968	1428
ВЭ, Гдж/га	75,51	45,20	69,52	29,81	94,93	30,00
2012 г.						
Сбор белка, кг/га	915	400	922	287	997	332
Сбор корм. ед. с 1 га	3675	2961	3646	2213	5023	2162
ВЭ, Гдж/га	97,75	55,40	93,84	37,70	123,31	48,00
2013 г.						
Сбор белка, кг/га	847	382	838	253	866	268
Сбор корм. ед. с 1 га	3378	2751	3320	1928	4259	1776
ВЭ, Гдж/га	86,72	50,50	83,00	32,23	104,96	28,22

В первый год исследований (2011 г.) с урожаем было собрано 217...806 кг/га белка, что на 35...208 кг/га было меньше показателей 2012 года. Сбор кормовых единиц также уступал и составил от 1428 корм. ед./га на посевах вязаля до 3968 корм. ед. на посевах донника желтого. Энергия, накопленная урожаем этого года была на 18,4...37,5 ГДж/га меньше последующего года.

За годы исследований в данном агрораионе 2013 год по условиям влагообеспеченности занимал промежуточное положение. Продуктивность посевов имела соответствующую тенденцию. Сбор белка с урожаем в этом году был на 32...124 кг/га больше 2011 года (кроме лядвенца рогатого) и на 18...131 кг/га меньше 2012 года. Максимальное количество кормовых единиц

(свыше 2 тыс.) было получено в посевах донника желтого, амаранта, люцерны и клевера. Лядвенец рогатый и вязель дали менее 2000 корм ед. с гектара.

Тенденция по годам исследований в смешанных посевах амаранта и бобовых трав сохранялась в силу складывавшихся условий влагообеспеченности. Бобовый компонент также сыграл свою роль в ценозе с амарантом. Лучшим в бинарных посевах по всем кормовым показателям показал себя вариант амарант + донник желтый. В 2011 году было собрано 1404 кг/га белка, кормовых единиц – 7688 и получено 132,58 ГДж/га валовой энергии (табл. 63).

Таблица 63 – Энергосодержание и питательная ценность смешанных посевов трав – III агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2011 г.					
Сбор белка, кг/га	1127	1144	862	1404	711
Сбор корм. ед. с 1 га	6631	5805	5831	7688	5057
ВЭ, ГДж/га	108,89	100,54	93,07	132,58	83,25
2012 г.					
Сбор белка, кг/га	1303	1452	966	1872	874
Сбор корм. ед. с 1 га	7405	7198	7043	10707	6476
ВЭ, ГДж/га	131,63	130,43	117,72	194,30	109,95
2013 г.					
Сбор белка, кг/га	1195	1357	988	1443	801
Сбор корм. ед. с 1 га	7043	6914	6863	8101	5857
ВЭ, ГДж/га	145,94	122,44	113,94	143,12	98,96

Менее продуктивными, но также с высокими показателями энергосодержания и питательности были бинарные посевы с клевером и люцерной. Вязель как бобовый компонент был менее благоприятным. Показатели кормовых достоинств были меньше лучшего варианта (амарант+донник желтый) на: сбор белка – 693 кг/га; сбор кормовых единиц – 2631, валовой энергии – 49,33 ГДж/га.

Из всех бобовых трав кроме донника желтого высокие кормовые показатели были при посеве с клевером и люцерной. Можно утверждать, что данные культуры служили хорошим компонентом для бинарных посевов с амарантом. Сбор белка в этих вариантах составил соответственно 1127 и 1144 кг/га, сбор кормовых единиц – 6631 и 5805, валовой энергии – 108,89 и 100,54 ГДж/га. Следует отметить также высокий сбор кормовых единиц в посевах с лядвенцем рогатым, который на 25 кормовых единиц превышал амарант+люцерна. Однако при расчете валовой энергии он уступал данному варианту на 7,47 ГДж/га.

В последующие годы исследований лидировали варианты с бобовыми компонентами донника желтого, клевера и люцерны. Причем, если в чистых посевах люцерна превосходила над клевером, то в бинарных посевах клевер давал лучшие показатели продуктивности и кормовых достоинств.

Максимальных показателей по сбору белка смешанные посевы достигли в 2012 году – 1872 кг/га. Сбор кормовых единиц составил здесь 10707, а валовой энергии получено 194,30 ГДж/га.

2013 год отличался от предыдущего года исследований в меньшую сторону. Белка было собрано на 73...429 кг/га меньше, чем в предыдущем, за исключением амарант+лядвенец рогатый, который повысил сбор белка на 22 кг/га. Сбор кормовых единиц был меньше на 180...2606. Расчеты полученной энергии с урожаем показали, на посевах амаранта с клевером было получено на 14,31 ГДж/га больше, чем в 2012 году. Остальные варианты уступали предыдущему году на 3,78...51,18 ГДж/га.

IV агроклиматический район имел более высокие условия

влагообеспеченности, но менее теплообеспеченный и с менее благоприятными почвенными условиями для развития бобовых культур, что отразилось на результатах исследований.

Более продуктивным был 2002 год, где показатели энергосодержания и питательной ценности превосходили 2001 год на: сбор белка – 6...84 кг/га, сбор кормовых единиц – 168...583, валовой энергии – 3,65...17,91 ГДж/га (табл. 64).

Таблица 64 – Энергосодержание и питательная ценность одновидовых посевов трав – IV агроклиматический район

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
2001 г.						
Сбор белка, кг/га	742	310	652	209	783	197
Сбор корм. ед. с 1 га	2888	2289	2597	1547	4113	1312
ВЭ, Гдж/га	73,23	41,59	64,60	25,69	97,78	28,04
2002 г.						
Сбор белка, кг/га	816	316	736	248	854	261
Сбор корм. ед. с 1 га	3342	2457	2976	1975	4696	1795
ВЭ, Гдж/га	88,20	45,24	75,93	33,40	115,69	39,21
2003 г.						
Сбор белка, кг/га	787	314	706	217	846	241
Сбор корм. ед. с 1 га	3220	2310	2890	1761	4404	1640
ВЭ, Гдж/га	81,87	42,60	72,62	28,13	107,28	35,59

В 2003 году собрали 217...846 кг/га белка; 1640...4404 кормовых единиц и 35,59...107,28 Гдж/га валовой энергии.

Смешанные посевы амаранта и бобовых трав накапливали большее

количество белка, кормовых единиц и валовой энергии. В лучшем 2002 году было собрано 1400 кг/га белка в посевах амарант+донник желтый, 8204 кормовых единиц и 147,65 ГДж/га валовой энергии с урожаем (табл. 65).

Таблица 65 – Энергосодержание и питательная ценность смешанных посевов трав – IV агроклиматический район

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
2001 г.					
Сбор белка, кг/га	938	985	724	1348	586
Сбор корм. ед. с 1 га	5624	4876	5031	7430	4334
ВЭ, Гдж/га	91,59	87,70	79,55	129,13	69,53
2002 г.					
Сбор белка, кг/га	1089	1208	825	1400	719
Сбор корм. ед. с 1 га	6373	6166	6218	8204	5444
ВЭ, Гдж/га	111,98	109,47	102,75	147,65	91,72
2003 г.					
Сбор белка, кг/га	1011	1193	831	1432	682
Сбор корм. ед. с 1 га	5960	5831	6011	7972	5083
ВЭ, Гдж/га	102,21	104,36	97,63	142,34	84,60

Свыше 1000 кг/га белка было собрано в бинарных посевах амаранта с клевером и люцерной. Минимальное количество – на посевах лядвенца рогатого и вязеля.

Сбор кормовых единиц и валовой энергии с урожаем был достаточно высоким на всех посевах, кроме амарант + вязель. В этом варианте сбор кормовых единиц составил 5444, валовой энергии – 91,72 ГДж/га.

Анализируя показатели энергосодержания и питательной ценности по

годам данного агроклиматического района, можно утверждать, что тенденция в чистых и смешанных посевах сохранялась. Максимальные результаты сбора белка, сбора кормовых единиц и валовой энергии получены в 2002 году, минимальные результаты получены в 2001 году. Среди вариантов чистых культур лучшими были донник желтый, амарант, люцерна. В бинарных посевах лучшими бобовыми компонентами для амаранта выступали донник желтый, клевер и люцерна.

Во все годы опытов в трех агроклиматических районах достаточно сильно бинарные посева амаранта и бобовых трав превосходили чистые посева этих культур. Вероятно, фитоценотические отношения бобового компонента благоприятны для роста и развития высокобелковой культуры амаранта.

Заключение по главе

Изучив фотосинтетическую активность и сравнив продуктивность кормовых культур в чистых и смешанных посевах можно заключить:

1. Существенное влияние на показатель изреживаемости посевов оказывали климатические условия (влагообеспеченность, температурный режим), а также бобовый компонент в посевах с амарантом. Разница в выживаемости растений по вариантам в среднем за три года составляла до 78,4...90,3% в одновидовых и 70,9...75,3% в смешанных посевах – во II агроклиматическом районе, до 82,3...92,5% в одновидовых и до 72,9...90,7% – в III агроклиматическом районе и до 81,1...91,0% в одновидовых и до 76,2...93,3% в смешанных посевах – в IV агроклиматическом районе. Сравнивая одновидовые и смешанные посева кормовых трав, явное преимущество по данному показателю было у чистых посевов, что также вполне объяснимо конкурентным преимуществом между растениями в ходе роста и развития.

2. Существенное влияние на формирование листовой поверхности оказывали видовое участие культур и агроклиматические условия произрастания. Среди одновидовых посевов кормовых трав из всех культур

наибольшую площадь листьев во всех трех агроклиматических районах формировали посевы донника желтого, а в смешанных посевах растения варианта амарант + донник желтый. Сравнивая все три агроклиматических района, максимальный ассимиляционный аппарат сформировался в III агрорайоне – 39,9 тыс. м²/га (в среднем за 3 года), также в варианте амарант + донник желтый. Данный вариант стабильно лидировал по всем агрорайонам во все годы исследований.

Минимальные показатели площади листьев формировали посевы амарант + вязель. Уменьшение в среднем за 3 года по трем агрорайонам по сравнению с лучшим вариантом составило 7,9...9,0 тыс. м²/га или 20,0...24,7%.

Сравнивая площадь листьев одновидовых и бинарных посевов в среднем за три года, можно отметить, что вторые были гораздо продуктивнее.

3. Фотосинтетический потенциал бинарных посевов превосходил чистые посевы во всех трех агроклиматических районах. Максимальных значений ФП достигал в вариантах с амарантом и донником желтым. Если в одинарных посевах минимальные значения ФП были у лядвенца рогатого (754,7 тыс. м².дней/га) и вязаля (829,4 тыс. м².дней/га), то в смешанных посевах лядвенец рогатый как бобовый компонент способствовал росту амаранта, и достигал 1617,8...1818,3 тыс. м².дней/га, что превысило вариант амарант + вязель на 126,7...274,9 тыс. м².дней/га.

4. Термические условия и условия увлажнения стали решающими факторами фотосинтетической деятельности всех посевов. Кроме этого важную роль играл видовой состав посевов, так как основной компонент всех смешанных посевов амарант, который достаточно рано дает всходы, но довольно поздно формирует максимальную листовую поверхность.

В среднем за три года чистая продуктивность фотосинтеза изменялась от 2,05 г/м².сутки (лядвенец рогатый) до 3,73 г/м².сутки (амарант+донник желтый). Все одинарные посеы амаранта и бобовых трав, за исключением

донника желтого, не достигали 3 г/м².сутки чистой продуктивности фотосинтеза. Все посеы смешанных культур превышали этот порог. При этом стабильно высокие показатели ЧПФ формировались в III агроклиматическом районе, где наиболее оптимально сложились почвенно-климатические условия.

5. В среднем за три года максимальное количество сухого вещества накапливалось в чистых посевах донника желтого – 5,77...6,82 т/га, соответственно по районам, что на 4,22...4,91 т/га превышало контрольный вариант.

Растения амаранта и бобовых трав в смешанных посевах накапливали значительно больше сухого вещества. Здесь контрольный вариант (амарант + вязель) накапливал в среднем от 4,64 до 5,58 т/га в период всех исследований по всем агрорайонам.

Наиболее оптимальное сочетание трав (амарант+донник желтый) позволило накапливать от 7,17 т/га до 8,03 т/га сухого вещества во II агроклиматическом районе, от 8,20 т/га до 10,7 т/га в III агроклиматическом районе и от 7,78 т/га до 9,28 т/га в IV агроклиматическом районе. Эти показатели превышали контрольный вариант в 1,6...1,8 раз соответственно по годам исследований.

Сравнивая одновидовые и смешанные посеы амаранта и бобовых трав, можно утверждать, что участие бобового компонента играет роль в создании более благоприятных условий питания растений за счет обеспеченности биологическим азотом. При прочих равных условиях данный факт позволил повысить накопление сухого вещества, что в дальнейшем отразилось на продуктивности исследуемых сельскохозяйственных культур.

6. Урожай зеленой массы смешанных посевов амаранта + клевер и амарант + донник желтый, стабильно превышал урожай зеленой массы чистого посева амаранта, что подтверждает хорошую совместимость клевера и донника желтого как бобовых компонентов амаранта. Смешанные посеы дают наибольший урожай, если их компоненты подобраны по видовому

составу с учетом критериев совместимости. Так, максимальный урожай зеленой массы бинарных посевов в этой зоне получен в варианте амарант + донник желтый – 30,5 т/га, что превысило контроль на 56,4%. Остальные бобовые компоненты (клевер, люцерна, лядвенец) позволили получить прибавку урожая от 11,8% до 14,4%. Содержание сухого вещества колебалось от 23,9% (амарант + лядвенец) до 25,4% (амарант + люцерна и амарант + донник желтый).

7. При сравнении качества сухого вещества смешанных посевов с одновидовыми было установлено, что по содержанию белка лучшими были посеvy амаранта + клевер, амарант + донник и амарант + люцерна, превысившие содержание белка посева амарант + вязель (контроль) в среднем за три года на 3,6; 3,7 и 6,1% соответственно. Поэтому, лучшими бобовыми компонентами амаранта в бинарных посевах являются люцерна, донник желтый, клевер, при возделывании которых можно получить урожай зеленой массы высокого качества с большим содержанием белка и жира с одного гектара. Сравнивая кормовые достоинства трав трех агроклиматических районов, можно заключить, что более ценными по питательности были одновидовые и бинарные посеvy III агрорайона, менее ценными – посеvy II агрорайона.

8. Энергосодержание и питательная ценность урожая амаранта и бобовых трав показала высокие показатели в бинарных посевах кормовых культур, которые значительно превышали одинарные посеvy. Максимальные результаты получены в варианте амарант + донник желтый – 1872 кг/га белка, 10707 кормовых единиц и 194,30 ГДж/га валовой энергии в III агроклиматическом районе. Также среди бинарных посевов выделился вариант амарант + клевер и амарант + люцерна. Среди чистых посевов амаранта и бобовых трав лучшими кормовыми достоинствами обладали посеvy донника желтого, амаранта и люцерны. Сбор белка варьировал 915..997 кг/га, сбор кормовых единиц 3646...5023, валовая энергия 93,84...123,31 ГДж/га.

Глава 5. СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ АМАРАНТА И БОБОВЫХ ТРАВ

5.1 Накопление органического вещества в почве амарантом и бобовыми травами

В настоящее время в РСО–Алания сложилась тенденция минимализации как обработок почв, так и применения средств химизации растениеводства. Формирование урожаев сельскохозяйственных культур идет почти полностью за счет мобилизации почвенных элементов питания, что приводит к постепенному снижению их запасов и почвенного плодородия.

Для воспроизводства плодородия почв перспективным способом является использование средообразующей способности фиторесурсов. В этом случае используется природный потенциал растений, что позволяет улучшить плодородие почв при минимальных затратах, используя, в первую очередь, энергию солнца, которая усваивается в процессе фотосинтеза (Хасанова Р.Ф., Суюндукова М.Б., Ахметов Ф.Р., Сальманова Э.Ф., 2008). Часто растения с высокой средообразующей способностью, в частности, бобовые травы, называют фитомелиорантами.

Они позволяют приблизить агрофитоценозы к естественным экосистемам, что важно с экологической и природной точек зрения.

Как источник органического вещества многолетние травы незаменимы. Накопление и разложение органического вещества, оставляемого ими в почве, и высвобождение аккумулированных в них минеральных элементов питания существенно повышают плодородие почв (Цыбулька Н.Н., 2006; Щебарскова З.С., 2006; Персикова Т.Ф., 2008).

Содержание и запасы органического вещества в почвах традиционно служат основным критерием оценки почвенного плодородия, а в последние годы все больше рассматриваются с точки зрения устойчивости почв как компонента биосферы (Чернышов Е.В., 2006).

В то же время многолетние травы своей корневой системой препятствуют вымыванию кальция и магния. Проникая в подпочву и даже достигая материнской породы (особенно бобовые), способны возвращать эти элементы в непропорционально больших количествах обратно в поверхностные слои почвы (Жаринов В.И., Клюй В.С., 1990).

Кроме того, бобовые травы в симбиозе с клубеньковыми бактериями способны накапливать в почве до 300 кг/га и более биологически чистого азота, а благодаря органическим выделениям корневой системы (щавелевая, лимонная, уксусная, янтарная, яблочная и др. кислоты) многие труднорастворимые фосфорные и кальциевые соединения почвы переводятся в подвижные и легкодоступные другим растениям соединения фосфора и кальция, которые перемещаются корневой системой из глубоких слоев почвы в верхние горизонты (Дедов А.В., Несмеянова М.А., 2012; Луганцев Е.П., Авдеев А.П., Зеленский Н.А., Шестов И.Н., 2008).

Выращивание злаковой и бобовой культур с различным строением корневой системы способствует более равномерному распределению их корней по профилю почвы, что обеспечивает лучшее использование элементов питания и влаги (Пасынкова Е.Н., Пасынков А.В., Лекомцев П.В., 2012; Ханиева И.М., Магомедов Г.К., Кучуков П.М., Жириков М.С., Ханиева И.М., 2014).

При этом под влиянием биологического азота, трансформированного из атмосферного клубеньковыми бактериями ризосферы белкового компонента, повышается общая и белковая продуктивность злакового компонента (Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Калицева Д.Т., 2016; Образцов В.Н., Щедрина Д.И., Дмитриева О.В., 2008; Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Калицева Д.Т., 2020; Заслонкин В.П., 2001).

Часть органических веществ, выделяемых живыми корнями (органические кислоты, аминокислоты, сахара, ферменты и многое другое), а также постоянно отмирающие корневые волоски, мелкие корни, например, люцерны превращаются в активный гумус, обогащенный белками. За

вегетационный период количество этих выделений достигает до 10% от веса растительной массы (Трепачев Е.П., Алейникова А.Д., 1982).

За счет пожнивно-корневых остатков бобовых культур (главным образом многолетних бобовых трав) создаются условия сохранения или повышения обеспеченности почвы органическим веществом, улучшаются ее физико-химические свойства, оздоравливается фитосанитарное состояние посевов (Фарниев А.Т., Калицева Д.Т., Сабанова А.А., 2011).

Однако при оценке роли факторов почвенного плодородия и погодных условий в продукционных процессах необходим учет их взаимодействия, так как именно комплексное влияние функциональных характеристик в значительной мере определяет формирование урожая той или иной величины (Прошкин В.А., 2012; Шафран С.А., Прошкин В.А., 2008).

Результаты проведенных исследований во II агроклиматическом районе свидетельствуют, что в зависимости от климатических условий урожайность амаранта и бобовых трав в одинарных посевах, а вместе с ней и масса органических остатков, накапливаемых в почве, колебалась значительно. В менее благоприятном по климатическим условиям 2014 году наибольшее количество корневых остатков накапливалось в почве посевов донника – 9,62 т/га, наименьшее – в посевах лядвенца – 3,64 т/га (табл. 66).

В 2015 году корневых остатков накапливалось меньше. Их количество колебалось от 3,33 т/га (лядвенец) до 7,73 т/га (донник). По сравнению с 2014 годом в почве накапливалось меньше корневых остатков: на 0,86 т/га (амарант); на 0,96 т/га (клевер); на 1,31 т/га (люцерна); на 0,31 т/га (лядвенец); на 1,89 т/га (донник) и на 0,78 т/га (вязель).

Значительно больше корневых остатков накапливалось в почве 2016 году от 3,88 (лядвенец) до 10,08 т/га (донник).

Во все годы исследований наибольшее количество корневых остатков накапливали одинарные посева амаранта – 8,44; 7,58; 9,37 т/га и донника – 9,62; 7,73; 10,08 т/га, соответственно по годам исследований (2014, 2015, 2016).

Таблица 66 – Масса органических остатков, накапливаемая в почве
одновидовыми посевами бобовых трав и амаранта (в слое 0-50 см) –
II агроклиматический район

№	Культура	Масса корневых остатков, т/га	Масса стерневых остатков, т/га	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Коэффи- циент пожнивно- корневых остатков
2014 год					
1.	Амарант	8,44	1,26	9,70	0,54
2.	Клевер	6,58	0,99	7,57	0,74
3.	Люцерна	8,11	1,17	9,28	0,59
4.	Лядвенец рогатый	3,64	0,68	4,32	0,64
5.	Донник желтый	9,62	2,03	11,65	0,49
6.	Вязель	3,98	0,87	4,85	0,67
	НСР ₀₅			0,48	
2015 год					
1.	Амарант	7,58	1,16	8,74	0,57
2.	Клевер	5,62	0,87	6,49	0,66
3.	Люцерна	6,80	0,86	7,66	0,59
4.	Лядвенец рогатый	3,33	0,54	3,87	0,63
5.	Донник желтый	7,73	1,80	9,53	0,45
6.	Вязель	3,20	0,69	3,89	0,61
	НСР ₀₅			0,58	
2016 год					
1.	Амарант	9,37	2,09	11,46	0,60
2.	Клевер	6,67	1,40	8,07	0,66
3.	Люцерна	8,89	1,49	10,38	0,59
4.	Лядвенец рогатый	3,88	1,11	4,99	0,65
5.	Донник желтый	10,08	2,61	12,69	0,51
6.	Вязель	3,99	1,12	5,11	0,62
	НСР ₀₅			0,86	
в среднем за 3 года					
1.	Амарант	8,46	1,50	9,97	0,57
2.	Клевер	6,29	1,09	7,38	0,69
3.	Люцерна	7,93	1,17	9,11	0,59
4.	Лядвенец рогатый	3,62	0,78	4,39	0,64
5.	Донник желтый	9,14	2,15	11,29	0,48
6.	Вязель	3,72	0,89	4,62	0,63

После уборки трав на почве оставались стерневые остатки. Так в 2014 году их количество колебалось от 0,68 га (лядвенец) до 2,03 т/га (донник); в 2015 году – с 0,54 (лядвенец) до 1,80 т/га (донник); в 2016 году – с 1,11 (лядвенец) до 2,61 т/га (донник). Больше стерневых остатков накапливали травы в 2016 году.

Аналогичная ситуация складывалась при определении суммы корневых и стерневых остатков. В менее благоприятном 2014 году их масса колебалась от 4,32 т/га (лядвенец) до 11,65 т/га (донник). В 2015 году – от 3,87 т/га (лядвенец) до 9,53 т/га (донник) и в 2016 году от 4,99 т/га (лядвенец) до 12,69 (донник).

В среднем за три года в одинарных посевах трав значительная масса корневых остатков накапливалась в посевах донника желтого – 9,14 т/га; амаранта – 8,46 т/га; люцерны – 7,93 т/га и клевера – 6,29 т/га.

В среднем за три года масса корневых и стерневых остатков достигла в посевах донника, амаранта и люцерны – 11,29; 9,97; 9,11 т/га.

При этом было установлено, что масса корневых остатков в среднем за три года значительно превышала массу стерневых остатков: у амаранта в 5,6 раз; клевера – 5,8; люцерны – 6,8; лядвенца – 4,6; донника – 4,3 и вязеля – 4,2 раза. Определяя коэффициент пожнивно-корневых остатков (отношение массы корневых и стерневых остатков к урожаю зеленой массы) установили, что он колебался в среднем за три года с 0,48 до 0,69.

Под влиянием многих факторов формируется урожайность бинарных посевов, соответственно и масса корневых и стерневых остатков. Самыми важными факторами являются количество, соотношение компонентов и уровень минерального питания.

С целью выявления оптимального для амаранта бобового компонента мы определяли урожайность бинарных трав с амарантом, а также массу корневых и стерневых остатков, оставляемых ими в почве.

Масса корневых и стерневых остатков бинарных посевов значительно превосходила таковые одинарных посевов (табл. 67).

Таблица 67 – Масса органических остатков, накапливаемая в почве бинарными посевами бобовых трав и амаранта (в слое 0-50 см) – II агроклиматический район

№	Культура	Масса корневых остатков, т/га	Масса стерневых остатков, т/га	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Коэффициент пожнивно-корневых остатков
2014 год					
1.	Амарант + клевер	11,36	3,79	15,15	0,58
2.	Амарант + люцерна	13,18	3,77	16,95	0,67
3.	Амарант + лядвенец	11,44	3,27	14,71	0,57
4.	Амарант + донник	14,89	4,51	19,40	0,56
5.	Амарант + вязель	11,19	3,37	14,56	0,67
	НСР ₀₅			0,26	
2015 год					
1.	Амарант + клевер	11,34	3,56	14,90	0,59
2.	Амарант + люцерна	11,21	3,33	14,54	0,60
3.	Амарант + лядвенец	10,86	3,23	14,09	0,59
4.	Амарант + донник	11,10	3,34	14,44	0,46
5.	Амарант + вязель	8,24	2,55	10,79	0,61
	НСР ₀₅			0,16	
2016 год					
1.	Амарант + клевер	12,47	3,91	16,38	0,59
2.	Амарант + люцерна	13,98	3,80	17,78	0,63
3.	Амарант + лядвенец	12,25	3,73	15,98	0,61
4.	Амарант + донник	16,47	4,75	21,22	0,58
5.	Амарант + вязель	11,50	3,43	14,93	0,63
	НСР ₀₅			0,27	
в среднем за 3 года					
1.	Амарант + клевер	11,72	3,75	15,47	0,59
2.	Амарант + люцерна	12,79	3,63	16,42	0,63
3.	Амарант + лядвенец	11,52	3,41	14,92	0,59
4.	Амарант + донник	14,15	4,20	18,35	0,53
5.	Амарант + вязель	10,31	3,12	13,42	0,64

В 2014 году масса корневых остатков бинарных посевов: амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец, амарант + донник и амарант + вязель превысила корневые остатки одинарных посевов бобовых трав на 4,78; 5,07; 7,80; 5,27 и 7,21 т/га и на 2,92; 4,74; 3,0; 6,45 и 2,75 т/га одинарных посевов амаранта.

Значительно больше накапливалось и стерневых остатков, оставляемых бинарными посевами по сравнению с одинарными посевами бобовых трав.

В 2014 году на 2,80; 2,60; 2,59; 2,48; 2,50 т/га; в 2015 году – 2,69; 2,47; 2,69; 1,54; 1,86 т/га и в 2016 – 2,51; 2,31; 2,62; 2,14 и 2,31 т/га.

После бинарных посевов сумма корневых и стерневых остатков колебалась значительно от 14,56 т/га до 19,40 т/га в 2014 году, от 10,79 т/га до 14,90 т/га в 2015 году и от 14,93 т/га до 21,22 т/га в 2016 году.

При этом коэффициент пожнивно-корневых остатков у них составил 0,53; 0,63 и 0,59.

В среднем за три года исследований больше корневых и стерневых остатков накапливалось после бинарных посевов амарант + донник амарант + люцерна, амарант + клевер – 18,35; 16,42 и 15,47 т/га, соответственно.

Проведенные нами исследования в предгорной зоне РСО-Алания на черноземах карбонатных показали, что в значительных пределах изменялась масса корневых остатков в одновидовых посевах, которая определялась видом трав и климатическими условиями года.

В 2011 году масса корневых остатков в почве колебалась от 3,78 до 9,23 т/га (табл. 68). Наибольшее количество корневых остатков накапливалось в посевах донника желтого – 9,23 т/га, наименьшее в посевах лядвенца рогатого – 3,78 т/га.

В 2012 году корневых остатков накапливалось больше, их количество колебалось от 4,47 до 9,88 т/га. Как и предыдущем году, наименьшее их количество накапливалось в одинарных посевах лядвенца рогатого и вязеля 4,47-5,25 т/га, наибольшее в посевах донника желтого 9,88 т/га.

Таблица 68 – Масса органических остатков, накапливаемая в почве
одновидовыми посевами бобовых трав и амаранта (в слое 0-50 см) –
III агроклиматический район

№	Культура	Масса корневых остатков, т/га	Масса стерневых остатков, т/га	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Кoeffи- циент пожнивно- корневых остатков
2011 год					
1.	Амарант	9,03	1,31	10,34	0,60
2.	Клевер	6,46	1,14	7,60	0,64
3.	Люцерна	8,74	1,22	9,96	0,61
4.	Лядвенец рогатый	3,78	0,76	4,54	0,60
5.	Донник желтый	9,23	1,87	11,10	0,51
6.	Вязель	3,89	0,91	4,80	0,64
	НСР ₀₅			0,29	
2012 год					
1.	Амарант	9,58	2,41	11,99	0,57
2.	Клевер	7,70	1,65	9,35	0,66
3.	Люцерна	9,04	1,94	10,98	0,52
4.	Лядвенец рогатый	4,47	1,44	5,91	0,64
5.	Донник желтый	9,88	2,63	12,51	0,45
6.	Вязель	5,25	1,56	6,81	0,61
	НСР ₀₅			0,74	
2013 год					
1.	Амарант	8,54	2,12	10,66	0,55
2.	Клевер	7,12	1,52	8,64	0,67
3.	Люцерна	8,89	1,63	10,52	0,55
4.	Лядвенец рогатый	3,87	1,18	5,05	0,62
5.	Донник желтый	8,97	2,43	11,40	0,48
6.	Вязель	4,46	1,26	5,72	0,62
	НСР ₀₅			0,64	
в среднем за 3 года					
1.	Амарант	9,05	1,95	10,99	0,57
2.	Клевер	7,09	1,44	8,53	0,66
3.	Люцерна	8,89	1,60	10,49	0,56
4.	Лядвенец рогатый	4,04	1,13	5,17	0,62
5.	Донник желтый	9,36	2,31	11,67	0,48
6.	Вязель	4,53	1,24	5,77	0,63

В 2013 году корневых остатков накапливалось больше, чем в 2011 году, но меньше, чем в 2012 году, их количество колебалось от 3,87 до 8,97 т/га. Во все годы исследований количество корневых остатков люцерны превышало количество таковых клевера в 2011 году на 2,28, в 2012 году на 1,34 и в 2013 году на 1,77 т/га.

Аналогично корневым остаткам накапливалась, и масса стерневых остатков. В 2011 году она колебалась от 0,76 (лядвенец) до 1,87 т/га (донник желтый). Если амарант, клевер и люцерна накапливали стерневых остатков 1,31; 1,14 и 1,22 т/га, соответственно, то лядвенец рогатый и вязель всего 0,76 и 0,91 т/га. В 2012 году стерневых остатков накапливалось больше по сравнению с 2011 годом в посевах: амаранта на 1,1 т/га; клевера – 0,51; люцерны – 0,72; лядвенца рогатого – 0,68; донника желтого – 0,76 и вязаля на 0,65 т/га.

По сумме корневых и стерневых остатков получили аналогичные результаты, их накапливалось больше в 2012 году, более благоприятном по условиям влажности – от 5,91 до 12,51 т/га и меньше в менее благоприятном по влагообеспеченности 2011 году – от 4,5 до 11,10 т/га.

Следует отметить, что количество корневых остатков в одинарных посевах бобовых трав и амаранта превосходило количество стерневых остатков у амаранта в 4,6, клевера – 4,9, люцерны – 5,6, лядвенца рогатого – 3,6, донника желтого – 4,1 и вязаля – 3,7 раза.

Коэффициент пожнивно-корневых остатков колебался в пределах 0,51...0,64 в 2011 году; 0,45...0,66 в 2012 и 0,48...0,67 в 2013 году.

В среднем за 3 года в одновидовых посевах амарант и донник желтый накапливали наибольшее, но почти одинаковое количество корневых остатков 9,05 и 9,36 т /га, а лядвенец рогатый и вязель – наименьшее 4,04 и 4,53 т/га. Масса корневых остатков люцерны превышала массу корневых остатков клевера на 1,8 т/га.

В среднем за 3 года стерневых остатков накапливалось больше в одновидовых посевах донника желтого и амаранта – 2,31 и 1,95 т/га

соответственно. Меньше количество стерневых остатков накапливалось в посевах лядвенца рогатого и вязеля – 1,13 и 1,24 т/га соответственно. Посевы клевера и люцерны по количеству стерневых остатков занимали среднее положение – 1,44 и 1,60 т/га.

Больше накапливалось корневых и стерневых остатков в среднем за 3 года в посевах донника желтого, амаранта и люцерны – 11,67; 10,99 и 10,49 т/га соответственно. Меньше накапливалось таковых в посевах лядвенца рогатого и вязеля 5,17 и 5,77 т/га соответственно.

На продуктивность бинарных агрофитоценозов, на количество корневых и стерневых остатков влияют многие факторы, но определяется в основном количеством и соотношением компонентов, а также уровнем минерального питания.

Для подбора бобового компонента к амаранту и создания высокопродуктивного бинарного агрофитоценоза мы определяли продуктивность и количество органических остатков бинарных посевов. Было установлено, что продуктивность бинарных посевов значительно выше как одновидовых посевов амаранта, так и одновидовых посевов бобовых трав. Так в менее благоприятном по влагообеспеченности 2011 году бинарные посевы: амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец; амарант + донник и амарант + вязель превосходили по урожайности зеленой массы одинарные посевы амаранта на 8,5; 5,3; 5,3; 12,6 и 2,4 т/га соответственно (табл. 69).

Было также установлено, что количество корневых и стерневых остатков после бинарных посевов значительно превосходит количество корневых и стерневых остатков после одновидовых посевов амаранта и бобовых трав. Так в 2011 году масса корневых остатков после бинарных посевов составила: амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец, амарант + донник и амарант + вязель повысилась по сравнению с одновидовыми посевами этих бобовых трав на 4,83; 2,95; 7,05; 3,68 и 6,23 т/га соответственно.

Таблица 69 – Масса органических остатков, накапливаемая в почве бинарными посевами бобовых трав и амаранта (в слое 0-50 см) – III агроклиматический район

№	Культура	Масса корневых остатков, т/га	Масса стерневых остатков, т/га	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Кoeffи- циент пожнивно- корневых остатков
2011 год					
1.	Амарант + клевер	11,29	3,53	14,82	0,58
2.	Амарант + люцерна	11,69	3,38	15,07	0,67
3.	Амарант + лядвенец	10,83	3,29	14,12	0,62
4.	Амарант + донник	12,91	3,91	16,82	0,56
5.	Амарант + вязель	10,12	3,10	13,22	0,67
	НСР ₀₅			0,35	
2012 год					
1.	Амарант + клевер	12,84	4,28	17,12	0,60
2.	Амарант + люцерна	12,97	4,36	17,33	0,62
3.	Амарант + лядвенец	12,42	3,69	16,11	0,59
4.	Амарант + донник	14,64	4,41	19,05	0,46
5.	Амарант + вязель	11,63	3,60	15,23	0,61
	НСР ₀₅			0,20	
2013 год					
1.	Амарант + клевер	12,25	3,84	16,09	0,59
2.	Амарант + люцерна	13,36	3,17	16,53	0,62
3.	Амарант + лядвенец	11,64	3,32	14,96	0,56
4.	Амарант + донник	14,21	4,10	18,31	0,58
5.	Амарант + вязель	11,01	3,23	14,24	0,63
	НСР ₀₅			0,35	
в среднем за 3 года					
1.	Амарант + клевер	12,12	3,88	16,01	0,59
2.	Амарант + люцерна	12,67	3,63	16,31	0,64
3.	Амарант + лядвенец	11,63	3,43	15,06	0,59
4.	Амарант + донник	13,92	4,14	18,06	0,53
5.	Амарант + вязель	10,92	3,31	14,23	0,64

В 2012 году эти показатели были еще выше (кроме амарант+клевер): 3,26; 5,27; 7,95; 4,76 и 6,38 т/га соответственно. Масса стерневых остатков после бинарных посевов также значительно превосходила массу таковых после одновидовых посевов бобовых трав.

По годам исследований сумма корневых и стерневых остатков после бинарных посевов колебалась значительно. В 2011 году от 13,22 до 16,82 т/га, в 2012 году 15,23 до 19,05 и в 2013 году от 14,24 до 18,31 т/га.

Во все годы исследований наибольшее количество корневых и стерневых остатков накапливалось после бинарных посевов: амарант + донник, амарант + люцерна и амарант + клевер: 16,82...19,05; 15,07...17,33 и 14,82...17,12 т/га соответственно. При этом коэффициент пожнивно-корневых остатков колебался в пределах 0,56...0,46; 0,67...0,62 и 0,60...0,58 соответственно.

В среднем за три года после бинарных посевов: амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец, амарант + донник и амарант + вязель количество стерневых остатков превысило количество таковых после одновидовых посевов клевера, люцерны, лядвенца, донника и вязаля на 2,44; 2,03; 2,3; 1,83 и 2,07 т/га.

IV агроклиматический район отличался меньшими показателями накопления органических остатков III агрорайона, но большими показателями II агроклиматического района. Результаты проведенных нами исследований свидетельствуют о том, что масса корневых остатков в чистых посевах амаранта и бобовых трав колебалась от 8,21 т/га (донник желтый) до 3,22 т/га (лядвенец рогатый) в 2001 засушливом году (табл. 70).

