



научный электронный журнал
ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ



<http://petrsu.ru>

Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г.Петрозаводск, пр.Ленина,33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

№ 3 (61). Сентябрь, 2026

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов
Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. М. Макаров

Редакционная коллегия

Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
J. P. Kurhinen
А. Ю. Мейгал
J. B. Jakovlev
B. Krasnov
A. Gugolek
В. Н. Якимов
А. В. Сони́на

Службы поддержки

Н. А. Марфицына
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г.Петрозаводск, пр. Ленина, 33. Каб. 453

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>



© ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»



УДК 633.2/4(470.0)

ЭКОЛОГИЯ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ: НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ КОРМОПРОИЗВОДСТВА

САМОХВАЛОВА
Ольга Сергеевна

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», 654007, Кемеровская область - Кузбасс, г. Новокузнецк, Центральный р-н, ул. Кирова, зд. 42, selen_1308@inbox.ru

ЗАПОЛЬСКАЯ
Екатерина Михайловна

кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», 654007, Кемеровская область - Кузбасс, г. Новокузнецк, Центральный р-н, ул. Кирова, зд. 42, vestnicsibgiu@sibsiu.ru

ФИНСКАЯ
Таисия Андреевна

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», 654007, Кемеровская область - Кузбасс, г. Новокузнецк, Центральный р-н, ул. Кирова, зд. 42, finskaia_ta@sibsiu.ru

Ключевые слова:
биологическая
рекультивация земель
люцерна посевная
ризосферная
микробиота
корневые выделения
почвенное плодородие
кормопроизводство
Кузбасс

Аннотация: Рассмотрены биолого-экологические процессы в агроценозах люцерны посевной, определяющие ее почвовосстановительный потенциал: формирование клубеньков в симбиозе с азотфиксирующими бактериями, поступление корневого углерода и азота в почву, развитие ризосферной микробиоты, накопление органического вещества, образование водопрочных агрегатов и повышение устойчивости почвы к эрозии. Экологический эффект культуры формируется как последовательность взаимосвязанных процессов: симбиотическая азотфиксация, ризодепозиция, активизация микроорганизмов, улучшение структуры и водного режима почвы, стабилизация растительного покрова. Определены условия применения люцерны на биологическом этапе рекультивации нарушенных земель: подготовка субстрата, создание корнеобитаемого слоя, внесение органических мелиорантов, микробиологическая инокуляция, мониторинг показателей. Проведена оценка современного состояния и перспектив кормопроизводства с использованием люцерны в России, Сибири и Кузбассе. Проанализированы роль культуры в обеспечении животноводства высокобелковыми кормами, ее влияние на себестоимость кормовой базы и устойчивость севооборотов, динамика посевных площадей кормовых культур в Кузбассе, экспортные и импортные тенденции. Установлено, что сочетание высокой кормовой ценности, долговечности травостоя, способности в симбиозе с клубеньковыми азотфиксирующими бактериями усваивать атмосферный азот и улучшать агрофизические свойства почвы позволяет использовать люцерну одновременно как кормовую и почвовосстановительную культуру. Для Кузбасса ее применение целесообразно на подготовленных нарушенных землях, где отсутствует токсичность субстрата и обеспечены норма-

тивные параметры кислотности, плотности и мощности корнеобитаемого слоя; на сильно каменистых, резко кислых и токсичных отвалах люцерны не может рассматриваться как универсальное средство рекультивации.

© Петрозаводский государственный университет
©Самохвалова О. С., Запольская Е. М., Финская Т. А.

Получена: 8 июня 2026 года

Подписана к печати: 29 сентября 2026 года

Введение

Люцерна – одна из главных многолетних бобовых культур в мировом кормопроизводстве. Она дает высокобелковый корм, долго растет на одном месте, усваивает азот из воздуха и улучшает почву. В России интерес к люцерне растет по трем причинам: надо удешевить белковые корма для скота; сделать кормовые севообороты устойчивее и меньше зависеть от покупных кормов; использовать культуру для защиты и восстановления почвы (Голобородько, Лазарев, 2009; Гончаров, Лубенец, 1985).

В Кузбассе проблема рекультивации определяется накопленным масштабом промышленного нарушения земель. По данным, представленным Общественной палате Кемеровской области – Кузбасса, на юге региона площадь нарушенных земель оценивается в 130–150 тыс. га, из которых рекультивировано около 24 тыс. га; в течение предшествовавших десяти лет рекультивированные промышленные земли не переводились в земли сельскохозяйственного назначения. Это свидетельствует о значительном объеме территорий, которые еще не возвращены в устойчивый экологический и хозяйственный оборот (Кошкин и др., 2023; Фомин, 2021).

