

САБАНОВА АЛЬБИНА АРСЕНОВНА

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

06.01.01 - общее земледелие, растениеводство

Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора  
сельскохозяйственных наук

Владикавказ - 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Горский государственный аграрный университет».

**Научный консультант:**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Фарниев Александр Тимофеевич**

**Официальные оппоненты:**

**Дронова Тамара Николаевна,**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», главный научный сотрудник отдела интенсивных технологий;

**Мусаев Магомед Расулович,**  
доктор биологических наук, профессор,  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова», заведующий кафедрой кадастров и ландшафтной архитектуры;

**Спиридонов Анатолий Михайлович,**  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

**Ведущая организация:**

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр РАН».

Защита диссертации состоится «06» октября 2022 года в 13<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 220.023.01, ФГБОУ ВО Горский ГАУ по адресу: 362040, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37, Горский ГАУ; тел./факс: (8672) 53-91-80, e-mail: d22002301@gorskigau.com

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Горский ГАУ и на официальном сайте [www.gorskigau.com](http://www.gorskigau.com).

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Лазаров Таймураз Константинович

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**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 компо-

нента 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 исследования.**

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, опытное поле 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 показа-

телей 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 диссертации, 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 сельском хозяйстве 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 пе-

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.

**Публикация результатов исследования.** 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.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА 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».

### **II агроклиматический район – засушливый.**

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.

В годы наших исследований погодные условия складывались в целом типично для зоны с некоторыми отклонениями.

### **III агроклиматический район – недостаточное увлажнение.**

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. 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.

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 дан-



ных.

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.

#### **IV агроклиматический район – достаточное увлажнение.**

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). Метеорологические условия в годы проведения исследований были типичными для зоны.

Тепловой режим территории позволяет возделывать большинство сельскохозяйственных культур, в том числе и амарант, и бобовые травы (клевер, люцерну, ляденец рогатый, донник желтый, вязель) на кормовые цели. Здесь возможно получение до 3 укосов клевера, люцерны, лядвенца, 2 укосов донника желтого, 2-3 укосов вязеля.

В сравнении с другими агроклиматическими районами, естественное увлажнение в IV агрораионе 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.

Исследования проводились на трех типах почв.

II агроклиматический район представлен в основном **каштановыми карбонатными почвами**. Они имеют благоприятные физические свойства, по гранулометрическому составу относятся к тяжелосуглинистым крупнопылевато-иловатым. Химический состав каштановых почв является довольно благоприятным практически для всех сельскохозяйственных культур, возделываемых в Предкавказье. Результаты агрохимического анализа почвы показывают, что содержание гумуса находится на уровне 2,3...2,7%, 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.

В III агроклиматическом районе основные площади представлены **черноземами карбонатными (обыкновенными)**, обладают тяжелым гранулометрическим составом. Результаты агрохимического анализа почвы показывают, что содержание гумуса составляет в среднем 4,6%, 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.

IV агроклиматический район представлен в основном **черноземами выщелоченными**. Гранулометрический состав верхних горизонтов – тяжелосуглинистый иловато-пылеватый. С глубиной в профиле он облегчается и в горизонте ВС переходит в среднесуглинистый. По результатам химических анализов черноземы выщелоченные характеризуются  $pH_{\text{сол.}}$  – 5,8-6,0, содержанием гумуса – 5,4...62%, 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.

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 четырехкратной повторности. 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 нормы высева семян трав брали 1/2:1/2.

Агротехника возделывания трав общепринятая для зоны.

## **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**

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. 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.

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. 1).

Таблица 1 – Динамика массы активных клубеньков в посевах амаранта и бобовых трав по агроклиматическим районам, кг/га

№ п/п	Культуры	II агрорайон	III агрорайон	IV агрорайон
		2014-2016 гг.	2011-2013 гг.	2001-2003 гг.
Одинарные посевы				
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
Бинарные посевы				
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

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.

В среднем за три года максимальные размеры симбиотического аппарата одновидовых посевов трав составили 56–67 кг/га (люцерна), минимальные 39–45 (лядвенец рогатый).

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

В среднем за три года максимальные размеры симбиотического аппарата бинарных посевов трав составили 52–64 кг/га (амарант + люцерна), минимальные 34–41 (амарант + вязель).

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 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.

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

Наши исследования по изучению динамики формирования и активности симбиотического аппарата клевера, люцерны, лядвенца рогатого, донника желтого и вязаля 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.

Сравнивая одновидовые посевы бобовых культур и бинарные их посевы с амарантом, можно отметить, что разницы в образовании клубеньков на их корнях, появлении леглобина не наблюдалось. Сроки образования были одинаковыми. Что касается периода перехода леглобина в холеглобин и отмирании части клубеньков, здесь разница составляла между одинарными и бинарными посевами около 2 дней. В бинарных посевах эти процессы проходили раньше.

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

Общий симбиоз характеризует период от появления клубеньков до их отмирания. Активный же симбиоз характеризует период активной работы клубеньков, то есть от даты появления легоглобина в клубеньках до перехода его в холеглобин (табл. 2, 3).

Таблица 2 – Продолжительность общего и активного симбиоза в одновидовых посевах кормовых культур, дней

Показатель	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
II агроклиматический район, 2014-2016 гг.						
Активный симбиоз	–	146-150	146-150	142-146	118-122	118-122
Общий симбиоз	–	158-162	158-162	158-162	130-134	130-134
III агроклиматический район, 2011-2013 гг.						
Активный симбиоз	–	152-157	152-157	148-153	124-128	124-128
Общий симбиоз	–	164-169	164-169	164-169	134-141	134-141
IV агроклиматический район, 2001-2003 гг.						
Активный симбиоз	–	151-155	151-155	147-151	120-125	120-125
Общий симбиоз	–	163-167	163-167	163-167	131-137	131-137

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.

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

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 вязаля длилась 118...122 дней, в бинарных посевах с амарантом – 116...120 дней.

В III агроклиматическом районе продолжительность общего и активно-

го симбиозов по всем культурам в чистых и смешанных посевах была длиннее на 3...7 дней.

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, соответственно.

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 3 – Продолжительность общего и активного симбиоза в смешанных посевах кормовых культур

Показатель	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
II агроклиматический район, 2014-2016 гг.					
Активный симбиоз	144-148	144-148	140-144	116-120	116-120
Общий симбиоз	156-160	156-160	156-160	128-132	128-132
III агроклиматический район, 2011-2013 гг.					
Активный симбиоз	150-155	150-155	146-151	122-126	122-126
Общий симбиоз	162-167	162-167	162-167	132-139	132-139
IV агроклиматический район, 2001-2003 гг.					
Активный симбиоз	149-153	149-153	145-149	118-123	118-123
Общий симбиоз	161-165	161-165	161-165	129-135	129-135

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. Общая деятельность клубеньков здесь продолжалась на 1...5 дней дольше, чем во II агроклиматическом районе, 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.

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.

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 Центрального Предкавказья, 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**

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

III агроклиматический район имел преимущество по всем изучаемым культурам. Минимальные показатели активного симбиотического потенциала были во II агроклиматическом районе. IV агрорайон занимал промежуточное положение.