Масса стерневых остатков накапливалась аналогично корневым остаткам и колебалась от 1,75 т/га (донник желтый) до 0,54 т/га (лядвенец рогатый). Остальные культуры занимали промежуточное положение. По сумме корневых и стерневых остатков донник желтый, люцерна и клевер значительно превосходили лядвенец рогатый на 6,2; 4,37 и 2,95 т/га соответственно.

Таблица 70 – Масса корневых и стерневых остатков, накапливаемая в почве
одновидовыми посевами бобовых трав и амаранта (в слое 0-50 см) –
IV агроклиматический район

№	Культура	Масса корневых остатков, т/га	Масса стерневых остатков, т/га	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Коэффи- циент пожнивно- корневых остатков
2001 год					
1.	Амарант	8,07	1,21	9,28	0,56
2.	Клевер	5,72	0,99	6,71	0,62
3.	Люцерна	7,10	1,03	8,13	0,54
4.	Лядвенец рогатый	3,22	0,54	3,76	0,57
5.	Донник желтый	8,21	1,75	9,96	0,44
6.	Вязель	3,30	0,69	3,99	0,58
	НСР ₀₅			0,16	
2002 год					
1.	Амарант	8,51	2,13	10,64	0,55
2.	Клевер	6,39	1,55	7,94	0,67
3.	Люцерна	7,93	1,76	9,69	0,56
4.	Лядвенец рогатый	3,99	0,97	4,96	0,59
5.	Донник желтый	8,87	2,14	11,01	0,43
6.	Вязель	4,36	1,01	5,37	0,57
	НСР ₀₅			0,34	
2002 год					
1.	Амарант	8,11	1,88	9,99	0,54
2.	Клевер	5,95	1,24	7,19	0,65
3.	Люцерна	7,71	1,32	9,03	0,54
4.	Лядвенец рогатый	3,53	0,71	4,24	0,57
5.	Донник желтый	8,54	1,90	10,44	0,43
6.	Вязель	3,83	0,76	4,59	0,54
	НСР ₀₅			0,17	
в среднем за 3 года					
1.	Амарант	8,23	1,74	9,97	0,55
2.	Клевер	6,02	1,26	7,28	0,65
3.	Люцерна	7,58	1,37	8,95	0,54
4.	Лядвенец рогатый	3,58	0,74	4,32	0,58
5.	Донник желтый	8,54	1,93	10,47	0,43
6.	Вязель	3,83	0,82	4,65	0,56

В 2002 году, наиболее благоприятном по влажности, амарант и бобовые травы оставляли после себя больше корневых и стерневых остатков. Так, количество корневых остатков увеличивалось после: амаранта на 5%, клевера – 11, люцерны – 12, лядвенца рогатого – 24, донника желтого – 8 и вязеля на 32% по сравнению с 2001 годом.

Более значительно повысилось количество стерневых остатков после: амаранта на 76%, клевера – 57, люцерны – 71, лядвенца рогатого – 80, донника желтого – 22 и вязеля на 46%.

Количество корневых и стерневых остатков больше всего повысилось во влажном 2002 году у лядвенца рогатого и вязеля на 32 и 35%, соответственно, меньше у донника желтого и амаранта на 11 и 15% соответственно. Средние показатели по прибавке массы корневых и стерневых остатков у клевера и люцерны составили в этом же году 18 и 19%, соответственно.

Корневых и стерневых остатков в 2003 году было накоплено больше, чем в 2001 году, но меньше, чем в 2002 году.

В среднем за 3 года наибольшее количество корневых и стерневых остатков оставалось после амаранта – 9,97 т/га. Из бобовых после донника желтого – 10,47, люцерны – 8,95 и клевера – 7,28 т/га.

Следует также отметить, что количество корневых остатков в чистых посевах амаранта и бобовых значительно превосходило количество стерневых остатков: у амаранта в 7,4, клевера – 4,8, люцерны – 5,5, лядвенца рогатого – 4,8, донника желтого – 4,4 и вязеля – 4,7 раза.

При этом коэффициент корневых и стерневых остатков колебался в пределах 0,43...0,65.

Продуктивность сложных агрофитоценозов, в том числе и количество корневых и стерневых остатков, зависит от многих факторов и определяется правильным подбором видов растений, количеством и соотношением компонентов, а также уровнем минерального питания.

В 2001-2003 гг. нами также проводились исследования по подбору

компонента из многолетних бобовых трав к амаранту для создания высокопродуктивных агрофитоценозов. При этом установлено, что количество корневых и стерневых остатков после смешанных посевов значительно превосходит таковые после одновидовых посевов бобовых трав (табл. 71).

Даже в засушливом 2001 году масса корневых остатков после бинарных посевов бобовых трав с амарантом значительно превышала таковую после одновидовых бобовых трав. Масса корневых остатков повысилась: после амаранта + клевер на 4,5 т/га, амаранта + люцерна – 2,4, амаранта + лядвенец рогатый – 6,5, амаранта + донник желтый – 3,7, амаранта + вязель – 5,7 т/га. Стерневых остатков на 1,2; 1,0; 1,5; 0,8 и 1,1 т/га соответственно. При этом сумма корневых и стерневых остатков повысилась на: 5,7; 3,4; 7,9; 4,5 и 6,7 т/га соответственно. Больше количество корневых и стерневых остатков накапливалось после бинарных посевов амаранта с вязелем и амаранта с лядвенецем рогатым на 6,7 и 7,9 т/га по сравнению с одновидовыми посевами этих культур.

Аналогичную закономерность наблюдали и в 2002 году, но масса корневых и стерневых остатков была больше. Количество корневых остатков повысилось после: амаранта + клевер на 0,76, амаранта + люцерна – 0,73, амаранта + лядвенец рогатый – 0,65, амаранта + донник желтый – 0,43, амаранта + вязель на 0,48 т/га; стерневые остатки на 0,75; 0,46; 0,50; 0,48 и 0,53 т/га соответственно, а сумма корневых и стерневых остатков повысилась от 0,91 до 1,51 т/га по сравнению с 2001 годом. Следует отметить, что улучшение условий увлажнения в 2002 году больше всего повлияло на накопление корневых и стерневых остатков бинарными посевами клевера и люцерны с амарантом 1,51-1,19 т/га.

В среднем за 3 года большее количество корневых и стерневых остатков после себя оставляли бинарные посева клевера и донника с амарантом – 13,12 и 14,91 т/га. Коэффициент пожнивно-корневых остатков колебался в пределах 0,49-0,57.

Таблица 71 – Масса корневых и стерневых остатков, накапливаемая в почве смешанными посевами бобовых трав и амаранта (в слое 0–50 см) – IV агроклиматический район

№	Культура	Масса корневых остатков, т/га	Масса стерневых остатков, т/га	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Коэффициент пожнивно-корневых остатков
2001 год					
1.	Амарант + клевер	10,17	2,22	12,39	0,56
2.	Амарант + люцерна	9,49	2,07	11,56	0,61
3.	Амарант + лядвенец	9,71	1,99	11,70	0,60
4.	Амарант + донник	11,90	2,58	14,48	0,50
5.	Амарант + вязель	9,03	1,70	10,73	0,63
	НСР ₀₅			0,12	
2002 год					
1.	Амарант + клевер	10,93	2,97	13,90	0,56
2.	Амарант + люцерна	10,22	2,53	12,75	0,53
3.	Амарант + лядвенец	10,36	2,49	12,85	0,53
4.	Амарант + донник	12,33	3,06	15,39	0,48
5.	Амарант + вязель	9,51	2,23	11,74	0,55
	НСР ₀₅			0,09	
2003 год					
1.	Амарант + клевер	10,55	2,52	13,07	0,56
2.	Амарант + люцерна	9,87	2,24	12,11	0,53
3.	Амарант + лядвенец	9,93	2,24	12,17	0,52
4.	Амарант + донник	12,01	2,85	14,86	0,48
5.	Амарант + вязель	9,27	1,86	11,13	0,56
	НСР ₀₅			0,05	
в среднем за 3 года					
1.	Амарант + клевер	10,55	2,57	13,12	0,56
2.	Амарант + люцерна	9,86	2,28	12,14	0,55
3.	Амарант + лядвенец	10,00	2,24	12,24	0,54
4.	Амарант + донник	12,08	2,83	14,91	0,49
5.	Амарант + вязель	9,27	1,93	11,20	0,57

При этом коэффициент пожнивно-корневых остатков в среднем за три года коррелировал согласно полученному урожаю зеленой массы и накопленной массе корневых и стерневых остатков. Варианты с максимальными показателями этих величин имели меньший коэффициент пожнивно-корневых остатков – от 0,49 (амарант+донник) до 0,57 (амарант+вязель).

В 2003 году накопление корневых и стерневых остатков бинарными посевами было аналогичным накоплению таковых одновидовыми посевами, то есть их масса уступала органическим остаткам 2002 года, но превышала массу корневых и стерневых остатков 2001 года.

Проведя анализ средних показателей трех агроклиматических районов республики за три года, можно отметить явное преимущество накопленных корневых и стерневых остатков в III агроклиматическом районе. Преимущество было у варианта с посевами донника желтого, где максимальное значение 11,67 т/га превышало этот вариант на 0,4 т/га II агрорайон, и на 1,2 т/га IV агроклиматический район (рис. 25).

Кроме посевов донника желтого высокие показатели накопления органического вещества в почве были под посевами амаранта, клевера и люцерны. Амарант III агроклиматического района превзошел соответственно на 1,02 т/га другие два района; клевер – на 1,15 и 1,25 т/га; люцерна – на 1,38 и 1,54 т/га соответственно II и IV агрорайоны. Минимальное количество стерневых и корневых остатков накапливали вязель и лядвенец рогатый – 4,62...5,67 и 4,32...5,17 соответственно.

Смешанные посевы бобовых трав и амаранта в среднем за три года накапливали корневых и стерневых остатков во II агроклиматическом районе от 13,42 до 18,35 т/га; в III агрорайоне от 14,23 до 18,06 т/га; в IV агрорайоне от 11,2 до 14,91 т/га (рис. 26).

Сравнивая агроклиматические районы, можно отметить довольно высокие значения массы корневых и стерневых остатков амаранта с донником, люцерной и клевером.

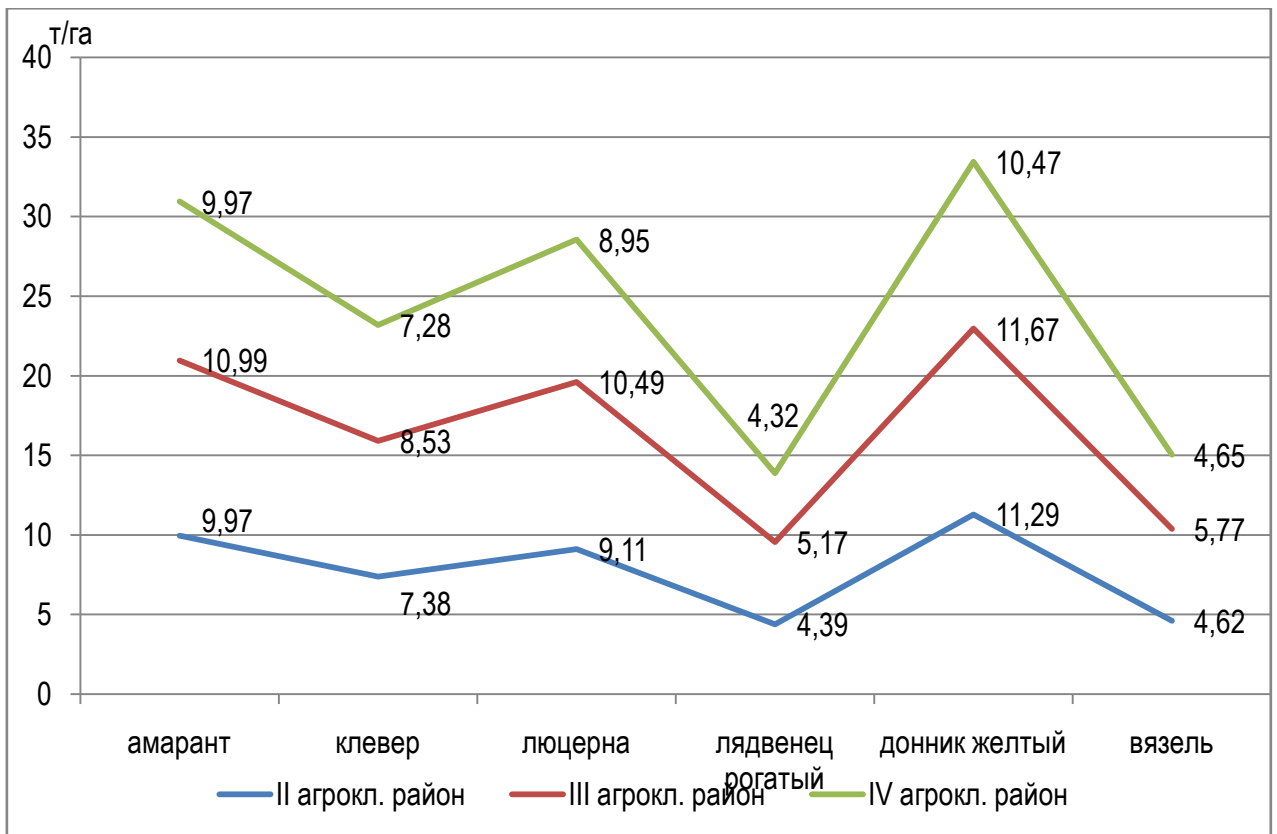


Рис. 25. Масса корневых и стерневых остатков одновидовых посевов бобовых трав и амаранта в среднем за три года, т/га

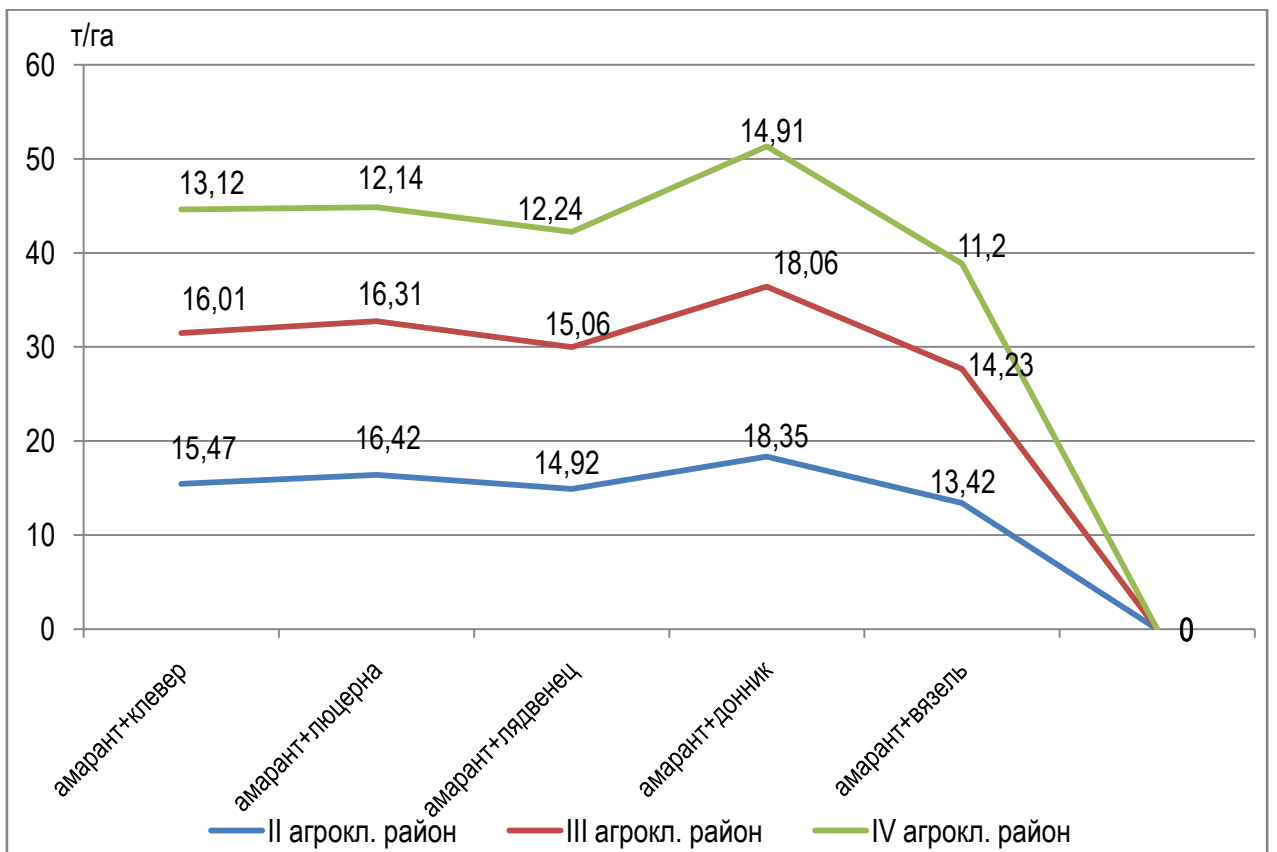


Рис. 26. Масса корневых и стерневых остатков смешанных посевов бобовых трав и амаранта в среднем за три года, т/га

При этом если в одинарных посевах эти культуры достигали максимальных значений в III агроклиматическом районе, то в бинарных посевах бобовые компоненты люцерна и донник позволили превзойти аналогичные варианты этого агрорайона во II агроклиматическом районе. Разница составила 0,11 т/га – амарант + люцерна и 0,29 т/га амарант + донник желтый.

В контрольном варианте (амарант + вязель) соответственно по агрорайонам масса корневых и стерневых остатков варьировала от 11,2 до 14,23 т/га. Минимальное количество было накоплено в IV агроклиматическом районе.

Лучший вариант (амарант + донник желтый) на 4,93; 3,83 и 3,73 т/га превышал контрольный соответственно по II, III и IV агроклиматическим районам.

В среднем за 3 года исследований бинарные посева амаранта с бобовыми травами были более продуктивными одновидовых посевов амаранта и бобовых трав. Они значительно сильнее обогащали почву органическим веществом, чем одновидовые посева этих трав.

Для II и III агроклиматических районов лучшими бобовыми компонентами для амаранта были культуры донника желтого и люцерны и клевера, а для IV – культуры донник желтого и клевера.

5.2 Поступление питательных элементов в почву с органическими остатками амаранта и бобовых трав

Непосредственным и основным источником органических веществ почвы в агроценозах являются растительные остатки (стерневые, корневые). В агроландшафтах поступление растительных остатков в почву изменяется в широких пределах – от 2,8 до 11,9 т/га и сильно зависит от возделываемых культур и условий выращивания (Кирюшкин В.И. и др., 1993; Лошаков В.Г., 2003). При этом большое значение имеет и качество поступающих органических остатков. По многочисленным и многолетним данным

исследователей научных учреждений и вузов России по объему накопления органического вещества полевыми культурами, было установлено, что многолетние бобовые травы можно расположить на первом месте (Морозов В.И. и др., 2003; Лошаков В.Г., 1991; Зинченко Б.С., 1979).

Снижение плодородия черноземов можно предотвратить, вводя в севообороты бобовые культуры, в частности, травы, и другие источники органических веществ.

При этом наиболее сильное воздействие на почву оказывают многолетние бобовые травы (люцерна, клевер, донник и др.). Они одну только корневую массу накапливают до 7-10 т/га воздушно-сухого вещества, что в 2-4 раза больше, чем у однолетних растений.

Путем введения в севооборот бобовых трав можно достичь положительного баланса питательных веществ и обогатить почву биологическим азотом.

В условиях РСО-Алания многолетние бобовые травы могут вовлекать в биологический круговорот значительное количество симбиотически связанного азота: клевер, люцерна и донник первого года пользования от 180 до 200 кг/га. Кроме того, многолетние травы могут выполнять и роль восстановителей почвенного плодородия, если они широко используются, своевременно распахиваются и пополняют почву органикой (Козырев А.Х., 2009; Алборова П.В., 2012; Доев Д.Н., 2017).

Важный показатель качества органического вещества, попадающего в почву – содержание в нем питательных веществ и углерода (Юмашев Н.П., Трунов И.А., Полтинин А.П., Дубовик В.А., 2008).

Для сохранения плодородия почвы и обеспечения стабильной урожайности сельскохозяйственных культур в условиях недостаточного применения органических удобрений целесообразно использовать природные биологические средства. Наиболее простыми в применении и малозатратными являются чистые посевы бобовых трав и смешанные их посевы с мятликовыми культурами.

Важное место в решении этого вопроса отводится поливидовым посевам многолетних трав, как наиболее устойчивой форме существования агрофитоценозов, способного при изменении условий внешней среды длительное время сохранять высокую продуктивность. Преимущество смешанных посевов перед одновидовыми заключается в более эффективном использовании ФАР на формирование урожая, сохранении и повышении плодородия почвы (Фарниев А.Т., Калицева Д.Т., Сабанова А.А., 2011; Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Невежин С.Ю., 2014; Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., 2020, 2022).

Солнечную энергию растения в смешанных посевах используют более равномерно благодаря различию по форме, размерам и расположению их листьев в пространстве. При этом улучшаются физико-химические свойства почвы под смешанными посевами бобовых и злаковых трав, активнее развивается микрофлора почвы, уменьшается количество вредных грибов, бактерий и насекомых в почве, значительно больше накапливается корневых и стерневых остатков (Образцов В.Н., Щедрина Д.И., Дмитриева О.В., 2008; Фарниев А.Т., Козырев А.Х., Сабанова А.А., 2015).

При недостатке притока факторов жизни, например, влаги при засухе или света при чрезмерном загущении и неправильном соотношении компонентов смесей происходит их угнетение. Однако недобор урожая одного компонента компенсируется устойчивой продуктивностью другого, так как на изменения условий внешней среды они реагируют по-разному. Это обуславливает экологическую гибкость смешанных посевов, создается саморегулирующая система (Сабанова А.А. и др., 2015).

Основным критерием оценки почвенного плодородия служат содержание и запасы органического вещества в почвах, а в последние годы они все больше рассматриваются с точки зрения устойчивости почв как компонента биосферы.

В результате проведенных исследований в трех агроклиматических зонах РСО-Алания было установлено, что под влиянием меняющихся

метеорологических условий по годам исследований, бобового компонента в смешанных посевах трав, изменялось и количество органического вещества, накапливаемого в почве, а, соответственно, и количество попадающих в нее питательных элементов.

Так, во II агроклиматическом районе в период исследований 2014–2016 г.г. масса корневых и стерневых остатков в одновидовых посевах трав колебалась: в 2014 году с 4,32 т/га (лядвенец) до 11,65 т/га (донник); в 2015 году с 3,87 т/га (лядвенец) до 9,53 т/га (донник) и в 2016 году с 4,99 т/га (лядвенец) до 12,69 т/га (донник) (табл. 72).

Количество азота, поступающего в почву после одновидовых посевов трав, значительно изменялось по годам исследований. Так в 2014 году содержание его в органических остатках одновидовых посевов составило: в контроле (лядвенец рогатый) – 77,8 кг/га; меньше амаранта – на 29,3 кг/га; больше: клевера – на 96,3 кг/га, люцерны – на 144,9 кг/га, донника – на 155,2 кг/га и вязеля – на 24,1 кг/га.

Наибольшее количество азота с корневыми и стерневыми остатками в почву поступало в 2016 году, что превышало поступление минимального количества органического вещества в 2015 году в: 1,3 раза после амаранта; 1,2 раза после клевера; 1,4 раза после люцерны; 1,3 раза после лядвенца, донника и вязеля.

Следовательно, почва обогащалась азотом органических остатков в среднем за 3 года исследований: амаранта на 49,8; клевера – 169,7; люцерны – 218,4; лядвенца – 79,1; донника – 225,8 и вязеля – на 97,0 кг/га.

В органических остатках чистых посевов бобовых и мятликовых трав содержание фосфора было значительно меньше, чем азота. Оно колебалось в 2014 год с 21,3 кг/га (амарант) до 41,9 кг/га (донник), в 2015 с 19,2 кг/га (амарант) до 34,3 кг/га (донник) и в 2016 году с 24,2 кг/га (клевер) до 45,7 кг/га (донник).

В среднем за 3 года наибольшее количество фосфора поступало в почву с органическими остатками донника – 40,6 и люцерны – 30,9.

Таблица 72 – Содержание питательных элементов в органических остатках
одинарных посевов амаранта и бобовых трав – II агроклиматический район

№	Культура	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Азот, кг/га	Фосфор, кг/га	Калий, кг/га	Кальций, кг/га
2014 год						
1.	Амарант	9,70	48,5	21,3	77,6	87,3
2.	Клевер	7,57	174,1	22,7	98,4	90,8
3.	Люцерна	9,28	222,7	31,6	120,6	102,1
4.	Лядвенец рогатый	4,32	77,8	21,6	58,3	56,2
5.	Донник желтый	11,65	233,0	41,9	144,5	163,1
6.	Вязель	4,85	101,9	24,3	66,4	58,2
2015 год						
1.	Амарант	8,74	43,7	19,2	69,9	78,7
2.	Клевер	6,49	149,3	19,5	84,4	77,9
3.	Люцерна	7,66	183,4	26,0	99,6	84,3
4.	Лядвенец рогатый	3,87	69,7	19,4	52,2	50,3
5.	Донник желтый	9,53	190,6	34,3	118,2	133,4
6.	Вязель	3,89	81,7	19,4	53,3	46,7
2016 год						
1.	Амарант	11,46	57,3	25,2	91,7	103,1
2.	Клевер	8,07	185,6	24,2	104,9	96,8
3.	Люцерна	10,38	249,1	35,3	135,0	114,2
4.	Лядвенец рогатый	4,99	89,8	24,9	67,4	64,9
5.	Донник желтый	12,69	253,8	45,7	157,3	177,6
6.	Вязель	5,11	107,3	25,6	70,0	61,3
В среднем за 3 года						
1.	Амарант	9,97	49,8	21,9	79,7	89,7
2.	Клевер	7,38	169,7	22,1	95,9	88,5
3.	Люцерна	9,11	218,4	30,9	118,4	100,2
4.	Лядвенец рогатый	4,39	79,1	21,9	59,3	57,1
5.	Донник желтый	11,29	225,8	40,6	140,0	158,0
6.	Вязель	4,62	97,0	23,1	63,2	55,4

Калия в органических остатках чистых посевов трав содержалось в 2-3 раза больше, чем фосфора. Поэтому его содержание колебалось с 58,3 кг/га (лядвенец) до 144,5 кг/га (донник) в 2014 году; с 52,2 кг/га до 118,2 кг/га в 2015 году и с 67,4 кг/га до 157,3 кг/га в 2016 году соответственно. Больше в почву калия поступало в среднем за 3 года с органическими остатками донника – 140,0 и люцерны – 118,4.

Больше кальция поступало в почву в среднем за 3 года с органическими остатками донника – 158,0 кг/га, люцерны – 100,2 кг/га и амаранта – 89,7 кг/га. Следовательно, влагообеспеченность в годы исследований и вид травы определяют массу органических остатков, поступающих в почву и содержание в них питательных элементов.

При возделывании смешанных посевов амаранта с разными видами бобовых трав нами установлено, что такие агрофитоценозы по количеству органических остатков существенно превосходят чистые посевы амаранта и бобовых трав. Это объясняется положительным влиянием бобового компонента на мятликовый и улучшением азотного питания растений при правильном подборе бобового растения в качестве компонента амаранту.

Так, по количеству оставляемых органических веществ в почве в среднем за три года (табл. 73) смешанные посевы: амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец, амарант + донник и амарант + вязель существенно превосходят чистые посевы бобовых трав: клевера на 8,09; люцерны – 7,31; лядвенца – 10,53; донника – 7,06 и вязаля на 8,80 т/га и чистые посевы амаранта на: 5,50; 6,45; 4,95; 8,38 и 3,45 т/га.

Смешанные посевы трав аналогично чистым посевам реагировали на условия влажности. Содержание азота в органических остатках смешанных посевов: амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец, амарант + донник и амарант + вязель в 2014 году составило: 227,3; 339,0; 152,9; 291,0; 189,3 кг/га, что превышает содержание азота в органических остатках бобовых трав: клевера на 53,4; люцерны – на 116,3; лядвенца – 75,1; донника – 58,0 и вязаля на 87,4 кг/га.

Таблица 73 – Содержание питательных элементов в органических остатках смешанных посевов бобовых трав и амаранта – II агроклиматический район

№	Культура	Масса корн. и стерн. остатков, т/га	Азот, кг/га	Фосфор, кг/га	Калий, кг/га	Кальций, кг/га
2014 год						
1.	Амарант+клевер	15,15	227,3	45,5	212,1	166,7
2.	Амарант+люцерна	16,95	339,0	66,1	235,6	203,4
3.	Амарант+лядвенец	14,71	152,9	58,8	188,3	176,5
4.	Амарант+донник	19,40	291,0	75,7	232,8	291,0
5.	Амарант+вязель	14,56	189,3	58,2	182,0	189,3
2015 год						
1.	Амарант+клевер	14,90	223,5	44,7	208,6	163,9
2.	Амарант+люцерна	14,54	290,8	56,7	202,1	174,4
3.	Амарант+лядвенец	14,09	140,9	56,4	180,4	169,1
4.	Амарант+донник	14,44	216,6	56,3	173,3	216,6
5.	Амарант+вязель	10,79	140,3	43,2	134,9	140,3
2016 год						
1.	Амарант+клевер	16,39	245,7	49,1	229,3	180,2
2.	Амарант+люцерна	17,78	355,6	69,3	247,1	213,4
3.	Амарант+лядвенец	15,98	159,8	63,9	204,5	191,8
4.	Амарант+донник	21,22	318,3	82,8	254,6	318,3
5.	Амарант+вязель	14,93	194,1	59,7	186,6	194,1
В среднем за 3 года						
1.	Амарант+клевер	15,47	232,2	46,4	216,7	170,3
2.	Амарант+люцерна	16,42	328,5	64,0	228,3	197,1
3.	Амарант+лядвенец	14,92	151,2	59,7	191,1	179,0
4.	Амарант+донник	18,35	275,3	71,6	220,2	275,3
5.	Амарант+вязель	13,42	174,6	53,7	167,8	174,6

Аналогичную закономерность отмечали в 2015 и 2016 годах.

Во все годы исследований наибольшее количество азота содержалось в органических остатках посевов амарант + люцерна 290,8...355,6; амарант + донник 216,6...318,3 и амарант + клевер 223,5...245,7 кг/га. Это больше азота органических остатков чистых посевов: люцерны на 106,6...106,5; донника на 26,0...64,5; клевера на 74,2...60,1 кг/га и больше азота органических веществ чистых посевов амаранта на 246,3...298,3; 172,9...261,0; 179,8...188,4 кг/га, как следствие значительно большего объема корневых и стерневых остатков, оставляемых в почве смешанными посевами амаранта и бобовых трав.

По содержанию фосфора корневые и стерневые остатки смешанных посевов: амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец, амарант + донник и амарант + вязель значительно превосходили таковые чистых посевов бобовых на 22,8...37,2 кг/га. По годам исследований меньше фосфора содержалось в органических остатках в 2015 году от 43,2 кг/га (амарант + вязель) до 56,7 кг/га (амарант + люцерна), больше в 2016 году от 49,1 кг (амарант + клевер) до 82,8 кг/га (амарант + донник).

По средним данным за 3 года с корневыми и стерневыми остатками смешанных посевов почва обогащалась фосфором на 46,4; 64,0; 59,7; 71,6 и на 53,7 кг/га соответственно по вариантам.

Калия в корневых и стерневых остатках смешанных посевов содержалось значительно больше, чем в органических остатках чистых посевов. В 2014 году его содержание колебалось от 182,0 кг/га (вязель) до 235,6 кг/га (люцерна); в 2015 году от 134,9 кг/га (вязель) до 208,6 кг/га (клевер), а 2016 году от 186,6 кг/га (вязель) до 254,6 (донник).

Кальция в корневых и стерневых остатках смешанных посевов содержалось также значительно больше. В среднем за 3 года больше кальция содержали корневые и стерневые остатки амаранта + донника – 275,3 кг/га; амаранта + люцерны – 197,1 кг/га.

Следовательно, смешанные посева бобовых трав и амаранта сильнее

обогащают почву органическими остатками и питательными элементами.

По результатам исследований в III агроклиматическом районе было установлено, что преимущество бинарных посевов с бобовыми травами перед монокультурой одновидовых посевов также проявляется за счет симбиотического влияния бобового компонента на мятликовый. Таким образом, бобовые травы, улучшая условия азотного питания, роста и развития растений, повышали урожайность бинарных посевов с амарантом, количество оставляемых ими корневых и стерневых остатков, и, соответственно поступление питательных веществ в почву.

В среднем за годы исследований наибольшее количество корневых и стерневых остатков накапливалось после одновидового посева амаранта – 10,99 т/га, из бобовых – после донника желтого – 11,67, люцерны – 10,49 и клевера – 8,53 т/га (табл. 74).

Данные таблицы 68 свидетельствуют о том, что в среднем за 2011-2013 годы с корневыми и стержневыми остатками одновидовых посевов бобовых трав и амаранта в почву поступает органических веществ от 5,7 т/га (лядвенец рогатый) до 11,67 т/га (донник желтый), которые содержат азота от 54,9 кг/га (амарант) до 233,4 кг/га (донник желтый).

Объем поступивших в почву корневых и стерневых остатков значительно колебался по годам исследований, соответственно, изменялось и количество питательных элементов. Таким образом, в 2011 году содержание азота в органических остатках изменялось от 51,7 кг/га (амарант) до 249,0 кг/га (люцерна).

При сравнительной оценке бобовых трав можно отметить, что максимальное количество азота содержалось в корневых и стерневых остатках люцерны – 249,0 кг/га, немного меньше в органических остатках донника желтого 222,0 кг/га, меньше всего – в органических остатках лядвенца рогатого – 82,5 кг/га. Органические остатки клевера и вязеля рогатого также содержали значительные количества азота – 176,7 и 102,1 кг/га, соответственно.

Таблица 74– Содержание питательных элементов в органических остатках одновидовых посевов амаранта и бобовых трав –
III агроклиматический район

№	Культуры	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Азот, кг/га	Фосфор, кг/га	Калий, кг/га	Кальций, кг/га
2011 год						
1.	Амарант	10,34	51,7	22,7	82,7	93,1
2.	Клевер	7,60	176,7	22,8	98,8	91,2
3.	Люцерна	9,96	249,0	33,9	129,5	109,6
4.	Лядвенец рогатый	4,54	82,5	22,7	61,3	59,0
5.	Донник желтый	11,10	222,0	39,9	137,6	155,4
6.	Вязель	4,80	102,1	24,0	65,8	56,6
2012 год						
1.	Амарант	11,99	59,9	26,4	95,9	107,9
2.	Клевер	9,35	217,4	28,1	121,6	112,2
3.	Люцерна	10,98	274,5	37,3	142,7	120,8
4.	Лядвенец рогатый	5,91	107,4	29,6	79,8	76,8
5.	Донник желтый	12,51	250,2	45,0	155,1	175,1
6.	Вязель	6,81	144,8	34,1	93,2	80,3
2013 год						
1.	Амарант	10,66	53,3	23,5	85,3	95,9
2.	Клевер	8,64	200,9	25,9	112,3	103,7
3.	Люцерна	10,52	263,3	35,8	136,8	115,7
4.	Лядвенец рогатый	5,05	91,8	25,2	68,2	65,6
5.	Донник желтый	11,40	228,0	41,0	141,4	159,6
6.	Вязель	5,72	121,2	28,6	78,4	67,5
В среднем за 3 года						
1.	Амарант	10,99	54,9	24,2	87,9	98,9
2.	Клевер	8,53	198,3	25,6	110,9	102,4
3.	Люцерна	10,49	262,2	35,7	136,3	115,3
4.	Лядвенец рогатый	5,17	93,9	25,8	69,8	67,1
5.	Донник желтый	11,67	233,4	41,9	144,7	163,3
6.	Вязель	5,77	122,7	28,9	79,1	68,1

В 2012 году в почву поступало больше органических веществ и содержание азота, поступившего в почву, повысилось в одинарных посевах: амаранта на 8,2 кг/га; клевера – 40,7; люцерны – 25,5; лядвенца рогатого – 24,9; донника желтого – 28,2; вяза на 42,7 кг/га по сравнению с 2011 годом.

Продуктивность бинарных посевов бобовых и мятликовых культур, в том числе и количество оставляемых на поле корневых и стерневых остатков, зависит от многих факторов, но определяется правильным подбором видов растений в качестве компонентов, количеством и соотношением компонентов, а также уровнем минерального питания.

Подбирая компонент из многолетних бобовых трав к амаранту, для создания высокопродуктивных бинарных агрофитоценозов мы установили, что количество корневых и стерневых остатков после бинарных посевов амаранта и бобовых трав значительно превосходит таковые после одновидовых посевов бобовых трав.

В среднем за 3 года исследований наибольшее количество корневых и стерневых остатков после себя оставляли бинарные посевы донника, люцерны и клевера с амарантом – 18,06; 16,31 и 16,01 т/га соответственно.

В 2013 году с органическими остатками одновидовых посевов в почву азота поступало больше, чем в 2011 году, но несколько меньше, чем в 2012 году. Так, содержание азота снизилось в органическом веществе одновидовых посевов: амаранта на 6,6 кг/га; клевера – 16,5; люцерны – 11,2; лядвенца рогатого – 15,6; донника желтого – 22,2 и вяза на 23,6 кг/га по сравнению с 2012 годом, что связано с худшими условиями влажности почвы.