Текущая динамика также показывает отставание восстановительных работ от образования новых нарушенных участков. В 2023 г. в Кемеровской области – Кузбассе было нарушено 5.097 тыс. га земель, в том числе 4.531 тыс. га при разработке месторождений полезных ископаемых, тогда как рекультивировано 0.712 тыс. га, или 14 % площади, нарушенной за год. При сохранении такого соотношения увеличивается накопленный объем земель, требующих технического и биологического восстановления (Министерство..., 2024; Истомин, 2026).

Недостатки рекультивационных проектов связаны не только с объемом работ, но и с их содержанием. Формальное выполаживание поверхности и посадка наиболее дешевых древесных или травянистых культур без оценки токсичности и гранулометрического состава субстрата, водного режима, эрозийной устойчивости и динамики почвенной

биоты не обеспечивают восстановления экологических функций территории. Снижение расходов на технический этап, подготовку корнеобитаемого слоя и последующий мониторинг повышает риск формирования неустойчивого растительного покрова и повторной деградации участка (Галанина и др., 2020; Асякина и др., 2021).

Правовые, организационные и финансовые сложности образуют взаимосвязанную систему ограничений. Учет нарушенных и рекультивированных земель ведется разными органами и не всегда обеспечивает сопоставимость данных; ответственность разделена между недропользователями, собственниками участков и контрольными ведомствами, а при банкротстве предприятий остаются участки без субъекта, способного завершить восстановление. Поскольку горнотехнические работы, нанесение плодородного слоя, дренаж, биологический этап и многолетний мониторинг требуют значительных затрат, отсутствие заранее обеспеченного финансового резерва создает риск переноса рекультивации на неопределенный срок или ее выполнения в минимальном объеме. Для снижения этого риска необходимы инвентаризация нарушенных земель, закрепление сроков и измеримых критериев приемки, а также механизмы залоговых или страховых платежей и целевого фонда рекультивации (Галанина и др., 2020; Chamblee, 1972).

В этих условиях люцерну следует рассматривать одновременно как элемент кормопроизводства и как компонент биологического восстановления подготовленных нарушенных земель. Ее применение может способствовать закреплению поверхности, накоплению органического вещества, улучшению азотного режима и развитию ризосферной микробиоты, однако не заменяет техническую подготовку субстрата и должно проектироваться с учетом местных агрономических, экономических и природных условий (Атласова, 2013; Козырева, Басиева, 2020; Brauer et al., 2002).

Посевная люцерна занимает устойчивое место в мировом кормопроизводстве, т. к. объединяет в одной культуре несколько функций, которые обычно приходится обе-

спечивать разными агротехническими приемами. Она позволяет получать высокобелковый корм, формирует многолетний травостой, снижает потребность в минеральном азоте за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями и улучшает почвенную среду в последствии. Для молочного и мясного животноводства это означает возможность получать более стабильную кормовую базу, а для земледелия – уменьшать нагрузку на севообороты, где преобладают зерновые и однолетние кормовые культуры. В настоящее время устойчиво подтверждается ее значение как культуры, сочетающей кормовую, почвозащитную и ресурсосберегающую функции (Вокин и др., 2024; Ну, 2024).

В мировом хозяйстве люцерны сохраняет значение не только как традиционный грубый корм, но и как товарный продукт международной торговли в виде сена, гранул, муки и семян. По данным исследования глобальной сети торговли кормовыми продуктами, общий объем мировой торговли кормами с 2000 по 2024 г. увеличился на 48.17 %, а развитие животноводства в Азии и на Ближнем Востоке стало одним из главных факторов роста спроса на кормовые товары. Одновременно возрастает роль стран-импортеров, зависящих от внешних поставок высококачественного сена и обезвоженной люцерны (Zhang et al., 2025).

Для оценки экономического потенциала культуры важно учитывать не только биологическую урожайность, но и рыночную конфигурацию. Рост импорта кормов в Восточной Азии, прежде всего для молочного животноводства, поддерживает спрос на люцерну и формирует устойчивый премиальный сегмент мирового рынка. Это означает, что в ближайшие годы экспортный потенциал будет сохраняться именно у той продукции, которая сочетает стабильное качество, низкую засоренность и технологичность при длительном хранении и перевозке (Hou et al., 2024; Deak et al., 2007).

Цель настоящей работы заключалась в оценке биолого-экологических механизмов воздействия люцерны посевной на почву и условий ее применения при восстановлении деградированных и нарушенных земель, а также современного состояния и перспектив развития кормопроизводства на основе этой культуры с учетом ее экономического значения, рыночной востребованности и возможностей практического использования в России, Сибири и Кемеровской области – Кузбассе.