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

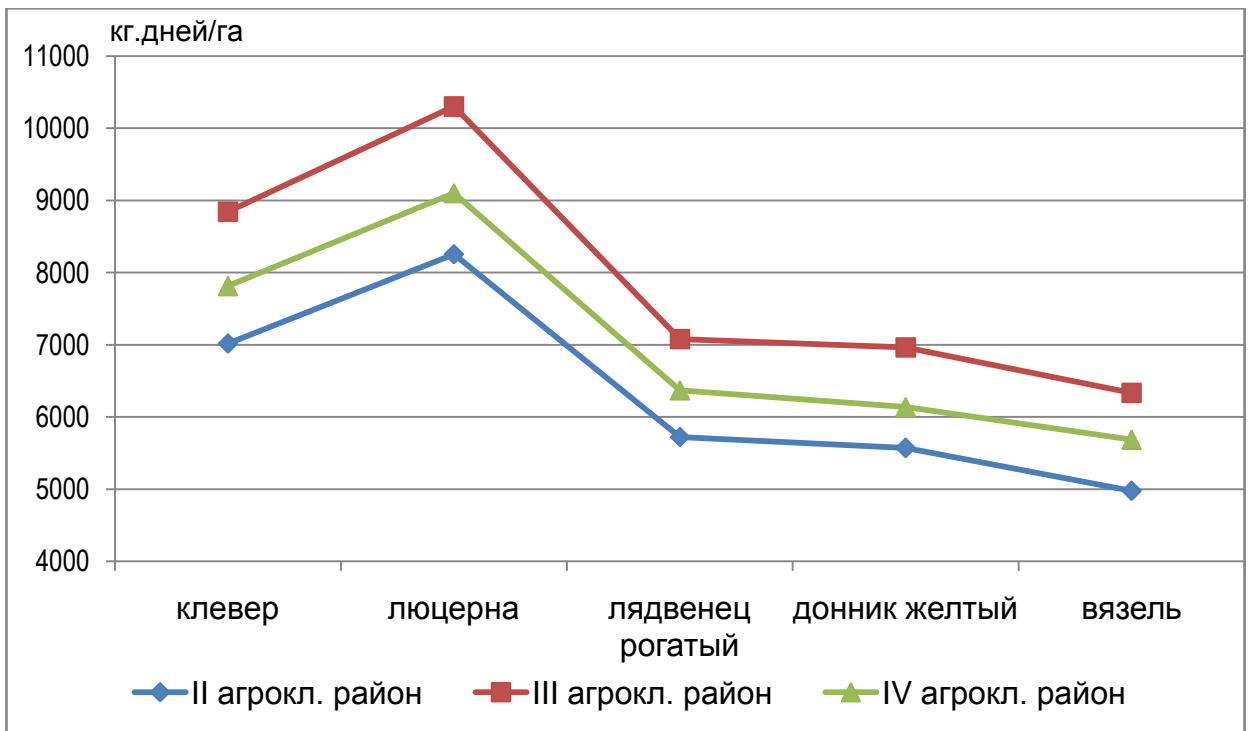


Рис. 1. Величина АСП в одновидовых посевах трав (ср. за 3 года), кг.дней/га

На 2 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 одиарных посевах показатель АСП был выше указанного уровня.

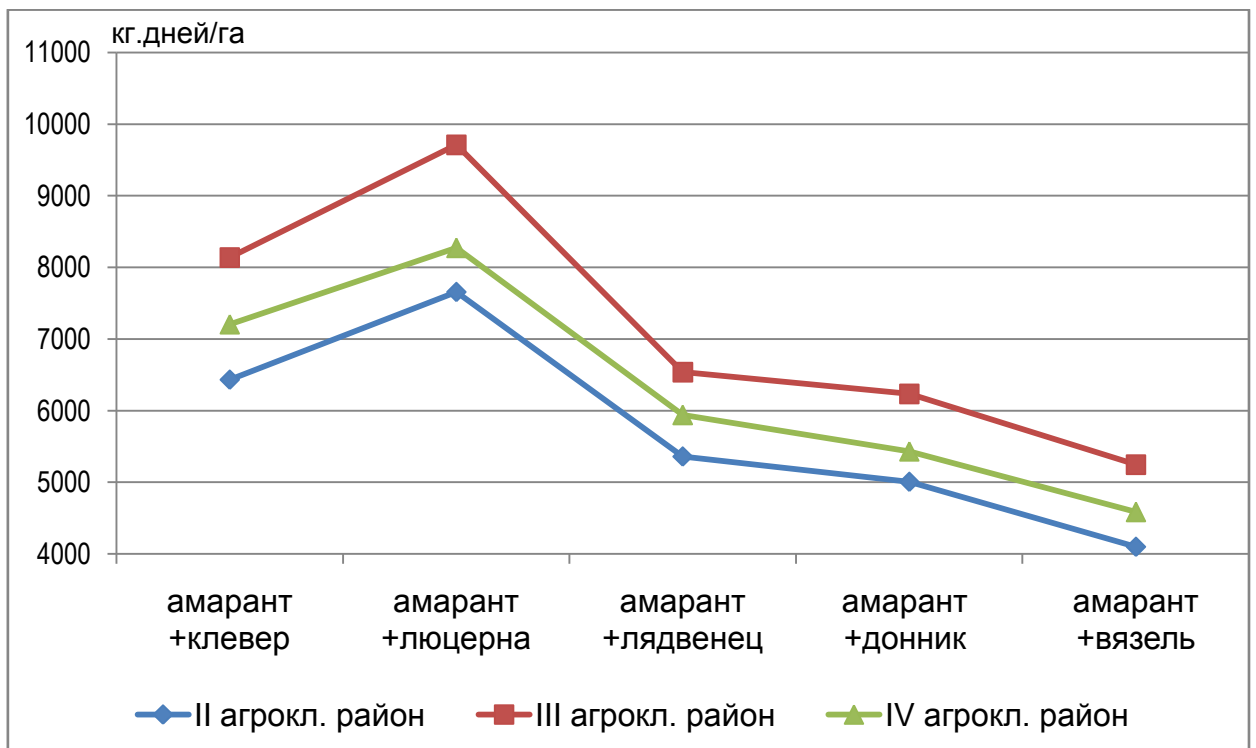


Рис. 2. Величина АСП в бинарных посевах трав (ср. за 3 года), кг.дней/га



В целом видно, что бинарные посеы 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 IV 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.

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

По величине удельной активности симбиоза (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.

Расчеты показателей удельной активности симбиоза показали довольно высокие значения для первого года жизни бобовых культур во всех агроклиматических районах (рис. 3).

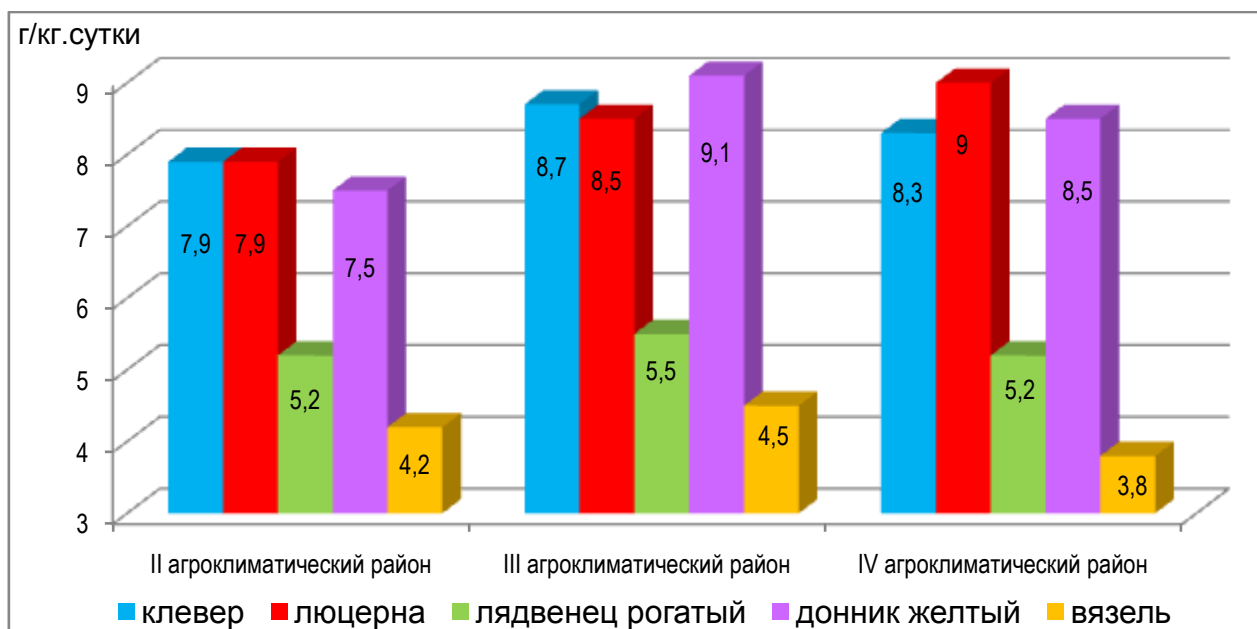


Рис. 3. Удельная активность симбиоза в среднем за три года, г/кг.сутки

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. 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 выделялись 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

Конечным результатом симбиотической деятельности бобовых культур и клубеньковых бактерий является фиксация молекулярного азота атмосферы.