В среднем за 3 года наибольшее количество азота накопилось в органических остатках одновидовых посевов люцерны – 262,2 кг/га, донника желтого – 233,4 и клевера 198,3 кг/га.

В корневых и стерневых остатках одновидовых посевах фосфора содержалось значительно меньше, чем азота. В 2011 году его содержание колебалось от 22,7 кг/га (лядвенец рогатый) до 39,9 кг/га (донник желтый),

что на 59,8 и 182,1 кг/га соответственно, меньше содержания азота. В 2012 году содержание фосфора, аналогично содержанию азота повысилось по сравнению с 2011 годом: в органических остатках амаранта на 3,7 кг/га, клевера – 5,3; люцерна – 3,4; лядвенца рогатого – 6,9; донника желтого – 5,1; вязеля – 10,1 кг/га. В 2013 году его содержание в органических остатках было меньше, чем в 2012 году: амаранта на 2,9 кг/га, клевера – 2,2; люцерны – 1,5; лядвенца рогатого – 4,4; донника желтого – 4,0 и вязеля на 5,5 кг/га.

В среднем за 3 года исследований с органическими остатками больше фосфора поступало в почву после одновидовых посевов: донника желтого – 41,9 кг/га и люцерны – 35,7 кг/га, значительно меньше поступало его с органическими остатками амаранта – 24,2 кг/га; клевера – 25,6; лядвенца рогатого – 25,8 и вязеля – 28,9 кг/га.

В органических остатках одновидовых посевов калия содержалось значительно больше, чем фосфора. В 2011 году колебания этого элемента составили от 61,3 кг/га (лядвенец рогатый) до 137,6 кг/га (донник желтый). Корневые и стерневые остатки клевера и люцерны содержали калия 98,8 кг/га и 129,5 кг/га соответственно, что значительно превышало его содержание в органических остатках лядвенца рогатого – 61,3 кг/га и вязеля – 65,8 кг/га.

2012 год был более благоприятным по влагообеспеченности, что отразилось на содержании калия, азота и фосфора в органических остатках бобовых культур по сравнению с 2011 годом. Изменения колебались в пределах 79,8 кг/га (лядвенец) – 155,1 кг/га (донник), что превышало их содержание на 18,5-17,5 кг/га в 2011 году. Содержание калия было больше в органических остатках одновидовых посевов амаранта, клевера, люцерны и вязеля на 13,2; 22,8; 13,2 и 27,4 кг/га соответственно, сравнивая с 2011 годом. В 2013 году содержание калия в органических остатках было больше, чем в 2011 году, но меньше, чем в 2012 году: на 10,6 кг/га амаранта, 9,3 – клевера; 5,9 – люцерны; 11,6 – лядвенца рогатого; 13,7 – донника желтого и на 14,8 кг/га – вязеля.

Средние данные за три года исследований показали, что содержание калия в органических остатках одновидовых посевов варьировало от 69,8 (лядвенец) до 144,7 кг/га (донник), и это значительно больше содержания фосфора. Органические остатки одновидовых посевов бобовых культур содержали калия больше, чем фосфора на 63,7 кг/га – амарант, 85,3 – клевер; 100,6 – люцерна; 44,0 – лядвенец рогатый; 102,8 – донник желтый и 50,2 кг/га – вязель.

В органических остатках одновидовых посевах бобовых трав кальция накапливалось значительно меньше, чем калия. Исключение составили одновидовые посевы амаранта и донника, где кальция накапливалось в среднем за 3 года на 11,0 и 18,6 кг/га больше, чем калия. Если в 2011 году содержание кальция колебалось от 56,6 кг/га (вязель) до 155,4 кг/га (донник желтый), то в 2012 году в органических остатках кальция содержалось значительно больше, чем в 2011 году.

В среднем за 3 года наибольшее количество кальция содержалось 163,3 кг/га в органических остатках одновидовых посевах донника желтого, меньше его накапливалось в одновидовых посевах лядвенца рогатого 67,1 кг/га.

Бинарные посевы: амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец, амарант + донник и амарант + вязель значительно превосходят по количеству оставляемых органических веществ в почве одинарные посевы амаранта на: 5,11; 5,32; 4,07; 7,07 и 3,24 т/га соответственно и бобовых трав: клевера на 7,48; люцерны – 5,82; лядвенца – 9,89; донника – 6,39 и вязаля на 8,46 т/га.

Бинарные посевы исследуемых бобовых культур с амарантом превышали одновидовые посевы этих трав как по массе оставляемых корневых и стерневых остатков, так и по количеству содержащихся в них питательных веществ.

Если в органических остатках бинарных посевов 2011 года содержание азота варьировало от 148,2 кг/га (амарант + лядвенец) до 301,4 кг/га (амарант

+ люцерна), то превышение этого элемента в органических остатках одновидовых посевов этих бобовых культур составило 65,7 и 52,4 кг/га соответственно (табл. 75).

По годам исследований больше азота содержалось в органических остатках бинарных посевов 2012 года. Так, бинарные посевы: амарант + клевер содержали на 34,5; амарант + люцерна – 45,2; амарант + лядвенец – 21,0; амарант + донник – 33,4 и амарант + вязель – 26,1 кг/га больше, чем в 2011 году.

В среднем за 3 года в органических остатках бинарных посевов амаранта с бобовыми травами накопилось азота на 185,3; 271,3; 103,2; 216,0 и 130,1 кг/га больше, чем в органических остатках одновидового посева амаранта.

При сравнении количества накопленного азота бинарными посевами с накоплением его одновидовыми посевами бобовых трав, также отмечается преимущество первых.

Так, органические остатки бинарных посевов: амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец, амарант + донник и амарант + вязель содержали азота на 41,9; 64,0; 64,2; 37,5 и 62,3 кг/га больше по сравнению с одновидовыми посевами клевера, люцерны, лядвенца, донника и вязаля, что следует объяснить значительно большим объемом органических остатков, оставляемых в почве бинарными посевами бобовых трав и амаранта.

Аналогичная закономерность нами установлена и по содержанию фосфора в органических остатках бинарных посевов.

Во все годы исследований по содержанию фосфора органическое вещество бинарных посевов амаранта и бобовых трав превосходили одновидовые посевы его: 2011 год – амарант + клевер на 21,8; амарант + люцерна на 36,1; амарант + лядвенец на 33,7; амарант + донник на 44,5 и амарант + вязель на 30,2 кг/га. В 2012 году превышение составило 24,9; 41,2; 38,0; 49,8 и 34,5 кг/га соответственно по вариантам.

Таблица 75– Содержание питательных элементов в органических остатках смешанных посевов амаранта и бобовых трав –
III агроклиматический район

№	Культуры	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Азот, кг/га	Фосфор, кг/га	Калий, кг/га	Кальций, кг/га
2011 год						
1.	Амарант + клевер	14,82	222,3	44,5	207,5	163,0
2.	Амарант + люцерна	15,07	301,4	58,8	210,9	179,3
3.	Амарант + лядвенец	14,12	148,2	56,4	180,7	168,0
4.	Амарант + донник	16,82	252,3	67,2	201,8	240,9
5.	Амарант + вязель	13,22	171,9	52,9	165,3	171,8
2012 год						
1.	Амарант + клевер	17,12	256,8	51,3	239,6	188,3
2.	Амарант + люцерна	17,33	346,6	67,6	242,6	206,2
3.	Амарант + лядвенец	16,11	169,2	64,4	206,2	191,7
4.	Амарант + донник	19,05	285,7	76,2	228,6	281,9
5.	Амарант + вязель	15,23	198,0	60,9	190,4	198,0
2013 год						
1.	Амарант + клевер	16,09	241,4	48,3	225,3	177,0
2.	Амарант + люцерна	16,53	330,6	64,5	231,4	196,7
3.	Амарант + лядвенец	14,96	157,1	59,8	191,5	178,0
4.	Амарант + донник	18,31	274,7	73,2	219,7	270,9
5.	Амарант + вязель	14,24	185,1	57,0	178,0	185,1
В среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	16,01	240,2	48,0	224,1	176,1
2.	Амарант + люцерна	16,31	326,2	63,6	228,3	194,0
3.	Амарант + лядвенец	15,06	158,1	60,2	192,8	179,2
4.	Амарант + донник	18,06	270,9	72,2	216,7	264,6
5.	Амарант + вязель	14,23	185,0	56,9	177,9	184,9

Также как и азота в 2012 году фосфора содержалось больше в корневых и стерневых остатках бинарных посевов, чем одновидовых. Это объясняется более оптимальными условиями увлажнения данного года исследований, где минерализация органических остатков в почве протекала более интенсивно и способствовала накоплению большего количества фосфора.

Средние показатели за 3 года исследований свидетельствуют о большем накоплении фосфора в органическом веществе бинарных посевов амаранта с люцерной, лядвенцем и донником – 63,6; 60,2 и 72,2 кг/га соответственно, значительно меньше – под посевами амаранта с клевером и вязелем – 48,0 и 56,9 кг/га соответственно.

Калия содержалось в органических остатках бинарных посевов аналогично азоту и фосфору. Бинарные посева по данному показателю превышали одновидовые. Таким образом, в среднем за 3 года в органическом веществе его содержалось от 177,9 кг/га (амарант + вязель) до 228,3 кг/га (амарант + люцерна) в корневых и стерневых остатках бинарных посевов и всего 79,1 и 136,3 кг/га соответственно в органическом веществе одновидовых посевов вязаля и люцерны.

Сравнивая количество кальция в органическом веществе бинарных и одновидовых посевов бобовых трав, было установлено, что первые превосходили вторые. Так в 2011 году органические остатки посева амарант + лядвенец и амарант + вязель содержали в 2,8 и 3,0 раза больше кальция, чем органическое вещество одновидовых посевов лядвенца и вязаля в 2012 году – в 2,5 и 2,5 раза и в 2013 году – в 2,7 и 2,7 раза соответственно. Только органическое вещество бинарных посевов амаранта с донником и вязалем в среднем за 3 года содержало кальция больше, чем калия на 47,9 и 7,0 кг/га соответственно. Бинарные же посева амаранта с клевером, люцерной и лядвенцем содержали кальция меньше, чем калия на 48,0; 34,3 и 13,6 кг/га соответственно.

Следовательно, повышенной средообразующей способностью и продуктивностью в предгорной зоне РСО-Алания отличаются бинарные

посевы амарант + донник, амарант + люцерна и амарант + клевер.

Результаты проведенных нами исследований в IV агроклиматическом районе свидетельствуют о том, что бобовые травы в смешанных посевах с амарантом образуют значительно большую зеленую массу, чем в чистых посевах. Это следует объяснить лучшей обеспеченностью факторами жизнедеятельности в силу большего пространственного и временного объема среды, из которой мобилизуются эти факторы.

В среднем за годы исследований наибольшее количество корневых и стерневых остатков накапливалось в почве после амаранта – 9,97 т/га, из бобовых – после донника желтого – 10,47, люцерны – 8,95 и клевера – 7,28 т/га (табл. 76).

Данные таблицы 70 показывают, что в среднем за 3 года с корневыми и стерневыми остатками чистых посевов бобовых трав и амаранта в почву поступает органических веществ от 4,32 т/га (лядвенец рогатый) до 10,47 т/га (донник желтый), которые содержат азота от 49,8 кг/га (амарант) до 206,2 кг/га (донник желтый).

Анализируя полученные данные по годам исследований следует отметить, что количество поступающих в почву корневых и стерневых остатков значительно колебалось, соответственно, колебалось и количество питательных элементов. Так, в 2001 году содержание азота в органических остатках изменялось от 46,4 кг/га (амарант) до 198,4 кг/га (люцерна). Из бобовых трав больше азота содержалось в корневых и стерневых остатках люцерны – 198,4 кг/га, наименьшее – в органических остатках лядвенца рогатого – 67,7 кг/га. Органические остатки клевера и донника желтого содержали значительные количества азота – 154,3 и 196,2 кг/га соответственно.

В 2002 году содержание азота, поступившего в почву повысилось в посевах: амаранта на 6,8 кг/га; клевера – 28,3; люцерны – 38,0; лядвенца рогатого – 21,6; донника желтого – 22,6; вязеля на 29,0 кг/га по сравнению с 2001 годом.

Таблица 76 – Содержание питательных элементов в органических остатках
одинарных посевов амаранта и бобовых трав –IV агроклиматический район

№	Культуры	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Азот, кг/га	Фосфор, кг/га	Калий, кг/га	Кальций, кг/га
2001 г.						
1.	Амарант	9,28	46,4	20,4	74,2	83,5
2.	Клевер	6,71	154,3	20,1	87,2	80,5
3.	Люцерна	8,13	198,4	27,6	106,1	89,4
4.	Лядвенец рогатый	3,76	67,7	18,8	50,7	48,9
5.	Донник желтый	9,96	196,2	36,8	123,5	139,4
6.	Вязель	3,99	83,8	20,0	54,7	47,1
2002 г.						
1.	Амарант	10,64	53,2	23,4	85,1	95,7
2.	Клевер	7,94	182,6	23,8	103,2	95,3
3.	Люцерна	9,69	236,4	34,9	125,9	106,6
4.	Лядвенец рогатый	4,96	89,3	24,8	66,9	64,5
5.	Донник желтый	11,01	216,8	40,7	136,5	154,1
6.	Вязель	5,37	112,8	26,9	73,6	63,4
2003 г.						
1.	Амарант	9,99	50,0	22,1	80,0	90,1
2.	Клевер	7,19	165,4	21,6	93,5	86,3
3.	Люцерна	9,03	220,3	30,7	117,4	99,3
4.	Лядвенец рогатый	4,24	76,3	21,2	57,3	55,1
5.	Донник желтый	10,44	205,7	38,6	129,4	146,2
6.	Вязель	4,59	96,4	23,0	62,9	54,2
в среднем за 3 года						
1.	Амарант	9,97	49,8	21,9	79,8	89,7
2.	Клевер	7,28	167,4	21,8	94,6	87,4
3.	Люцерна	8,95	218,4	31,1	116,5	89,4
4.	Лядвенец рогатый	4,32	77,8	21,6	58,3	56,2
5.	Донник желтый	10,47	206,2	38,7	127,4	147,1
6.	Вязель	4,65	97,7	23,3	63,7	54,9

В 2003 году содержание азота, поступившего в почву под посевами этих культур, было больше, чем в 2001 году, но несколько меньше, чем в 2002 году. Так, содержание азота снизилось под посевом: амаранта на 3,2 кг/га; клевера – 17,2; люцерны – 16,1; лядвенца рогатого – 13,0; донника желтого – 11,1 и вязеля на 16,4 кг/га.

В среднем за 3 года наибольшее количество азота в пожнивно-корневых остатках накопилось под посевами люцерны – 218,4 кг/га, донника желтого – 206,2 и клевера 167,4 кг/га.

Фосфора под травами содержалось значительно меньше, чем азота. Так, в 2001 году его содержание колебалось от 20,0 кг/га (вязель) до 36,8 кг/га (донник желтый), что на 63,4 и 159,4 кг/га соответственно, меньше содержания азота. В 2002 году содержание фосфора, также как и содержание азота, было больше, чем в 2001 году: под амарантом на 3 кг/га, клевером – 3,7; люцерной – 7,3; лядвенцем рогатым – 6,0; донником желтым – 3,9; вязелем – 6,9 кг/га. В 2003 году его содержание было меньше, чем 2002 году, под амарантом на 1,3 кг/га, клевером – 2,2; люцерной – 4,2; лядвенцем рогатым – 3,6; донником желтым – 2,1 и вязелем на 3,9 кг/га.

По-видимому, как на накопление органических остатков, так и на количество питательных веществ существенно влияют условия влагообеспеченности.

В среднем за 3 года исследований накапливалось больше фосфора с органическими остатками: люцерны – 31,1 кг/га и донника желтого – 38,7 кг/га, несколько меньше накопилось с остатками амаранта – 21,9 кг/га; клевера – 21,8; лядвенца рогатого – 21,6 и вязеля – 23,3 кг/га.

Калия содержалось в органических остатках значительно больше, чем фосфора. Так, в 2001 году его содержание колебалось от 50,7 кг/га (лядвенец рогатый) до 123,5 кг/га (донник желтый). Корневые и стерневые остатки клевера и люцерны содержали калия 87,2 и 106,1 кг/га соответственно, намного меньше его содержали органические остатки лядвенца рогатого – 50,7 кг/га и вязеля – 54,7 кг/га.

Анализируя данные 2002 года, следует отметить, что содержание калия в органических остатках, как и содержание азота и фосфора, было значительно больше, чем в 2001 году. Оно колебалось в пределах 66,9 кг/га (лядвенец) – 136,5 кг/га (донник). Это больше на 16,2...13,0 кг/га, чем в 2001 году. Больше калия содержалась и в органических остатках амаранта, клевера, люцерны и вязеля на 10,9 кг/га; 16,0; 19,8 и 18,9 кг/га, соответственно по сравнению с 2001 годом.

В 2003 году калия содержалось в органических остатках больше, чем в 2001 году, но меньше, чем в 2002 году: амаранта на 5,1 кг/га, клевера – 9,7; люцерны – 8,5; лядвенца рогатого – 9,6; донника желтого – 7,1 и вязеля на 10,7 кг/га.

В среднем за 3 года содержание калия в органических остатках колебалось от 58,3 (лядвенец) до 127,4 кг/га (донник), что значительно больше, чем содержание фосфора. Так, в органических остатках амаранта калия содержалось – в 3,6 раза, клевера – 4,3; люцерны – 3,7; лядвенца рогатого – 2,7; донника желтого – 3,3 и вязеля в 2,7 раза больше, чем содержание фосфора.

Кальция в корневых и стерневых остатках амаранта и бобовых трав накапливалось значительно меньше, чем калия. Исключение составили амарант и донник, где кальция накопилось в среднем за 3 года на 9,9 и 19,7 кг/га больше, чем калия. Так, в 2001 году содержание кальция колебалось от 47,1 (вязель) до 139,4 кг/га (донник желтый). В 2002 году под травами кальция также содержалось больше, чем в 2001 году.

В среднем за 3 года максимальное содержание кальция доходило до 147,1 кг/га (донник желтый), меньше всего его накапливалось после вязеля – 54,9 кг/га.

Следует отметить, что смешанные посевы изучаемых бобовых трав с амарантом значительно отличались от одновидовых посевов этих трав, как по количеству органических остатков, так и по количеству в них питательных веществ.

Так, в органических остатках смешанных посевов в 2001 году содержание азота колебалось от 122,9 кг/га (амарант + лядвенец) до 231,2 кг/га (амарант + люцерна). Это на 55,2 кг/га и 32,8 кг больше по сравнению с органическими остатками чистых посевов этих бобовых культур (табл. 77).

По годам исследований больше азота содержалось в органических остатках смешанных посевов 2002 года. Превышение составило под посевами: амарант + клевер на 22,6; амарант + люцерна – 23,8; амарант + лядвенец – 12,0; амарант + донник – 12,9 и амарант + вязель – 13,1 кг/га больше, чем в 2001 году.

В среднем за 3 года в органических остатках смешанных посевов амаранта с бобовыми травами накопилось азота на 147,0; 193,0; 78,7; 173,6 и 95,8 кг/га больше, чем под чистым посевом амаранта.

В то же время если сравнивать накопление азота смешанными посевами с его накоплением чистыми посевами бобовых трав, то также отмечается преимущество первых. Так, посева амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец, амарант + донник и амарант + вязель превысили накопление азота на 29,4; 24,4; 50,7; 17,2 и 47,9 кг/га соответственно по сравнению с чистыми посевами клевера, люцерны, лядвенца, донника и вязаля. Это следует объяснить большим объемом органических остатков, оставляемых смешанными посевами.

Аналогичную закономерность отмечали и по накоплению фосфора.

Во все годы исследований смешанные посева превосходили чистые посева амаранта по накоплению фосфора: в 2001 году на 16,8 (амарант + клевер) – 21,2 кг/га (амарант + донник), в 2002 году – 18,3 (амарант + клевер) – 38,1 кг/га (амарант + донник) и в 2003 году на 17,1 и 37,3 кг/га, соответственно.

Наибольшее количество фосфора в среднем за 3 года накапливалось под посевами амарант + люцерна, амарант + лядвенец и амарант + донник – 47,3; 49,8 и 59,6 кг/га соответственно, несколько меньше – под посевами амарант + клевер и амарант + вязель – 39,3 и 44,8 кг/га.

Таблица 77 – Содержание питательных элементов в органических остатках смешанных посевов бобовых трав и амаранта – IV агроклиматический район

№	Культуры	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Азот, кг/га	Фосфор, кг/га	Калий, кг/га	Кальций, кг/га
2001 г.						
1.	Амарант + клевер	12,39	185,9	37,2	173,5	136,3
2.	Амарант + люцерна	11,56	231,2	45,1	161,8	138,7
3.	Амарант + лядвенец	11,70	122,9	48,0	149,7	140,4
4.	Амарант + донник	14,48	217,2	58,0	173,8	214,3
5.	Амарант + вязель	10,73	139,5	42,9	134,1	139,5
2002 г.						
1.	Амарант + клевер	13,90	208,5	41,7	194,6	152,9
2.	Амарант + люцерна	12,75	255,0	49,7	178,5	153,0
3.	Амарант + лядвенец	12,85	134,9	52,7	164,4	154,2
4.	Амарант + донник	15,39	230,1	61,5	186,2	227,8
5.	Амарант + вязель	11,74	152,6	47,1	146,8	152,6
2003 г.						
1.	Амарант + клевер	13,07	196,1	39,2	183,1	143,8
2.	Амарант + люцерна	12,11	242,3	47,2	170,0	145,3
3.	Амарант + лядвенец	12,17	127,8	48,7	155,8	146,0
4.	Амарант + донник	14,86	223,0	59,4	179,8	220,0
5.	Амарант + вязель	11,13	144,7	44,5	139,1	144,7
в среднем за 3 года						
1.	Амарант + клевер	13,12	196,8	39,3	183,7	144,3
2.	Амарант + люцерна	12,14	242,8	47,3	170,1	145,7
3.	Амарант + лядвенец	12,24	128,5	49,8	156,6	146,9
4.	Амарант + донник	14,91	223,4	59,6	180,0	220,7
5.	Амарант + вязель	11,20	145,6	44,8	140,0	145,6

Следует отметить, что в 2002 году, более благоприятном по влажности почвы, фосфора накапливалось больше под смешанными посевами.

Накопление калия под смешанными посевами шло аналогично накоплению азота и фосфора. Во все годы исследований его накапливалось значительно больше под смешанными посевами, чем под чистыми посевами амаранта и бобовых трав. В среднем за 3 года калия накопилось в смешанных посевах от 140,0 до 183,7 кг/га, тогда как в одновидовых от 58,3 до 127,4 кг/га.

Сравнивая количество кальция, накопившегося под смешанными посевами и чистыми посевами бобовых трав, можно отметить, что его также больше накапливалось под первыми. Так, данный показатель под посевом амарант + лядвенец и амарант + вязель в 2001 году был больше в 2,8 и 2,9 раза, в 2002 году – в 2,3 и 2,4 раза и в 2003 году – в 2,6 и 2,7 раза соответственно, чем под чистыми посевами лядвенца и вязаля. Только посева амарант + донник и амарант + вязель накапливали кальция больше, чем калия в среднем за 3 года на 40,7 и 5,6 кг/га соответственно. По средним данным смешанные посева амарант + клевер, амарант + люцерна и амарант + лядвенец накапливали кальция меньше, чем калия на 39,4; 24,4 и 9,7 кг/га соответственно.

Следовательно, смешанные посева бобовых трав и амаранта значительно сильнее обогащают почву органическим веществом, чем чистые посева этих культур и лучше обогащают почву питательными веществами. При этом повышенной продуктивностью отличаются смешанные посева амарант + клевер, амарант + люцерна и амарант + донник.

Заключение по главе

Проведя анализ средних показателей трех агроклиматических районов республики по средообразующей роли посевов, можно отметить:

1. Явное преимущество по накоплению корневых и стерневых остатков имел III агроклиматический район. Преимущество было у варианта с

посевами донника желтого, где максимальное значение 11,67 т/га превышало этот вариант на 0,4 т/га во II агрорайоне, и на 1,2 т/га в IV агроклиматическом районе.

2. Сравнивая агроклиматические районы, можно отметить довольно высокие значения массы корневых и стерневых остатков амаранта с донником, люцерной и клевером. При этом если в одинарных посевах эти культуры достигали максимальных значений в III агроклиматическом районе, то в бинарных посевах бобовые компоненты люцерны и донник позволили превзойти аналогичные варианты этого агрорайона во II агроклиматическом районе. Разница составила 0,11 т/га – амарант + люцерна и 0,29 т/га амарант + донник желтый.

3. В среднем за годы исследований бинарные посева амаранта с бобовыми травами были более продуктивными одновидовых посевов амаранта и бобовых трав. Они значительно сильнее обогащали почву органическим веществом, чем одновидовые посева этих трав.

Для II и III агроклиматических районов лучшими бобовыми компонентами для амаранта были культуры донника желтого и люцерны и клевера, а для IV – культуры донник желтого и клевера.

4. Сравнивая накопление азота смешанными посевами с его накоплением чистыми посевами бобовых трав, то отмечается преимущество первых. Это следует объяснить большим объемом органических остатков, оставляемых смешанными посевами.

Аналогичная закономерность отмечается и по накоплению фосфора. Наибольшее количество фосфора накапливалось под посевами амарант + люцерна, амарант + лядвенец и амарант + донник, несколько меньше – под посевами амарант + клевер и амарант + вязель.

Накопление калия под смешанными посевами шло аналогично накоплению азота и фосфора. Во все годы исследований его накапливалось значительно больше под смешанными посевами, чем под чистыми посевами амаранта и бобовых трав.

Сравнивая количество кальция, накопившегося под смешанными посевами и чистыми посевами бобовых трав, можно отметить, что его также больше накапливалось под первыми.

Следовательно, смешанные посевы бобовых трав и амаранта значительно сильнее обогащают почву органическим веществом, чем чистые посевы этих культур и лучше обогащают почву питательными веществами. При этом повышенной продуктивностью отличаются смешанные посевы амарант + клевер, амарант + люцерна и амарант + донник.

Глава 6. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ТРАВ

Главной задачей XXI века должен быть плавный переход на генеральное направление развития сельского хозяйства, где усиливается тенденция приоритетного развития производства кормового белка. Решать такую проблему нужно за счет главных мировых растительных ресурсов, также в рационах должны гармонизировать средне- и высокопротеиновые корма, а с ростом продуктивности животных качество, энергетическая и белковая питательность кормов должна повышаться. В кормопроизводстве высокое значение имеет агроэнергетическая оценка. Благодаря ей, имеется возможность подбирать культуры с более высоким выходом ОЭ и наименьшими затратами совокупной энергии на получение кормов. В современных условиях нехватки энергетических средств такая оценка становится наиболее грамотной, в связи с тем, что только в единицах энергии можно оценить природные и экономические ресурсы и услуги. Применение энергетического подхода даёт возможность исследовать различные закономерности среди объектов сельскохозяйственных систем. Позволяет просматривать динамику влияния различных энергетических источников на характер агроэкосистем (Свирижев Ю.М., Денисенко Е.А., 1986).

Метод биоэнергетической оценки эффективности возделывания сельскохозяйственной культуры сводится к сравнению совокупных затрат энергии на производство продукции и количества энергии, получаемой с урожаем. Обобщающим показателем является биоэнергетический коэффициент (КПД посева), который рассчитывается как отношение валовой энергии, полученной с урожаем, к суммарным затратам. Технология возделывания считается эффективной, если данный коэффициент больше единицы (Посыпанов Г.С. Долгодворов В.Е., 1995; Новоселов Ю.К., Харьков Г.Д., Шпаков А.Е., 1989; Михайличенко Б.П., Переправо Н.И., Мергиевая В.Н., 1996).

Эффективность приема тем выше, чем меньше энергетические и экономические затраты на его выполнение и больше энергосодержание прибавки урожая.

Цель энергетического анализа состоит в оценке энергетической эффективности предприятия, выявлении максимально затратных технологий и поисков решений повышения рентабельности хозяйства. Для расчёта оценки используют такой термин, как коэффициент энергетической эффективности производства (КЭЭ). Он рассчитывается путём деления энергии, собранной в с.-х. продукции на энергию, потраченную на её получение. Данную оценку часто называют биоэнергетическим коэффициентом полезного действия (Новиков Ю.Ф., Базаров Е.И. и др., 1982; Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., 1995).

Важнейшим критерием, позволяющим достоверно определить затраты на производство сельскохозяйственной продукции, является ее энергоемкость. Для проведения энергетической оценки рекомендуемых мероприятий необходима система энергетических эквивалентов всех составляющих таких расчетов, в том числе конкретных технологических приемов, различных материальных ресурсов (удобрения, химические средства защиты растений, стимуляторы роста), используемых при применении конкретных технологий, а также видов получаемой продукции. При данном методе оценки учитываются как прямые затраты энергии, так и косвенные, используемые для производства конкретного вида продукции по данной (рекомендуемой) технологии, и ее содержание в конечном полученном продукте.

Данный метод получил широкое распространение и признание в мире как универсальный способ оценки потоков антропогенной энергии в агроэкосистемах, позволяющий все разнообразие живого и овеществленного труда выразить в единых показателях в соответствии с системой «Си» в джоулях (Дж), килоджоулях (кДж), мегаджоулях (мДж) (Васин В.Г., Толпейкин А.А., 2005).

Для определения энергозатрат мы составили технологическую карту, которая является основным документом для планирования технологических процессов и операций при возделывании сельскохозяйственных культур. Для определения энергетической эффективности отдельных агротехнических приемов из технологической карты взяли затраты на все виды работ.

Расход энергии на производство амаранта и бобовых трав складывается из: энергозатрат на семена, горюче-смазочные материалы, амортизационные отчисления на трактора, сельскохозяйственные машины и оборудование, авотранспорт, на капитальный и текущий ремонт, затрат на электроэнергию и живой труд.

Различия между затратами изучаемых вариантов незначительны и состоят из дополнительных затрат на уборку и перевозку более высокого урожая, соответственно и живой труд. Небольшие различия присутствовали и в затратах на семена, поскольку культуры различались нормой высева и соответственно стоимостью.

Рассчитав отдельные статьи энергозатрат в одинарных и бинарных посевах амаранта и бобовых трав, мы определили общие затраты энергии на производство продукции (табл. 78, 79).

Из таблицы 78 видно, что различия в совокупных затратах состояли в зависимости от агроклиматической зоны. Энергозатраты в чистых посевах амаранта, клевера, люцерны, лядвенца рогатого, донника желтого и вязеля были минимальными во II агроклиматической зоне и составили от 16,62 ГДж/га (лядвенец рогатый и вязель) до 17,75 ГДж/га (донник желтый). Максимальные затраты энергии получили в III агроклиматическом районе – 17,34...18,36 ГДж/га, что на 0,02...0,72 ГДж/га превышало II агрорайон. Энергозатраты IV агроклиматического района занимали промежуточное положение и превышали II агрорайон на 0,41...0,61 ГДж/га.

Анализируя структуру энергозатрат бинарных посевов амаранта и бобовых трав, можно отметить их превышение над одновидовыми посевами кормовых трав.

Таблица 78 – Структура энергозатрат на технологические приемы возделывания одновидовых посевов трав, ГДж/га
(в среднем за 3 года)

Показатели	II агроклиматический район						III агроклиматический район						IV агроклиматический район					
	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
Обработка почвы, посев, уборка	13,2	13,1	12,9	12,3	13,0	12,4	13,6	13,4	13,2	12,8	13,4	12,9	13,6	13,4	13,2	12,8	13,4	12,9
Семена	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,4
Живой труд	0,04	0,03	0,03	0,02	0,05	0,02	0,06	0,05	0,05	0,04	0,07	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,03
Транспортные расходы	4,1	3,9	4,0	3,9	4,4	3,8	4,3	4,1	4,2	4,1	4,6	4,0	4,2	4,0	4,1	4,0	4,5	3,9
ВСЕГО, ГДж/га	17,71	17,33	17,13	16,62	17,75	16,62	18,36	17,85	17,65	17,34	17,77	17,34	18,25	17,74	17,54	17,23	18,26	17,23

Таблица 79 – Структура энергозатрат на технологические приемы возделывания бинарных посевов трав, ГДж/га
(в среднем за 3 года)

Показатели	II агроклиматический район					III агроклиматический район					IV агроклиматический район				
	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
Обработка почвы, посев, уборка	13,3	13,1	13,0	13,6	12,5	13,7	13,8	13,5	14,1	13,2	13,5	13,3	13,4	13,8	13,0
Семена	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
Живой труд	0,04	0,03	0,02	0,05	0,03	0,06	0,05	0,04	0,07	0,05	0,05	0,04	0,03	0,06	0,04
Транспортные расходы	4,2	4,1	4,0	4,5	4,0	4,4	4,3	4,2	4,7	4,2	4,3	4,2	4,1	4,6	4,1
ВСЕГО, ГДж/га	18,04	17,73	17,62	18,75	17,03	18,66	18,65	18,34	19,47	17,95	18,35	18,04	18,13	19,06	17,64

Так, затраты энергии во II агроклиматическом районе колебались в пределах 17,62...18,75 ГДж/га. Минимальные затраты приходились на посевы амарант+лядвенец рогатый, максимальные – амарант+донник желтый. Это меньше на 0,62...0,92 ГДж/га энергозатрат III агроклиматического района и на 0,31...0,61 ГДж/га энергозатрат IV агрорайона.

Закономерность распределения затрат по культурам сохранилась в агроклиматических районах.

Энергосодержание урожая зависит от его величины и химического состава продукции – содержания жира, белка и углеводов. При расчете накопленной энергии с урожаем были использованы справочные данные по энергосодержанию углеводов – 16,72 ГДж/т, белков – 22,99 ГДж/т, жиров – 37,62 ГДж/т (Фарниев А.Т., Посыпанов Г.С., 1996).

Наибольшее количество энергии с урожаем во II агроклиматическом районе в чистых посевах амаранта и бобовых трав было получено в посевах донника желтого – 90,62 ГДж/га (табл. 80). Это превышало энергосодержание остальных культур на: 20,57 ГДж/га (амарант), 53,88 ГДж/га (клевер), 30,24 ГДж/га (люцерна), 59,19 ГДж/га (лядвенец рогатый) и 64,04 ГДж/га (вязель).

В смешанных посевах данного агрорайона энергосодержание урожая в 1,5...3,0 раза превышало одновидовые посевы. Среди бинарных посевов максимум энергии было получено в варианте амарант + донник желтый – 138,40 ГДж/га. На 35,46 ГДж/га и 33,57 ГДж/га было меньше в посевах амарант+клевер и амарант + люцерна. В других вариантах энергии было в 1,5...1,7 раз меньше, чем в лучшем.

Условия III агроклиматического района позволили получить значительно больше энергии с урожаем как одновидовых, так и бинарных посевов трав (табл. 81). Здесь складывалась немного иная динамика распределения накопившейся энергии. Максимальное количество было накоплено посевами донника – 102,47 ГДж/га.

Таблица 80 – Энергосодержание урожая одновидовых посевов трав, ГДж/га
 II агроклиматический район (в среднем за 2014-2016 г.г.)

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
Чистые посевы						
АСВ, т/га	4,42	2,34	3,84	1,55	5,77	1,71
Сбор белка, кг/га	782	332	714	231	900	227
Энергоемкость белка, ГДж	17,98	7,63	16,41	5,31	20,69	5,22
Сбор жира, кг/га	62	51	73	23	87	31
Энергоемкость жира, ГДж	2,33	1,92	2,75	8,65	3,27	1,17
Сбор углеводов, кг/га	2974,7	1626,3	2465,3	1044,7	3987,1	1207,3
Энергоемкость углеводов, ГДж	49,74	27,19	41,22	17,47	66,66	20,19
Общее энергосодер- жание, ГДж	70,05	36,74	60,38	31,43	90,62	26,58
Смешанные посевы						
Показатель	амарант + клевер	амарант + люцерна	амарант + лядвенец	амарант + донник	амарант + вязель	
АСВ, т/га	6,33	6,40	6,00	8,51	5,00	
Сбор белка, кг/га	1215	1337	966	1642	775	
Энергоемкость белка, ГДж	27,93	30,74	22,21	37,75	17,82	
Сбор жира, кг/га	171	186	140	221	145	
Энергоемкость жира, ГДж	6,43	7,0	5,27	8,31	5,46	
Сбор углеводов, кг/га	4101,8	4012,8	4044,0	5523,0	3365,0	
Энергоемкость углеводов, ГДж	68,58	67,09	67,62	92,34	56,26	
Общее энергосодер- жание, ГДж	102,94	104,83	95,10	138,40	79,54	

Таблица 81 – Энергосодержание урожая одновидовых посевов трав, ГДж/га
 III агроклиматический район (в среднем за 2011-2013 г.г.)