Аналитический обзор

В обзоре рассмотрены публикации по экологии бобовых агроценозов, симбиотической азотфиксации, ризосферной микробиологии и рекультивации техногенно нарушенных земель, официальные статистические материалы и нормативные правовые акты. Применялись сравнительный, статистический и системно-экологический подходы. Экологическая результативность люцерны оценивалась по изменениям азотного и углеродного циклов, свойств почвы, активности микробного сообщества, устойчивости растительного покрова и пригодности субстрата для длительного восстановления.

Для России значение люцерны определяется двумя взаимосвязанными направлениями: внутренним кормообеспечением и формированием экспортного сегмента кормовых трав (Кольцов, Авдеев, 2005; Лазарев, Стародубцева, 2018). По данным статистического сборника Росстата, в 2020–2024 гг. многолетние травы сохраняли важное место в структуре кормовых культур и оставались основой производства объемистых кормов для животноводства (Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйство в России, 2025). В 2024 г., по данным отраслевого обзора Федерального центра «Агроэкспорт», валовой сбор люцерны в сельскохозяйственных организациях составил 6.2 млн т, что на 14.5 % выше показателя 2023 г., а выпуск гранул на ее основе достиг 18.7 тыс. т. Внутренний рынок заметно шире экспортного, однако переработка люцерны в гранулы и обезвоженную продукцию создает возможности ее коммерциализации за пределами локального радиуса потребления (Федеральный центр..., 2025; Кошкин, 2010).

Экономический смысл расширения люцерны в России заключается в том, что культура способна снижать себестоимость кормовой единицы не за счет одного урожая, а за счет нескольких лет использования травостоя и выраженного последствия в севообороте. В работе (Надточаев и др., 2023) показано, что на второй год жизни затраты на выращивание и заготовку корма из люцерны были на 23–32 % ниже по сравнению с первым годом и в среднем составляли 781.02 руб./га, что прямо подтверждает экономическое преимущество многолетнего травостоя перед ежегодным перезалужением и повторным комплексом полевых работ.

В работе (Тимошкин, 2023) показано, что

эффективность возделывания люцерны и ко-стреца зависит не только от урожайности, но и от устойчивости травостоя, распределения массы по укосам и качества корма. Для хозяйства это означает, что при проектировании кормового клина люцерны должна рассматриваться не изолированно, а в системе конкретного хозяйственного типа (на чистых посевах, в смесях, на сено, сенаж, зеленую массу или семена).

Для северных и восточных регионов России ключевой вопрос связан с адаптацией культуры. Материалы по возделыванию люцерны в условиях Урала и Сибири показывают, что при подборе сорта, нормы высева и режима использования культура способна стабильно работать и в более холодных зонах. В работе (Петрина, 2025) приведены данные, согласно которым в Свердловской области в 2024 г. укосные площади люцерны составили 24.6 тыс. га, что на 5.1 % больше уровня 2023 г. Этот результат важен не сам по себе, а как индикатор расширения культуры в зоне с неблагоприятными климатическими рисками, близкой по ограничениям к части территорий юга Сибири.

Для рынка кормовых культур люцерны представляет интерес благодаря двойственному характеру спроса. С одной стороны, основная часть продукции потребляется внутри хозяйств в виде сена, сенажа и зеленой массы. С другой стороны, формируется внешняя коммерческая ниша, включающая сено люцерны, гранулы, травяную муку и семена. По оценке Федерального центра «Агроэкспорт», при сохранении положительной динамики производства экспорт российских кормовых продуктов, включающих люцерну, к 2030 г. может превысить 30 тыс. т и составить 15–20 млн долл. США. Это прогнозный, а не фактически достигнутый показатель, однако он подтверждает переход от восприятия культуры исключительно как локального корма к ее оценке как потенциального экспортного товара (Федеральный центр..., 2025; Писковацкий и др., 2002; Blaser, Larsen, 2011).

При этом зависимость от импорта семян полностью не преодолена. Сама культура в России давно освоена, однако рынок семян остается чувствительным к качеству очистки, сортовому составу и логистике поставок. Федеральный закон «О семеноводстве» установил актуальные требования к производству, хранению, реализации и использованию семян сельскохозяйственных растений. Поэтому расширение площадей

люцерны без укрепления отечественного семеноводства и контроля сортовых качеств будет ограниченным (Федеральный закон от 30.12.2021..., 2021).

В отношении прямой рентабельности необходимо разделять две модели:

1. Люцерны как внутренняя кормовая культура. В этом случае прибыль измеряется не выручкой от продажи, а сокращением затрат на покупной белок и стабилизацией кормовой базы.

2. Люцерны как товарное сено, гранулы или семена. Прибыль формируется через экспорт или межрегиональные поставки, но требования к технологии значительно выше.