Сравнительная оценка количества фиксированного азота воздуха симбиотическим аппаратом бобовых культур в одинарных и бинарных посевах с амарантом в различных экологических условиях РСО-А 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 (табл. 4, 5).

Таблица 4 – Количество фиксированного азота воздуха в одновидовых посевах бобовых трав, кг/га

Годы	Амарант	Клевер	Люцерна	Лядвенец рогатый	Донник желтый	Вязель
II агроклиматический район						
2014	–	46,6	56,8	26,6	40,3	22,7
2015	–	41,6	56,4	20,9	35,4	14,9
2016	–	81,1	78,0	43,0	50,4	24,4
III агроклиматический район						
2011	–	62,0	52,0	28,4	47,8	19,1
2012	–	90,8	113,9	50,4	78,2	41,5
2013	–	76,8	102,0	39,5	66,5	26,6
IV агроклиматический район						
2001	–	52,6	60,4	29,8	43,8	16,8
2002	–	74,6	103,4	36,2	59,1	26,5
2003	–	68,6	82,1	32,0	52,6	21,4

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.

Немного меньшее количество азота воздуха фиксируют бобовые культуры в бинарных посевах с амарантом, что вероятно, объяснимо конкурент-

ными 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 вариантах 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.

Таблица 5 – Количество фиксированного азота воздуха в бинарных посевах бобовых трав, кг/га

Годы	Амарант + клевер	Амарант + люцерна	Амарант + лядвенец	Амарант + донник	Амарант + вязель
<b>II агроклиматический район</b>					
2014	42,3	52,3	25,6	36,3	18,8
2015	36,8	50,3	18,0	29,6	12,2
2016	77,0	74,6	41,5	47,7	20,2
<b>III агроклиматический район</b>					
2011	56,1	48,6	25,2	42,0	14,5
2012	84,1	107,8	47,0	70,9	37,9
2013	71,9	96,3	37,3	56,0	21,2
<b>IV агроклиматический район</b>					
2001	47,1	51,8	27,8	37,0	12,0
2002	71,0	96,4	35,0	54,0	22,6
2003	62,7	75,7	28,7	46,8	17,8

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 азота 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**

При выращивании бобовых культур одной из проблем является плохая всхожесть семян, что связано с биологической особенностью их строения. 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%.

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.

Показателем, характеризующим динамику густоты стояния растений в течение вегетации, является изреживаемость (выживаемость) (рис. 4).

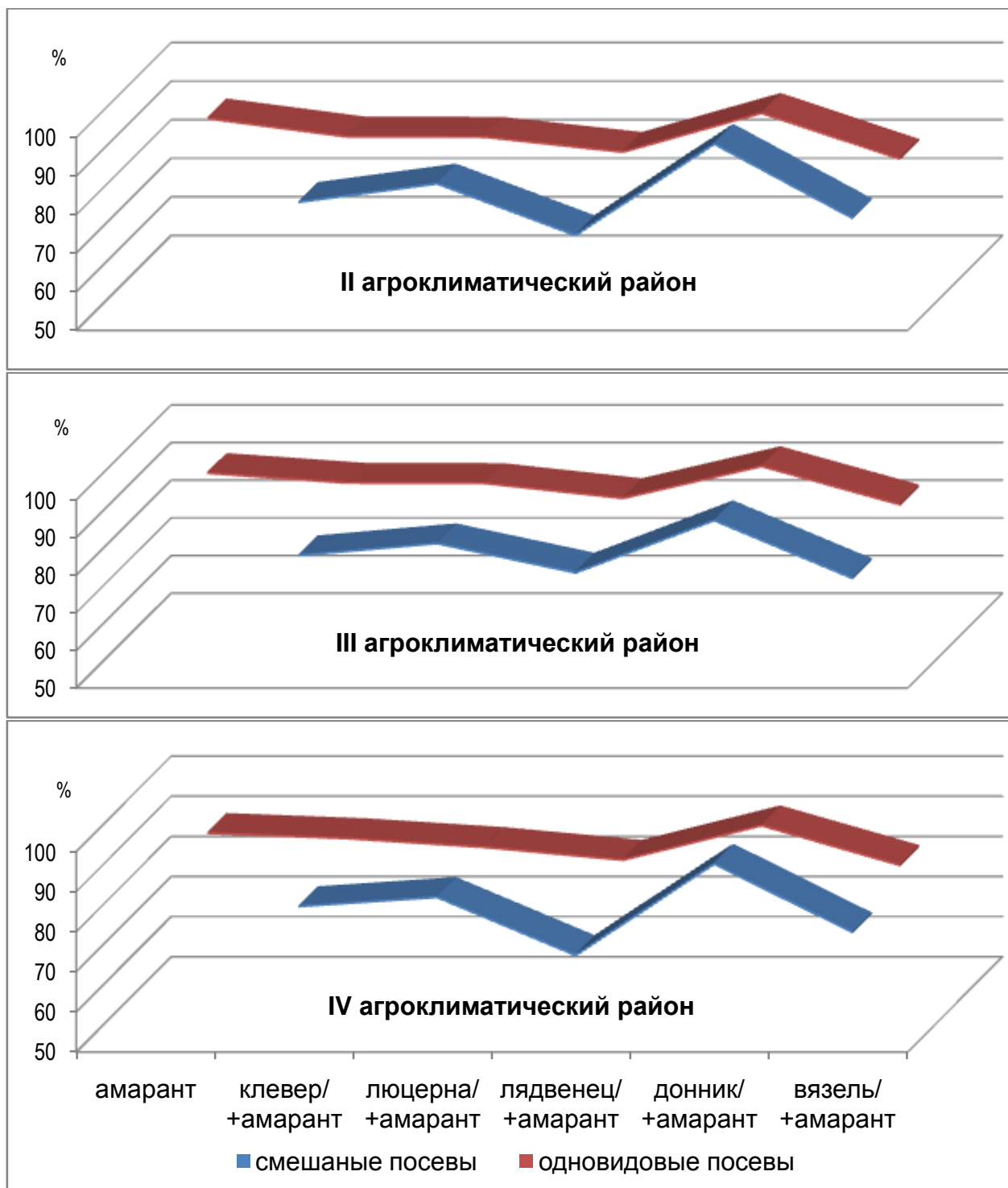


Рис. 4. Выживаемость растений в среднем за три года, %

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 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.

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 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.

#### **4.2 Фотосинтетическая активность одновидовых и смешанных посевов кормовых культур**

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 (рис. 5).