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
Чистые посевы						
АСВ, т/га	4,94	2,85	4,61	1,90	6,07	2,18
Сбор белка, кг/га	845	376	825	264	886	270
Энергоемкость белка, ГДж	19,43	8,64	18,97	6,07	20,37	6,21
Сбор жира, кг/га	84	88	115	46	140	57
Энергоемкость жира, ГДж	3,16	3,31	4,33	1,73	5,27	2,14
Сбор углеводов, кг/га	3512,3	2080,5	3217,8	1392,7	4595,0	1674,2
Энергоемкость углеводов, ГДж	58,73	34,79	53,80	23,29	76,83	27,99
Общее энергосодер- жание, ГДж	81,32	46,74	77,10	31,09	102,47	36,34
Смешанные посевы						
Показатель	амарант + клевер	амарант + люцерна	амарант + лядвенец	амарант + донник	амарант + вязель	
АСВ, т/га	6,64	6,49	6,19	8,68	5,47	
Сбор белка, кг/га	1208	1318	941	1580	793	
Энергоемкость белка, ГДж	27,77	30,30	21,63	36,32	18,23	
Сбор жира, кг/га	252	234	173	304	219	
Энергоемкость жира, ГДж	9,48	8,80	6,51	11,44	8,24	
Сбор углеводов, кг/га	4575,0	4400,2	4518,7	6067,3	3850,9	
Энергоемкость углеводов, ГДж	76,49	73,57	75,55	101,44	64,69	
Общее энергосодер- жание, ГДж	113,74	112,67	103,69	149,20	91,16	

Также высокие показатели энергосодержания были в посевах амаранта – 81,32 ГДж/га и люцерны – 77,10 ГДж/га и клевера – 46,74 ГДж/га. Значительно меньше – в 4,1 и 3,5 раза – энергии было получено в посевах лядвенца рогатого и вязеля.

Среди бинарных посевов амаранта и бобовых трав лидировал вариант амарант + донник желтый – 149,20 ГДж/га, который в 2,2 раза превышал аналогичный вариант II агроклиматического района. Все остальные варианты также достигали высоких значений, кроме вязеля, где минимальное содержание энергии составило всего лишь 91,16 ГДж/га. в целом бинарные посевы превышали одновидовые.

Энергия, полученная всеми посевами IV агроклиматического района, занимала промежуточное положение между II и III агрорайонами (табл. 82).

Распределение по культурам одновидовых посевов было аналогично II агроклиматическому району. Максимальное количество энергии было получено с урожаем донника желтого – 97,61 ГДж/га. Это превышало энергосодержание остальных культур на: 23,04 ГДж/га (амарант), 57,95 ГДж/га (клевер), 32,2 ГДж/га (люцерна), 70,98 ГДж/га (лядвенец рогатый) и 66,29 ГДж/га (вязель).

Смешанные посевы трав накапливали энергию аналогично одновидовым посевам данного агрорайона. Максимальное количество энергии было получено с посевами амарант + донник желтый – 128,06 ГДж/га, минимальное – с посевами амарант+вязель – 74,98 ГДж/га. Остальные варианты – амарант + клевер, амарант + люцерна, амарант + лядвенец рогатый – не достигали 100 ГДж/га.

На основании проведенных расчетов затраченной энергии на выращивание кормовых трав и полученной энергии с урожаем, были проведены расчеты следующих показателей:

- чистый энергетический доход – разница между энергосодержанием урожая и общими энергозатратами на возделывание культуры;
- коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) – отношение

чистого дохода к энергозатратам;

– биоэнергетический коэффициент (БЭК) (КПД посева) – отношение энергии, полученной с урожаем к энергозатратам;

– энергетическую себестоимость продукции– это затраты энергии на единицу урожая (АСВ).

Чистый энергетический доход в одновидовых посевах II агроклиматического района достигал 9,96...72,87 ГДж/га, в бинарных посевах – 49,55...87,10 ГДж/га (табл. 83). Как и в одновидовых посевах максимальный ЧЭД был в посевах донника желтого с амарантом – 119,65 ГДж/га. Минимальные показатели были соответственно в посевах вязеля и амарант + вязель.

Коэффициенты энергетической эффективности и биоэнергетические коэффициенты одинарных посевов были значительно ниже таковых в бинарных посевах. КЭЭ был в пределах 4,3...6,4; БЭК был в пределах 4,7...7,4 единиц. Минимальная энергетическая себестоимость АСВ как в чистых, так и смешанных посевах была у донника желтого и его смеси с амарантом. В одновидовых посевах диапазон энергетической себестоимости варьировал от 3,08 до 10,72 ГДж/т, в бинарных посевах – 2,20...3,41 ГДж/т. Как видно из приведенных данных бинарные посева позволили снизить энергетическую себестоимость более, чем в 2 раза.

Также можно наблюдать закономерность в обоих видах посевов: с увеличением выхода абсолютно сухого вещества происходит снижение его энергетической себестоимости.

III агроклиматический район показал значительное увеличение полученного чистого энергетического дохода, за исключением одновидовых посевов лядвенца рогатого. В этом варианте произошло снижение ЧЭД на 1,06 ГДж/га (табл. 84). Особенно выделились одновидовые посева вязеля, где ЧЭД возрос в 1,9 раз по сравнению с предыдущим агрорайоном и бинарные посева амарант+донник желтый, где также произошло увеличение ЧЭД в 2,6 раза.

Таблица 82 – Энергосодержание урожая одновидовых посевов трав, ГДж/га
IV агроклиматический район (в среднем за 2001-2003 г.г.)

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
Чистые посевы						
АСВ, т/га	4,65	2,45	3,98	1,66	5,98	1,94
Сбор белка, кг/га	781	311	697	224	825	233
Энергоемкость белка, ГДж	17,96	7,15	16,02	5,15	18,97	5,36
Сбор жира, кг/га	79,1	83,3	119,8	46,5	155,5	56,3
Энергоемкость жира, ГДж	2,97	3,13	4,49	1,75	5,85	2,12
Сбор углеводов, кг/га	3208,5	1754,2	2690,5	1180,3	4353,4	1427,8
Энергоемкость углеводов, ГДж	53,64	29,38	44,98	19,73	72,79	23,87
Общее энергосодер- жание, ГДж	74,57	39,66	65,49	26,63	97,61	31,35
Смешанные посевы						
Показатель	амарант + клевер	амарант + люцерна	амарант + лядвенец	амарант + донник	амарант + вязель	
АСВ, т/га	5,65	5,53	5,34	7,74	4,64	
Сбор белка, кг/га	1011	1128	796	1393	664	
Энергоемкость белка, ГДж	23,3	25,9	18,3	32,0	15,3	
Сбор жира, кг/га	209,0	199,1	144,2	255,4	134,6	
Энергоемкость жира, ГДж	7,86	7,49	5,42	9,61	5,06	
Сбор углеводов, кг/га	3745,8	3544,9	3748,8	5170,4	3266,8	
Энергоемкость углеводов, ГДж	62,63	59,27	62,68	86,45	54,62	
Общее энергосодер- жание, ГДж	93,79	92,66	86,40	128,06	74,98	

Таблица 83 – Энергетическая эффективность возделывания амаранта и бобовых трав (в ср. за 2014-2016 гг.) –
II агроклиматический район

№	Культура	Урожай зеленой массы, т/га	АСВ, т/га	Затрачено энергии, ГДж/га	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	ЧЭД, ГДж/га	КЭЭ	БЭК посева	Энергет. себест. абсолют- но-сухой массы, ГДж/т
Чистые посева									
1.	Амарант	17,3	4,42	17,71	70,05	52,34	3,0	4,0	4,01
2.	Клевер	10,7	2,34	17,33	36,74	19,41	1,1	2,1	7,41
3.	Люцерна	16,0	3,84	17,13	60,38	43,25	2,5	3,5	4,46
4.	Лядвенец рогатый	6,8	1,55	16,62	31,43	14,81	0,9	1,9	10,72
5.	Донник желтый	23,3	5,77	17,75	90,62	72,87	4,1	5,1	3,08
6.	Вязель	7,3	1,71	16,62	26,58	9,96	0,6	1,6	9,72
Смешанные посева									
1.	Амарант + клевер	26,0	6,33	18,04	102,94	84,90	4,7	5,7	2,85
2.	Амарант + люцерна	25,8	6,40	17,73	104,83	87,10	4,9	5,9	2,77
3.	Амарант + лядвенец	25,2	6,00	17,62	95,10	77,48	4,4	5,4	2,94
4.	Амарант + донник	34,1	8,51	18,75	138,40	119,65	6,4	7,40	2,20
5.	Амарант + вязель	21,0	5,00	17,03	79,54	72,51	4,3	4,7	3,41

*ЧЭД – чистый энергетический доход,

**КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности,

***БЭК посева – биоэнергетический коэффициент посева – КПД посева

Таблица 84 – Энергетическая эффективность возделывания амаранта и бобовых трав (в ср. за 2011-2013 гг.) –
III агроклиматический район

№	Культура	Урожай зеленой массы, т/га	АСВ, т/га	Затрачено энергии, ГДж/га	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	ЧЭД, ГДж/га	КЭЭ	БЭЖ посева	Энергет. себест. абсолют- но-сухой массы, ГДж/т
Чистые посева									
1.	Амарант	19,1	4,94	18,36	81,32	62,96	3,4	4,4	3,72
2.	Клевер	12,9	2,85	17,85	46,74	110,21	6,2	7,2	6,26
3.	Люцерна	18,9	4,61	17,65	77,10	59,46	3,4	4,4	3,83
4.	Лядвенец рогатый	8,3	1,90	17,34	31,09	13,75	0,8	1,8	9,13
5.	Донник желтый	24,2	6,07	17,77	102,47	84,70	4,8	5,8	2,93
6.	Вязель	9,2	2,18	17,34	36,34	19,00	1,1	2,1	7,95
Смешанные посева									
1.	Амарант + клевер	27,2	6,64	18,66	113,74	95,08	5,1	6,1	2,81
2.	Амарант + люцерна	25,7	6,49	18,65	112,67	94,02	5,0	6,0	2,87
3.	Амарант + лядвенец	25,5	6,19	18,34	103,69	85,35	4,6	5,6	2,96
4.	Амарант + донник	34,2	8,68	19,47	149,20	129,73	6,7	7,7	2,24
5.	Амарант + вязель	22,4	5,47	17,95	91,16	73,21	4,1	5,1	3,28

*ЧЭД – чистый энергетический доход,

**КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности,

***БЭЖ посева – биоэнергетический коэффициент посева – КПД посева

Коэффициент энергетической эффективности и биоэнергетический коэффициент одинарных посевов увеличивались (за исключением лядвенца рогатого) на 0,4...0,9 единиц. В бинарных посевах эти коэффициенты повышались на 0,1...0,4 единиц.

Энергетическая себестоимость одновидовых посевов колебалась от 2,93 ГДж/т в варианте донника желтого до 9,13 ГДж/т в варианте лядвенца рогатого. Близкие к доннику желтому (разница меньше 1) были показатели посевов амаранта и люцерны – 3,72 и 3,83 ГДж/т соответственно. Остальные варианты (клевер и вязель) превышали лучший на 3,33 и 5,02 ГДж/т соответственно.

Сравнивая смешанные посевы с одновидовыми, можно отметить, что первые значительно больше накапливали энергии с урожаем – 91,16...149,20 ГДж/га, больше давали чистого энергетического дохода – 73,21...129,73 ГДж/га, повышали коэффициент энергетической эффективности и биоэнергетический коэффициент до 6,7 и 6,1, снижали энергетическую себестоимость АСВ до 2,24...3,28 ГДж/т.

Наименьшая энергетическая себестоимость абсолютно-сухого вещества была в варианте амарант+донник желтый – 2,24 ГДж/т. Это на 0,57, 0,63, 0,72 и 1,04 ГДж/т меньше соответственно вариантов амарант+клевер, амарант+люцерна, амарант+лядвенец рогатый, амарант+вязель. У первых трех вариантов показатель был примерно одинаковый.

Энергетическая оценка возделывания чистых и смешанных посевов амаранта и бобовых трав в IV агроклиматическом районе показала средние показатели между предыдущими двумя агрорайонами (табл. 85).

Так, в одновидовых посевах трав чистый энергетический доход превышал II агрорайон на 2,51...6,48 ГДж/га (за исключением амаранта и лядвенца рогатого), и был ниже на 4,35...6,97 ГДж/га III агрорайона.

Коэффициент энергетической эффективности и биоэнергетический коэффициент были выше на 0,1...0,3 и 0,1...0,2 соответственно II агрорайона и на 0,4...0,9 ниже III агрорайона.

Таблица 85 – Энергетическая эффективность возделывания амаранта и бобовых трав (в ср. за 2001-2003 гг.) –
IV агроклиматический район

№	Культура	Урожай зеленой массы, т/га	АСВ, т/га	Затрачено энергии, ГДж/га	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	ЧЭД, ГДж/га	КЭЭ	БЭЖ посева	Энергет. себест. абсолют- но-сухой массы, ГДж/т
Чистые посева									
1.	Амарант	18,0	4,65	18,25	74,57	56,32	3,1	4,1	3,92
2.	Клевер	11,2	2,45	17,74	39,66	21,87	1,2	2,2	7,24
3.	Люцерна	16,4	3,98	17,54	65,49	47,95	2,7	3,7	4,41
4.	Лядвенец рогатый	7,4	1,66	17,23	26,63	9,40	0,6	1,5	10,38
5.	Донник желтый	24,2	5,98	18,26	97,61	79,35	4,4	5,3	3,05
6.	Вязель	8,2	1,94	17,23	31,35	14,12	0,8	1,8	8,88
Смешанные посева									
1.	Амарант + клевер	23,2	5,65	18,35	93,79	75,44	4,1	5,1	3,25
2.	Амарант + люцерна	21,8	5,53	18,04	92,66	74,62	4,1	5,1	3,26
3.	Амарант + лядвенец	22,3	5,34	18,13	86,40	68,27	3,8	4,8	3,40
4.	Амарант + донник	30,5	7,74	19,06	128,06	109,04	5,7	6,7	2,46
5.	Амарант + вязель	19,5	4,64	17,64	74,98	57,34	3,2	4,2	3,80

*ЧЭД – чистый энергетический доход,

**КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности,

***БЭЖ посева – биоэнергетический коэффициент посева – КПД посева

Энергетическая себестоимость АСВ превышала II и III агроклиматические районы соответственно на 0,03...0,84 и 0,12...0,98 ГДж/т.

Бинарные посевы IV агроклиматического района не показали аналогичную закономерность в динамике вышеописанных показателей, за исключением варианта амарант + донник желтый. Все варианты были ниже в показателях полученной энергии с урожаем (на 4,56...12,17 ГДж/га), чистого энергетического дохода (на 9,21...15,17 ГДж/га), коэффициента энергетической эффективности (на 0,5...0,8), биоэнергетического коэффициента (на 0,5...0,8), а энергетическая себестоимость АСВ выше на 0,26...0,49 ГДж/т.

Таким образом, биоэнергетическая оценка возделывания одновидовых и бинарных посевов амаранта и бобовых трав показала, что из изучаемых способов посева, бинарный способ является более энергосберегающим. Среди культур лучшие результаты получены в одновидовых посевах у амаранта, клевера и донника желтого, в бинарных посевах – в варианте амарант+донник желтый.

Среди агроклиматических районов лучшие энергетические показатели эффективности получены в III агрорайоне.

Следовательно, изучение механизмов регулирования агротехнологий возделываемых культур позволяет повышать интенсивность производства в целом и обеспечивать население доступными продуктами питания, животноводство – кормами, переработку – первичной продукцией (сырьем). На современном этапе развития сельскохозяйственного производства резервом повышения эффективности может выступать реализация потенциала продуктивности возделываемых растений и ресурсосбережение.

Заключение по главе

Расчет биоэнергетической эффективности посевов бобовых культур в чистом виде и в смеси с мятликовым компонентом позволил сделать следующие выводы:

1. Энергозатраты в чистых посевах амаранта, клевера, люцерны, лядвенца рогатого, донника желтого и вязеля были минимальными во II агроклиматической зоне и составили от 16,62 ГДж/га (лядвенец рогатый и вязель) до 17,75 ГДж/га (донник желтый). Максимальные затраты энергии получили в III агроклиматическом районе – 17,34...18,36 ГДж/га, что на 0,02...0,72 ГДж/га превышало II агрорайон. Энергозатраты IV агроклиматического района занимали промежуточное положение и превышали II агрорайон на 0,41...0,61 ГДж/га.

2. Наибольшее количество энергии с урожаем во II агроклиматическом районе в чистых посевах амаранта и бобовых трав было получено в посевах донника желтого – 90,62 ГДж/га. Это превышало энергосодержание остальных культур на: 20,57 ГДж/га (амарант), 53,88 ГДж/га (клевер), 30,24 ГДж/га (люцерна), 59,19 ГДж/га (лядвенец рогатый) и 64,04 ГДж/га (вязель).

В смешанных посевах данного агрорайона энергосодержание урожая в 1,5...3,0 раза превышало одновидовые посевы. Среди бинарных посевов максимум энергии было получено в варианте амарант + донник желтый – 138,40 ГДж/га. На 35,46 ГДж/га и 33,57 ГДж/га было меньше в посевах амарант + клевер и амарант + люцерна. В других вариантах энергии было в 1,5...1,7 раз меньше, чем в лучшем.

3. Условия III агроклиматического района позволили получить значительно больше энергии с урожаем как одновидовых, так и бинарных посевов трав. Здесь складывалась немного иная динамика распределения накопившейся энергии. Здесь складывалась немного иная динамика распределения накопившейся энергии. Максимальное количество было накоплено посевами донника – 102,47 ГДж/га.

Энергия, полученная всеми посевами IV агроклиматического района, занимала промежуточное положение между II и III агрорайонами.

4. Чистый энергетический доход в одновидовых посевах II агроклиматического района достигал 9,96...72,87 ГДж/га, в бинарных посевах – 49,55...87,10 ГДж/га. Если в одновидовых посевах максимальный

ЧЭД был в посевах донника желтого, то в смешанных – амарант + люцерна. Минимальные показатели были соответственно в посевах вяза и амарант + донник желтый.

5. Коэффициенты энергетической эффективности и биоэнергетические коэффициенты одиарных посевов были значительно ниже таковых в бинарных посевах. Несмотря на то, что ЧЭД в смешанных посевах амарант + донник был минимальный, энергетическая себестоимость АСВ этого варианта и варианта чистых посевов донника желтого была самой низкой.

В одновидовых посевах диапазон энергетической себестоимости варьировал от 3,08 до 10,72 ГДж/т, в бинарных посевах – 2,20...3,41 ГДж/т. Как видно из приведенных данных бинарные посевы позволили снизить энергетическую себестоимость более, чем в 2 раза.

6. Биоэнергетическая оценка возделывания одновидовых и бинарных посевов амаранта и бобовых трав показала, что из изучаемых способов посева, бинарный способ является более энергосберегающим. Среди культур лучшие результаты получены в одновидовых посевах у амаранта, клевера и донника желтого, в бинарных посевах – в варианте амарант+донник желтый.

Среди агроклиматических районов лучшие энергетические показатели эффективности получены в III агрорайоне.

Следовательно, изучение механизмов регулирования агротехнологий возделываемых культур позволяет повышать интенсивность производства в целом и обеспечивать население доступными продуктами питания, животноводство – кормами, переработку – первичной продукцией (сырьем). На современном этапе развития сельскохозяйственного производства резервом повышения эффективности может выступать реализация потенциала продуктивности возделываемых растений и ресурсосбережение.

ВЫВОДЫ

1. Формирование симбиотического, фотосинтетического потенциалов, продуктивности и средообразующей способности амаранта и бобовых трав в одновидовых и бинарных посевах определялось почвенно-климатическими условиями, видовыми, сортовыми и ценоотическими особенностями и свойствами кормовых культур. Одновидовые посевы бобовых трав формировали симбиотический аппарат больших размеров, чем бинарные посевы. Максимальная масса активных клубеньков была в посевах люцерны – 56, 67, 59 кг/га соответственно во II, III и IV агроклиматических районах. Высокие, но меньше люцерны показатели были в посевах клевера: 47, 57 и 51 кг/га; и донника желтого – 46, 55 и 50 кг/га. Бинарные посевы амаранта и бобовых трав в большей степени обогащали почву доступными формами азота – 79,2...94,2 мг/кг почвы. В целом наиболее благоприятные условия складывались в III агроклиматическом районе.

2. Благоприятные тепловой (сумма эффективных температур) и водный режимы, реакция почвенной среды III агроклиматического района позволили симбиотическому аппарату бобовых культур функционировать более продолжительное время – от 122 до 169 дней в различные годы исследований. Одинарные посевы бобовых трав имели превосходство на 500 и более единиц в размерах активного симбиотического потенциала в сравнении с бинарными посевами (до 10000 кг.дней/га). Удельная активность симбиоза при этом в среднем за три года изменялась в пределах 4,5...9,1 г/кг.сутки по культурам. Максимальное количество фиксированного азота воздуха – 89,3 кг/га, 76,5 кг/га и 64,2 кг/га – достигало в чистых посевах соответственно люцерны, клевера и донника желтого.

3. Особенности формирования в период роста и развития амаранта и бобовых трав в чистых и смешанных посевах отразились на показателях изреживаемости посевов. Явное преимущество имели варианты с чистыми культурами. Разница в выживаемости растений по вариантам в среднем за

три года составляла до 78,4...90,3% в одновидовых и до 70,9...75,3% в смешанных посевах – во II агроклиматическом районе; до 82,3...92,5% в одновидовых и до 72,9...90,7% в смешанных посевах – в III агроклиматическом районе и до 81,1...91,0% в одновидовых и до 76,2...93,3% в смешанных посевах – в IV агроклиматическом районе.

4. Существенное влияние на фотосинтетическую деятельность оказывали видовое участие культур и агроклиматические условия произрастания. Сравнивая площадь листьев одновидовых и бинарных посевов в среднем за три года, можно отметить, что вторые были гораздо продуктивнее. Так, во II агроклиматическом районе фотосинтетический аппарат чистых посевов формировал площадь листьев от 14,5 до 27,1 тыс. м²/га, тогда как бинарные в 1,9...1,3 раза больше. В условиях III агроклиматического района одновидовые посевы формировали 17,4...31,1 тыс. м²/га, что в 1,8...1,3 раза было меньше смешанных посевов. И в IV агроклиматическом районе бинарные посевы превзошли одновидовые в 1,8...1,2 раза. Среди одновидовых посевов наибольшую площадь листьев формировали посевы донника желтого и амаранта – 31,1 и 27,8 тыс. м²/га, а в смешанных посевах – растения варианта амарант + донник желтый – 39,9 тыс. м²/га в III агрорайоне. Минимальные размеры фотосинтетического аппарата были в посевах вяза и лядвенца рогатого – 18,7 и 17,4 тыс. м²/га.

5. Формирование фотосинтетического потенциала происходило в соответствии с нарастанием площади листьев. Максимальных значений ФП достигал в вариантах с амарантом и донником желтым: 1688,8 и 1965,7 тыс. м².дней/га в одновидовых посевах и 2483,1 тыс. м².дней/га в смешанном посеве этих культур. В среднем за три года чистая продуктивность фотосинтеза в одинарных посевах амаранта и бобовых трав, за исключением донника желтого, не достигала 3 г/м².сутки. Все посевы смешанных культур превышали этот порог. В лучшем варианте амарант+донник желтый ЧПФ варьировал в пределах 3,57...3,73 г/м².сутки по агрорайонам.

6. В среднем за 3 года исследований смешанные посевы во всех трех

агроклиматических районах дают наибольший урожай, если их компоненты максимально совместимы по видовому составу. Так, урожай зеленой массы смешанных посевов амарант + клевер и амарант + донник желтый стабильно превышал урожай зеленой массы чистого посева амаранта, что подтверждает хорошую совместимость клевера и донника желтого как бобовых компонентов для него. В среднем за три года максимальный урожай получен в III агрорайоне и превышал контрольный вариант (амарант + вязель) на 3,1...11,8 т/га, или на 12,2...34,5%. Максимальная продуктивность отмечена в посевах амарант + донник желтый – 34,2 т/га.

7. Максимальное количество сухого вещества накапливалось в чистых посевах донника желтого – 5,77...6,82 т/га, соответственно по районам, что на 4,22...4,91 т/га превышало контрольный вариант. Растения амаранта и бобовых трав в смешанных посевах накапливали значительно больше сухого вещества. Здесь контрольный вариант (амарант + вязель) накапливал в среднем от 4,64 до 5,58 т/га в период всех исследований по всем агрорайонам. Наиболее оптимальное сочетание трав (амарант + донник желтый) позволило накапливать от 7,17 т/га до 8,03 т/га сухого вещества во II агроклиматическом районе, от 8,20 т/га до 10,7 т/га в III агроклиматическом районе и от 7,78 т/га до 9,28 т/га в IV агроклиматическом районе. Эти показатели превышали контрольный вариант в 1,6...1,8 раз соответственно по годам исследований.

8. Урожай зеленой массы смешанных посевов амаранта + клевер и амарант + донник желтый, стабильно превышал урожай зеленой массы чистого посева амаранта, что подтверждает хорошую совместимость клевера и донника желтого как бобовых компонентов амаранта. Смешанные посевы дают наибольший урожай, если их компоненты подобраны по видовому составу с учетом критериев совместимости. Так, максимальный урожай зеленой массы бинарных посевов в этой зоне получен в варианте амарант + донник желтый – 30,5 т/га, что превысило контроль на 56,4%. Остальные бобовые компоненты (клевер, люцерна, лядвенец) позволили

получить прибавку урожая от 11,8% до 14,4%. Содержание сухого вещества колебалось от 23,9% (амарант + лядвенец) до 25,4% (амарант + люцерна и амарант + донник желтый).

9. При сравнении качества сухого вещества смешанных посевов с одновидовыми было установлено, что по содержанию белка лучшими были посевы амаранта + клевер, амарант + донник и амарант + люцерна, превысившие содержание белка посева амарант + вязель (контроль) в среднем за три года на 3,6; 3,7 и 6,1% соответственно. Поэтому, лучшими бобовыми компонентами амаранта в бинарных посевах являются люцерна, донник желтый, клевер, при возделывании которых можно получить урожай зеленой массы высокого качества с большим содержанием белка и жира с одного гектара. Сравнивая кормовые достоинства трав трех агроклиматических районов, можно заключить, что более ценными по питательности были одновидовые и бинарные посевы III агрорайона, менее ценными – посевы II агрорайона.

10. Энергосодержание и питательная ценность урожая амаранта и бобовых трав показала высокие значения в бинарных посевах кормовых культур, которые значительно превышали одинарные посевы. Максимальные результаты получены в варианте амарант + донник желтый – 1872 кг/га белка, 10707 кормовых единиц с гектара и 194,30 ГДж/га валовой энергии в III агроклиматическом районе. Также среди бинарных посевов выделился вариант амарант + клевер и амарант + люцерна. Среди чистых посевов амаранта и бобовых трав лучшими кормовыми достоинствами обладали посевы донника желтого, амаранта и люцерны. Сбор белка здесь варьировал в пределах 915...997 кг/га, сбор кормовых единиц – 3646...5023, валовая энергия – 93,84...123,31 ГДж/га.

11. Явное преимущество по накоплению корневых и стерневых остатков имел III агроклиматический район. Лидировал вариант с посевом донника желтого, где максимальное значение 11,67 т/га превышало этот вариант на 0,4 т/га во II агрорайоне, и на 1,2 т/га в IV агроклиматическом

районе. Также высокие значения массы корневых и стерневых остатков отмечены в вариантах амаранта с донником, люцерной и клевером во всех агрорайонах. При этом если в одинарных посевах эти культуры достигали максимальных значений в III агроклиматическом районе, то в бинарных посевах бобовые компоненты люцерны и донник позволили превзойти аналогичные варианты этого агрорайона во II агроклиматическом районе. Разница составила 0,11 т/га – амарант + люцерна и 0,29 т/га – амарант + донник желтый.

12. В среднем за годы исследований бинарные посева амаранта с бобовыми травами были более продуктивными одновидовых посевов амаранта и бобовых трав. Они значительно сильнее обогащали почву органическим веществом, чем одновидовые посева этих трав. Для II и III агроклиматических районов лучшими бобовыми компонентами для амаранта были культуры донника желтого, люцерны и клевера, а для IV – культуры донника желтого и клевера.

13. При увеличении поступающих в почву пожнивно-корневых остатков повышается количество поступающих питательных веществ с ними. Смешанные посева имели преимущество перед чистыми посевами амаранта и бобовых трав. Максимальное количество азота (24,2; 326,2; 27,9 кг/га), фосфора (48,0; 63,6; 72,2 кг/га), калия (224,1; 228,3; 216,7 кг/га) и кальция (176,1; 194,0; 264,6 кг/га) поступало с посевами амарант + клевер, амарант + люцерна и амарант + донник соответственно в III агроклиматическом районе.

14. Лучшие показатели энергетической эффективности возделывания амаранта и бобовых трав имеют варианты III агрорайона: в одновидовых посевах – амарант, люцерна и донник желтый; в бинарных посевах – амарант + клевер, амарант + люцерна и амарант + донник желтый. Коэффициент энергетической эффективности достигает в лучших вариантах: одинарные посева – 3,4...4,8, бинарные – 6,0...7,7; биоэнергетический коэффициент: одинарные посева – 4,4...5,8; бинарные – 6,0...7,7.

Максимальный чистый энергетический доход лучших вариантов одновидовых посевов составил: амарант – 62,96 ГДж/га, люцерна – 59,45 ГДж/га, донник желтый – 84,70 ГДж/га; в бинарных посевах – амарант + донник желтый – 129,73 ГДж/га, амарант + клевер – 95,08 ГДж/га, амарант + люцерна – 94,02 ГДж/га. Минимальная себестоимость одной тонны абсолютно-сухого вещества получена при возделывании чистых посевов донника желтого (2,93 ГДж), амаранта (3,72 ГДж) и люцерны (3,83 ГДж). В бинарных посевах – амарант + донник желтый – 2,24 ГДж/т; амарант + клевер – 2,81 ГДж/т и амарант + люцерна – 2,87 ГДж/т.

15. Биоэнергетическая оценка возделывания одновидовых и бинарных посевов амаранта и бобовых трав показала, что из изучаемых способов посева, бинарный способ является более энергосберегающим. Среди культур лучшие результаты получены в одновидовых посевах у амаранта, клевера и донника желтого, в бинарных посевах – в варианте амарант + донник желтый. Среди агроклиматических районов лучшие энергетические показатели эффективности получены в III агрорайоне.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для увеличения производства кормов с урожайностью зеленой массы до 25,7...34,2 т/га, улучшения их качества – содержание белка до 18,2...20,3%, жира до 3,5...3,8%, энергонасыщенности и снижения затрат на их производство в условиях Центральной части Северного Кавказа рекомендуется возделывание бинарных посевов кормовых культур (амарант и бобовые травы).

Лучшими бобовыми компонентами для смешанных посевов с амарантом во всех агроклиматических районах Центрального Предкавказья являются люцерна, донник желтый и клевер. Необходимо создавать смешанные посева рядовым способом (15 см) и с нормой высева амарант + клевер (2:6 кг/га), амарант + люцерна (2:7 кг/га) или амаранта + донник (2:7 кг/га).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов В.А. Кормовая продуктивность овсяно-бобовых смешанных посевов в лесостепи Предбайкалья / В.А. Агафонов, Е.В. Бояркин // Вестник ИРГСХА. 2020. №99. – С. 7-15.
2. Аверкин П.М. Ресурсосберегающая технология производства амаранта: методические рекомендации / П.М. Аверкин, В.В. Бутяйкин. – Саранск: Изд-во ООО «Мордовия-Экспо», 2011. – 28 с.
3. Аветисян А.Т. Питательная ценность бобово-злаковых смесей в лесостепи / А.Т. Аветисян // Вестник КубГАУ. №12. 2015. – 123-128.
4. Аветисян А.Т. Питательная ценность и продуктивность кормов на основе малораспространенных двухкомпонентных смесей однолетних культур в Красноярском крае / А.Т. Аветисян, Л.П. Байкалова, Ю.Ф. Едимеичев, А.И. Машанов, С.Г. Смолин // Кормопроизводство. №6. 2019. – С. 28-33.
5. Алборова П.В. Азотфиксирующая активность и урожайность донника желтого в зависимости от условий питания в предгорной зоне РСО-Алания: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / П.В. Алборова. – Владикавказ, 2012. – 24 с.
6. Аленин П.Г., Кшникаткина А.Н. Продукционный потенциал зерновых, зернобобовых, кормовых, лекарственных культур и совершенствование технологии их возделывания в лесостепи Среднего Поволжья / П.Г. Аленин, А.Н. Кшникаткина. – Пенза, 2012. – 264 с.
7. Алиев Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений / Д.А. Алиев. – Баку: Изд-во "Элм", 1974. – 335 с.
8. Аллабердин И.А. Повышение качества кукурузного силоса / И.А. Аллабердин // Кормопроизводство. 1997. №3. – С.30-32.
9. Алтунин Д.А. Качество растениеводческой продукции / Д.А. Алтунин. – Л.: Колос, 1991. – 254 с.
10. Андреев, Н.Г. Луговое и полевое кормопроизводство. - М.: Колос,

1984. – 489 с.

11. Андреев Н.Г. Луговое и полевое кормопроизводство / Н.Г. Андреев. М.: Агропромиздат, 1989. – 540 с.

12. Андреева О.Т. Современное состояние и перспективные направления развития кормопроизводства Забайкальского края / О.Т. Андреева / Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке: материалы конференции. Новосибирск, 9–12 июля 2012 г. – Новосибирск, 2012. – С.41–48.

13. Андреева О.Т. Продуктивность и кормовые достоинства амаранта метельчатого и кормовых бобов в кормопроизводстве / О.Т. Андреева, Н.Г. Пилипенко, Л.П. Сидорова, Н.Ю. Харченко // Кормопроизводство. №6. 2019. – С. 34-37.

14. Андриянова Н.А. Лядвенец в адаптивно-интегральной и биологической системах ведения кормопроизводства. Производство экологически безопасной продукции растениеводства / Н.А. Андриянова, Ю.А. Дударь. – М.: Пущино, 1993. – 326-330 с.

15. Андрусенко В.А. Формирование одновидовых и смешанных посевов амаранта на черноземе выщелоченном южной лесостепи республики Башкортостан: автореф. дисс.... канд. с.-х. наук. – Уфа, 2016. – 21 с.

16. Артемов И.В. Системы кормопроизводства Липецкой области / И.В. Артемов, В.М. Первушин // Кормопроизводство. 1995. №3. – С.11-16.

17. Астахов И.И. Сенокосные травосмеси / И.И. Астахов. - Л.: Лениздат, 1972. – С. 22-28.

18. Байкалова Л.П. Повышение адаптивного потенциала серых хлебов при их использовании на продовольственные и кормовые цели / Л.П. Байкалова, Д.Н. Кузьмин, А.В. Бобровский // Вестник КрасГАУ. №5. 2009. – С.23–27.

19. Байкалова Л.П. Эффективность производства однолетних злаково-бобовых смесей при использовании на сенаж / Л.П. Байкалова, Д.Н. Витин, Д.Н. Кузьмин // Вестник КрасГАУ. № 7. 2014. – С.74–79.

20. Баймиев А.Х. Лядвенец рогатый – особенности биологии и экологии / А.Х. Баймиев, И.М. Сафиуллина, И.И. Газеева // Актуальные исследования. 2021. №47 (74). – С. 8-10.

21. Бакалдин А.Я. Некоторые вопросы биологии и физиологии растений / А.Я. Бакалдин / Сборник научных трудов. Вып. 26. – Саратов, 1973. – С. 58-59.

22. Баранов Г.К. Новые культуры в кормлении коров / Г.К. Баранов, Ю.М. Раступова // Кормопроизводство. 1992. №1. – С.15-17.

23. Баранова В.В. Эффективность высокопродуктивных многокомпонентных смесей с бобовыми / В.В. Баранова, М.Т. Логуа, В.А. Малаев // Кормопроизводство. 2003. №6. – С. 16-17.

24. Баринов В.Н. Эффективность смешанных посевов с люпином на легких почвах Нечерноземной зоны: автореф. дисс...канд.с.-х. наук. – Брянск, 2008. – 34 с.

25. Баткова Т.В. Симбиотическая активность, белковая продуктивность и урожайность клевера лугового в чистых посевах и травосмесях при разном уровне азотного питания: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Т.В. Баткова. – Москва, 1990. – 16 с.

26. Башинская О.С. Продуктивность зеленой массы амаранта в чистых и смешанных посевах с кукурузой и сорго / О.С. Башинская, Г.А. Бочкарева, А.А. Андрейщев // Вавиловские чтения – 2014: сб. статей Международной научно-практической конференции. – Саратов, 2014. – С. 25-27.

27. Башкирцев Д.Л. Накопление биомассы, биологического азота одноукосным и двуукосным клевером луговым и влияние их на продуктивность последующих культур в Предуралье: дисс. ... канд. с.-х. наук / Д.Л. Башкирцев. – Пермь, 2012. – 191 с.

28. Бекузарова С.А. Стимулирование азотфиксации клевера/ С.А. Бекузарова, А.А. Абаев // Вопросы ландшафтного земледелия и животноводства. – Владикавказ, 1995. – С. 75-76.

29. Бекузарова С.А. Продуктивность амаранта сорта Иристон и

энергетическая эффективность его возделывания в одновидовых и смешанных посевах / С.А. Бекузарова, Д.Т. Калицева, А.А. Сабанова // Известия Горского государственного университета. 2012. Т.49. №4. – С. 54-59.

30. Бекузарова С.А. Амарант – универсальная культура / С.А. Бекузарова, И.Ю. Кузнецов, В.И. Гасиев. – Владикавказ: Colibri, 2014 – 180 с.

31. Бекузарова С.А. Возделывание клевера на корм и семена в предгорной зоне РСО-Алания / С.А. Бекузарова, З.Б. Бораева, В.И. Гасиев, Г.В. Луценко. – Владикавказ, 2015. – 33 с.

32. Белик Н.Л. Агрофитоценозы, их строение и биологические основы повышения продуктивности // биология и экология культурных растений. – Тамбов, 1994. – С. 1-9.

33. Беликова С.В. Опыт выращивания амаранта на Ставрополье / С.В. Беликова, Л.П. Гаевая, А.И. Подколзин // Возделывание и использование амаранта в СССР: материалы 1-й Всероссийской научной конференции. – Казань: КГУ, 1991. – С. 37-46.

34. Белюченко И.С. Преимущества и недостатки многокомпонентных травосмесей / И.С. Белюченко // Материалы докладов научной конференции с.-х. факультета. – М.: Изд-во УДН, 1990. – С. 72–73.

35. Белюченко И.С. Поиски новых технологий выращивания зерновых культур // Международный агропромышленный журнал. №7. 1991. – С. 42-45.

36. Белюченко И.С. Сложные травосмеси круглогодичного использования на юге Таджикистана // Вестник с.-х. науки. №7. 1991. – С. 94-96.

37. Белюченко И.С. Динамика запасных веществ и устойчивость злаков различного происхождения к экстремальным условиям // Бюллетень МОИП, отделение биология. Т. 98. Вып. 1. 1993. – С. 78-96.

38. Белюченко И.С. Создание совместных посевов – современная экологическая проблема / И.С. Белюченко // Экологические проблемы

Кубани. 2000. № 7. – С. 3–14.

39. Белюченко И.С. Экологическое состояние бассейнов степных рек Кубани и перспективы их развития / И.С. Белюченко // Экологический вестник Северного Кавказа. 2010. Т. 6. № 2. – С. 5–12.

40. Белюченко И.С. Экологические аспекты совершенствования функционирования агроландшафтных систем Краснодарского края / И.С. Белюченко, А.В. Смагин, В.Н. Гукалов, О.А. Мельник, Д.А. Славгородская, О.В. Калинина / Труды КубГАУ. Т.1. № 26. 2010. – С. 33-37.

41. Белюченко И.С. Создание совместных посевов – современная экологическая проблема / И.С. Белюченко, В.Н. Гукалов, Н.В. Шугай // Экологические проблемы Кубани. 2014. №102. – 1219-1243 с.

42. Белюченко И.С. Экологические основы функционирования смешанных посевов в агроландшафтах Кубани / И.С. Белюченко // Научный журнал КубГАУ. 2014. №101(07). – С. 1-30.

43. Белюченко И.С. Особенности функционирования и экологический потенциал агроландшафтов Кубани. Совмещенные посевы полевых культур в севообороте ландшафта: сборник трудов Международной научно-экологической конференции / И.С. Белюченко. – Краснодар: Изд-во Кубанский ГАУ, 2016. – С. 10-17.

44. Белюченко И.С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта / И.С. Белюченко. Краснодар: КубГАУ, 2016. – 262 с.

45. Беляк В.Б. Кормовые севообороты Среднего Поволжья / В.Б. Беляк. – Пенза, 1996. – 50 с.

46. Бенц В.А. Смешанные посевы кормовых культур в Северном Казахстане / В.А. Бенц, А.М. Свешников, Н.Н. Свешникова. Алма-Ата: Кайнар, 1974. – 23 с.

47. Бенц В.А. Полевое кормопроизводство в Сибири / В.А. Бенц, Н.И. Кашеваров, Г.А. Демарчук. – Новосибирск, 2001. – 240 с.

48. Берзин А.М. Зеленые удобрения в Средней Сибири / А.М. Берзин. – Красноярск: КГАУ, 2002. – 395 с.

49. Благовещенский Г.В. Производство объемистых кормов в изменяющемся мире / Г.В. Благовещенский, В.Н. Кутровский // Кормопроизводство. 2011. №5. – С. 3-5.

50. Бобылев В.С. Амарант метельчатый – перспективная кормовая культура для Центрального Черноземья / В.С. Бобылев // Аграрная наука. 2009. №8. – С. 20-22.

51. Богомолов В.А. Биоэнергетическая ценность амаранта / В.А. Богомолов, В.Ф. Петракова // Кормопроизводство. 2001. №11. – С. 18-19.

52. Брикман В.И. Интенсивное кормопроизводство в Восточной Сибири / В.И. Брикман, С.Г. Гренда, А.М. Емельянов. – М., Агропромиздат, 1986. – 174 с.

53. Бурыкина С.И. Урожай и кормовые достоинства амаранта на Юге Украины / С.И. Бурыкина и др. // Кормопроизводство. 2000. № 9. – С. 23-25.

54. Вавилов Н.И. Проблема новых культур / Н.И. Вавилов // Избранные труды. М., 1965. Т.5. – 537-563.

55. Вавилов П.П. Новые кормовые культуры / П.П. Вавилов, А.А. Кондратьев. – Москва: Россельхозиздат, 1975. – 350 с.

56. Вавилов П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов, Н.Н. Третьяков, И.С. Шатилов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.

57. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений / Н.И. Вавилов. – Л., 1987. – 23 с.

58. Вавилов П.П. Бобовые культуры и проблема растительного белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 256 с.

59. Важов В.М. Отдельные показатели фотосинтеза полевых культур в Бийской лесостепи / В.М. Важов // Успехи современного естествознания. 2012. № 11. – С. 92–95.

60. Валиахметова Ю.З. Азотфиксирующая способность клевера лугового и люцерны синегибридной в связи с применением минеральных удобрений в лесостепи Зауралья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Ю.З. Валиахметова. – Курган, 2009. – 20 с.

61. Варламов А.А. Формирование устойчивых бобово-злаковых травостоев на выщелоченном черноземе лесостепной зоны Поволжья: автореф. дис... канд. с.-х. наук / А.А. Варламов. – Пенза, 2000. – 24 с.

62. Васильчук Н. С. Особенности технологии возделывания полевых культур в Саратовской области: рекомендации на 2006 год / Н.С. Васильчук, А.В. Ганькин, Е.П. Денисов. – Саратов, 2006. – 52 с.

63. Васин В.Г. Кормовые культуры в орошаемом севообороте Среднего Поволжья / В.Г. Васин, Н.Н. Ельчанинова, М.И. Дулов // Самара, 1999. – 262 с.

64. Васин В.Г. Поливидовые посевы однолетних трав нВ зеленый корм и сенаж / В.Г. Васин, Н.Н. Ельчанинова, А.В. Васин, О.П. Синютина // Кормопроизводство. 2004. №3. – С. 2-9.

65. Васин В.Г. Многолетние поливидовые посевы в условиях степи / В.Г. Васин, А.А. Брагин / Под общей редакцией Васина В.Г. – Самара, 2004. – 155 с.

66. Васин В.Г. Энергетическая эффективность полевых агрофитоценозов в Среднем Поволжье / В.Г. Васин, А.А. Толпейкин, С.Н. Зудилин / Учебное пособие. – Киннель, 2005. – 124 с.

67. Васько П.П. Способ подбора компонентов травосмесей для высокопродуктивных сенокосных травосмесей / П.П. Васько, Е.Р. Клыга // Земледелие и селекция в Беларуси. 2019. №55. – С. 194-201.

68. Векленко Ю.А. Эффективность возделывания лядвенцево-злаковых травосмесей при пастбищном использовании / Ю.А. Векленко, В.А. Ящук // Земледелие и селекция в Беларуси. №51. 2015. – С. 217-226.

69. Велибеков Р.М. Гетерогенность и индуцированная изменчивость амаранта / Р.М. Велибеков, М.Д. Велибеков, Н.С. Агафонов // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: материалы Всероссийской научно-производственной конференции. – Пенза, 1998. Т.1. – С. 102-104.

70. Великдань Н.Т. Динамика накопления биомассы урожая в

одновидовых и смешанных посевах многолетних трав / Н.Т. Великдаль, В.Н. Желтопузов / Сборник научных трудов всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2016. Т.2. №9. – С. 214-220.

71. Волошин В.А. Вопросы полевого кормопроизводства в Предуралье / В.А. Волошин. – Пермь, 2012. – 380 с.

72. Волошин Е.И. Руководство по удобрению многолетних бобовых трав (люцерна, клевер, донник, эспарцет): методические рекомендации / Е.И. Волошин, А.Т. Аветисян. – Красноярск, 2017. – 31 с.

73. Воронов Н.М. Растение – великан / Н.М. Воронов // Животновод. 1992. № 6-7. – С. 22-23.

74. Высочина Г.И. Амарант (*Amaranthus I.*): Химический состав и перспективы использования / Г.И. Высочина // Химия растительного сырья. 2013. №2. – С. 5-14.

75. Гаврилин М.В. Основные фармакологические показатели масла амаранта / М.В. Гаврилин, О.И. Маркова, М.В. Гаврилина, В.В. Чумакова / Разработка, использование и маркетинг фармацевтической продукции: сборник научных трудов Пятигорской госфармакадемии. Пятигорск, 2007. – С. 270-272.

76. Гаврилов И.С. Полевые культуры в Нечерноземной полосе / И.С. Гаврилов, А.И. Каспиров, П.Ф. Медведев и др. – Д.: Колос, 1967. – С. 9-22.

77. Ганькин А.В. Повышение продуктивности смешанных и поукосных посевов в орошаемых кормовых севооборотах Заволжья: автореф. дисс...док. с.-х. наук. – Саратов, 2009. – 54 с.

78. Гинс В.К. Амарант – перспективная культура XXI века / В.К. Гинс, А.К. Злотников // АгроXXI. 2000. № 12. – С. 20-21.

79. Гинс В.К. Биологически активные вещества амаранта / В.К. Гинс. – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 29 с.

80. Глухов В.М. Резервы повышения урожайности полевых кормовых культур / В.М. Глухов. – Новосибирск: Западно-Сибирское книжное

издательство, 1979. – 119 с.

81. Головня А.И. Сравнительная кормовая продуктивность бобовых трав и их смесей со злаковыми в экспериментальных погодных условиях / А.И. Головня, Н.И. Разумейко // Кормопроизводство. 2012. №4. С. 10-12.

82. Голубь А.С. Луговое и полевое кормопроизводство / А.С. Голубь, Е.Б. Дрепа, Н.С. Чухлебова, И.А. Донец, О.Г. Шабалдас / Учебный практикум. – Ставрополь: изд-во СтГАУ «Агрус», 2020. – 155 с.

83. Гончаров П.Л. Кормовые культуры Сибири / П. Л. Гончаров. – Новосибирск: Издательство Новосибирского университета, 1992. – 263 с.

84. Гребенников В.Г. Накопление корневой массы и продуктивность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав / В.Г. Гребенников, И.А. Шипилов, О.В. Хонина // Известия Горского государственного аграрного университета. №56(3). 2019. – С. 42-47.

85. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление / А.М. Гродзинский / Избранные труды. Киев: Нукова Думка, 1991. – 430 с.

86. Громов А.А. Биоэкологические и агротехнические основы формирования высокопродуктивных агрофитоценозов однолетних кормовых культур в степной зоне Южного Урала: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук / А.А. Громов. – Оренбург, 1995. – 38 с.

87. Гурский Н.Г. Перспективы возделывания амаранта в Южном федеральном округе / Нетрадиционные сельскохозяйственные, лекарственные и декоративные растения. 2005. №1(2). – С. 7-8.

88. Гусева В.А. (Сергеева В.А.) Амарант – перспективная культура с повышенным содержанием белка / В.А. Гусева, П.Ф. Кононков, М.С. Гинс / Инновационные технологии в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: материалы конференции. Е.1. ВНИИССОК. Москва, 2006. – С. 97-100.

89. Данилов К.П. Комовые культуры и их силосование / К.П. Данилов. – Чебоксары: ЧГСХА, 2007. – 200 с.

90. Дегтярева И.А. Микробиологические аспекты силосования

кукурузы и амаранта / И.А. Дегтярева, Алимова Ф.К., Зарипова Л.П., Шакиров Ш.К., Ожиганова Г.У. / депонированная рукопись № 2459-B98 08.07.1998

91. Дегунова Н. Б. Урожайность зеленой массы люцерны изменчивой в зависимости от инокуляции семян биопрепаратами / Н.Б.Дегунова, Ю.Б. Данилова // Аграрная Россия. 2011. №5. – С. 79–80.

92. Дегунова Н.Б. Урожайность сортов люцерны изменчивой при инокуляции ризоторфином / Н.Б. Дегунова, Ю.Б. Данилова // Кормопроизводство. 2013. №7. – С. 26–28.

93. Дедов А.В. Влияние многолетних трав на плодородие почв / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова // Агрехимический вестник. 2012. №4. – С. 7-9.

94. Демина Г.В. Некоторые аспекты технологии возделывания амаранта багряного в условиях республики Татарстан / Г.В. Демина, О.Р. Иванова / Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: тезисы докладов I Международного симпозиума. – Пущино, 1995. – С.128-130.

95. Дергаусов В.И. Амарант – культура перспективная / В.И. Дергусов // Масла и жиры. 2006. №2. – С.7.

96. Джексон У.К. Идеи унификации в сельскохозяйственной экологии. Сельскохозяйственные экосистемы. – М.: Агропромиздат, 1987. – 213 с.

97. Дзампаева М.В. Повышение качества кормовой массы амаранта / М.В. Дзампаева / Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы VIII Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 2019. – 19-20.

98. Дзанагов С.Х. Плодородие почв и удобрения / С.Х. Дзанагов. Орджоникидзе, Издательство «ИР», 1987. – 364 с.

99. Дзанагов С.Х. Эффективность применения удобрений в севообороте / С.Х. Дзанагов. Владикавказ: Горский госагроуниверситет, 1999. – 364 с.

100. Дитмер Э.Э. Лядвенец / Э.Э Дитмер // Растениеводство СССР.

1933. Т. 1. – 4.2. – С.112-150.

101. Дозоров А.В. Влияние активизации симбиотической деятельности на формирование урожайности зернобобовых культур / А.В. Дозоров, М.Н. Гаранин // Вестник: УГСХА. 2012. №4. – С. 4-9.

102. Доев Д.Н. Оценка биоресурсного потенциала люцерны (*Medicago varia* Mart.) при использовании местных штаммов клубеньковых бактерий рода *Sinorhizobium* в условиях вертикальной зональности РСО-Алания: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук, / Д.Н. Доев. – Владикавказ, 2017. – 26 с.

103. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

104. Дроздов С.Н. Свето-температурные характеристики фотосинтеза у двух видов амаранта / С.Н. Дроздов, Е.С. Холопцева, В.В. Коломейченко // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 5. – С. 96-101.

105. Дроздова И.Л. Морфолого-анатомическое изучение травы вязеля разноцветного (*Coronilla varia* L.) / И.Л. Дроздова, И.А. Калущкий // Курский научно-практический вестник «Человек и здоровье». 2017. №1. – С. 93-97.

106. Дронов А.В. Агроэнергетическая оценка и кормовая ценность одновидовых и совмещенных посевов сорговых культур в агроландшафтах Брянщины / А.В. Дронов, Е.А. Симонова, Л.В. Хавкина / Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Международная экологическая конференция. Краснодар, 2018. – С. 390-392.

107. Дронова Т.Н. Возделывание нетрадиционных многолетних бобовых трав в Нижнем Поволжье / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, В.В. Болдырев, Е.И. Молоканцева // Вестник РАСХН. 2006. №6. – С. 55-58.

108. Дронова Т.Н. Нетрадиционные многолетние бобовые травы на орошении / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, С.Ю. Неужин, В.В. Болдырев, Е.И. Молоканцева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2009. №1(13). – С. 49-51.

109. Дронова Т.Н. Инновационная технология возделывания

поливидовых посевов многолетних трав на орошаемых землях / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, С.Ю. Невежин // Земледелие. 2014. №8. – С.33-34.

110. Дронова Т.Н. Питательная ценность бобово-мятликовых травосмесей на орошаемых землях Нижнего Поволжья / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. №3(59). – С. 91-97.

111. Дронова Т.Н. Создание бобово-мятликовых травостоев / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева // Животноводство России. 2022. №3. – С. 51-53.

112. Елсуков М.П. Однолетние кормовые культуры в смешанных посевах / М.П. Елсуков, А.И. Тютюнников. – М.: Сельхозиздат, 1959. – 308 с.

113. Ельчанинова Н.Н. О путях стабилизации кормопроизводства на полевых землях в Самарской области / Н.Н. Ельчанинова, В.Г. Васин // Кормопроизводство. 2000. №9. – С.2-6.

114. Жаринов В.И. Люцерна / В.И. Жаринов, В.С. Ключ. – К.: Урожай, 1990. – 320 с.

115. Железнов А.В. Материалы к познанию системы размножения амаранта / А.В. Железнов, Н.Б. Железнова, Н.В. Бурмакина и др. / Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы II Международного симпозиума: – М.: Пущино, 1997. Т.1. – С. 89-92.

116. Железнов А.В. Амарант перспективная пищевая и кормовая культура многоцелевого использования для Западной Сибири / А.В. Железнов, Л.П. Солоненко, Н.Б. Железнова // Пища, экология, качество. Новосибирск, 2001. – С.44-45.

117. Железнов А.В. Амарант – хлеб, зрелище и лекарство // Химия и жизнь. 2005. № 6. – С. 55-61.

118. Железнов А.В. Амарант: научные основы интродукции / А.В. Железнов, Н.Б. Железнова, Н.В. Бурмакина, Р.С. Юдина. – Новосибирск: Гео, 2009. – 236с.

119. Жеруков Б.Х. продуктивность разнопоспевающих травостоев в зависимости от видового состава / Б.Х. Жеруков, К.Г. Магомедов, Ф.Х.

Тукова // Кормопроизводство. 2003. №4. – С. 11-12.

120. Жизнь растений. Цветковые растения / Под. Ред. Тпхтаджяна. – М.: Просвещение, 1980. Вып. 6. Т. 5. Ч. 1. – 430 с.

121. Журавель Н.В. Зерновой амарант – перспективная культура / Н.В. Журавель, В.В. Чумакова, В.В. Мартиросян // Достижения науки и техники. 2012. №10. – С. 71-72.

122. Журавская А.Н. Определение компонентного состава семян и листьев представителей рода *Amaranthus* L., произрастающих в условиях Центральной Якутии / А.Н. Журавская, И.В. Воронов, Е.Р. Поскачина // Вестник СВФУ. 2012. Т.9. №3. – С. 47-51.

123. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство / А.А. Жученко. – Кишинев. Штинница, 1990. – 431 с.

124. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства: Концепция / А.А. Жученко. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 146 с.

125. Жученко А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке / А.А. Жученко. – Саратов, 2000. – 276 с.

126. Завалин А.А. Влияние уровня азотного питания и азотфиксирующих препаратов на формирование продуктивности пшеницы и гороха в чистых и смешанных посевах / А.А. Завалин, А.В. Пасынков, П.В. Лекомцев // Агрехимия. 2003. №9. – С. 26-36.

127. Запорожцев П.В. Фотосинтетическая деятельность растений в смешанных посевах – основа формирования высокопродуктивных агрофитоценозов однолетних кормовых культур в смешанных посевах // П.В. Запорожцев // Аграрный вестник. №11(53). 2008. – С. 26-28.

128. Зарипова Л.П. Ресурсы кормового белка / Л.П. Зарипова – Казань.: Татарское книжное изд-во, 1985. – 113 с.

129. Зарьянов З.А. Особенности формирования травостоя различных сорто-образцов клевера лугового / З.А. Зарьянов, Н.В. Парахин //

Кормопроизводство. – 2001. №7. – С. 18-22.

130. Заслонкин В.П. Значение смешанных посевов зернофуражных культур в увеличении производства белка / В.П. Заслонкин / Производство и использование растительного белка: тезисы докладов Всесоюзного совещания – Краснодар, 1981. – С. 183-184.

131. Заслонкин В.П. Основные преимущества поликомпонентных фитоценозов перед монокультурой / В.П. Заслонкин / Продукционный процесс сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-методической конференции. – Орел, 2001. ч.3. – С. 90-93.

132. Заслонкин В.П. О сравнительном уровне продуктивности моно- и поликомпонентных промежуточных агрофитоценозов / Продукционный процесс сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-методической конференции. – Орел, 2001. ч.3 – 105 с.

133. Зезин Н.Н. Белково-энергетический коэффициент как показатель эффективности отрасли кормопроизводства / Н.Н. Зезин, М.А. Намятов // Кормопроизводство. 2019. №6. – С. 12-17.

134. Зекич Н. Влияние сроков хранения на качество семян лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) / Н. Зекич, А.Семич, С. Вукович // Кормопроизводство. 2012. – С. 25-26.

135. Зеленков В.Н. Амарант. Агробиологический портрет / В.Н. Зеленков, В.А. Гульшина, Л.Б. Терешкова. – М.: РАЕН, 2008. – 101 с.

136. Зеленский Н.А. Элементы биологизации земледелия на эродированных черноземах Ростовской области / Н.А. Зеленский, Е.П. Луганцев, А.П. Авдеенко / Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции. – пос. Персиановский, 2005. Т. II. – С. 60.

137. Зеленский Н.А. Роль бобовых культур в биологизации земледелия /Н.А. Зеленский, Г.М. Зеленская, А.П. Авдеенко // Успехи современного естествознания. 2005. №8. – С. 52-53.

138. Зеленский Н.А. Озимая вика в бинарных посевах на

эродированных черноземах Ростовской области / Н.А. Зеленский, А.П. Авдеенко, Г.В. Мокриков // Успехи современного естествознания. 2005. №3. – С. 41.

139. Зеленский Н.А. Опыт юга России: Эффективность и перспективы использования бобовых трав в занятых сидеральных и кулисно-мульчирующих парах / Н.А. Зеленский, А.П. Авдеенко // Ресурсосберегающее земледелие. 2008. № 1. – С. 15-17.

140. Зеленский Н.А. Люцерна изменчивая в бинарных посевах с подсолнечником и озимой пшеницей / Н.А. Зеленский, А.П. Авдеенко, А.С. Савинов, М.С. Овчаренко // Земледелие. 2008. №7. – С. 34-36.

141. Зеленский Н.А. Влияние бинарных посевов на продуктивность агроценоза озимой пшеницы / Н.А. Зеленский, А.С. Савинов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2008. №11(49). – С.5-6.

142. Зеленский Н.А. Применение бинарных посевов озимой пшеницы с люцерной на эродированных черноземах / Н.А. Зеленский, Г.М. Зеленская, Г.В. Мокриков // АгроСнабФорум. 2016. №1(140). – С. 56.

143. Зеленков В.Н. Химический и минеральный состав различных частей амаранта (*Amaranthus cruentus*) / В.Н. Зеленков, Н.П. Заксас / Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: материалы III Международной научно-практической конференции. Пенза, 2000. Т.11. – С. 18-19.

144. Зиновенко Питательность силоса из донника / А.Л. Зиновенко, Н.В. Пилюк, Е.П. Ходаренок, А.П. Шуголеева, А.С. Вансович, Д.В. Шибко, С.В. Хоченкова // Зоотехническая наука Беларуси. 2017. Т.52. №1. – С. 194-201.

145. Зинченко Б.С. Многолетние бобовые травы / Б.С. Зинченко. – Киев: Урожай, 1979. – 152 с.

146. Зновенко О.В. Виды рода *Amaranthus* L. Во флоре востока Украины / О.В. Зновенко, Т.А. Лешан / Новые и нетрадиционные растения и

перспективы их использования: материалы V Международного симпозиума. Т.1. М., 2003. – С. 30-32.

147. Золотарев В.Н. Биологизация семеноводства многолетних трав на основе использования смешанных клеверо-мятликовых посевов / В.Н. Золотарев / Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем: сборник научных трудов. Москва, 2014. – С. 44-54.

148. Зубарев Ю.Н. Сравнительная урожайность одно и двуукосного клевера лугового в чистом посеве и в смеси с тимофеевкой луговой / Ю.Н. Зубарев, И.К. Зинуров, А.В. Горынцев // Пермский аграрный вестник. 1996. Вып. 1. – С.89.

149. Зубрилин А.А. Научные основы консервирования зеленых кормов / А.А. Зубрилин. Москва: Сельхозгиз, 1947. – 392 с.

150. Иванова Н.А. Амарант на орошаемых землях / Н.А. Иванова. – М.: ГУ ЦНТИ. «Мелиоводинформ», 1999. – 117 с.

151. Игнатъев С.А. Динамика изменения твердосемянности сортов люцерны в зависимости от сроков хранения семян / С.А. Игнатъев, А.А. Регидин, Т.В. Грязева, К.Н. Горюнов // Зерновое хозяйство России 2019. № 6 (66). – С. 46–49.

152. Каджюлис Л.Ю. Выращивание многолетних трав на корм / Л.Ю. Каджюлис. – Л.: Колос, 1977. – 247 с.

153. Кадыров С.В. Технология программированных урожаев в ЦЧР (Справочник) / С.В. Кадыров, В.А. Федотов. – Воронеж, 2005. – 542 с.

154. Казарин В.Ф. Подбор и изучение исходного материала для селекции амаранта в лесостепи Среднего Поволжья / В.Ф. Казарин, А.В. Казарина / Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: сборник материалов VI Международного симпозиума. М., 2005. Т.2. – С. 291-293.

155. Казарин В.Ф. Амарант – высокопластичная культура // Агро-Информ. – 2012. №7. – С. 18-20.

156. Казарин В.Ф. Амарант на полях Самарской области и проблемы его возделывания / В.Ф. Казарин, Е.И. Артамонов // Известия Самарской ГСХА. 2013. №4. – С. 41-44.

157. Казарин В.Ф. Методические рекомендации по возделыванию амаранта на корм и семена в лесостепи Среднего Поволжья / В.Ф. Казарин, Л.К. Аглиуллина, А.В. Казарина, М.И. Гуцалюк, И.С. Абраменко, Е.А. Атакова. – Киннель, 2013. – 28 с.

158. Казарина А.В. Особенности агротехники возделывания амаранта в Самарском Заволжье / А.В. Казарина, В.Ф. Казарин // Известия Самарской ГСХА. 2015. №4. – С. 7-11.

159. Калицева Д.Т. Продуктивность и качество амаранта и бобовых трав в чистых и смешанных посевах / Д.Т. Калицева, А.Т. Фарниев, А.А. Сабанова / Новые направления в решении проблем АПК на основе современных ресурсосберегающих инновационных технологий: материалы Международной научно-производственной конференции, посвященной 80-летию проф. Тезиева Т.К. – Владикавказ, 09-12 марта 2011. Т.2. – С. 42-44.

160. Калицева Д.Т. Формирование средообразующих агрофитоценозов амаранта и бобовых трав в РСО-Алания: автореф. дисс...канд. с.-х. наук. – Владикавказ, 2012. – 22 с.

161. Капсамун А.Д. Инновационные технологии возделывания кормовых культур на мелиорированных землях нечерноземной зоны РФ / А.Д. Капсамун, Н.Г. Ковалев, Е.Н. Павлючик, Н.Н. Иванова / Повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутренних и внешних рынках: материалы Международного конгресса: материалы для обсуждения. Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, ООО «Экспофорум-Интернэшнл». 2017. – С. 43-44.

162. Карлова И.В. Совершенствование приемов возделывания и использования поливидовых сенокосно-пастбищных травостоев с кострцом

безостым в условиях лесостепи Среднего Поволжья: дисс...канд. с.-х. наук. – Киннель, 2019. – 229 с.

163. Карпей О.Н. Технология смешанного посева / О.Н. Карпей // Наше сельское хозяйство. №23. 2015. – С. 27-33.

164. Карпова Л.В. Семенная продуктивность донника желтого при разной плотности агроценоза / Л.В. Карпова, Л.П. Блохина // Кормопроизводство. 2001. №12. – С. 22-25.

165. Кашеваров Н.И. Способы посева и нормы высева амаранта / Н.И. Кашеваров, С.К. Хамцов, Н.Н. Кашеварова // Кормопроизводство. 1993. № 2 – С. 20-21.

166. Кашеваров Н.И. Производство кормов в Западной Сибири / Н.И. Кашеваров В.П. Данилов А.А. Мустафин Р.И. Полюдина. – Новосибирск: СибНИИ кормов, 2007. – 100 с.

167. Кашеваров Н.И. Агротехнологии производства кормов в Сибири / Н.И. Кашеваров, В.П. Данилов, Р.И. Полюдина, О.Т. Андреева и др. – Новосибирск, 2012. – 247 с.

168. Кашеваров Н.И. Кормопроизводство как жизнеобразующая отрасль в сельском хозяйстве Сибири / Н.И. Кашеваров, В.Ф. Резников / Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке: сборник материалов. Новосибирск, 2013. – С. 3-13.

169. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия / В.И. Кирюшкин. – Пушкино, 1993. – 63 с.

170. Кирюшин В.И. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев. – М.: Изд-во МСХА, 1993. – 98 с.

171. Киселев А.П. Перспективные приемы повышения продуктивности луговых агрофитоценозов в Горном Алтае / А.П. Киселев // Кормопроизводство. №4. 2004. – С. 6-8.

172. Киселева И.С. Фотосинтетические характеристики листа амаранта в условиях азотного стресса / И.С. Киселева, Г.Ф. Некрасова, Р.А. Борзенкова

/ Новые нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: материалы I Международного симпозиума. – М.: Пущино, 1995. – С. 51-52.

173. Киселева К.В. Флора средней полосы России / К.В. Киселева, С.Р. Майоров, В.С. Новиков. – М.: ЗАО «Фитон+», 2010. – 544 с.

174. Кислякова А.О. Пермский клевер, его агротехника и семеноводство / А.О. Кислякова. – Молотов: Молотовское областное государственное издательство, 1950. – 48 с.

175. Клейменов Н.И. Нормирование кормления КРС в условиях интенсификации животноводства / Н.И. Клейменов, Н.В. Груздева / Научные основы полноценного кормления с.-х. животных: сборник научных трудов ВАСХНИЛ.- М.: Агропромиздат, 1986. – С.14-20.

176. Климова Э. В. Пути стабилизации кормопроизводства Забайкалья / Э.В. Климова, О.Т. Андреева, Г.П. Темникова // Проблемы и перспективы совершенствования зональных систем земледелия в современных условиях: материалы научно-практической конференции. 16–17 октября. Чита, 2009. – С. 36–39.

177. Клыга Е.Р. Формирование высокопродуктивных бинарных агрофитоценозов на основе люцерны и фестулолиума / Е.Р. Клыга, П.П. Васько // Земледелие и селекция в Беларуси: сборник научных трудов. / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. Вып.55. – С. 157-165.

178. Клыга Е.Р. Сравнительная продуктивность возделывания многолетних трав в чистом виде и в травосмесях / Е.Р. Клыга // Земледелие и селекция в Беларуси. 2021. №51. – С. 191-200.

179. Кожемяков А. П. Агротехнологические основы создания новых форм микробных биопрепаратов для земледелия / А.П. Кожемяков, Ю.В. Лактионов, Т.А. Попова, А.Г. Орлова, А.Л. Кокорина, О.Б. Вайшля, Е.В. Агафонов, С.А. Гужвин, А.А. Чураков, М.Т. Яковлева // Сельскохозяйственная биология. 2015. - № 3, т.50. - С. 369-376.

180. Козырев А.Х. Научное обоснование реализации биологического потенциала люцерны в Центральной части Северного Кавказа: автореф. дисс. ... док. с.-х. наук / А.Х. Козырев – Владикавказ, 2009. – 42 с.

181. Козырев А.Х. Реализация биоресурсного потенциала люцерны в условиях вертикальной зональности РСО-Алания / А.Х. Козырев, А.Т. Фарниев, И.Б. Басаев. Владикавказ: Издательство ФГОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2011. – 160 с.

182. Козырев А.Х. Использование донника желтого в качестве раннего предшественника для озимых колосовых и промежуточных культур / А.Х. Козырев, П.В. Алборова, А.А. Сабанова // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49. 4. – С. 71-76.

183. Козырева М.Ю. Формирование симбиотического аппарата люцерны в зависимости от типа азотного питания / М.Ю. Козырева, Л.Ж. Басиева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. № 1 (57), 2020. – С. 10-16. DOI 10.12737/2073-0462-2020-10-16

184. Козырева М.Ю., Басиева Л.Ж. Фотосинтетические показатели посевов люцерны в зависимости от типа питания // Вестник НГАУ. №2 (55). 2020. – С. 27-33.

185. Кокоев Х.П. Роль микробных биопрепаратов в повышении болезнеустойчивости и продуктивности растений сои / Х.П. Кокоев, А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, А.А. Сабанова // Известия горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. 4. – С. 56-62.

186. Коломейченко В.В. Растениеводство / Учебник. — М.: Агробизнесцентр, 2007. – 600 с. ISBN 978-5-902792-11-6.

187. Колотов А.П. Повышение продуктивности естественного и старосеянного сенокосов путем использования бобово-злаковых травосмесей / А.П. Колотов // Пути повышения сбора белка при возделывании многолетних трав. – УралНИИСХ, 1990. – С. 40 - 46.

188. Кольцов А.В. Продуктивность люцерны изменчивой лугопастбищного типа в одновидовых посевах и травосмесях: автореф. дисс.

... канд. с.-х. наук: / Кольцов А.В. – М., 2002. – 15 с.

189. Кононков П.В. Амарант – выгодная культура / П.В. Кононков, В.К. Гинс // Картофель и овощи. 1996. № 1. – С. 24-25.

190. Кононков П.Ф. Амарант – перспективная культура XXI / П.Ф. Кононков, В.К. Гинс, М.С. Гинс – М., 1999. – 296 с.

191. Кононков П.Ф. Листья амаранта – ценное сырье для получения пищевых добавок и обогащенных чайных продуктов. Целебные растения / П.Ф. Кононков, М.С. Гинс, В.М. Рахимов // Картофель и овощи. 2004. № 1. – С. 29-30.

192. Кононков П.Ф. Амарант – перспективная культура с повышенным содержанием белка и биологически активных веществ для создания нового поколения пищевых продуктов / П.Ф. Кононков, В.К. Гинс, М.С. Гинс, И.М. Котелкин // Нетрадиционные сельскохозяйственные, лекарственные и декоративные растения. М., 2006. №1(3) – С. 42-43.

193. Кононков П.Ф. Интродукция амаранта в России / П.Ф. Кононков, М.С. Гинс // Научно-практический журнал "Овощи России". 2008. №1-2. – С. 79-82.

194. Кононков П.Ф. Амарант – ценная овощная и кормовая культура многопланового использования / П.Ф. Кононков, А.В. Сергеева // Аграрный вестник Урала. 2011. №4(83). – С. 63-64.

195. Кононов А.С. Эффективность минерального питания растений в гетерогенном люпино-злаковом агроценозе / А.С. Кононов // Научное обеспечение люпиносеяния в России: тезисы докладов Международной научно-практической конференции. Брянск, 2005. – С. 136.

196. Константинов П.Н. Люцерна и ее культура на Юго-Востоке Европейской части СССР / П.Н. Константинов. – М.-Самара: Средневолжское краевое изд-во, 1932. – 61 с.

197. Косолапов В.М. Состояние и перспективы развития кормопроизводства России в XXI веке / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов // Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке:

сборник материалов. Новосибирск, 2013. – С.14-25.

198. Костычев П.А. Учение о механической обработке почв / П.А. Костычев. – СПб, 1885. – 171 с.

199. Котова Н.П. Использование зернового амаранта и кабачкового пюре в диетических изделиях / Н.П. Котова, Н.А. Леонтьева // «Нетрадиционное растениеводство. Экология. Экология и здоровье: материалы XI Международного симпозиума. – Симферополь, 2000. – С. 600-601.

200. Красненков С.В. Смешанные посевы сорго суданковых гибридов с амарантом на зелёный корм / С.В. Красненков // Кормопроизводство. 1999. №8. –С.18-19.

201. Кружилин И.П. Оптимизация водного режима почвы для получения запланированных урожаев сельскохозяйственных культур в степной и полустепной зонах Нижнего Поволжья: автореф. дисс. ... док. с.-х. наук.- Волгоград, 1982. – 34с.

202. Кружилин И.П. Орошаемое земледелие в современных ландшафтах степей /И.П. Кружилин / И.П. Кружилин // Вестник РАСХН. - 1993. № 4. – С. 36-39.

203. Крючков В.К. Пути производства кормов в степной зоне / В.К. Крючков // Кормопроизводство. 2000. №10. – С. 6-10.

204. Кузнецов К.А. Продуктивность зернобобовых культур в поливидовых посевах на зелёный корм и сенаж в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Киннель, 2014. – 25 с.

205. Кузнецов И.Ю. Новые сорта нетрадиционных кормовых культур в решении кормовой проблемы. / И.Ю. Кузнецов, Э.Р. Даутова / Новое слово в науке: перспективы развития: материалы II международной научно-практической конференции. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – С. 5-7.

206. Кузютина Л.И. Интродукция видов рода амаранта (*Amaranthus*) в

условиях лесостепного региона / Л.И. Кузютина, Г.П. Федосеева // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: сборник материалов III Международной научно-производственной конференции. – Пенза, 2000. Т. 3. – С. 17-18.

207. Купцов Н.С. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы / Н.С. Купцов, И.П. Такунов. – Брянск, 2006. – 576 с.

208. Курочкина О.Г. Приемы возделывания лядвенца рогатого в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / О.Г. Курочкина. – Пенза, 2004. – 20 с.

209. Кутузова А.А. Научные основы создания и использования бобово-злаковых растений в Центральном районе лесной зоны СССР: автореф. дис. докт. с.-х. наук. – Москва, 1973. – 41 с.

210. Кухарчик П.А. Продуктивность клевера в полевом севообороте / П.А. Кухарчик // Кормопроизводство. 1999. №7. – С. 21-23.