Среди одновидовых посевов кормовых трав из всех культур наибольшую площадь листьев во всех трех агроклиматических районах формировали посева донника желтого. Во II агроклиматическом районе (засушливый) показатель варьировал от 25,1 до 28,5 тыс. м<sup>2</sup>/га. В III и IV агроклиматических районах величина площади листовой поверхности возросла и составила соответственно по годам 29,7...32,1 и 28,7...31,3 тыс. м<sup>2</sup>/га. Максимальный размер ассимиляционной поверхности составил 32,1 тыс. м<sup>2</sup>/га в 2012 году в III агрорайоне.

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 агрорайоном (достаточное увлажнение), что и отразилось на показателях фотосинтетиче-

ской деятельности культур в целом.

Также высокие показатели площади листьев были у амаранта: II агро-район – 20,3...28,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, III агрорайон – 24,3...31,2 тыс. м<sup>2</sup>/га, IV агро-район – 23,1...30,0 тыс. м<sup>2</sup>/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. Т.о., эти культуры лидировали по сравнению с остальными по ассимиляционному аппарату.

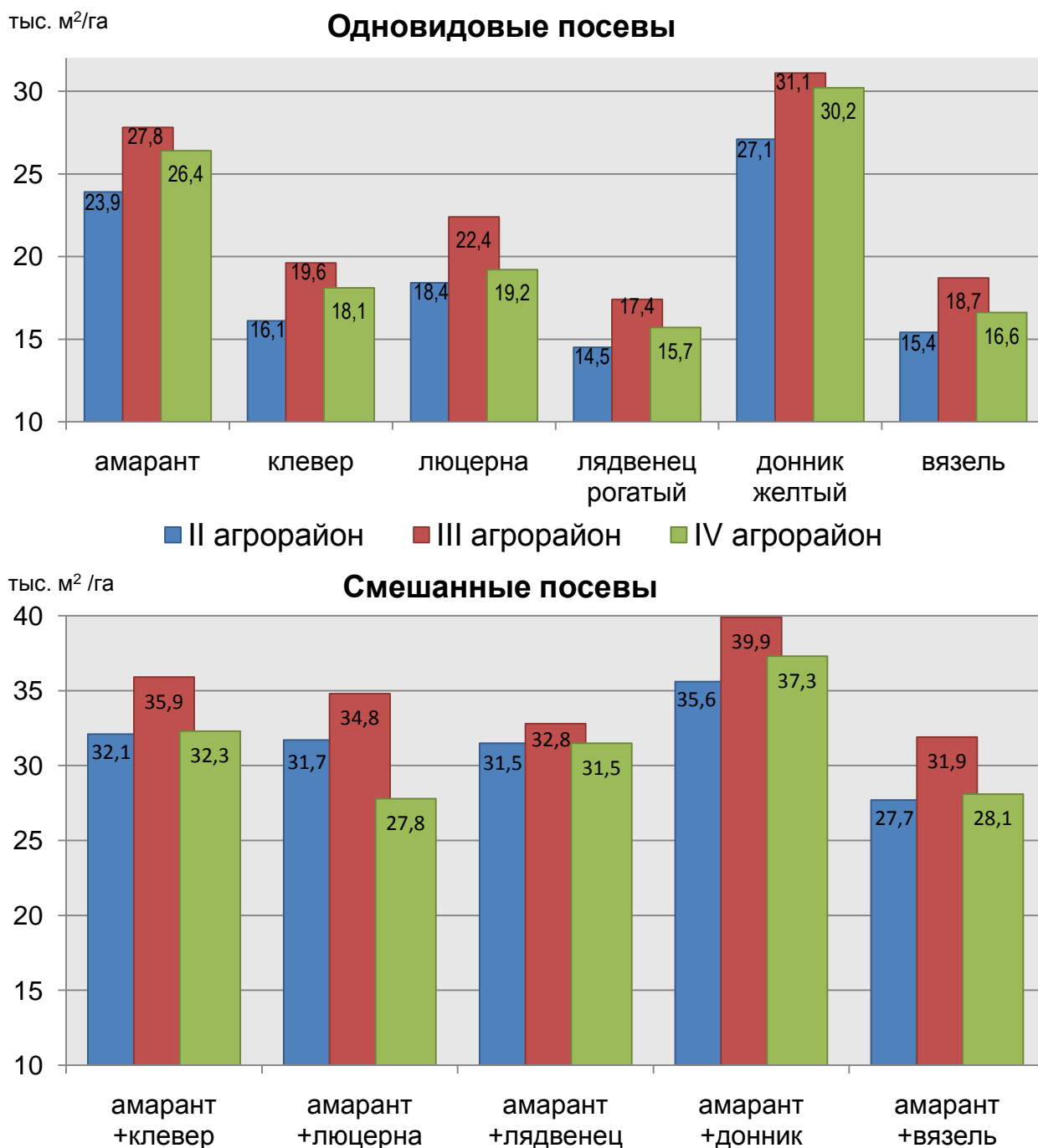


Рис. 5. Площадь листьев амаранта и бобовых трав (сред. за 3 года), тыс. м<sup>2</sup> /га

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. м<sup>2</sup>/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.

Так, в смешанных посевах максимальную площадь листьев (42,5 тыс. м<sup>2</sup>/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. м<sup>2</sup>/га. Однако сравнивая все три агроклиматических района, максимальный ассимиляционный аппарат сформировался в III агрорайоне – 39,9 тыс. м<sup>2</sup>/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 посева амарант + вязель (5 вариант). Уменьшение в среднем за 3 года по трем агрорайонам по сравнению с лучшим вариантом составило 7,9...9,0 тыс. м<sup>2</sup>/га или 20,0...24,7%.

Смешанные посева амаранта с клевером, люцерной и лядвенцем рогатым также формировали достаточно высокий фотосинтетический аппарат. Все средние величины этих посевов превышали 31 тыс. м<sup>2</sup>/га, за исключением амарант + люцерна в IV агрорайоне (27,8 тыс. м<sup>2</sup>/га). Лучшим среди вариантов с этими культурами выделился амарант + клевер, где в среднем за три года площадь листьев изменялась от 32,1 тыс. м<sup>2</sup>/га (II агрорайон) до 35,9 тыс. м<sup>2</sup>/га (IV агрорайон).

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 от 14,5 до 27,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, тогда как бинарные в 1,9...1,3 раза больше.

В условиях III агроклиматического района одновидовые посева формировали 17,4...31,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, что в 1,8...1,3 раза было меньше смешанных посевов. И в IV агроклиматическом районе бинарные посева 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 (рис. 6).

Сравнивая одинарные и смешанные посевы амаранта и бобовых культур во всех трех агроклиматических районах, можно утверждать, что фотосинтетический потенциал бинарных посевов превосходил чистые посевы.

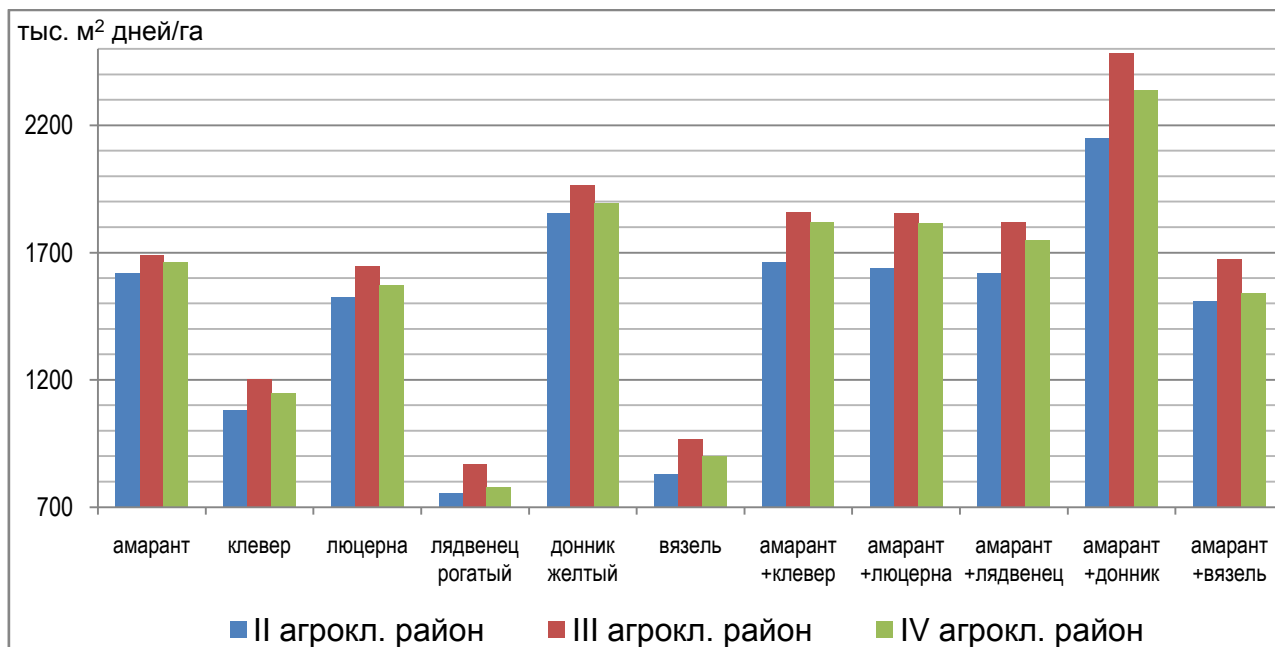


Рис. 6. Фотосинтетический потенциал кормовых трав в среднем за три года, тыс. м<sup>2</sup>.дней/га

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. м<sup>2</sup>.дней/га) и вязеля (829,4 тыс. м<sup>2</sup>.дней/га), то в смешанных посевах лядвенец рогатый как бобовый компонент способствовал росту амаранта, и ФП достигал 1617,8...1818,3 тыс. м<sup>2</sup>.дней/га, что превысило вариант амарант + вязель на 126,7...274,9 тыс. м<sup>2</sup>.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/м<sup>2</sup>.сутки (лядвенец рогатый) до 3,73 г/м<sup>2</sup>.сутки (амарант + донник желтый) (рис. 7). Все одинарные посеы амаранта и бобовых трав, за исключением донника желтого, не достигали 3 г/м<sup>2</sup>.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.

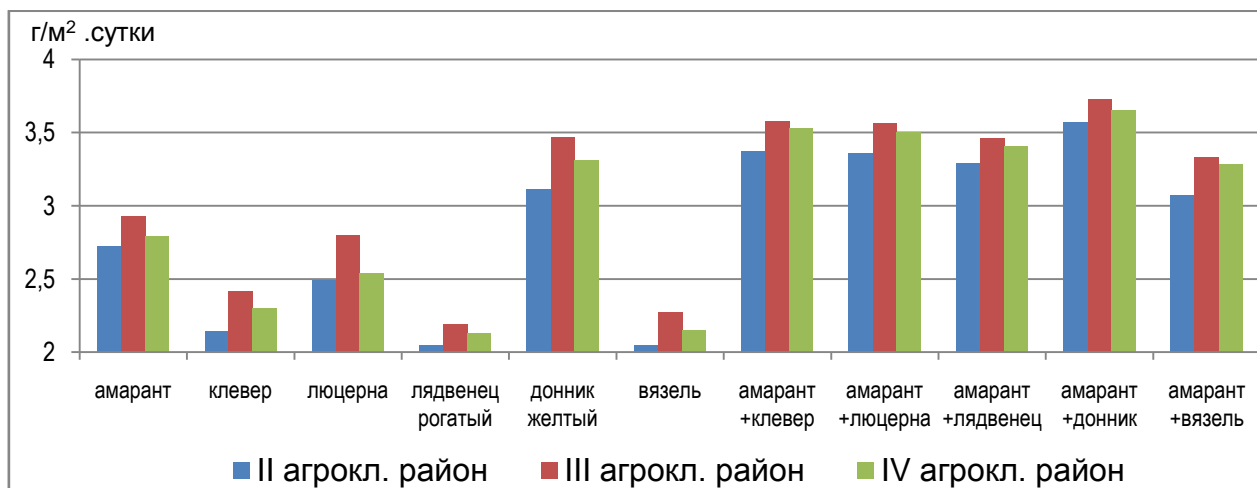


Рис. 7. Чистая продуктивность фотосинтеза кормовых трав в среднем за три года, г/м<sup>2</sup>.сутки

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.

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 (рис. 8).

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 вязаля – 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.

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 вязаля), 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.