211. Кшникаткина А.Н. Формирование бобово-злаковых травостоев / А.Н. Кшникаткина // Кормопроизводство. 2000. №11. – С. 18-21.

212. Кшникаткина А.Н. Адаптивная технология амаранта метельчатого / А.Н. Кшникаткина, В.А. Гущина, С.А. Кшникаткин, Е.А. Зуева / Технология выращивания и использование лекарственных культур: материалы региональной научно-практической конференции. Под ред. Р.Р. Исмагилова – Уфа: БГАУ, 2003. – С. 57.

213. Кшникаткина А.Н. Приемы возделывания лядвенца рогатого / А.Н. Кшникаткина, В.А. Гущина, А.А. Галиуллин // Главный агроном. 2006. №5. – С. 31-32.

214. Кшникаткина А.Н. Семеноводство многолетних нетрадиционных кормовых культур / А.Н. Кшникаткина. – Пенза: Пензенская ГСХА, 2007. – 352 с.

215. Кшникаткина А.Н. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов лядвенца рогатого (*Lotus Corniculatus*) / А.Н. Кшникаткина, В.Н. Еськин // Нива Поволжья. 2009. №1(10). – С. 22-28.

216. Кшникаткина А.Н. Семенная продуктивность нетрадиционных кормовых культур в зависимости от приемов возделывания / А.Н. Кшникаткина, П.Г. Аленин // Нива Поволжья. 2012. №1. – С. 33-38.

217. Кшникаткина А.Н. Смешанные посевы кормовых культур / А.Н. Кшникаткина. – Симферополь: Изд-во «Крым», 2014. – 46 с.

218. Лазарев Н.Н. Урожайность люцерны изменчивой (*Medicago varia*) в одновидовых посевах и травосмесях с бобовыми и злаковыми травами / Н.Н. Лазарев, А.М. Стародубцева, Д.В. Пятинский // Кормопроизводство. 2013. №11. – С. 10-12.

219. Ласкин О.Д. Одновидовые и смешанные посевы кормовых культур на силос в условиях лесостепи среднего Поволжья: автореф. дис... канд. с.-х. наук / О.Д. Ласкин. – Кинель, 1999. – 23с.

220. Левахин Ю.И. Заготовка и использование высококачественных кормов из бобовых культур: монография / Ю.И. Левахин. – М., 2004. – 226 с.

221. Лисицын Б.П. Опыт по культуре лядвенца рогатого / Б.П. Лисицын // Достижения науки и передового опыта в сельском хозяйстве. 1952. № 4. – 27 с.

222. Лисицын П.И. Вопросы биологии красного клевера / П.И. Лисицын. – М.: Сельхозиздат, 1947. – 344 с.

223. Логачев М.В. Приемы совместных посевов кукурузы и амаранта метельчатого на серых лесных почвах Центрального Черноземья: автореф. дисс...канд. с.-х. наук. – Курск, 2005. – 18 с.

224. Лошаков В.Г. Особенности потребления азота, фосфора и калия полевыми культурами в специализированных севооборотах // Известия ТСХА. 1991. Вып.2. – С. 50-58.

225. Лошаков В.Г. Роль севооборота в современной земледелии // Земледелие на рубеже XXI века. – М., 2003. – С. 36-43.

226. Лубенец П.А. Люцерна / П.А. Лубенец. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1956. – 240 с.

227. Луганцев Е.П. Бинарные посевы подсолнечника и бобовых трав и

сохранение плодородия почвы / Е.П. Луганцев, А.П. Авдеенко, Н.А. Зеленский, И.Н. Шестов // Земледелие. 2008. №4. – С. 22-23.

228. Лукашев В.Н. Роль многолетних бобовых трав в системе кормопроизводства / В.Н. Лукашев // Кормопроизводство. 2001. №6. – С. 18-22.

229. Лупашку М.Ф. Однолетние кормовые культуры / М.Ф. Лупашку. – Кишинев: Карта Молдавияскэ, 1972. – 240 с.

230. Лупашку М.Ф. Состояние и перспективы научно-исследовательских работ по смешанным и уплотненным посевам с зернобобовыми культурами / М.Ф. Лупашку // Смешанные и уплотненные посевы с зернобобовыми культурами. – М., 1974. – С. 3-32.

231. Лупашку М.Ф. Интенсификация кормопроизводства основа развития животноводства / М.Ф. Лупашку // Кормопроизводство. №10. 1982. – С. 7-10.

232. Лупашку М.Ф. Люцерна / М.Ф. Лупашку. – М.: Агропромиздат, 1988. – 255 с.

233. Луценко Г.В. Качественная характеристика интродуцированных однолетних кормовых культур / Г.В. Луценко // Известия Горского аграрного университета. №3. 2014. – С. 310-313.

234. Люшинский В.В. Лядвенец рогатый в кормопроизводстве / В.В. Люшинский // Кормопроизводство. 1984. № 12. – С. 34-36.

235. Лященко Г.А. Основные приемы агротехники зернового амаранта в лесостепи ЦЧР: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Г.А. Лященко. – Воронеж, 2007 – 22 с.

236. Магомедов И.М. Амарант – новая перспективная культура / И.М. Магомедов // Земледелие. 1990. №4. – С. 54-61.

237. Магомедов И.М. Амарант-культура будущего: физиологические и биологические аспекты / И.М. Магомедов / Новые не традиционные растения и перспективы их практического использования: материалы IV Международного симпозиума. – Пущино, 2001. Т.1. – С.77.

238. Магомедов И.М. Решение белковой проблемы за счет амаранта / И.М. Магомедов / Растительные ресурсы для здоровья человека: материалы 1-ой Международной научно-практической конференции. М., 2002. – С. 278-279.

239. Магомедов И.М. Полифункциональное использование амаранта в агрофарминдустрии / И.М. Магомедов / Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы V Международного симпозиума». Т. I. М., 2003. – С. 60-63.

240. Малахова Е.И. Зерновая и белковая продуктивность одновидовых и совместных посевов вики с овсом при разных уровнях азотного питания / Е.И. Малахова, В.К. Храмой, О.В. Рахимова // Известия ТСХА. 2006. №4. – С. 42-46.

241. Маркова В.Е. Адапционные способности сортов клевера лугового / В.Е. Маркова, Е.Ю. Ушакова / Материалы Международной научно-практической конференции. Орел, 2009. – С. 99-103.

242. Мартиросян В.В. Применение нетрадиционного сырья в технологии хлеба / В.В. Мартиросян // Известия вузов. Пищевая технология. 2008. №2-3. – С. 38-39.

243. Медведев П.Ф. Кормовые растения европейской части СССР. Справочник / П.Ф. Медведев, А.И. Сметанникова. Л.: Колос. Ленинградское отделение, 1981. – 336 с.

244. Медведева В.И. Использование амаранта в рационах КРС в условиях Южного Урала / В.И. Медведева, М.И. Ставрова. – Новосибирск: Изд-во института животноводства, 1993. – 21с.

245. Мелешкина Е. Амарантовая мука в хлебопечении / Е. Мерешкина, А. Меньшенин, А. Медведев // Наука. Техника. Производство. 2005. №10. – С. 43-44.

246. Меликов Р.К. Амарант – главная кормовая культура в Азербайджане / Р.К. Меликов / Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье: материалы VIII Международного симпозиума. – Симферополь,

1999. – С. 114-115.

247. Мельцаев И.Г. Севооборот и система обработки – основы повышения плодородия почв и урожайности в Верхневолжье / И.Г. Мельцаев, С.И. Зинченко, Эседуллаев, А.Э. Лощинина. – Иваново: ПресСто, 2019. – 392 с.

248. Метельский Ф.И. Агротехника клевера в Предуралье / Ф.И. Метельский. – Молотов: Молотовское областное издательство, 1947. – 92 с.

249. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Под редакцией М. А. Федина и др. М., 1989. – 194 с.

250. Миркин Б.М. Агрофитоценология с основами агроэкологии / Б.М. Миркин, Ю.А. Злобин. – Уфа, 1990. – 79 с.

251. Минина И.П. Луговые травосмеси / И.П. Минина / М.: Колос, 1972. – 287с.

252. Миркин Б.М. Агрофитоценология с основами агроэкологии / Б.М. Миркин, Ю.А. Злобин. – Уфа: Изд-во БашГУ. – 80 с.

253. Мирошниченко Л.А. Зерновой амарант на Воронежских черноземах / Л.А. Мирошниченко, С.В. Кадыров, В.И. Стребков // Интродукция нетрадиционных и редких растений: V Международная научно-практическая конференция. – пос. Персиановский, 2004. – С. 33-35.

254. Мирошниченко Л.А. Физиолого-биохимические аспекты онтогенеза амаранта (*Amaranthus L.*) при возделывании в Центрально-Черноземном регионе: автореф. дисс...канд. биол.наук. – Воронеж. 2008 – 22 с.

255. Мирошниченко Л.А. Пища должна быть лекарством, а лекарство пищей / Л.А. Мирошниченко, В.И. Белоусов, Е.П. Шаталов // Межрегиональный информационно-аналитический и научно-популярный журнал "Аграрная тема". 2012. №9 (38). – С. 28-30.

256. Митянин И.О. Урожайность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав при длительном использовании / И.О. Митянин //

Агрохимический вестник. №3. 2007. – С. 3-40.

257. Михайличенко Б.П. Методическое пособие по энергетической оценке технологий производства семян многолетних трав / Б.П. Михайличенко, Н.И. Переправо, В.Н. Мергиевая – М.: РАСХН, 1996. – 52 с.

258. Мишустин Е.Н. Азотный баланс в почвах СССР / Е.Н. Мишустин // В кн.: Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985.– С.3-11.

259. Мокроносов А.Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функций роста / А.Т. Мокроносов / в сб.: Фотосинтез и продукционный процесс. 1988. – С. 109-121.

260. Морозов В.И. Изменение содержания гумуса и общего азота в выщелоченном черноземе в ротациях севооборотов лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, А.Х. Куликова, М.И. Подсевалов, Е.А. Петухов, Р.С. Гломолзин, Н.В. Керенцев / Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России: материалы Всероссийской научно-производственной конференции, 60-летию академии посвящается. Ульяновск, 13-15 мая, 2003 г. – С. 98-101.

261. Морозова И.М. Влияние некоторых способов скарификации на всхожесть твердокаменных семян галеги восточной и клевера гибридного / И.М. Морозова, И.А. Графутко // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. 2010. Т.4. №58. – С. 63-67.

262. Мохнаткин И.П. Агротехника клевера при возделывании на сено и семена // Клевер красный. – Свердловск, 1969. – С. 122-205.

263. Мошкина Ю.С. Бинарные посевы – эффективный энергосберегающий прием повышения продуктивности растениеводства и сохранения почвенного плодородия (обзор) / Ю.С. Мошкина, Л.П. Шаталина // АПК России. 2021. №4. Т.28. – 447-453.

264. Мусаев М.Р. Адаптационный потенциал люцерны и сахарного сорго в условиях Терско-Сулакской подпровинции Республики Дагестан / М.Р. Мусаев, И.Р. Астарханов И.Р., А.В. Рамазанов, А.А. Магомедова, З.М.

Мусаева, К.М. Мусаев // Проблемы развития АПК региона. 2018. №1(33). – С. 61-65.

265. Мусаев М.Р. Фитомелиоративный потенциал кормовых культур на деградированных землях Терско-Сулакской подпровинции Республики Дагестан на фоне разных видов удобрений / М.Р. Мусаев, Астарханов И.Р., Тамазиев Т.И. и др. / Основные направления развития науки и образования АПК: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2018. – С. 61-64.

266. Мухина И.А. Клевер / Н.А. Мухина, З.И. Шестиперова. – Л.: Колос, 1978. – 168 с.

267. Нафиков М.М. Агротехнические приемы формирования высокопродуктивных ценозов кормовых культур в условиях лесостепи Поволжья / М.М. Нафиков, В.Н. Фомин. – Казань: Издательство «Отечество», 2010 – 260 с.

268. Нафиков М.М. Возделывание одновидовых и смешанных посевов сорговых культур и их эффективность / Н.М. Якушкин, М.М. Нафиков, В.Н. Фомин. – М., 2015. – 248 с.

269. Нафиков М.М. Оценка продуктивности кормовых культур в одновидовых и бинарных посевах в республике Татарстан / М.М. Нафиков, А.Р. Нигматзянов / Совмещенные посева полевых культур в севообороте агроландшафта: Международная научная экологическая конференция. Краснодар: Изд-во Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 166-170.

270. Неворотов В.П. Подбор смесей многолетних трав и разработка агротехники их посева в подтаежной зоне Западной Сибири: автореф. дисс... канд. с.-х. наук / В.П. Неворотов. – Омск, 1984. – 16 с.

271. Некрасов Г.Ф. Продукционный процесс и некоторые особенности азотного обмена у амаранта метельчатого в условиях разного обеспечения азотом / Г.Ф. Некрасов, И.С. Кисилева / Новые не традиционные растения и перспективы их использования: материалы I Международного симпозиума. –

М.: Пушкино, 1995. – С.47-48.

272. Нечепуренко С.Б. Воздействие различных факторов на прорастание семян *HEDYSARUM THEINUM* KRASNOB (FABACEAE) / С.Б. Нечепуренко, О.В. Дорогина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. №10(72). – С. 46-49.

273. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы повышения продуктивности растений / А.А. Ничипорович // Проблемы фотосинтеза. – М., 1959. – С. 427.

274. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович. – Москва: Издательство АН СССР, 1961. – 193 с.

275. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: АН СССР, 1963. – 158 с.

276. Ничипорович А.А. Фотосинтез и урожай /А.А. Ничипорович // М.: Знамя,1966. – 48с.

277. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. М.: Наука, 1972. – С. 511.

278. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии // Фотосинтез и продукционный процесс. – Москва: Наука, 1988. – С. 5-29.

279. Ницэ Л.К. Роль микроорганизмов в биоконверсии природных ресурсов молекулярного азота атмосферы / Л.К. Ницэ / Рациональное использование биоресурсов АПК: материалы Международной научно - практической конференции. Владикавказ, 2007. – С. 192-193.

280. Новиков Ю.Ф. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке технологических процессов в сельском хозяйстве / Ю.Ф. Новиков, Е.А. Базаров, В.М. Рабштына и др. // ВАСХНИЛ, ЦНИПТИМЭЖ. Запорожье, 1982. – 36с.

281. Новиков М.Н. Смешанные посевы с люпином как фактор

оптимизации продукционного потенциала пашни / М.Н. Новиков, В.Н. Баринов, В.М. Тужилин // *Агрехимия и экология: история и современность: материалы Международной научно-практической конференции*. Т.3. Н.Новгород: Изд-во ВВАГС, 2008. – С. 62-65.

282. Новиков М.Н. Эффективность использования смешанных посевов во Владимирской области / М.Н. Новиков, В.Н. Баринов, Л.И. Ермакова, Л.Д. Фролова / *Владимирский земледелец*. №3-4(73-74). 2015. – С. 14-17.

283. Новиков А.А. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах / А.А. Новиков, О.П. Кирсанов / *Научный журнал КубГАУ*. 2012. – С. 643-652.

284. Новиков Н.Н. Эффективность выращивания поливидовых силосных кормосмесей в условиях Рязанской области / Н.Н. Новиков / *Перспективы развития кормовой базы отечественного животноводства с целью повышения продуктивности крупного рогатого скота: материалы Международной конференции*. – М.: Пищепромиздат, 2012. – С. 220-225.

285. Новоселов Ю.К. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур / Ю.К. Новоселов, Г.Д. Харьков, А.С. Шпаков и др. / Под ред. Г.Н. Бычкова. – М., 1989. – 72 с.

286. Новоселов Ю.К. Полевое кормопроизводство как фактор стабилизации кормовой базы и биологизации земледелия / Ю.К. Новоселов, А.С. Шпаков, Г.Д. Харьков / *Кормопроизводство России: сборник научных трудов к 75-летию Всероссийского научно-исследовательского института кормов им. В.Р. Вильямса*. Москва, 1997. – С. 30-41.

287. Образцов В.Н. Подбор компонентов травосмеси на основе фестулолиума и бобовых трав для создания культурных пастбищ в ЦЧР / В.Н. Образцов, Д.И. Щедрина, О.В. Дмитриева / *Юбилейный сборник научных трудов, посвященный 95-летию агрономического факультета Воронежского ГАУ*. Воронеж, 2008. – С. 113-117.

288. Ожиганова Г.У. Характеристика микроорганизмов ризосферы

амаранта и влияние на них минеральных удобрений / Г.У. Ожиганова, И.А. Дегтярева // Изучение и оптимизация агроэкосистем в целях повышения их продуктивности и устойчивости: первая итоговая конференция молодых ученых и специалистов. 21-22 марта 1984 г. – Казань, 1989. – С. 18-19.

289. Ожиганова Г.У. Эффективность бактеризации семян амаранта микроорганизмами рода *Azotobacter* / Г.У. Ожиганова, И.А. Дегтярева, И.А. Чернов, И.П. Бреус // Доклады РАСХН. 1997. № 6. – С. 14-16.

290. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство / Под ред. В.С. Никляева. — М.: «Былина», 2000. – 555 с.

291. Осокин И.В. Проблема кормового белка и пути увеличения производства растительного белка в Уральском Нечерноземье: Лекция / И.В. Осокин. – Пермь: Пермский сельскохозяйственный институт, 1990. – 48 с.

292. Осокин И.В. Технология выращивания многолетних и однолетних трав Пермской области на основе программирования урожая и их белковая энергетическая продуктивность / И.В. Осокин, С.Л. Елисеев, Н.А. Халезов и др. - Пермь, 1993. – 49 с.

293. Офицеров Е.Н. Химический состав растений рода *Amaranthus* L. / Е.Н. Офицеров, Р.Ш. Хазиев, А.Н. Карасева, А.И. Коновалов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы I Международного симпозиума. Т.1 М.: Пущино, 1995. – С. 28-29.

294. Офицеров Е.Н. Амарант – перспективное сырье для фармацевтической промышленности / Е.Н. Офицеров // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2001. №5. – С. 1-4.

295. Офицеров Е.Н. Углеводы семян амаранта / Е.Н. Офицеров, Э.Х. Офицерева // Аграрная Россия. 2001. № 6. – С. 43-51.

296. Ошаров И.И. Возделывание донника на корм, семена и зеленое удобрение / И.И. Ошаров. – Новосибирск, 1984. – 40 с.

297. Павлючик Е.Н. Возделывание многолетних трав для создания зеленого и сырьевого конвейера / Е.Н. Павлючик // Кормопроизводство.

2007. № 6. – С. 13-16.

298. Парахин Н.В. Биологические и экономические аспекты травосмеси в Орловской области / Н.В. Парахин // Кормопроизводство. – 1997. – № 9. – С. 20-23.

299. Парахин Н.В. Кормопроизводство / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, И.В. Горбачев, Н.Н. Лазарев, С.С. Михалев. – М.: КолосС, 2006. – 432 с.

300. Пасынкова Е.Н. Хозяйственная и биологическая эффективность смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур / Е.Н. Пасынкова, А.В. Пасынков, П.В. Лекомцев // Агро XXI. 2012. №7-9. – С. 32-34.

301. Патент №2112343 С1 РФ. Способ использования солнечной энергии смешанными посевами сельскохозяйственных культур: опубл. 10.06.1998 / Э.Д. Адиньяев, Р.К. Гаджиев. – EDN RYGTNO.

302. Переправо Н.И. Особенности семеноводства амаранта и качественные показатели его семян в условиях центрального района Нечерноземной зоны России / Н.И. Переправо, А.А. Рябов, В.И. Карпин / Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы II Международного симпозиума. – М.: Пушино., 1997. Т.1. – С. 79-81.

303. Персикова Т.Ф. Агроэкологические аспекты повышения плодородия дерново-подзолистых почв / Т.Ф. Персикова // Агрехимический вестник. 2008. № 1. – С. 3-5.

304. Петрова С.Н. Ресурсосберегающая роль растительно-микробных взаимодействий в растениеводстве: автореф. дисс. ... док. с.-х. наук / С.Н. Петрова. – Орел, 2011. – 41 с.

305. Петухова Е.А. Зоотехнический анализ кормов / Е.А. Петухова. Р.Ф. Бессарабова, Л.Д. Халенева, О.А. Антонова. – М.: ВО «Агропромиздат», 1989. – С. 31-72.

306. Пинегин В.Г. Амарант в США / В.Г. Пинегин // Земледелие. 1990. №5. – С. 67.

307. Плиев М.А. Районированные сорта зерновых, кормовых и

овощных культур по РСО-Алания и их значение / М.А. Плиев, И.Б. Басаев, А.Т. Фарниев, С.А. Бекузарова. Владикавказ: Издательство ФГОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2005. – 120 с.

308. Посметный В.В. Сравнительная оценка коллекционных образцов амаранта / В.В. Посметный, Ю.Г. Кузнецов, О.С. Посметная / Актуальные проблемы и перспективы развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции. – пос. Персиановский, 2005. – С. 176-177.

309. Посыпанов Г.С. К методике определения количества симбиотически фиксированного азота воздуха / Г.С. Посыпанов, Л.Д. Князева // Известия ТСХА, вып. 6. 1975. – С. 41-46.

310. Посыпанов Г.С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях / Г.С. Посыпанов // Известия ТСХА. 1983. Вып. 5. – С. 17-26.

311. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха / Г.С. Посыпанов. «Агропромиздат». – М., 1991. – 300 с.

312. Посыпанов Г.С. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов / Учебное пособие. – М.: Издательство МСХА, 1995. – 22 с.

313. Припоров Е.В. Центробежный аппарат с подачей материала вдоль лопаток / Е.В. Припоров, С.Н. Картохин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. №112. – С. 1499-1511.

314. Природные ресурсы республики Северная Осетия – Алания. / Почвы. Т. 6. – Проект-Пресс, Владикавказ, 2000 – С. 99-107.

315. Природные ресурсы республики Северная Осетия – Алания. / Климат. / Отв. ред. Валиева Л.Б. – Проект-Пресс, Владикавказ, 2002. – С. 98-106.

316. Прокошев В.Н. Бездефицитный баланс азота в почвах и содержание протеина в растениях / В.Н. Прокошев, Н.Я. Корляков // Почвоведение. 1971. № 9. – С. 41-47.

317. Прошкин В.А. Моделирование эффективности минеральных удобрений по показателям агрохимических свойств почв / В.А. Прошкин // Агрохимия. 2012. №7. – С. 16-27.

318. Прянишников Д.Н. Расширение посевной площади в нечерноземной полосе в связи с задачей получения в СССР высоких и устойчивых урожаев: в книге «Вопросы окультуривания вновь осваиваемых земель» / Д.Н. Прянишников. – М: Сельхозгиз, 1939. – С. 5-17.

319. Прянишников Д.Н. Травополье и агрохимия / Д.Н. Прянишников // Об удобрении полей и севооборотах. Избранные статьи. – М.: Изд-во МСХ РСФСР, 1962. – С. 14-27.

320. Пьянков В.И. Особенности продукционного процесса у растений с С₃ и С₄ –типами фотосинтеза / В.И. Пьянков // Фотосинтез и продукционный процесс. Свердловск: Изд-во Уральского университета, 1998. – С. 76-94.

321. Работнов Т.А. Запасные вещества и формирование урожая многолетних трав / Т.А. Работнов // Сельское хозяйство за рубежом. – 1967. – № 8. – С. 46-52.

322. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Hydrangeaceae-Naloragaceae. Л., 1987. – 326 с.

323. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т.3. семейства Fabaceae-Ариасеae. СПб.; М., 2010. – 601 с.

324. Рахтеенко И.Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений / И.Н. Рахтеенко. – Минск: Изд-во АН БССР, 1963. – 253 с.

325. Ригер А.Н. Райграс Вестервольдский как уплотняющая культура в посевах бобовых трав / А.Н. Ригер, Л.Г. Горковенко // Кормопроизводство. 2007. № 4. – С. 14-16.

326. Родина Т.В. Поливидовые посевы сахарного сорго – высокоэффективный способ повышения урожайности кормовых

агрофитоценозов / Т.В. Родина, А.Н. Асташев // Таврический вестник аграрной науки. №2(10). 2017. – С. 97-102.

327. Романенко Г. А. Кормовые растения России / Г.А. Романенко, А.И. Тютюнников, П.Л. Гончаров. – М.: ЦИНАО, 1999.– 370 с.

328. Рощина Ж.В. Возделывание амаранта в звене орошаемого севооборота на обыкновенных черноземах Ростовской области: дисс...канд. с.-х. наук / Ж.В. Рощина. – Новочеркасск, 2007. – 156 с.

329. Русакова Т.М. Влияние некоторых условий выращивания на нектаропродуктивность и урожай семян гречихи: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Т.М. Русакова. – Киев, 1974. – 20 с.

330. Рыженко О.В. Совершенствование технологии возделывания лядвенца рогатого в условиях Южного Приморья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / О.В. Рыженко. – Уссурийск, 2007. – 18 с.

331. Рышкель О.С. Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus*) перспективная культура для антропогенно преобразованных почва Припятского Полесья / О.С. Рышкель, Л.И. Крюкова, С.В. Тыновец // Вестник ПолесГУ. 2010. – С. 50-54.

332. Сабанова А.А. Продуктивность пашни под козлятником восточным в зависимости от активности симбиоза / А.А. Сабанова, А.Х. Козырев, А.Т. Фарниев / Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье: материалы IX Международного симпозиума. 2000. – С. 489.

333. Сабанова А.А. Продуктивность амаранта и бобовых трав в различных посевах / А.А. Сабанова, А.Т. Фарниев, Д.Т. Калицева / Антропогенная эволюция современных почв и аграрное производство в изменяющихся почвенно-климатических условиях: материалы Международной научно-практической онлайн-конференции. Орел – Владикавказ – Москва 29.X – 28.XI., 2015. – С. 13-16.

334. Сабанова А.А. Энергетическая эффективность возделывания трав в одновидовых и бинарных посевах в предгорной зоне РСО-Алания / А.А.

Сабанова, Д.Т. Калицева / Достижения науки – сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции (заочной). – Владикавказ, 02-03 октября. Т.І. ч.1. 2017 г. – С. 20–22.

335. Сабанова А.А. Урожайность и качество бинарных посевов / А.А. Сабанова, Д.Т. Калицева / Достижения науки – сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции (заочной). – Владикавказ, 02-03 октября. Т.І. ч.1. 2017 г. – С. 17–19.

336. Сабанова А.А. Роль бобовых культур в стабилизации плодородия почвы и повышении урожайности трав / А.А. Сабанова, А.Т. Фарниев, Д.Т. Калицева / Теория и практика современной аграрной науки: материалы III национальной (Всероссийской) научной конференции. Новосибирск, 28 февраля. 2020. – С. 254-259.

337. Сабанова А.А. Питательная ценность одновидовых посевов бобовых культур и амаранта на каштановых почвах РСО-Алания / А.А. Сабанова / Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 9-й Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 20-24 апреля, 2020. – С. 26-28.

338. Сабанова А.А. Продуктивность бобовых культур и амаранта в бинарных посевах степной зоны РСО-Алания / А.А. Сабанова / Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 9-й Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 20-24 апреля, 2020. – С. 28-30.

339. Сабанова А.А. Энергетическая эффективность возделывания бобовых и мятликовых трав на каштановых почвах / А.А. Сабанова / Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 10-й Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 10-11 июля, 2021. – С. 16-18.

340. Сабанова А.А. Обогащение каштановых почв органическим веществом при возделывании бобовых трав и амаранта / А.А. Сабанова, Д.Т. Калицева, А.Х. Козырев, А.Г. Ваниев // Известия Горского государственного

аграрного университета. 2022. Т. 59. №1. – С. 12-19.

341. Сабанова А.А. Роль трав в обогащении каштановых почв органическим веществом и питательными элементами / А.А. Сабанова, Д.Т. Калицева, А.Х. Козырев, А.Г. Ваниев // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. №1. – С. 27-33.

342. Савин А.П. Продуктивность донника белого в смеси с двулетними энтомофильными культурами / А.П. Савин / Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта: Международная научная экологическая конференция. Краснодар: Изд-во Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 329-332.

343. Салагбеков У.М. К оценке твердокаменности бобовых трав / У.М. Салагбеков, Л.В. Березин, Л.В. Березина // Селекция и семеноводство. 1987. – С. 38.

344. Салагбеков У.М. Донник желтый Омский скороспелый / У.М. Салагбеков, Б.А. Абубекеров // Селекция и семеноводство. 1991. №5. – С. 45-47.

345. Саратовский Л.И. Амарант: методические рекомендации. – Воронеж, 2010 – С. 13.

346. Саратовский Л.И. Сроки и способы уборки семян амаранта / Л.И. Саратовский, В.А. Федотов, Е.А. Комаревцев // Растениеводство: научные итоги и перспективы: сб. научных статей : отв. ред. В.А. Федотов. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013 – С. 129–133.

347. Саратовский Л.И. Зерновой и кормовой амарант: монография / Л.И. Саратовский, А.Л. Саратовский; под ред. В.А. Федотова. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014 – 254 с.

348. Сафаров А.К. Эколого-физиологические особенности амаранта и перспективы его использования в Узбекистане / А.К. Сафаров, М. Мамаджанова, А. Рузибаев, Р.Кутлимуратов, С.Т. Рахимова, К.С. Сафаров / Новые и нетрадиционные растений и перспективы их использования: материалы V Международного симпозиума. Том I. М., 2003. – С. 79-81.

349. Сбитнева М.Н. Влияние сроков и способов посева на выщелоченных черноземах Мордовии: Автореф. дис. канд. с.х. наук / Мордов. госуд. ун-т им. Н.М. Огарева. – Кинель, 1996. – 17с.

350. Свирежев Ю.М. Эколого-энергетический анализ агроэкосистем. Геосистемный мониторинг. Строение и функционирование геосистем / Ю.М. Свирежев, Е.А. Денисенко. – М.: АН СССР, 1986. – С. 211-224.

351. Святковская Е.А. Интродукция амаранта на Кольском севере / Е.А. Святковская, Н.Н. Тростенюк / Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы V Международного симпозиума. Т.1. – М., 2003. – С. 86-88.

352. Северов В.И. Многолетние травы – основа современного кормопроизводства и биологизированного земледелия / В.И. Северов, К.Г. Калашников. – Тула, 2000. – 38 с.

353. Сепиханов А.Г. Поливидовые посева – эффективный прием повышения урожайности и качества кормовых культур в агроценозах / А.Г. Сепиханов, Б.И. Казбеков, Н.У. Исмаилова // Горное сельское хозяйство. 2016. №2. – С. 59-64.

354. Сергеев П.А. Культура красного клевера / П.А. Сергеев, С.С. Шаин, А.М. Константинова, А.И. Герасимова, О.М. Миняева, Б.В. Федосеев. – М.: Сельхоз, 1958. – 544 с.

355. Сергеев П.А. Культура клевера на корм и семена / П.А. Сергеев, Г.Д. Харьков, А.С. Новоселов. – Москва: Колос, 1973. – 288 с.

356. Серова Т.А. Старение симбиотического клубенька у бобовых растений: молекулярно-генетические и клеточные аспекты / Т.А. Серова, В.Е. Цыганов // Сельскохозяйственная биология. 2014. №5. – С. 3-15.

357. Сидорович В.П. Приёмы повышения продуктивности посевов / В.П. Сидорович, Н.А. Губкина, В.Ф. Петракова // Кормопроизводство. 2001. - №6. – С.22-27.

358. Синякова Л.А. Интенсивные технологии возделывания полевых культур в Нечерноземной зоне / Л.А. Синякова, В.Т. Васько. – Л.:

Агропромиздат, 1987. – С. 137-160.

359. Слободяник Т.М. Продуктивность амаранта в условиях Амурской области / Т.М. Слободняк, В.М. Саяпина // Кормопроизводство. 2002. №8. – С. 24-25.

360. Смелов С.П. Теоретические основы луговодства / С.П. Смелов. – М.: Колос, 1966. – 368 с.

361. Смирнов С.О. Разработка Технологии разделения зерна амаранта на анатомические части и получение из них нативных продуктов / С.О. Смирнов. – М., 2006. – 25 с.

362. Смоляков А.И. Продуктивность и долголетие различных сортов клевера лугового в чистых посевах и клеверо-тимофеечных травосмесях в зависимости от числа скашиваний: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Минск: Горки, 1993. – 20 с.

363. Солнцев К.М. Улучшить полноценность кормления животных / К.М. Солнцев // Зоотехния. 1988. №6. – С.32-33.

364. Соловьев С. В. Агроприемы, регуляторы роста растений и чистая продуктивность фотосинтеза / С. В. Соловьев, А. И. Гераськин // Вестник МичГАУ. – № 2. – Ч.1. – 2011. – С. 99-103.

365. Сорока А.В. Продуктивность и питательная ценность пастбищных бобово-злаковых травостоев на торфяно-минеральной почве / А.В. Сорока, Н.Н. Костюченко // Земледелие и селекция в Беларуси. 2018. №54. – С. 204-209.

366. Спиридонов А.М. Многолетние бобовые травы как источник экологически безопасного азота / А.М. Спиридонов // Известия Санкт-Петербургского государственного университета. 2009. №17. – С. 18-20.

367. Спиридонов А.М. Азотфиксация луговых бобовых растений и агрофитоценозов с их участием в зависимости от состава и характера использования / А.М. Спиридонов // Агрехимический вестник. 2011. № 6. – С. 12–14.

368. Спиридонов А.М. Многолетние бобовые травы в земледелии и

кормопроизводстве Северо-Запада России: монография. – СПб, 2013. – 180 с.

369. Спиридонов А.М. Возделывание многолетних бобовых трав как фактор ресурсосбережения в кормопроизводстве / А.М. Спиридонов // Известия Санкт-Петербургского государственного университета. 2015. №39. – С. 11-13.

370. Спиридонов А.М. Преимущества малораспространенных кормовых культур / А.М. Спиридонов. – 2017. – 48 с.

371. Станков Н.З. Корневая система полевых культур / Н.З. Станков. – М.: Наука, 1964. – 280 с.

372. Станков В.В. Травосмеси для интенсивного использования/ В.В. Станков // Кормовые культуры. 1991. №2. – С. 38-39.

373. Стародубцева А.М. Влияние инокуляции и минеральных удобрений на продуктивность и устойчивость многолетних бобовых и злаковых трав в одновидовых посевах и травосмесях: дис....канд. с.-х. наук / А.М. Стародубцева. – Москва, 2017. – 215 с.

374. Стасик О.О. Фотосинтез и проблемы повышения продуктивности растений / О.О. Стасик, Д.А. Киризий, Г.А. Прядкина // Физиология растений и генетика. 2013. Т.45. №6. – С. 501-515.

375. Степанова Г.В. Симбиотическая азотфиксация лугопастбищных сортов люцерны / Г.В. Степанова // Бобовые культуры в современном сельском хозяйстве: Сборник научных трудов Международного совещания. – Новгород, 1989. – С. 51–53.

376. Степанова Г.В. Отзывчивость нового сорта люцерны Агния на инокуляцию клубеньковыми бактериями / Г.В. Степанова, В.Н. Золотарев, В.С. Мунтян, М.Л. Румянцева // Адаптивное кормопроизводство. 2013. №3 (15). – С.43–49.

377. Ступаков И.А. Смешанные посевы кормовых культур / И.А. Ступаков, Т.Н. Меркулова, Л. Герасименко // Кормопроизводство. 1999. №8. – С.15-17.

378. Субботин А.Г. Продуктивность смешанных посевов однолетних

полевых культур в сухостепной зоне Поволжья / А.Г. Субботин, В.Б. Нарушев, А.П. Солодовников, А.В. Летучий // Кормопроизводство. – 2018. – № 3. – С.6–10.

379. Сугробов А.Ф. Продуктивность амаранта в чистых и смешанных посевах с сорговыми культурами на черноземах Саратовского Правобережья: автореф. дисс...канд. с.-х. наук. Саратов, 2007. – 26 с.

380. Таипова Р.М. Амарант: особенности культуры, применение, перспективы возделывания в России и создания трансгенных отечественных сортов / Р.М. Таипова, Б.Р. Кулуев // Биомика. 2015. Т.7. №4. – 288-299.

381. Такунов И.П. Люпино-злаковые кормосмеси / И.П. Такунов, Ф.Г. Кадыров // Кормопроизводство. 1996. № 1. – С. 37.

382. Тарковский М.И. Многолетние травы в полевых севооборотах / М.И. Тарковский. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 372 с.

383. Технология возделывания лядвенца рогатого на корм и семена (практическое руководство) / ГБУ НО «ИКЦ ААПК» – Нижний Новгород.

384. Технология возделывания лядвенца рогатого на корм и семена / Сост. Тумасова М.И. – Киров: изд-во НИИСХ Сев.-Востока, 2004. – 49 с.

385. Тойгильдин А.Л. Модели смешанны посевов многолетних трав для условий лесостепи Поволжья / А.Л. Тойгильдин, О.В. Солнцева, И.А. Тойгильдина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №4(32). – С. 52-57.

386. Томмэ М.Ф. Аминокислотный состав кормов / М.Ф. Томмэ, Р.В. Мартыненко. – Москва: Колос, 1972. – 288 с.

387. Трепачев Е.П. Размеры фиксации атмосферного азота бобовыми растениями и методы их определения / Е.П. Трепачев, Н.А. Атрашкова, А.И. Хабарова // Агротехника. 1967. № 8. – С. 10-18.

388. Трепачев Е.П. Влияние пожнивно-корневых остатков и неучтенного органического вещества люцерны и кострца безостого на плодородие почвы / Е.П. Трепачев, А.Д. Алейникова // Почвоведение. 1982. № 4. – С. 120-127.