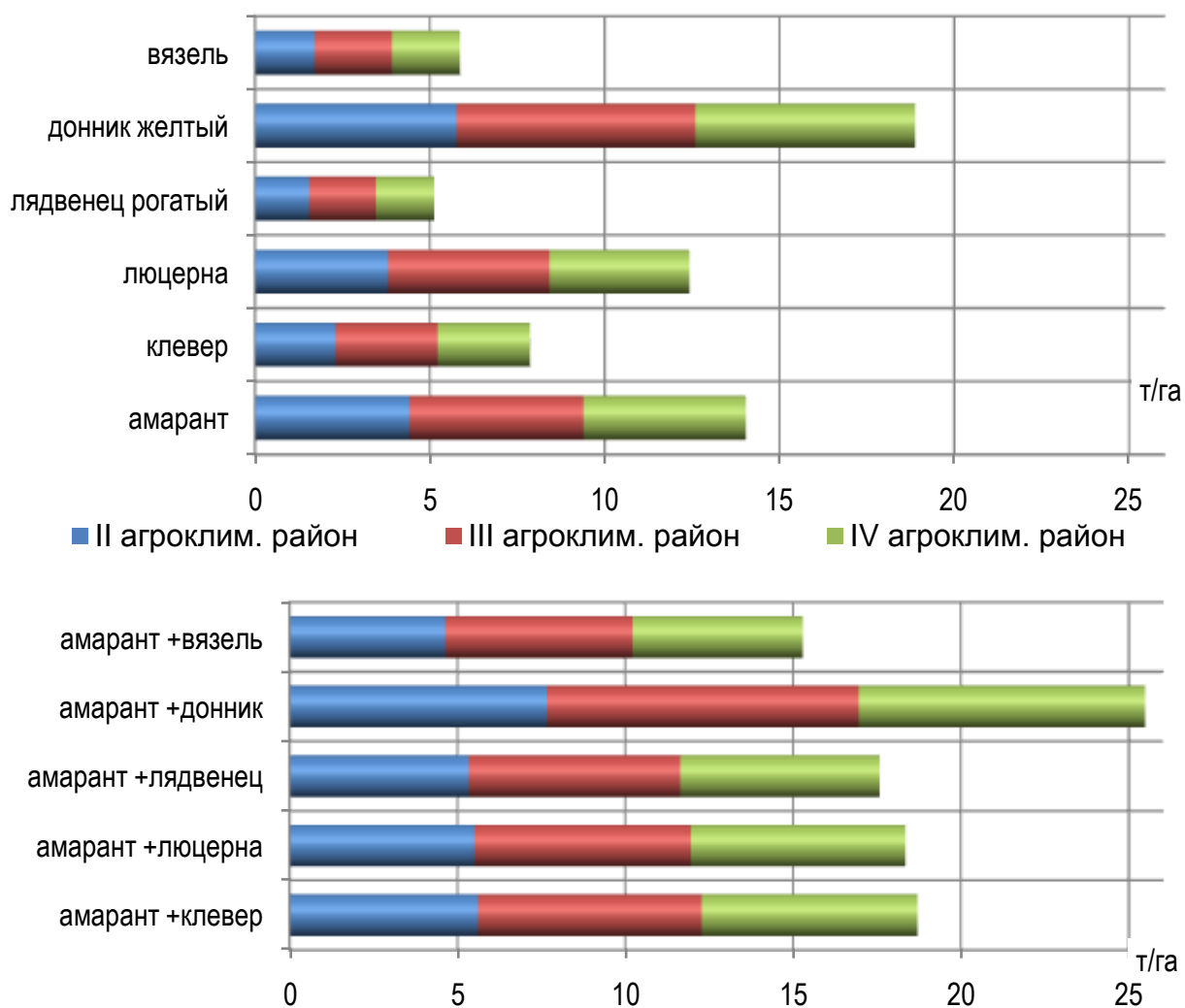


Рис. 8. Накопление АСВ в среднем за три года посевами трав, т/га

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. Варианты посевов амаранта с клевером, люцерной и лядвенцем накапливали в среднем за три года 5,33...5,61 т/га сухого вещества во II агро-районе. В III агрорайоне эти смешанные посева 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

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. 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 среднем за три года диапазон варьировал от 21,8 до 25,4%, или от 1,55 до 4,42 т/га (табл. 6, 7).

Таблица 6 – Продуктивность амаранта и бобовых трав в одновидовых посевах в среднем за три года

Культуры	II агрорайон			III агрорайон			IV агрорайон		
	зел. масса, т/га	сухое вещество		зел. масса, т/га	сухое вещество		зел. масса, т/га	сухое вещество	
		%	т/га		%	т/га		%	т/га
Амарант	17,3	25,4	4,42	19,1	25,9	4,94	18,0	25,8	4,65
Клевер	10,7	21,8	2,34	12,9	22,1	2,85	11,2	21,9	2,45
Люцерна	16,0	23,9	3,84	18,9	24,4	4,61	16,4	24,3	3,98
Лядвенец	6,8	22,7	1,55	8,3	22,9	1,90	7,4	22,8	1,66
Донник	23,3	24,7	5,77	24,2	25,1	6,07	24,2	24,7	5,98
Вязель	7,3	23,4	1,71	9,2	23,8	2,18	8,2	23,7	1,94

Проанализировав показатели урожайности смешанных посевов амаранта с бобовыми травами, можно утверждать, что бобовый компонент оказывал влияние на продуктивность довольно активно. 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%.

Анализируя данные III агроклиматического района, следует отметить, что 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.

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%, то в предгорной зоне (недостаточного увлажнения) он не опус-

кался 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.

Таблица 7 – Продуктивность амаранта и бобовых трав в смешанных посевах в среднем за три года

Культуры	II агрорайон			III агрорайон			IV агрорайон		
	зел. масса, т/га	сухое вещество		зел. масса, т/га	сухое вещество		зел. масса, т/га	сухое вещество	
		%	т/га		%	т/га		%	т/га
Ам + Клевер	26,0	23,9	6,33	27,2	24,4	6,64	23,2	24,4	5,65
Ам + Люцерна	25,8	24,7	6,40	25,7	25,2	6,49	21,8	25,4	5,53
Ам + Лядвенец	25,2	21,4	6,00	25,5	24,3	6,19	22,3	23,9	5,34
Ам + Донник	34,1	24,9	8,51	34,2	25,3	8,68	30,5	25,4	7,74
Ам + Вязель	21,0	23,7	5,00	22,4	24,3	5,47	19,5	24,2	4,64

В IV агроклиматическом районе в период 2001-2003 г.г. урожайность в чистых посевах амаранта также зависела от климатических условий года. 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 посевы 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.

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.

#### 4.4 Кормовые достоинства одновидовых и бинарных посевов амаранта с бобовыми травами

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. 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). 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. 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, можно утверждать, что содержание сырого белка изменялось согласно бобовому компоненту и сложившимся климатическим условиям года. Лучшими бобовыми компонентами 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. 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%. 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%. 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 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.

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 произраста-

ния. 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 вязаля – 12,3%.

В среднем за 3 года исследований больше белка содержалось в сухой массе люцерны – 17,5%, меньше в сухой массе вязаля – 12,0%; больше БЭВ содержалось в сухой массе клевера – 47,9%; клетчатки в сухой массе вязаля – 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 + вязаля – 2,3%.

Сравнивая кормовые достоинства трав трех агроклиматических районов, следует, 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.

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 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 вязаля.

Энергосодержание и питательная ценность урожая амаранта и бобовых трав показала высокие показатели 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 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 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.

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. 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). Аналогичная ситуация складывалась при определении суммы корневых и стерневых остатков.

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. Масса корневых и стерневых остатков бинарных посевов значительно превосходила таковые одинарных посевов.

Проведя анализ средних показателей трех агроклиматических районов республики за три года (рис. 9, 10), 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.

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 посева 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.

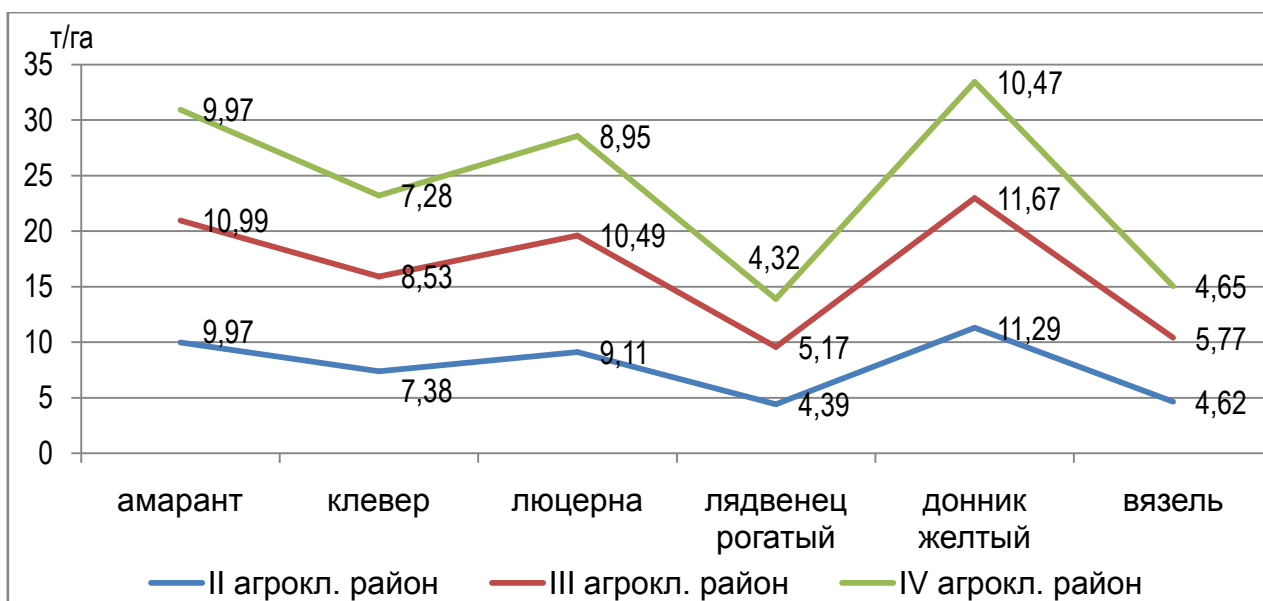


Рис. 9. Масса корневых и стерневых остатков одновидовых посевов бобовых трав и амаранта в среднем за три года, т/га

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 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.