389. Трепачёв Е.П. Значение биологического и минерального азота в проблеме белка / Е. П. Трепачёв // В кн.: Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С.27–37.

390. Троц В.Б. Химический состав и кормовая ценность фитомассы смешанных посевов суданской травы / В.Б. Троц, Н.М. Троц // Аграрная наука. 2010. №1. – С. 12-13.

391. Троц В.Б. Подсолнечник на силос в смеси с высокобелковыми культурами / В.Б. Троц // Достижения науки и техники АПК. 2010. №5. – С. 53-54.

392. Троян Т. Н. Формирование эффективного бобово-ризобиального симбиоза и его роль в повышении продуктивности агроэкосистем: автореф. дисс....канд. биол. наук / Т.Н. Троян. – Калининград, 2010. – 24 с.

393. Трухина Е.Н. Приемы повышения продуктивности гороха в одновидовых и бинарных агрофитоценозах на обыкновенных черноземах Саратовского Правобережья: автореф. дисс....канд. с.-х. наук / Е.Н. Трухина. – Саратов, 2016. – 22 с.

394. Тыновец С.В. Продуктивность и кормовая ценность *Lotus corniculatus* на антропогенно преобразованных почвах / С.В. Тыновец, В.С. Филиппенко // Вестник ПолесГУ. 2012. – С. 36-40.

395. Тяпугин Е.А. Продуктивность фестулолиума в чистых и смешанных посевах в условиях Европейского севера России / Е.А. Тяпугин, Н.Ю. Коновалова, П.Н. Калабашкин, С.С. Коновалова // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 5. – С. 24-27.

396. Уажанова Р.У. Хлеб "Илийский" функционального назначения / Р.У. Уажанова, М.Ж. Кизатова // Вестник КрасГАУ. 2010. №9. – С. 177-180.

397. Фарниев А.Т. Биологическая фиксация азота воздуха, урожайность и белковая продуктивность бобовых культур в Алании / А.Т. Фарниев, Г.С. Посыпанов. – Владикавказ, 1996. – 212 с.

398. Фарниев А.Т. Козлятник восточный и плодородие / А.Т. Фарниев, А.А. Сабанова // Земледелие. 2004. №1. – С. 13.

399. Фарниев А.Т. Роль люцерны и козлятника восточного в биологизации земледелия в РСО-Алания / А.Т. Фарниев, А.А. Сабанова, А.Х. Козырев // Аграрная наука. 2004. №1. – С. 24-26.

400. Фарниев А.Т. Поражаемость растений сои болезнями в зависимости от обработки микробными биопрепаратами / А.Т. Фарниев, М.А. Плиев, Х.П. Кокоев / Актуальные и новые направления сельскохозяйственной науки: материалы IV Международной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Владикавказ. 2010. – С. 55-58.

401. Фарниев А.Т. Значение бобовых трав в повышении продуктивности фитоценозов / А.Т. Фарниев, Д.Т. Калицева, А.А. Сабанова / Флористические исследования Северного Кавказа: материалы Всероссийской научной конференции, посвященные 85-летию юбилею Глушко А.И. – Грозный, 2011. – С. 237-244.

402. Фарниев А.Т. Роль амаранта и бобовых трав в накоплении органического вещества в почве / А.Т. Фарниев, Д.Т. Калицева, А.А. Сабанова // Известия Горского государственного аграрного университета. 2011. Т.48. №1. – С.40-44.

403. Фарниев А.Т. Урожайность и кормовые достоинства амаранта и бобовых трав в чистых и смешанных посевах / А.Т. Фарниев, Л.Б. Соколова, Д.Т. Калицева, А.А. Сабанова // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т.49. №1-2. – С. 65-70.

404. Фарниев А.Т. Роль амаранта и бобовых трав в обогащении почвы питательными веществами / А.Т. Фарниев, Д.Т. Калицева, А.А. Сабанова // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т.49. №3. – С. 25-31.

405. Фарниев А.Т. Обогащение почвы органическими остатками посева амаранта / А.Т. Фарниев, Д.Т. Калицева, А.А. Сабанова / Инновационные технологии в АПК: теория и практика: материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2014. –С. 172-175.

406. Фарниев А.Т. Энергетическая эффективность возделывания

амаранта и бобовых трав / А.Т. Фарниев, Калицева Д.Т., Сабанова / Современные технологии сельскохозяйственного производства и приоритетные направления развития аграрной науки: материалы Международной научно-практической конференции. ДонГАУ, пос. Персиановский, 2014. – С. 149-152.

407. Фарниев А.Т. Экологические основы реализации биоресурсного потенциала амаранта и бобовых трав / А.Т. Фарниев, Д.Т. Калицева, А.А. Сабанова. – Владикавказ: изд. ФГБОУ АПО «Горский госагроуниверситет», , 2015. – 168 с.

408. Фарниев А.Т. Влияние амаранта и бобовых трав на формирование симбиотического аппарата, урожайности и плодородия почвы / А.Т. Фарниев, Сабанова А.А. / Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: материалы VI Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 2015. – С.220-223.

409. Фарниев А.Т. Продуктивность амаранта и бобовых трав в различных посевах / А.Т. Фарниев, Сабанова А.А., Калицева Д.Т. / Антропогенная эволюция современных почв и аграрное производство в изменяющихся почвенно-климатических условиях: материалы Международной научно-практической онлайн-конференции. – Орел-Владикавказ-Москва, 28-29 октября, 2015. – С. 13-16.

410. Фарниев А.Т. Бобовые травы и амарант как источник обогащения почв органическим веществом / А.Т. Фарниев, А.А. Сабанова, Д.Т. Калицева // Известия горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. №2. – С. 46-53.

411. Фарниев А.Т. Экологическая роль бобовых трав и амаранта в стабилизации плодородия / А.Т. Фарниев, А.А. Сабанова, Д.К. Ханаева // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. №4. – С. 38-46.

412. Фарниев А.Т. Ассоциативные ризобактерии и биологизация технологий возделывания сельскохозяйственных культур в РСО-Алания /

А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, А.Р. Пухаев, А.А. Сабанова, Х.П. Кокоев. – Владикавказ, 2017. – 280 с.

413. Фарниев А.Т. Роль биопрепаратов и их баковых смесей в повышении болезнеустойчивости и продуктивности сои / А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, А.А. Сабанова, Х.П. Кокоев // Нива Поволжья. 2019. №4(53). – С. 86-92.

414. Фарниев А.Т. Продуктивность и качество амаранта и бобовых трав в одновидовых и бинарных посевах / А.Т. Фарниев, А.А. Сабанова, Д.Т. Калищева // Нива Поволжья. 2020. №1(54). – С. 76-82.

415. Фарниев А.Т., Нугманова Т.А., Сабанова А.А., Басиева Л.Ж., Худиева И.А., Хубаев И.Т. Способ повышения азотфиксации вики озимой. Патент на изобретение RU 2720095 С1, 24.04.2020. Заявка № 2019126124 от 16.08.2019.

416. Федотов В.А. Растениеводство / В.А. Федотов, В.В. Коломейченко, И.В. Корнеев и др. 1998. – С. 414-416.

417. Фигурин В.А. Фестулолиум в травосмесях с клевером луговым / В.А. Фигурин, А.П. Кислицина // Кормопроизводство. 2018. № 7. – С. 15-19.

418. Филатов Ф.И. Многолетние травы на Юго-Востоке / Ф.И. Филатов. – Саратов: Приволжское книжное изд-во, 1966. – 124 с.

419. Филатов И.М. Химический состав и питательность кормов Западной Сибири: справочник / И.М. Филатов, Р.П. Митякова. – Новосибирск, 1982. – С. 27.

420. Филин В.И. Биологические и технологические основы прогнозированного возделывания с.-х. культур при орошении в зоне сухих степей Нижнего Поволжья: автореф. дисс. ... док. с.-х. наук.- Волгоград, 1987. – 48с.

421. Фицев А.И. Современная оценка энергетической и протеиновой питательности растительных кормов / А.И. Фицев, Н.Г. Григорьев, А.П. Гаганов // Кормопроизводство. 2003. № 12. – С. 29–31.

422. Флора СССР. Л., 145. Т. 11. – С. 291.

423. Флора Сибири. Т.9: Fabaceae (Leguminosae). Новосибирск, 1994. – 280 с.
424. Харьков Т.Д. Формирование высокопродуктивных травостоев / Т.Д. Харьков, В.И. Стариков // Кормопроизводство. 1985. № 5. – С. 24.
425. Хасанова Р.Ф. Фитомелиоративная эффективность многолетних трав на черноземе обыкновенном / Р.Ф. Хасанова, М.Б. Суюндукова, Ф.Р. Ахметов, Э.Ф. Сальманова // Аграрная наука. 2008. № 2. – С. 33-36.
426. Ханиева И.М. Обогащение злаковых травостоев бобовыми компонентами / И.М. Ханиева, Д.А. Гергокаев / Материалы научно – практической конференции посвященной 25–летию КБГСХА. – Нальчик, 2006. – С. 30-34.
427. Ханиева И.М. Бобово-злаковые травосмеси для предгорной зоны Кабардино-Балкарии / И.М. Ханиева, К.Г. Магомедов, П.М. Кучуков, М.С. Жириков / Тенденции современной науки: материалы XI Международной научно – практической конференции. 30.05–07.06. 2014, Великобритания. – С. 85-87.
428. Харьков Т.Д. Формирование высокопродуктивных травостоев / Т.Д. Харьков, В.И. Стариков // Кормопроизводство. 1985. № 5. – С. 24.
429. Харьков Т.Д. Клевер / Т.Д. Харьков. – М.: Агропромиздат, 1989. – 49 с.
430. Ходырев И.А. Урожайность и качество корма люцерны и костреча в совместных посевах Предуралья / И.А. Ходырев / Интенсивные приемы повышения продуктивности кормопроизводства в Предуралье: сборник научных трудов. – Пермский СХИ. – Пермь, 1991. – С. 21-25.
431. Храмой В.К. Продуктивность люцерны изменчивой в чистом виде и смешанных посевах при двух- и трехукосном использовании / В.К. Храмой, Е.В. Васюк // Кормопроизводство. 2013. №3. – С. 14-15.
432. Цугкиев Б.Г. Фотосинтетический потенциал образцов амаранта, культивируемых в РСО-Алания / Б.Г. Цугкиев, Л.В. Чкареули // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. №56(4). – С. 180-

184.

433. Цыбулька Н.Н. Баланс гумуса в дерново-подзолистых почвах разной степени эродированности в зависимости от возделываемых сельскохозяйственных культур / Н.Н. Цыбулька // Агрохимия. 2006. № 11. – С. 10-17.

434. Чернов И.А. Перспективы кормового использования амаранта / И.А. Чернов / Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы II Международного симпозиума. Т.1 М.: Пущино, 1997. – С. 147-148.

435. Чернов А.И. Амарант – фабрика белка / А.И. Чернов, Б.Я. Земляной. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1991. – 90 с.

436. Чернов И.А. Специфика биосинтеза высоко лизинового белка у растений рода *Amaranthus L.*, состав, свойства и технология его выделения из фитомассы амаранта // И.А. Чернов, Г.А. Гасимова, И.А. Дегтярева, Ю.А. Куликов / Ученые записки Казанского государственного университета. Т. 149. кн. 4. 2007. – С. 8-22.

437. Чернышов Е.В. Изменение агромелиоративных свойств чернозема выщелоченного под влиянием фитомелиорантов и известкования в условиях лесостепного Поволжья: автореф. дисс. канд. с.-х. наук / Е.В. Чернышев / Пенза, 2006. – 21 с.

438. Чирков Ю.И. Посевы суданской травы и сорго в смеси с бобовыми / Ю.И. Чирков // Труды Саратовского института механизации с.-х. им. М.И. Калинина. Выпуск 26, 1963. – 317 с.

439. Чиркова Т.В. Амарант – культура XXI века / Т.В. Чиркова // Соровский образовательный журнал. 1999. №10. – С. 22-27.

440. Чумакова В.В. Зерновой амарант – перспективная культура / В.В. Чумакова, Н.В. Журавель // Достижения науки и техники АПК. 2012. №10. – С. 71-72.

441. Чумакова В.В. Сравнительное изучение различных видов амаранта в условиях Ставропольского края / В.В. Чумакова, В.Ф. Чумаков, Н.В.

Журавель // Таврический вестник аграрной науки. 2016. №3(7). – С. 123-130.

442. Чурзин В.Н. Биологические основы и приемы создания высокопродуктивного травостоя при выращивании на корм и семена в условиях орошения на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья: автореф. дисс. ... доктора с.-х. наук / В.Н. Чурзин. – Волгоград, 1990. – 47 с.

443. Шабанова И.А. Продуктивность и качество клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в Республике Северная Осетия-Алания: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / И.А. Шабанова. – Владикавказ, 2001. – 23 с.

444. Шаин С.С. Агротехника многолетних трав / С.С. Шаин. - М.: Государственное издательство с.-х. литературы, 1959. – 263 с.

445. Шапоренко П.Д. Технология производства семян нетрадиционных кормовых культур / П. Д. Шапоренко, В. Г. Шапоренко, В. М. Мамсай. – Харьков, 1988. – 24с.

446. Шатилов И.С. Фотосинтетическая деятельность посевов кукурузы в зависимости от густоты стояния растения / И.С. Шатилов, А. Г. Замараев // Известия ТСХА. 1965. №3. – С. 87-99.

447. Шатилов И.С. Биологические основы полевого травосеяния в центральных районах нечерноземной полосы / И.С. Шатилов / Учебное пособие. – Москва, 1969. – 272 с.

448. Шафран С.А. Влияние агрохимических свойств почв Центрального района на урожайность зерновых культур / С.А. Шафран, В.А. Прошкин // Агрохимия. 2008. №7. – С. 1-9.

449. Шашкаров Л.Г. Агротехнические приемы получения высоких урожаев донника в Чувашской Республике / Л.Г. Шашкаров // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. №4. – С. 30-32.

450. Шашкаров Л.Г. Совершенствование технологии возделывания донника желтого в условиях юго-восточной части Волго-Вятской зоны: автореф. дисс... док. с.-х. наук / Л.Г. Шашкаров. – Йошкар-Ола, 2006. – 52 с.

451. Шелюто Б.В. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов клевера лугового в зависимости от сроков осеннего скашивания //

Актуальные вопросы кормопроизводства в Белоруссии. – Горький, 1986. – С. 41-47.

452. Шелюто Б.В. Биологические основы повышения урожайности и продуктивности многолетних бобовых трав на дерново-подзолистых почвах Беларуси / Б.В. Шелюто - Горки, 2005. – 124с.

453. Шелюто Б.В. Пастбищное хозяйство: теория и практика: практическое пособие / Б.В. Шелюто, А.А. Шелюто, А.А. Горновский. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 108 с.

454. Шелюто Б.В. Сравнительная оценка продуктивности и питательной ценности злаковых и бобово-злаковых травостоев с участием фестулолиума / Б.В. Шелюто, И.М. Барыгина // Земледелие и селекция в Беларуси. 2020. №56. – С. 268-274.

455. Шемяков О.К. Эффективность возделывания однолетних бобовых и зерновых культур в одновидовых и смешанных агрофитоценозах на юго-западе Центрального Нечерноземья России: автореф. дисс...канд. с.-х. наук / О.К. Шемяков. – Брянск, 2007. – 28 с.

456. Шлапунов В.Н. Перспективы промежуточных посевов в Белоруссии / В.Н. Шлапунов / Пути увеличения производства кормов за счет культур промежуточного посева: материалы научно-практического семинара. – Жодино, 1982. – С. 3-10.

457. Шофман Л.И. Смешанные посевы сераделлы на зелёный корм и семена / Л.И. Шофман, Ю.Л. Терешонок // Кормопроизводство. 2003. №1. – С.25-27.

458. Шпаков А.С. Состояние кормопроизводства России / А.С. Шпаков, И.В. Савченко, Д.В. Якушев // Кормопроизводство. 2001. №3. – С. 2-5.

459. Шпаков А.С. Агроэнергетическая эффективность многолетних трав в зернотравяных севооборотах / А.С. Шпаков, В.В. Рудоман, Н.М. Матвеева // Кормопроизводство. 2001. № 10. – С. 13-16.

460. Штеблер Ф.Г. Возделывание кормовых растений / Ф.Г. Штеблер.–

М., 1930. – 168 с.

461. Шумилова А.А. Содержание нитратов в листьях *Amaranthus Edulis* L. / А.А. Шумилова, А.А. Федосеенко, Ю.И. Маслов, И.М. Магомедов / Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье: материалы VI Международной научно-практической конференции. – Симферополь, 1997. – С. 368.

462. Щебарскова З.С. Люцерна как предшественник хлопчатника / З.С. Щебарскова // Земледелие. 2006. № 2. – С. 33.

463. Щукис Е.Р. Кормовые культуры на Алтае / Е.Р. Щукис. Барнаул: ГНУ Алтайский НИИСХ Россельхозакадемии, 2013. – 182 с.

464. Эседуллаев С.Т. Накопление азота чистыми и смешанными посевами многолетних бобовых трав на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья / С.Т. Эседуллаев, Н.В. Шмелева / Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии: сборник трудов конференции. Суздаль, 29-30 июня, 2015. – С. 162-166.

465. Эседуллаев С.Т. Оценка продуктивности различных видов многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах в условиях Верхневолжья / С.Т. Эседуллаев, М.С. Шаталов / Реализация методологических и методических идей профессора Б.А. Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия: сборник трудов конференции. Москва: РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2017. – С. 172-178.

466. Эседуллаев С.Т. Влияние одновидовых и смешанных посевов многолетних трав на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность последующих культур / С.Т. Эседуллаев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. №6. 2019. – С. 29-35.

467. Юмашев Н.П. Роль сидератов в сохранении плодородия черноземных почв / Н.П. Юмашев, И.А. Трунов, А.П. Полтинин, В.А. Дубовик // Агро XXI. 2008. № 10-12. – С. 36-37.

468. Юсифов Н.М. Зерно амаранта - источник функционального

питания / Н.М. Юсифов, К.Ш. Дашдемиров, Ш.А. Амиров, Т.Г. Керимова // Наука и современность. 2014. С. 119-121.

469. Ярошевич М.И. Амарант – перспективная кормовая культура / М.И. Ярошевич, В.В. Кленазкевич, С.Е. Лобан и др. – Минск: Белгор. ЦНТИ, 1998 – 4 с.

470. Anderson, J.M. Lokalisation of different photosystems in separate regions of chloroplast membranes / J.M. Anderson, A. Melis // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1983. – V. 80. – P. 745.

471. Bekuzarova S.A. et al. Natural growth and development stimulants of lucerne plants // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. T. 624. C. 012005. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012005

472. Beluchenko I.S. Seasonal growth and development of tropical and subtropical fodder crops // Studia I mater, Krakov, 1977. – №2. – P. 5-25.

473. Beluchenko I.S. The yield structure of forage grasses in monodominant stands // Beitrage trop., subtr. Landw., DDR, Leipzig. – 1978. – № 2. – P. 121-135.

474. Beluchenko I.S. Peculiarities of tiller formation of perennial panicoides and eragrostoides / I. S. Beluchenko // Summaries of Papers 54 Intern. Grassld. Congr., USA, Kentucky. 1981. – P. 184.

475. Blume L., Hoischen-Taubner S., Sundrum A. Alfalfa – a regional protein source for all farm animals. Journal of Sustainable and Organic Agricultural Systems. 2021. Vol. 71 (1). P. 1–13. DOI: 10.3220/LBF1615894157000.

476. Chu, J. Ynfluence of spatial arrangements of vaize on performance of on associated soybean intercrop / J. Chui, R. Shibles// Feld Crops Res.- 1984.- Vol. 8.-P. 197-198.

477. Clarke, E. Transaressive yielding in bean: maize intercrops: interference in time and space/ E. Clarke, C. Francis// Field Crops Res.-1985.- Vol.11.-P.37-53.

478. Claypool D.W. Effect of dietary protein on highproductiondairy cows

in earle lactation // D.W. Claypool, J.W. Dairy Sci. 1980. Vol 63.- N5. – P. 833-837.

479. Clements, R.O. Cereal, Bicropping / R.O. Clements, D.A. Kendall, G. Purvis, T. Thomas, Clover. // Integr. Crop. Prot.: Towards Sustainable. Pros. Symp., Edinburg, 11-14 Sept, 1995. – Farnham, 1995 – P. 75-78.

480. Crowle W. Yield and protein content of forage mixtures and subsequent grain crops // Forage Notes. 1978. – P. 76-78.

481. Escaray F.J., Menendez A.B., Garriz A., Pieckenstain F.L., Estrella M.J., Castagno L.N., Carrasco P., Sanjuan J., Ruiz O.A. Ecological and agronomic importance of the plant genus Lotus. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils // Plant Science. 2012. Vol. 182. Pp. 121-133.

482. Farniev A.T. Biologizing technologies for crops cultivation / A.T. Farniev, A.Kh. Kozyrev, A.A. Sabanova, Kh.P. Kokoev, D.K. Khanaeva, L.M. Bazaeva, P.V. Alborova // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2019. Vol.6. №5. Pp. 8956–8962. doi: 10.5281/zenodo.2669529.

483. Farniev A.T. Yield and quality of amaranth, bean grasses in one species and binary seeds / A.T. Farniev, A.A. Sabanova, D.T. Kalitseva // Volga region farmland. 2020. № 1 (5). C. 61-65.

484. Fukai, S. Interccropping - bases of productivity / S. Fukai // Fild Grops Res. -1993.- Vol. 34. - P.239-245.

485. Hua W., Luo P., An N., Cai F. Manure application increased crop yields by promoting nitrogen use efficiency in the soils of 40-year soybean-maize rotation. Scientific reports. 2020. Vol. 10. e14882. DOI:10.1038/s41598-020-71932-9.

486. Ingver A., Tamm Ü., Tamm I., Tamm S., Tupits I., Bender A, Koppel R, Narits L., Koppel M. Leguminous pre-crops improved quality of organic winter and spring cereals. Biological Agriculture and Horticulture. 2019. Vol. 35 (1). P. 46–60.

487. Gamel T.H., Linssen J.P. Nutritional and medicinal aspects of amaranth

/ T.H. Gamel, J.P. Linssen // Recent Progress in Medicinal Plants. 2006. Vol. 15. Pp. 347–361.

488. Golbeck, J.H. Structure and function of photosystem I / J.H. Golbeck // Ann. Rev. Plant Physiology. – 1992. – V.43. – P. 293–324.

489. Kallenbach, R.L., Nelson, C.J., Coutts, J.H. (2002) Yield, quality, and persistence of grazing-and hay-type alfalfa under three harvest frequencies. Agronomy Journal, 94, 1094-1103.

490. Kozyreva M.Yu. Growth and development of Alfalfa depending on the type of nitrogen nutrition / M.Yu. Kozyreva, L.Zh. Basieva, A.A. Nagham M.H., A.Kh. Chibirova, Kh.M. Khetagurov // BIO Web Conf., 23 (2020) 03007. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202303007>

491. Kokonov S., Ryabova T., Votintsev A., Mokeeva S., Vorobyeva S., Esenkulova O. Influence of presowing seed treatment on the yield of variegated alfalfa and eastern galega. Plant Science Today. 2021. Vol. 8 (2). P. 250–254. DOI:10.14719/pst.2021.8.2.1000.

492. Kostuch R. Cospodeareze znaczenie przemiennych uzytrow zielonych // Wiad. Melior. Lakarsk. 1980. №23. – P. 343-345.

493. Kulkarni K.P., Tayade R., Asekova S., Song J.T., Shannon J.G., Lee J.-D. Harnessing the potential of forage legumes, alfalfa, soybean, and cowpea for sustainable agriculture and global food security. Frontiers in Plant Science. 2018. Vol. 9. DOI: 10.3389/fpls.2018.01314.

494. Lado M.B., Burini J., Rinaldi G., Anon M.C., Tironi V.A. Effects of the dietary addition of Amaranth (*Amaranthus mantegazzianus*) protein isolate on antioxidant status, lipid profiles and blood pressure of rats // Plant Foods Hum. Nutr. 2015. V. 70. P. 371-379.

495. Nakaoki T., Morita N., Hiraki A., Kurokawa Y., Yakugaku Z. Medical resources. V. Components of the leaves of *Lotus corniculatus* var. japonicus, *Microlespedeza striata*, *Magnolia obovata*, and *Abutilon avicennae* // Journal of the Pharmaceutical Society of Japan. 1956. Vol. 76. Pp. 347-349.

496. Naydenova Y., Kyuchukova A., Pavlov D. Plant cell walls fiber

components analysis and digestibility of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) in the vegetation // *Agricultural Science and Technology, International Journal* Published by Faculty of Agriculture, Trakia University, Stara Zagora, Bulgaria, 2013. №5. 2. P. 164-167.

497. Newman E.I. Interaction between plants / E.I. Newman // *Physiological plant ecology*. 1983. V. 34. № 6. – P. 48–56.

498. Ramirez-Restrepo C.A., Barry T.N., Lopez-Villalobos N. Production of *Lotus corniculatus* L. under grazing in a dryland farming environment // *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2006. Vol. 49 (1). Pp. 89-100.

499. Ryszkowski, L. Ecological effects of intensive agriculture (first attempt at a synthesis) / L. Ryszkowski. - Warszawa, 1974. - 84 p.

500. Sabbione A.C., Rinaldi G., Anon M.C., Scilingo A.A. Antithrombotic effects of *Amaranthus hypochondriacus* proteins in rats // *Plant Foods Hum. Nutr.* 2015.

501. Saunders, R.M., Becker R. *Amaranthus*: a potential food, and feed resource / R.M. Saunders, R.S. Becker // Pomeranz Y. (ed.). *Advances in cereal science and technology*. – St. Paul, MN: A.A.C.C, 1984. – V. 6. – P. 357–396.

502. Schilling, Herbert. *Okologische Varianten der Photosynthese* / Herbert Schilling // *Prax. Naturwiss. Biol.*, 1980. – 29. – No.10. – P. 289–295.

503. Scott D., Charlton J.F.L. *Birdsfoot trefoil (Lotus corniculatus) as a potential dryland herbage Legume in New Zeland* // *Proceeding of the New Zeland Grassland Association*. 1983. Vol. 44. Pp. 98-105.

504. Simon W. *Luzerne, Klee und Klee gras* / W. Simon. Berlin, – 1956. P. 49-103.

505. Song Xin, Fang Chao, Yuan Zi-Qiang, Li Feng-Min. Long-Term growth of alfalfa increased soil organic matter accumulation and nutrient mineralization in a semi-arid environment. *Frontiers in Environmental Science*. 2021. Vol. 9. DOI: 10.3389/fenvs.2021.649346.

506. Stepanova G.V. *Alfalfa breeding for improving of nitrogen fixing symbiotic efficiency* / G.V. Stepanova // *Proceeding of the International Workshop*

on Opening for Low-input Sustainable Forage Production and Use. – M., 1999. – P. 84–89.

507. Tufts H.R., Harris C.S., Bukania Z.N., Johns T. Antioxidant and anti-inflammatory activities of Kenyan leafy green vegetables, wild fruits, and medicinal plants with potential relevance for kwashiorkor // *Evid. Based Complement Alternat. Med.* 2015.

508. Vandermeer J.H. Intercropping // *Ln Agroecology*. C.R. Carroll, I.H. Vandermeer, P/Rosset (eds). *Vc Ceaw Hull, New York*. 1990. – P. 481 – 516.

509. Velez-Jimenez E., Tenbergen K., Santiago P. D., Cardador-Martínez M.A. Functional attributes of Amaranth // *Austin J. Nutr. Food Sci.* 2014. V. 2.

510. Virtanen A.G. Symbiotic nitrogen fixation. – *Nature*. 1954, v. 155, №4, p. 747-748.

ПРИЛОЖЕНИЯ

**Среднемесячные и среднегодовая температуры воздуха
вегетационного периода по данным м/с г. Моздок
(II агроклиматический район), 2014-2016 гг.**

Месяц	Годы			Средне многолетние данные
	2014	2015	2016	
январь				
февраль				
март				
апрель	10,2	11,1	11,6	9,8
май	16,4	18,4	18,9	16,9
июнь	26,4	25,8	23,3	21,4
июль	25,3	24,6	27,2	24,3
август	24,8	24,6	23,3	23,6
сентябрь	18,8	17,9	20,1	17,6
октябрь	13,0	12,8	13,3	10,9
ноябрь				
декабрь				
Средняя	19,3	19,3	19,7	17,8

**Среднемесячное количество осадков
за вегетационный период по данным м/с г. Моздок,
(II агроклиматический район), 2014-2016 гг.**

Месяц	Годы			Средне многолетние данные
	2014	2015	2016	
январь				
февраль				
март				
апрель	34	41	15	35
май	54	44	60	56
июнь	63	50	58	70
июль	51	54	46	52
август	35	29	59	40
сентябрь	29	41	35	35
октябрь	40	22	5	32
ноябрь				
декабрь				
Сумма	306	281	278	320

**Среднемесячные и среднегодовая температуры воздуха
вегетационного периода по данным м/с Аэропорт г. Беслан
(III агроклиматический район), 2011-2013 гг.**

Месяц	Годы			Среднемноголетние данные
	2011	2012	2013	
январь				
февраль				
март				
апрель	12,6	9,3	12,4	8,8
май	17,2	14,6	18,9	15,2
июнь	24,1	21,6	24,7	18,2
июль	23,6	23,5	27,9	21,5
август	28,9	22,6	26,9	20,4
сентябрь	20,0	17,6	10,6	16,1
октябрь	15,3	15,5	5,7	12,7
ноябрь				
декабрь				
Средняя	20,2	17,8	18,2	16,1

**Среднемесячное количество осадков
вегетационного периода по данным м/с Аэропорт г. Беслан
(III агроклиматический район), 2011-2013 гг.**

Месяц	Годы			Среднемноголетние данные
	2011	2012	2013	
январь				
февраль				
март				
апрель	32	40	41	49
май	74	83	80	84
июнь	89	96	100	102
июль	72	78	81	80
август	50	50	58	53
сентябрь	41	56	45	46
октябрь	24	40	25	28
ноябрь				
декабрь				
Сумма	382	443	430	442

**Среднемесячные и среднегодовая температуры воздуха
вегетационного периода по данным м/с г. Владикавказ
(III агроклиматический район), 2001-2003 гг.**

Месяц	Годы			Среднемноголетние данные
	2001	2002	2003	
январь				
февраль				
март				
апрель	10,2	6,9	6,8	8,4
май	13,2	13,2	17,1	13,8
июнь	17,8	16,9	16,8	17,4
июль	22,2	22,2	20,1	19,7
август	21,2	19,5	21,3	19,4
сентябрь	16,2	17,7	14,6	14,6
октябрь	8,7	11,6	12,5	9,0
ноябрь				
декабрь				
Средняя	15,6	15,4	15,6	14,6

**Среднемесячное количество осадков
вегетационного периода по данным м/с г. Владикавказ
(III агроклиматический район), 2001-2003 гг.**

Месяц	Годы			Среднемноголетние данные
	2001	2002	2003	
январь				
февраль				
март				
апрель	15,3	90,3	61,6	69
май	136,3	123,6	49,1	129
июнь	183,2	256,3	149,8	154
июль	49,1	130,1	173,8	115
август	128,8	128,6	125,1	85
сентябрь	30,9	67,0	79,1	75
октябрь	88,3	79,9	86,1	46
ноябрь				
декабрь				
Сумма	631,9	875,8	724,6	673

Фотосинтетическая деятельность одновидовых посевов трав
(в среднем за 3 года)

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
II агроклиматический район						
ФП, тыс. м ² .дней/га	1618,4	1080,4	1523,3	754,7	1852,3	829,4
ЧПФ, г/м ² .сутки	2,72	2,14	2,49	2,05	3,11	2,05
III агроклиматический район						
ФП, тыс. м ² .дней/га	1688,8	1202,2	1645,2	868,6	1965,7	967,9
ЧПФ, г/м ² .сутки	2,93	2,42	2,80	2,19	3,47	2,27
IV агроклиматический район						
ФП, тыс. м ² .дней/га	1664,3	1147,1	1573,9	779,8	1894,2	898,5
ЧПФ, г/м ² .сутки	2,79	2,30	2,54	2,13	3,31	2,15

Фотосинтетическая деятельность смешанных посевов трав
(в среднем за 3 года)

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
II агроклиматический район					
ФП, тыс. м ² .дней/га	1663,1	1637,5	1617,8	2150,9	1510,8
ЧПФ, г/м ² .сутки	3,37	3,36	3,29	3,57	3,07
III агроклиматический район					
ФП, тыс. м ² .дней/га	1857,3	1855,7	1818,3	2483,1	1674,3
ЧПФ, г/м ² .сутки	3,58	3,56	3,46	3,73	3,33
IV агроклиматический район					
ФП, тыс. м ² .дней/га	1817,2	1816,8	1746,8	2338,7	1541,9
ЧПФ, г/м ² .сутки	3,53	3,50	3,41	3,65	3,28

Приложение 9

Количество фиксированного азота воздуха симбиотическим аппаратом
одновидовых посевов бобовых трав в среднем за три года, кг/га

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
II агроклиматический район						
в среднем за 3 года	–	56,4	63,7	30,2	42,0	20,7
III агроклиматический район						
в среднем за 3 года	–	76,5	89,3	39,4	64,2	29,1
IV агроклиматический район						
в среднем за 3 года	–	65,3	82,0	32,7	51,8	21,6

Приложение 10

Количество фиксированного азота воздуха симбиотическим аппаратом
бинарных посевов бобовых трав в среднем за три года, кг/га

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
II агроклиматический район					
в среднем за 3 года	52,0	59,1	28,4	37,9	17,1
III агроклиматический район					
в среднем за 3 года	70,7	84,2	36,5	56,3	24,5
IV агроклиматический район					
в среднем за 3 года	60,3	74,6	30,5	45,9	17,5

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2014 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	16,7	17,5	18,6	18,4	71,2	17,8
Клевер	9,8	10,2	10,5	10,3	40,8	10,2
Люцерна	13,6	14,6	17,7	16,9	62,8	15,7
Лядвенец рогатый	4,9	5,3	8,8	8,3	27,2	6,8
Донник желтый	21,2	22,1	25,9	26,1	95,2	23,8
Вязель	6,6	7,1	7,9	7,3	28,8	7,2
Сумма по Р	72,7	76,8	89,4	87,2	326,0	81,5

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	945,52	23			
Повторений	32,41	4			
Вариантов	899,38	6	149,90		
Остаток	13,73	24	0,57	261,95	2,90

Sx = 0,38

Sd = 0,53

НСР₀₅ = 1,12 т/га

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2015 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	14,2	15,4	16,0	15,6	61,2	15,3
Клевер	8,7	9,4	9,3	12,2	39,6	9,9
Люцерна	13,6	15,2	14,0	16,4	59,2	14,8
Лядвенец рогатый	5,3	5,9	6,7	6,5	24,4	6,1
Донник желтый	18,6	19,5	22,0	23,9	84,0	21,0
Вязель	5,8	6,0	6,8	7,0	25,6	6,4
Сумма по Р	66,2	71,4	74,8	81,6	294,0	73,5

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	713,34	23			
Повторений	20,83	4			
Вариантов	679,74	6	113,29		
Остаток	12,77	24	0,53	212,97	2,90

Sx = 0,36

Sd = 0,52

НСР₀₅ = 1,08 т/га

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2016 г.)– II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	17,0	19,6	18,9	20,5	76,0	19,0
Клевер	9,8	11,9	12,6	14,1	48,4	12,1
Люцерна	14,9	18,7	16,1	20,7	70,4	17,6
Лядвенец рогатый	6,5	6,9	7,4	9,6	30,4	7,6
Донник желтый	21,6	24,8	26,7	27,3	100,4	25,1
Вязель	7,9	8,4	6,9	9,6	32,8	8,2
Сумма по Р	77,7	90,3	88,6	101,8	358,4	89,6

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	1002,43	23			
Повторений	48,66	4			
Вариантов	936,61	6	156,10		
Остаток	17,16	24	0,72	218,28	2,90

Sx = 0,42**Sd = 0,60****НСР₀₅ = 1,26 т/га**

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2014 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	24,3	25,8	26,5	27,1	103,7	25,9
Амарант+люцерна	24,6	25,1	25,7	25,8	101,2	25,3
Амарант+лядвенец	25,0	25,3	25,8	26,2	102,3	25,6
Амарант+донник	33,0	34,3	35,0	35,2	137,5	34,4
Амарант+вязель	21,1	21,4	22,0	22,3	86,8	21,7
Сумма по Р	128,0	131,9	135,0	136,6	531,5	

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	2714,74	19			
Повторений	7,18	3			
Вариантов	2704,72	4	676,18		
Остаток	2,84	12	0,24	2859,19	9,10

Sx = 0,24**Sd = 0,34****НСР₀₅ = 0,76 т/га**

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2015 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	25,5	24,7	25,3	26,2	101,7	25,4
Амарант+люцерна	24,3	23,3	23,8	25,0	96,4	24,1
Амарант+лядвенец	24,1	22,8	23,5	25,0	95,4	23,9
Амарант+донник	31,7	30,5	31,5	32,0	125,7	31,4
Амарант+вязель	17,9	17,2	17,5	18,6	71,2	17,8
Сумма по Р	123,5	118,5	121,6	126,8	490,4	

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	2388,93	19			
Повторений	6,04	3			
Вариантов	2381,23	4	595,31		
Остаток	1,66	12	0,14	4299,11	9,10

S_x = 0,19**S_d = 0,26****НСР₀₅ = 0,58 т/га**

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2016 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	26,2	28,2	27,8	29,0	111,2	27,8
Амарант+люцерна	26,9	28,5	27,6	29,3	112,3	28,1
Амарант+лядвенец	25,4	26,5	25,8	27,1	104,8	26,2
Амарант+донник	35,0	37,0	36,0	37,5	145,5	36,4
Амарант+вязель	22,6	24,0	23,1	25,0	94,7	23,7
Сумма по Р	136,1	144,2	140,3	147,9	568,5	

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	3074,37	19			
Повторений	12,88	3			
Вариантов	3058,18	4	764,55		
Остаток	3,30	12	0,28	2779,11	9,10

$$S_x = 0,26$$

$$S_d = 0,37$$

$$HCP_{05} = 0,82 \text{ т/га}$$

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2011 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	17,7	16,8	16,4	17,9	68,8	17,2
Клевер	13,0	11,6	12,0	10,2	46,8	11,7
Люцерна	17,9	15,2	17,0	15,6	65,7	16,4
Лядвенец рогатый	8,2	6,9	7,5	7,8	30,4	7,6
Донник желтый	23,9	21,0	22,7	19,6	87,2	21,8
Вязель	8,6	6,9	6,6	7,5	29,6	7,4
Сумма по Р	89,3	78,4	82,2	78,6	328,5	82,1

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	688,95	23			
Повторений	12,96	4			
Вариантов	664,74	6	110,79		
Остаток	11,24	24	0,47	236,50	2,90

Sx = 0,34

Sd = 0,48

НСР₀₅ = 1,12 т/га

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2012 г.) – III агрораийон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	22,3	21,0	19,5	21,0	83,8	21,0
Клевер	15,2	14,3	13,6	13,3	56,4	14,1
Люцерна	23,6	22,0	20,8	18,5	84,9	21,2
Лядвенец рогатый	10,2	8,9	6,9	11,2	37,2	9,3
Донник желтый	28,6	27,9	27,4	26,5	110,4	27,6
Вязель	13,1	11,8	9,2	10,7	44,8	11,2
Сумма по Р	113,0	105,9	97,4	101,2	417,5	104,4

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	1025,67	23			
Повторений	22,57	4			
Вариантов	984,85	6	164,14		
Остаток	18,24	24	0,76	215,94	2,90

Sx = 0,44

Sd = 0,62

НСР₀₅ = 1,29 т/га

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2013 г.) – III агрораийон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	18,5	19,6	20,1	19,0	77,2	19,3
Клевер	12,1	13,2	14,2	13,0	52,5	13,1
Люцерна	16,8	18,4	22,0	20,0	77,2	19,3
Лядвенец рогатый	7,3	8,2	9,0	7,9	32,4	8,1
Донник желтый	22,4	22,6	26,0	22,6	93,6	23,4
Вязель	9,1	9,9	10,2	7,6	36,8	9,2
Сумма по Р	86,2	91,9	101,5	90,1	369,7	92,4

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	798,43	23			
Повторений	21,13	4			
Вариантов	765,30	6	127,55		
Остаток	12,00	24	0,50	255,18	2,90

Sx = 0,35

Sd = 0,50

НСР₀₅ = 1,05 т/га

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2011 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	26,7	26,0	25,2	24,9	102,8	25,7
Амарант+люцерна	25,0	24,6	21,3	19,1	90,0	22,5
Амарант+лядвенец	24,1	23,9	23,7	18,7	90,4	22,6
Амарант+донник	30,9	32,3	27,6	28,4	119,2	29,8
Амарант+вязель	22,0	20,5	19,1	16,7	78,3	19,6
Сумма по Р	128,7	127,3	116,9	107,8	480,7	

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	2242,35	19			
Повторений	47,88	3			
Вариантов	2166,86	4	541,72		
Остаток	27,60	12	2,30	235,50	9,10

Sx = 0,76**Sd = 1.07****НСР₀₅ = 2.36 т/га**

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2012 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	29,5	29,4	27,6	28,3	114,8	28,7
Амарант+люцерна	29,0	28,6	26,5	27,5	111,6	27,9
Амарант+лядвенец	28,1	27,3	26,8	27,0	109,2	27,3
Амарант+донник	42,5	42,0	40,3	41,2	166,0	41,5
Амарант+вязель	25,9	25,5	23,9	25,1	100,4	25,1
Сумма по Р	155,0	152,8	145,1	149,1	602,0	

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	3710,75	19			
Повторений	9,44	3			
Вариантов	3698,43	4	924,61		
Остаток	2,88	12	0,24	3857,00	9,10

S_x = 0,24**S_d = 0,35****НСР₀₅ = 0,76 т/га**

Дисперсионный анализ урожая зеленой массы
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2013 г.)– III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	28,0	27,4	27,2	26,6	109,2	27,3
Амарант+люцерна	27,5	27,0	26,7	26,0	107,2	26,8
Амарант+лядвенец	27,5	26,6	26,3	26,1	106,5	26,6
Амарант+донник	31,7	31,5	31,4	31,0	125,6	31,4
Амарант+вязель	23,2	22,9	22,4	22,1	90,6	22,7
Сумма по Р	137,9	135,4	134,0	131,8	539,1	

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	2580,40	19			
Повторений	3,27	3			
Вариантов	2576,08	4	644,02		
Остаток	1,05	12	0,09	7363,15	9,10

Sx = 0,15

Sd = 0,21

НСР₀₅ = 0,46 т/га

Дисперсионный анализ зеленой массы
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2001 г.).