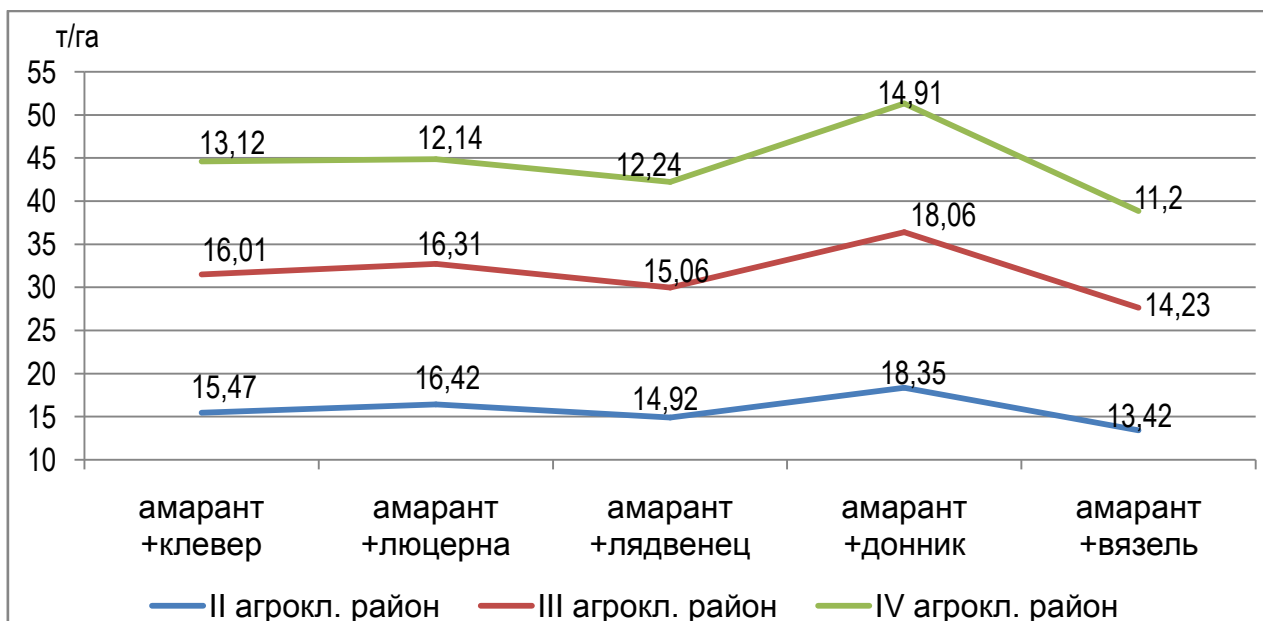


Рис. 10. Масса корневых и стерневых остатков смешанных посевов бобовых трав и амаранта в среднем за три года, т/га



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 посеы амаранта с бобовыми травами были более продуктивными одновидовых посевов амаранта и бобовых трав. Они значительно сильнее обогащали почву органическим веществом, чем одновидовые посеы 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**

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 посеы бобовых трав и смешанные их посеы с мятликовыми культурами. 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.

В среднем за годы исследований бинарные посеы амаранта с бобовыми травами были более продуктивными одновидовых посевов амаранта и бобовых трав. Они значительно сильнее обогащали почву органическим веществом, чем одновидовые посеы 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.

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 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.

## **Глава 6. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ТРАВ**

Важнейшим критерием, позволяющим достоверно определить затраты на производство сельскохозяйственной продукции, является ее энергоемкость. При данном методе оценки учитываются как прямые затраты энергии, так и косвенные, используемые для производства конкретного вида продукции по данной технологии, и ее содержание в конечном полученном продукте.

Расчет биоэнергетической эффективности посевов бобовых культур в чистом виде и в смеси с мятликовым компонентом показал, что 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.

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 посева. 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. 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.

Чистый энергетический доход в одновидовых посевах II агроклиматиче-

ского 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.

Коэффициенты энергетической эффективности и биоэнергетические коэффициенты одинарных 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 посева позволили снизить энергетическую себестоимость более, чем в 2 раза.

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 агрораионе.

Следовательно, изучение механизмов регулирования агротехнологий возделываемых культур позволяет повышать интенсивность производства в целом и обеспечивать население доступными продуктами питания, животноводство – кормами, переработку – первичной продукцией (сырьём). 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 ценотическими особенностями и свойствами кормовых культур. Одновидовые посева бобовых трав формировали симбиотический аппарат больших размеров, чем бинарные посева. 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 посева 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 бо-

лее 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. м<sup>2</sup>/га, тогда как бинарные в 1,9...1,3 раза больше. В условиях III агроклиматического района одновидовые посевы формировали 17,4...31,1 тыс. м<sup>2</sup>/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. м<sup>2</sup>/га, а в смешанных посевах – растения варианта амарант + донник желтый – 39,9 тыс. м<sup>2</sup>/га в III агрораеоне. Минимальные размеры фотосинтетического аппарата были в посевах вязаеля и лядвенца рогатого – 18,7 и 17,4 тыс. м<sup>2</sup>/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. м<sup>2</sup>.дней/га в одновидовых посевах и 2483,1 тыс. м<sup>2</sup>.дней/га в смешанном посевах 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/м<sup>2</sup>.сутки. Все посевы смешанных культур превышали этот порог. В лучшем варианте амарант + донник желтый ЧПФ варьировал в пределах 3,57...3,73 г/м<sup>2</sup>.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 аг-

роклиматическом 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 посевы амаранта с бобовыми травами были более продуктивными одновидовых посевов амаранта и бобовых трав. Они значительно сильнее обогащали почву органическим веществом, чем одновидовые посевы 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 посевы 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 посевы – 3,4...4,8, бинарные – 6,0...7,7; биоэнергетический коэффициент: одинарные посевы – 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 посевы 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).

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

### Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Фарниев А.Т. Возделывание лядвенца рогатого в условиях РСО-А / А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова** // Известия Горского ГАУ. 2006. Т. 43. № 1. – С. 21-22.
2. Фарниев А.Т. Влияние микробных препаратов на продуктивность клевера лугового / А.Т. Фарниев, С.А. Бекузарова, **А.А. Сабанова**, М.В. Герасименко // Кормопроизводство. 2010. №10. – С. 26-29.
3. 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 ГАУ. 2011. Т. 48. № 1. – С. 40-44.
4. 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 ГАУ. 2012. Т. 49. № 4. – С. 54-59.
5. Фарниев А.Т. Роль амаранта и бобовых трав в обогащении почвы питательными веществами / А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова**, Д.Т. Калицева // Известия Горского ГАУ. 2012. Т.49. №3. – С. 25-31.
6. 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 ГАУ. 2012. Т. 49. № 1-2. – С. 65-70.
7. Фарниев А.Т. Бобовые травы и амарант как источник обогащения почв органическим веществом / А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова**, Д.Т. Калицева // Известия Горского ГАУ. 2016. Т. 53. № 2. – С. 46-53.
8. Фарниев А.Т. Экологическая роль бобовых трав и амаранта в стабилизации плодородия почвы / А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова**, Д.К. Ханаева // Известия Горского ГАУ. 2016. Т. 53. №4. – С. 38-46.
9. **Сабанова А.А.** Роль инокуляции клевера лугового в повышении его азотфиксации, болезнеустойчивости и мобилизации питательных элементов почвы / А.А. Сабанова, А.Т. Фарниев, А.Б. Гегкиев // Известия Горского ГАУ. 2020. Т.57. №4. – С. 27-34.
10. Фарниев А.Т. Продуктивность и качество амаранта и бобовых трав в одновидовых и бинарных посевах / А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова**, Д.Т. Калицева // Нива Поволжья. 2020. №1(54). – С. 76-82.
11. Фарниев А.Т. Влияние ризоторфина на продуктивность и качество клевера лугового / А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова**, Д.Т. Калицева // Нива Поволжья. 2020. №2 (55). – С. 65-70.
12. **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 ГАУ. 2022. Т. 59. №1. – С. 12-19.
13. **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 ГАУ. 2022. Т. 59. №1. – С. 27-33.