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	17,2	17	16,5	15,3	66,0	16,5
Клевер	11,7	10,9	10,5	10,3	43,4	10,9
Люцерна	15,9	15	14,9	14,6	60,4	15,1
Лядвенец рогатый	8,3	7,4	5,2	5,1	26,0	6,5
Донник желтый	23,2	23,1	22,6	21,5	90,4	22,6
Вязель	7,8	6,1	5,9	7,4	27,2	6,8
Сумма по P	84,1	79,5	75,6	74,2	313,4	13,1

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	792,90	23			
Повторений	9,86	4			
Вариантов	776,45	6	129,41		
Остаток	6,59	24	0,27	471,41	2,90

Sx = 0,26

Sd = 0,37

НСР₀₅ = 0,78 т/га

Дисперсионный анализ зеленой массы
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2002 г.).

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	20,1	19,9	18,3	18,1	76,4	19,1
Клевер	13,4	12,5	10,6	10,3	46,8	11,7
Люцерна	18,4	18,3	16,9	15,6	69,2	17,3
Лядвенец рогатый	9,3	8,2	7,9	8,2	33,6	8,4
Донник желтый	26,5	26,4	25,7	24,6	103,2	25,8
Вязель	10,3	8,2	9,3	9,4	37,2	9,3
Сумма по Р	98,0	93,5	88,7	86,2	366,4	15,3

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	921,91	23			
Повторений	13,69	4			
Вариантов	901,01	6	150,17		
Остаток	7,21	24	0,30	499,87	2,90

Sx = 0,27

Sd = 0,39

НСР₀₅ = 0,81 т/га

Дисперсионный анализ зеленой массы
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2003 г.).

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	17,3	19,7	18,0	18,6	73,6	18,4
Клевер	10,6	11,9	10,2	11,3	44,0	11,0
Люцерна	16,9	15,6	17,1	17,6	67,2	16,8
Лядвенец рогатый	23,0	24,5	24,4	25,0	96,9	24,2
Донник желтый	8,8	8,2	8,6	8,5	34,1	8,5
Вязель	6,4	8,2	7,9	7,1	29,6	7,4
Сумма по P	83,0	88,1	86,2	88,1	345,4	14,4

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	864,82	23			
Повторений	2,90	4			
Вариантов	853,46	6	142,24		
Остаток	8,46	24	0,35	403,53	2,90

S_x = 0,30

S_d = 0,42

НСР₀₅ = 0,88 т/га

Дисперсионный анализ зеленой массы
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2001 г.)

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	17,9	17,0	16,3	16,0	67,2	16,8
Амарант+люцерна	21,6	21,8	21,5	22,3	87,2	21,8
Амарант+лядвенец	19,6	19,4	18,3	18,1	75,4	18,9
Амарант+донник	19,6	19,5	19,6	19,2	77,9	19,5
Амарант+вязель	29,2	29,0	29,0	28,0	115,2	28,8
Сумма по Р	107,9	106,7	104,7	103,6	422,9	21,1

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	349,09	19			
Повторений	1,87	3			
Вариантов	343,85	4	85,96		
Остаток	3,36	12	0,28	306,74	9,10

Sx = 0,26**Sd = 0,37****НСР₀₅ = 0,82 т/га**

Дисперсионный анализ зеленой массы
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2002 г.)

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	20,1	22,3	21,8	20,2	84,4	21,1
Амарант+люцерна	23,7	25,7	25,3	24,1	98,8	24,7
Амарант+лядвенец	23,1	24,8	24,4	23,2	95,5	23,9
Амарант+донник	23	25,3	24,8	23,3	96,4	24,1
Амарант+вязель	30,9	32,5	32,4	31,2	127,0	31,8
Сумма по Р	120,8	130,6	128,7	122,0	502,1	25,1

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	265,97	19			
Повторений	11,76	3			
Вариантов	251,53	4	62,88		
Остаток	2,67	12	0,22	282,31	9,10

Sx = 0,24**Sd = 0,33****НСР₀₅ = 0,73 т/га**

Дисперсионный анализ зеленой массы
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2003 г.)

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	18,4	20,9	20,1	19,2	78,6	19,7
Амарант+люцерна	22	23,9	23,7	22,8	92,4	23,1
Амарант+лядвенец	21,7	23,1	22,8	22,6	90,2	22,6
Амарант+донник	22,4	24,1	23,7	23	93,2	23,3
Амарант+вязель	29,7	32	31,4	30,5	123,6	30,9
Сумма по Р	114,2	124,0	121,7	118,1	478,0	23,9

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	291,22	19			
Повторений	9,19	3			
Вариантов	279,54	4	69,89		
Остаток	2,49	12	0,21	336,80	9,10

Sx = 0,23**Sd = 0,32****НСР₀₅ = 0,71 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в чистых посевах, т/га (2014 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	4,62	4,48	4,68	4,45	18,2	4,56
Клевер	2,26	2,08	2,34	2,18	8,9	2,22
Люцерна	3,81	3,69	3,82	3,74	15,1	3,77
Лядвенец рогатый	1,52	1,51	1,78	1,59	6,4	1,60
Донник желтый	5,92	5,74	6,02	5,84	23,5	5,88
Вязель	1,71	1,6	1,75	1,64	6,7	1,68
Сумма по Р	19,8	19,1	20,4	19,4	78,8	3,28

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	60,83	23			
Повторений	0,15	3			
Вариантов	60,64	5	12,13		
Остаток	0,03	15	0,00	5330,29	2,90

Sd = 0,03**НСР₀₅ = 0,07 т/га****Sx = 0,02**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в чистых посевах, т/га (2015 г.) – II агрораийон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	3,68	3,85	3,79	3,7	15,0	3,76
Клевер	2,04	2,21	2,18	2,13	8,6	2,14
Люцерна	3,27	3,56	3,46	3,41	13,7	3,43
Лядвенец рогатый	1,15	1,44	1,38	1,29	5,3	1,32
Донник желтый	4,75	5,38	5,13	4,91	20,2	5,04
Вязель	1,26	1,78	1,49	1,31	5,8	1,46
Сумма по Р	16,2	18,2	17,4	16,8	68,6	2,86

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	43,51	23			
Повторений	0,40	3			
Вариантов	43,00	5	8,60		
Остаток	0,12	15	0,01	1072,54	2,90

Sd = 0,06**НСР₀₅ = 0,13 т/га****Sx = 0,04**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в чистых посевах, т/га (2016 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	5,02	4,74	4,69	5,29	19,7	4,94
Клевер	2,52	2,41	2,31	3,39	10,6	2,66
Люцерна	4,38	4,22	4,18	4,48	17,3	4,32
Лядвенец рогатый	1,79	1,67	1,59	1,85	6,9	1,73
Донник желтый	6,5	6,31	6,01	6,76	25,6	6,40
Вязель	2,09	1,85	1,74	2,23	7,9	1,98
Сумма по P	22,3	21,2	20,5	24,0	88,0	3,67

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	69,98	23			
Повторений	1,15	3			
Вариантов	68,46	5	13,69		
Остаток	0,36	15	0,02	564,27	2,90

S_x = 0,08**S_d = 0,11****НСР₀₅ = 0,23 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в смешанных посевах, т/га (2014 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	6,11	6,07	6,19	6,14	24,5	6,13
Амарант+люцерна	6,20	6,18	6,25	6,24	24,9	6,22
Амарант+лядвенец	6,06	6,02	6,15	6,11	24,3	6,09
Амарант+донник	8,55	8,51	8,64	8,59	34,3	8,57
Амарант+вязель	5,12	5,09	5,19	5,16	20,6	5,14
Сумма по Р	32,0	31,9	32,4	32,2	128,6	6,43

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	163,83	19			
Повторений	0,03	3			
Вариантов	163,79	4	40,95		
Остаток	0,01	12	0,00	68444,87	9,10

Sd = 0,02**НСР₀₅ = 0,03 т/га****Sx = 0,01**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в смешанных посевах, т/га (2015 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	5,91	5,87	5,85	5,83	23,46	5,87
Амарант+люцерна	5,88	5,85	5,81	5,79	23,33	5,83
Амарант+лядвенец	5,69	5,63	5,6	5,56	22,48	5,62
Амарант+донник	7,76	7,7	7,68	7,62	30,76	7,69
Амарант+вязель	4,2	4,16	4,14	4,11	16,61	4,15
Сумма по Р	29,44	29,21	29,08	28,91	116,64	5,83

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	25,31	19			
Повторений	0,02	3			
Вариантов	25,28	4	6,32		
Остаток	0,01	12	0,00	11345,69	9,10

Sx = 0,01**Sd = 0,02****НСР₀₅ = 0,04 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в смешанных посевах, т/га (2016 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	6,54	7,02	7,25	7,09	27,9	6,98
Амарант+люцерна	6,95	7,01	7,35	7,26	28,6	7,14
Амарант+лядвенец	6,72	5,98	6,38	6,08	25,2	6,29
Амарант+донник	9,17	8,76	9,84	9,35	37,1	9,28
Амарант+вязель	5,34	5,61	5,87	6,02	22,8	5,71
Сумма по Р	34,7	34,4	36,7	35,8	141,6	

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	198,09	19			
Повторений	0,55	3			
Вариантов	196,50	4	49,12		
Остаток	1,04	12	0,09	565,93	9,10

Sx = 0,15**Sd = 0,21****НСР₀₅ = 0,46 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в чистых посевах, т/га (2011 г.)– III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	4,44	4,08	4,52	4,19	17,2	4,31
Клевер	2,43	2,28	2,65	2,91	10,3	2,57
Люцерна	4,12	3,79	3,69	4,01	15,6	3,90
Лядвенец рогатый	1,62	1,54	1,89	1,75	6,8	1,70
Донник желтый	5,38	6,46	5,21	4,29	21,3	5,34
Вязель	1,61	1,45	1,73	2,04	6,8	1,71
Сумма по P	19,6	19,6	19,7	19,2	78,1	3,25

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	47,66	23			
Повторений	0,03	3			
Вариантов	44,56	5	8,91		
Остаток	3,08	15	0,21	43,42	2,90

Sx = 0,23**Sd = 0,32****НСР₀₅ = 0,67 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в чистых посевах, т/га (2012 г.)– III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	5,81	5,45	5,63	5,41	22,3	5,58
Клевер	3,35	3,21	3,11	2,91	12,6	3,15
Люцерна	5,54	4,87	5,09	5,71	21,2	5,30
Лядвенец рогатый	1,87	2,28	2,41	2,08	8,6	2,16
Донник желтый	7,15	7,45	7,02	6,85	28,5	7,12
Вязель	2,96	2,73	2,82	2,45	11,0	2,74
Сумма по Р	26,7	26,0	26,1	25,4	104,2	4,34

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	76,78	23			
Повторений	0,14	3			
Вариантов	75,63	5	15,13		
Остаток	1,02	15	0,07	221,90	2,90

S_x = 0,13**S_d = 0,18****НСР₀₅ = 0,39 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в чистых посевах, т/га (2013 г.)– III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	4,75	5,26	5,15	4,87	20,0	5,01
Клевер	2,68	3,13	3,02	2,74	11,6	2,89
Люцерна	4,58	4,78	4,71	4,65	18,7	4,68
Лядвенец рогатый	1,65	2,08	2,01	1,7	7,4	1,86
Донник желтый	5,62	6,12	6,09	5,73	23,6	5,89
Вязель	1,85	2,45	2,35	2,06	8,7	2,18
Сумма по Р	21,1	23,8	23,3	21,8	90,0	3,75

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	56,11	23			
Повторений	0,81	3			
Вариантов	55,22	5	11,04		
Остаток	0,08	15	0,01	2138,27	2,90

Sx = 0,04**Sd = 0,05****НСР₀₅ = 0,11 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в смешанных посевах, т/га (2011 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	5,76	6,08	6,15	6,24	24,23	6,06
Амарант+люцерна	5,42	5,53	5,65	5,72	22,32	5,58
Амарант+лядвенец	5,21	5,34	5,52	5,61	21,68	5,42
Амарант+донник	7,19	7,35	7,45	7,58	29,57	7,39
Амарант+вязель	4,53	4,62	4,73	4,85	18,73	4,68
Сумма по Р	28,11	28,92	29,50	30,00	116,53	5,83

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	16,58	19			
Повторений	0,33	3			
Вариантов	16,16	4	4,04		
Остаток	0,09	12	0,01	544,09	9,10

S_x = 0,04**S_d = 0,06****НСР₀₅ = 0,13 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в смешанных посевах, т/га (2012 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	7,44	7,31	7,21	7,17	29,13	7,28
Амарант+люцерна	7,29	7,21	7,16	7,1	28,76	7,19
Амарант+лядвенец	6,81	6,77	6,68	6,57	26,83	6,71
Амарант+донник	10,86	10,71	10,65	10,58	42,80	10,70
Амарант+вязель	6,35	6,27	6,23	6,12	24,97	6,24
Сумма по Р	38,75	38,27	37,93	37,54	152,49	7,62

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	50,23	19			
Повторений	0,13	3			
Вариантов	50,06	4	12,52		
Остаток	0,04	12	0,00	4285,34	9,10

Sx = 0,03**Sd = 0,04****НСР₀₅ = 0,08 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в смешанных посевах, т/га (2013 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	6,58	6,63	6,74	6,43	26,38	6,60
Амарант+люцерна	6,62	6,72	6,95	6,57	26,86	6,72
Амарант+лядвенец	6,42	6,52	6,62	6,28	25,84	6,46
Амарант+донник	7,95	8,01	8,12	7,78	31,86	7,97
Амарант+вязель	5,5	5,64	5,72	5,39	22,25	5,56
Сумма по P	33,07	33,52	34,15	32,45	133,19	6,66

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	12,14	19			
Повторений	0,26	3			
Вариантов	11,82	4	2,95		
Остаток	0,07	12	0,01	541,64	9,10

Sx = 0,04**Sd = 0,05****НСР₀₅ = 0,11 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в чистых посевах, т/га (2001 г.)- IV агрораион

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Вязель	4,02	4,31	4,21	4,12	16,7	4,17
Амарант	2,13	2,26	2,46	2,61	9,5	2,37
Клевер	3,82	3,54	3,62	3,49	14,5	3,62
Люцерна	1,32	1,6	1,52	1,41	5,9	1,46
Лядвенец рогатый	5,64	5,47	5,36	5,27	21,7	5,44
Донник желтый	1,49	1,52	1,62	1,71	6,3	1,59
Сумма по Р	18,4	18,7	18,8	18,6	74,5	3,11

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	49,88	23			
Повторений	0,01	3			
Вариантов	49,48	5	9,90		
Остаток	0,38	15	0,03	386,95	2,90

Sx = 0,08**Sd = 0,11****НСР₀₅ = 0,24 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества
амаранта и бобовых трав в чистых посевах, т/га (2002 г.)– IV агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Вязель	4,86	5,08	5,22	5,01	20,2	5,04
Амарант	2,23	2,45	2,94	2,64	10,3	2,57
Клевер	4,41	4,39	4,23	4,1	17,1	4,28
Люцерна	1,85	1,64	2,13	2,03	7,7	1,91
Лядвенец рогатый	6,37	6,28	6,78	6,63	26,1	6,52
Донник желтый	2,26	2,26	2,39	2,01	8,9	2,23
Сумма по Р	22,0	22,1	23,7	22,4	90,2	3,76

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	67,54	23			
Повторений	0,31	3			
Вариантов	66,76	5	13,35		
Остаток	0,47	15	0,03	425,84	2,90

$S_x = 0,09$

$S_d = 0,13$

$НСР_{05} = 0,26$ т/га

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в чистых посевах, т/га (2003 г.) – IV агрораийон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Вязель	4,78	4,956	4,65	4,58	19,0	4,74
Амарант	2,61	2,35	2,52	2,24	9,7	2,43
Клевер	4,35	4,25	3,92	3,72	16,2	4,06
Люцерна	1,8	1,4	1,52	1,74	6,5	1,62
Лядвенец рогатый	6,21	5,92	6,01	5,84	24,0	6,00
Донник желтый	2,21	2,11	2,01	1,65	8,0	2,00
Сумма по P	22,0	21,0	20,6	19,8	83,3	3,47

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	60,93	23			
Повторений	0,41	3			
Вариантов	60,15	5	12,03		
Остаток	0,37	15	0,02	488,44	2,90

Sx = 0,08**Sd = 0,11****НСР₀₅ = 0,23 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в смешанных посевах, т/га (2001 г.) – IV агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	4,88	5,25	5,05	5,23	20,41	5,10
Амарант+люцерна	4,72	5,02	4,78	4,87	19,39	4,85
Амарант+лядвенец	4,42	4,81	4,6	4,71	18,54	4,64
Амарант+донник	6,99	7,31	7,11	7,28	28,69	7,17
Амарант+вязель	3,76	4,09	3,85	4,02	15,72	3,93
Сумма по P	24,77	26,48	25,39	26,11	102,75	5,14

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	24,11	19			
Повторений	0,29	3			
Вариантов	23,75	4	5,94		
Остаток	0,07	12	0,01	986,15	9,10

S_x = 0,04**S_d = 0,05****НСР₀₅ = 0,12 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в смешанных посевах, т/га (2002 г.) – IV агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	6,02	6,13	6,24	6,35	24,74	6,19
Амарант+люцерна	5,85	5,94	6,15	6,22	24,16	6,04
Амарант+лядвенец	5,7	5,8	5,87	6,03	23,40	5,85
Амарант+донник	7,98	8,07	8,24	8,27	32,56	8,14
Амарант+вязель	5,08	5,19	5,21	5,35	20,83	5,21
Сумма по Р	30,63	31,13	31,71	32,22	125,69	6,28

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	19,75	19			
Повторений	0,24	3			
Вариантов	19,45	4	4,86		
Остаток	0,06	12	0,01	904,95	9,10

Sx = 0,04**Sd = 0,05****НСР₀₅ = 0,11 т/га**

Дисперсионный анализ сухого вещества

амаранта и бобовых трав в смешанных посевах, т/га (2003 г.) – IV агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	5,76	5,84	5,61	5,51	22,72	5,68
Амарант+люцерна	5,73	5,94	5,64	5,52	22,83	5,71
Амарант+лядвенец	5,62	5,71	5,45	5,37	22,15	5,54
Амарант+донник	7,95	8,1	7,82	7,77	31,64	7,91
Амарант+вязель	4,93	4,86	4,73	4,68	19,20	4,80
Сумма по P	29,99	30,45	29,25	28,85	118,54	5,93

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	22,19	19			
Повторений	0,26	3			
Вариантов	21,85	4	5,46		
Остаток	0,08	12	0,01	835,87	9,10

Sx = 0,04**Sd = 0,06****НСР₀₅ = 0,13 т/га**

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2014 г.)– II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	9,75	9,95	9,61	9,50	38,8	9,70
Клевер	7,81	7,60	7,49	7,38	30,3	7,57
Люцерна	9,11	9,53	9,85	8,61	37,1	9,28
Лядвенец рогатый	4,61	4,12	4,15	4,38	17,3	4,32
Донник желтый	11,58	11,75	12,05	11,20	46,6	11,65
Вязель	5,64	4,12	4,51	5,11	19,4	4,85
Сумма по Р	48,5	47,1	47,7	46,2	189,4	47,35

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	168,79	23			
Повторений	0,48	4			
Вариантов	165,83	6	27,64		
Остаток	2,48	24	0,10	267,97	2,90

Sx = 0,18

Sd = 0,23

НСР₀₅ = 0,48 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2015 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	9,11	8,42	8,21	9,20	34,9	8,74
Клевер	6,63	6,85	6,31	6,18	7,3	6,49
Люцерна	7,93	7,75	7,09	7,86	30,6	7,66
Лядвенец рогатый	4,32	3,72	3,64	3,81	15,5	3,87
Донник желтый	9,47	8,85	10,15	9,65	38,1	9,53
Вязель	4,37	3,11	5,01	3,97	16,5	4,12
Сумма по Р	41,8	38,7	40,4	40,7	161,6	40,40

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	115,62	23			
Повторений	0,83	4			
Вариантов	111,12	6	18,52		
Остаток	3,66	24	0,15	121,31	2,90

$$S_x = 0,20$$

$$S_d = 0,28$$

$$HCP_{05} = 0,58 \text{ т/га}$$

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2016 г.)– II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	11,40	9,85	12,03	12,57	45,9	11,46
Клевер	7,05	8,12	8,45	8,64	7,3	8,07
Люцерна	10,03	9,84	12,06	9,58	41,5	10,38
Лядвенец рогатый	5,85	3,27	5,57	5,27	20,0	4,99
Донник желтый	13,00	11,50	13,25	13,01	50,8	12,69
Вязель	4,67	4,21	5,44	6,12	20,4	5,11
Сумма по Р	52,0	46,8	56,8	55,2	210,8	52,70

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	231,24	23			
Повторений	9,74	4			
Вариантов	213,52	6	35,59		
Остаток	7,98	24	0,33	107,07	2,90

$$S_x = 0,29$$

$$S_d = 0,41$$

$$HCP_{05} = 0,86 \text{ т/га}$$

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2014 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	15,31	15,27	15,11	14,90	60,6	15,15
Амарант+люцерна	17,13	17,02	16,87	16,78	67,8	16,95
Амарант+лядвенец	14,97	14,79	14,65	14,42	58,8	14,71
Амарант+донник	19,54	19,46	19,33	19,28	77,6	19,40
Амарант+вязель	15,04	14,63	14,58	14,00	58,3	14,56
Сумма по Р	82,0	81,2	80,5	79,4	323,1	80,77

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	938,07	19			
Повторений	0,61	3			
Вариантов	937,14	4	234,28		
Остаток	0,32	12	0,03	8662,94	

Sx = 0,08

Sd = 0,12

НСР₀₅ = 0,26 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2015 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	14,65	14,78	14,91	15,27	59,6	14,90
Амарант+люцерна	14,4	14,47	14,61	14,67	58,2	14,54
Амарант+лядвенец	13,98	14,06	14,11	14,19	56,3	14,09
Амарант+донник	14,23	14,38	14,49	14,67	57,8	14,44
Амарант+вязель	10,63	10,75	10,81	10,98	43,2	10,79
Сумма по Р	67,9	68,4	68,9	69,8	275,0	68,76

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	675,99	19			
Повторений	0,32	3			
Вариантов	675,54	4	168,88		
Остаток	0,13	12	0,01	15738,69	9,10

Sx = 0,05

Sd = 0,07

НСР₀₅ = 0,16 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2016 г.) – II агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	16,28	16,21	16,54	16,47	65,5	16,38
Амарант+люцерна	17,64	18,02	17,58	17,88	71,1	17,78
Амарант+лядвенец	15,73	15,87	16,18	16,12	63,9	15,98
Амарант+донник	20,87	21,18	21,45	21,37	84,9	21,22
Амарант+вязель	14,82	14,75	15,13	15,02	59,7	14,93
Сумма по P	85,3	86,0	86,9	86,9	345,1	86,28

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	1088,32	19			
Повторений	0,27	3			
Вариантов	1087,69	4	271,92		
Остаток	0,35	12	0,03	9266,68	9,10

$$S_x = 0,09$$

$$S_d = 0,12$$

$$HCP_{05} = 0,27 \text{ т/га}$$

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2011 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	9,77	10,70	10,52	10,35	41,3	10,34
Клевер	7,32	7,81	7,25	8,00	7,3	7,60
Люцерна	9,61	10,28	10,01	9,95	39,9	9,96
Лядвенец рогатый	4,23	5,21	4,38	4,33	18,2	4,54
Донник желтый	10,64	11,75	11,25	10,75	44,4	11,10
Вязель	4,65	5,33	4,85	4,37	19,2	4,80
Сумма по Р	46,2	51,1	48,3	47,8	193,3	48,33

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	168,10	23			
Повторений	2,06	4			
Вариантов	165,09	6	27,52		
Остаток	0,94	24	0,04	699,17	2,90

Sx = 0,10

Sd = 0,14

НСР₀₅ = 0,29 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2012 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	11,02	11,67	12,25	13,02	48,0	11,99
Клевер	9,03	10,21	8,30	9,87	7,3	9,35
Люцерна	10,06	10,50	11,35	12,01	43,9	10,98
Лядвенец рогатый	6,54	4,83	6,01	6,24	23,6	5,91
Донник желтый	11,55	12,45	12,78	13,24	50,0	12,51
Вязель	6,05	6,84	7,03	7,31	27,2	6,81
Сумма по Р	54,3	56,5	57,7	61,7	230,2	57,54

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	161,02	23			
Повторений	4,86	4			
Вариантов	150,27	6	25,04		
Остаток	5,89	24	0,25	102,03	2,90

Sx = 0,25

Sd = 0,35

НСР₀₅ = 0,74 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2013 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	9,87	11,84	10,15	10,77	42,6	10,66
Клевер	7,59	9,45	8,97	8,54	7,3	8,64
Люцерна	9,06	11,98	11,02	10,02	42,1	10,52
Лядвенец рогатый	3,31	6,05	6,32	4,53	20,2	5,05
Донник желтый	10,15	12,40	12,01	11,02	45,6	11,40
Вязель	4,83	6,70	7,01	4,34	22,9	5,72
Сумма по Р	44,8	58,4	55,5	49,2	207,9	51,98

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	169,59	23			
Повторений	18,79	4			
Вариантов	146,35	6	24,39		
Остаток	4,45	24	0,19	131,60	2,90

Sx = 0,22

Sd = 0,30

НСР₀₅ = 064 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2011 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	14,67	14,81	14,75	15,03	59,3	14,82
Амарант+люцерна	15,32	15,21	15,01	14,75	60,3	15,07
Амарант+лядвенец	14,28	14,19	14,3	13,71	56,5	14,12
Амарант+донник	16,89	16,64	16,79	16,97	67,3	16,82
Амарант+вязель	13,45	13,38	13,19	12,85	52,9	13,22
Сумма по Р	74,6	74,2	74,0	73,3	296,2	74,05

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	760,36	19			
Повторений	0,15	3			
Вариантов	759,60	4	189,90		
Остаток	0,62	12	0,05	3683,91	9,10

Sx = 0,11

Sd = 0,16

НСР₀₅ = 0,35 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2012 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	17,25	17,16	17,05	17	68,5	17,12
Амарант+люцерна	17,45	17,41	17,29	17,15	69,3	17,33
Амарант+лядвенец	16,47	16,22	16,07	15,67	15,8	16,11
Амарант+донник	19,27	19,11	19,03	18,79	76,2	19,05
Амарант+вязель	15,4	15,32	15,17	15,04	60,9	15,23
Сумма по Р	85,8	85,2	84,6	83,7	290,7	84,83

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	993,05	19			
Повторений	0,44	3			
Вариантов	992,43	4	248,11		
Остаток	0,19	12	0,02	15632,90	9,10

S_x = 0,06

S_d = 0,09

НСР₀₅ = 0,20 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2013 г.) – III агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	16,75	16,25	15,94	15,53	64,47	16,12
Амарант+люцерна	17,09	16,6	16,37	16,05	66,11	16,53
Амарант+лядвенец	15,37	15,02	14,8	14,65	59,84	14,96
Амарант+донник	18,8	18,42	18,2	17,83	73,25	18,31
Амарант+вязель	14,37	14,3	14,21	14,09	56,97	14,24
Сумма по Р	82,38	80,59	79,52	78,15	320,64	16,03

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	41,42	19			
Повторений	1,59	3			
Вариантов	39,22	4	9,81		
Остаток	0,61	12	0,05	193,88	9,10

Sx = 0,11

Sd = 0,16

НСР₀₅ = 0,35 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2001 г.)- IV агрораион

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	9,01	9,54	9,47	9,11	37,1	9,28
Клевер	6,47	6,98	6,81	6,59	7,3	6,71
Люцерна	7,52	8,53	8,35	8,12	32,5	8,13
Лядвенец рогатый	3,46	4,12	3,85	3,61	15,0	3,76
Донник желтый	9,37	10,58	10,18	9,71	39,8	9,96
Вязель	3,64	4,27	4,11	3,95	3,7	3,99
Сумма по Р	39,5	44,0	42,8	41,1	167,4	41,84

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	141,73	23			
Повторений	1,97	4			
Вариантов	139,48	6	23,25		
Остаток	0,29	24	0,01	1955,43	2,90

S_x = 0,05

S_d = 0,08

НСР₀₅ = 0,16 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2002 г.) – IV агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	10,33	9,74	11,47	11,02	42,6	10,64
Клевер	7,65	7,31	8,24	8,57	7,3	7,94
Люцерна	9,26	9,02	10,34	10,15	38,8	9,69
Лядвенец рогатый	5,01	4,32	5,07	5,42	19,8	4,96
Донник желтый	10,76	10,08	11,75	11,45	44,0	11,01
Вязель	5,63	4,98	5,53	5,32	3,7	5,37
Сумма по Р	48,6	45,5	52,4	51,9	198,4	49,61

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	145,26	23			
Повторений	5,24	4			
Вариантов	138,73	6	23,12		
Остаток	1,29	24	0,05	429,63	2,90

Sx = 0,12

Sd = 0,16

НСР₀₅ = 0,34 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в чистых посевах (2003 г.) – IV агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант	10,34	10,12	9,77	9,71	39,94	9,99
Клевер	7,35	7,29	7,12	7,00	28,76	7,19
Люцерна	9,45	9,21	8,75	8,70	36,11	9,03
Лядвенец рогатый	4,57	4,27	4,12	4,01	16,97	4,24
Донник желтый	10,85	10,58	10,31	10,03	41,77	10,44
Вязель	5,20	4,90	4,27	3,98	18,35	4,59
Сумма по Р	47,76	46,37	44,34	43,43	181,90	45,48

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	147,51	23			
Повторений	1,92	4			
Вариантов	145,28	6	24,21		
Остаток	0,32	24	0,01	1840,21	2,90

Sx = 0,06

Sd = 0,08

НСР₀₅ = 0,17 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2001 г.)– IV агрораийон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	12,29	12,33	12,42	12,53	49,6	12,39
Амарант+люцерна	11,32	11,51	11,65	11,77	46,3	11,56
Амарант+лядвенец	11,52	11,65	11,74	11,87	15,8	11,70
Амарант+донник	14,29	14,37	14,57	14,67	57,9	14,48
Амарант+вязель	10,6	10,65	10,81	10,87	42,9	10,73
Сумма по P	60,0	60,5	61,2	61,7	212,5	60,86

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	526,27	19			
Повторений	0,28	3			
Вариантов	525,91	4	131,48		
Остаток	0,08	12	0,01	20584,78	9,10

Sx = 0,04

Sd = 0,06

НСР₀₅ = 0,12 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2002 г.)– IV агрораийон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	13,8	13,92	14,03	13,84	55,6	13,90
Амарант+люцерна	12,6	12,76	12,92	12,71	51,0	12,75
Амарант+лядвенец	12,75	12,88	12,96	12,81	15,8	12,85
Амарант+донник	15,25	15,44	15,55	15,32	61,6	15,39
Амарант+вязель	11,71	11,76	11,82	11,65	46,9	11,74
Сумма по Р	66,1	66,8	67,3	66,3	230,9	66,62

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	622,66	19			
Повторений	0,13	3			
Вариантов	622,48	4	155,62		
Остаток	0,04	12	0,00	42814,83	9,10

Sx = 0,03

Sd = 0,04

НСР₀₅ = 0,09 т/га

Дисперсионный анализ массы корневых и стерневых остатков
амаранта и бобовых трав в смешанных посевах (2003 г.)– IV агрорайон

Варианты	Повторения				Сумма по V	Средняя арифмет.
	I	II	III	IV		
Амарант+клевер	13,03	13,04	13,08	13,14	52,29	13,07
Амарант+люцерна	12,09	12,1	12,11	12,13	48,43	12,11
Амарант+лядвенец	12,1	12,14	12,19	12,23	48,66	12,17
Амарант+донник	14,78	14,81	14,9	14,95	59,44	14,86
Амарант+вязель	11,05	11,1	11,15	11,2	44,50	11,13
Сумма по Р	63,05	63,19	63,43	63,65	253,32	12,67

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F фактич.	F ₀₅
Общая	31,72	19			
Повторений	0,04	3			
Вариантов	31,67	4	7,92		
Остаток	0,01	12	0,00	6745,41	9,10

S_x = 0,02

S_d = 0,02

НСР₀₅ = 0,05 т/га