### **МБД Scopus и Web of Science:**

14. Biologizing technologies for crops cultivation / A. T. Farniev, A. Kh. Kozyrev, **A.A. Sabanova** [et al.] // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2019. – Vol. 6. – No 5. – P. 8956-8962. – DOI 10.5281/zenodo.2669529.
15. Natural growth and development stimulants of Lucerne plants / S.A. Bekuzarova, A.T. Farniev, **A.A. Sabanova** [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 04–05 июля 2020 года. – Omsk City, Western Siberia, 2021. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012005.

### **Патенты на изобретения:**

16. Патент № 2188531 С1 Российская Федерация, МПК А01С 1/00, А01С 21/00 С05F 11/08. Способ инокуляции семян бобовых трав : № 20000126444/13 : заявл. 20.10.2000 : опубл. 10.09.2002 / С.А. Бекузарова, А.Т. Фарниев, **A.A. Сабанова** [и др.]; заявитель Горский ГАУ.
17. Патент № 2321980 С1 Российская Федерация, МПК А01В 79/02 Способ возделывания козлятника лекарственного в биологическом земледелии : № 2006136945/12 : заявл. 18.10.2006 : опубл. 20.04.2008 / М.Х. Ханиев, А.Т. Фарниев, **A.A. Сабанова** [и др.]; заявитель Горский ГАУ.
18. Патент №2455812 С2 Российская Федерация, МПК А01В 79/00 Способ детоксикации почвы : № 2009147560/13 : заявл. 21.12.2009 : опубл. 20.07.2012 / Б.Х. Жеруков, С.А. Бекузарова, **A.A. Сабанова** [и др.]; заявитель КБГСХА.
19. Патент № 2720095 С1 Российская Федерация, МПК А01N 63/04 Способ повышения азотфиксации вики озимой : № 2019126124 : заявл. 16.08.2019 : опубл. 24.04.2020 / А.Т. Фарниев, Т.А. Нугманова, **A.A. Сабанова** [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Горский ГАУ.
20. Патент № 2719789 С1 Российская Федерация, МПК А01N 63/02 С12N 1/20 С12R 1/39 С12R 1/01 Способ повышения продуктивности и качества вики озимой : № 2019126265 : заявл. 19.8.2019 : опубл. 23.04.2020 / А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, **A.A. Сабанова** [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Горский ГАУ.

### **Монографии, учебные пособия:**

21. Фарниев, А.Т. Экологические основы реализации биоресурсного потенциала амаранта и бобовых трав / А.Т. Фарниев, **A.A. Сабанова**, Д.Т. Калицева. – Владикавказ : Горский ГАУ, 2015. – 165 с. – ISBN 978-5-906647-14-6.
22. **Сабанова, А.А.** Биологизация технологии возделывания клевера лугового / А.А. Сабанова, А.Т. Фарниев. – Владикавказ : Горский государственный аграрный университет, 2021. – 192 с. – ISBN 978-5-906647-81-8.
23. Ассоциативные ризобактерии и биологизация технологий возделывания сельскохозяйственных культур в РСО-Алания / А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, **A.A. Сабанова** [и др.]. – Владикавказ : Горский государственный аграрный университет, 2017. – 280 с. – ISBN 978-5-906647-41-2.
24. Фарниев, А.Т. Основные вопросы почвенной микробиологии : Учебное пособие / А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, **A.A. Сабанова** ; Допущено Департаментом научно-технологической политики и образования Министерства сельского хозяйства РФ в качестве учебного пособия для студентов аграрных вузов. – Владикавказ : Горский государственный аграрный университет, 2015. – 152 с.

### Публикации в других изданиях

25. Фарниев А.Т. Подбор травосмесей для биологического земледелия / А.Т. Фарниев, Д.Т. Калицева, **А.А. Сабанова** / IV Международный симпозиум «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». Москва-Пушино, Том III. Изд. РУДН. – Москва, 2001. – С. 359-360.
26. 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.
27. Калицева Д.Т. Экологические аспекты использования амаранта против сорных растений / Д.Т. Калицева, А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова**, Ф.Р. Агузарова / Актуальные и новые направления с.-х. науки: материалы VII Международной конференции молодых ученых», Владикавказ, 2011. – С. 154-157.
28. Фарниев А.Т. Энергетическая эффективность возделывания амаранта и бобовых трав / А.Т. Фарниев, Д.Т. Калицева, **А.А. Сабанова** / Современные технологии сельскохозяйственного производства и приоритетные направления развития аграрной науки: материалы Международной научно-практической конференции. ДонГАУ, пос. Персиановский, 2014. – С. 149-152.
29. Фарниев А.Т. Влияние амаранта и бобовых трав на формирование симбиотического аппарата, урожайности и плодородия почвы / А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова** / Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: материалы VI Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 2015. – С.220-223.
30. Фарниев А.Т. Продуктивность амаранта и бобовых трав в различных посевах / А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова**, Д.Т. Калицева / 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.
31. Хубаев И.Т. Влияние удобрений на болезнеустойчивость и продуктивность клевера лугового / И.Т. Хубаев, **А.А. Сабанова** / Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: материалы IX Международной научно-практической конференции. 2019. – С. 222-225.
32. 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, посв. 85-летию юбилею выдающегося ботаника-исследователя флоры Северного Кавказа д. биол. наук, проф., ак. Академии наук ЧР Галушко А. И. 10-11 марта. – Грозный: Академия наук ЧР, 2011. – С. 237-244.
33. **Сабанова А.А.** Питательная ценность одновидовых посевов бобовых культур и амаранта на каштановых почвах РСО-Алания // Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 9-й Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 20-24 апреля, 2020. – С. 26-28.

34. Бекузарова С.А. Технология возделывания амаранта на семена и силос / С.А. Бекузарова, Д.Т. Калицева, А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова** / Материалы межвузовской научно-практической конференции, посвященной 75-летию первого ректора КБСХА, док. биол. наук, проф., Заслуж. деятеля науки РФ, КБР, Р.Адыгея. Фиापшева Б.Х. г. Нальчик, 2011. – С. 34-35.
35. **Сабанова А.А.** Продуктивность бобовых культур и амаранта в бинарных посевах степной зоны РСО-Алания // Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 9-й Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 20-24 апреля, 2020. – С. 28-30.
36. **Сабанова А.А.** Энергетическая эффективность инокуляции семян ризоторфином при возделывании клевера лугового / А.А. Сабанова, А.Б. Гегкиев / VIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ и КБР проф. Б.Х. Жерукова «Достижения и перспективы реализации национальных проектов развития АПК» 19-21 ноября 2020 г. Нальчик. С. 18-22.
37. **Сабанова А.А.** Энергетическая эффективность возделывания бобовых и мятликовых трав на каштановых почвах // Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 10-й Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 10-11 июля, 2021. – С. 16-18.
38. Фарниев А.Т. Влияние биопрепаратов на поражаемость болезнями разных сортов клевера / А.Т. Фарниев, **А.А. Сабанова**, Д.Т. Калицева / В сборнике: Агробиологические аспекты современных технологий возделывания полевых и луговых культур в ЦЧР. Юбилейный сборник научных трудов. Воронежский ГАУ им. Императора Петра I. – Воронеж, 2008. – С. 96-99.
39. 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.
40. **Сабанова А.А.** Энергетическая эффективность возделывания трав в одноидовых 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.
41. **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.
42. **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.

*(прочих публикаций по теме диссертации 91)*