Для большинства хозяйств Сибири экономически надежнее первая модель, поскольку она меньше зависит от тарифов, дальности вывоза и рыночных колебаний.

С точки зрения спроса на рынке кормов люцерны сохраняет высокую значимость потому, что решает проблему белка в рационах жвачных животных. Внутри страны основная часть продукции остается в хозяйствах, поскольку перевозка объемистых кормов на дальние расстояния экономически ограничена. Следовательно, наиболее жизнеспособная модель для Сибири и Кузбасса состоит не в простом наращивании валового объема, а в увязке посевов люцерны с конкретными животноводческими кластерами, сенажными траншеями, сушильными мощностями и семеноводческой базой.

Для Сибири в целом расширение люцерны возможно, но требует строгого отбора зон. Наиболее благоприятны территории с нейтральной или близкой к ней реакцией почв, достаточным обеспечением фосфором и калием, умеренным увлажнением и возможностью ранней уборки без потери листа. В Западной Сибири ключевым ограничителем часто выступают кислотность и переувлажнение отдельных участков, а также вымерзание на неблагоприятных полях. Поэтому продвижение культуры в Сибири должно идти через адаптированные сорта, обязательное известкование кислых почв, инокуляцию семян и технологию заготовки, минимизирующую осыпание листьев.

Экологические процессы в агроценозах люцерны

С агрохимической точки зрения люцерны представляет ценность прежде всего как культура, вступающая в симбиоз с клубеньковыми азотфиксирующими бактериями. Современные исследования симбио-

тической эффективности сортов и штаммов *Sinorhizobium meliloti* показывают, что различия в клубенькообразовании и фиксации азота прямо отражаются на накоплении биомассы. Высокая продуктивность люцерны связана не только с погодой и удобрением, но и с правильным подбором семян и микробиологического сопровождения (Han et al., 2024; Минеев, Ремпе, 1991).

Эффективность симбиотической азотфиксации определяется не только генотипом растения, но и свойствами штамма ризобий, реакцией почвенной среды и уровнем абиотического стресса. Засоление снижает образование клубеньков и количество биологически фиксированного азота, тогда как рациональная азотная поддержка частично компенсирует потери продуктивности. Для кислых почв перспективны штаммы с подтвержденной конкурентоспособностью и устойчивостью к пониженному pH; геномные и физиологические исследования показывают, что кислотоустойчивость имеет многофакторную природу и связана с комплексом регуляторных систем бактерий. Одновременно подбор инокулянта должен учитывать не только способность занимать клубеньки, но и реальную симбиотическую эффективность, поскольку конкурентный штамм не всегда обеспечивает высокий уровень фиксации азота (Hal et al., 2010).

Симбиоз с ризобиями также повышает устойчивость люцерны к низким температурам и части солевого стресса за счет изменения антиоксидантной реакции и состояния корневой системы. На почвах с повышенным содержанием потенциально токсичных элементов инокуляция эффективными штаммами способна поддерживать рост растений и микробиологическую активность ризосферы, однако применение культуры должно сопровождаться контролем миграции металлов и качества получаемой биомассы.

Почвенное значение культуры не ограничивается азотом. Исследования систем, где люцерна используется длительно, показывают рост содержания органического углерода, улучшение структуры и более устойчивое функционирование почвы в засушливых и полувасушливых условиях. В работе (Zhang et al., 2024) установлено, что alfalfa-livestock system способствовала накоплению углерода почвы и стабилизации его состава на маргинальных землях. Для земледелия это означает, что люцерна работает не только как корм, но и как средство биологического восстановления почвенной среды

(Писковацкий и др., 2007).

В работе (Fernández-Ortega, 2025) показано, что включение люцерны в систему нулевой обработки почвы улучшает состояние почвы, повышает эффективность использования азота и поддерживает долгосрочную продуктивность. Это особенно важно для регионов, где почва испытывает нагрузку от уплотнения, дефицита органического вещества и неустойчивого увлажнения.

Экологическая роль люцерны начинается с формирования растительно-микробного симбиоза. После инфицирования корневых волосков бактериями *Sinorhizobium meliloti* образуются клубеньки, в которых молекулярный азот восстанавливается до доступных растению аммонийных форм. Зафиксированный азот включается в аминокислоты и белки, а затем частично поступает в почву с корневыми выделениями, отмершими тонкими корнями и растительными остатками. Поэтому действие культуры не заканчивается уборкой урожая: включение люцерны в севооборот изменяет состав и функциональный потенциал ризосферных сообществ последующих культур, в том числе групп микроорганизмов, участвующих в трансформации соединений азота (Голов др., 2007; Желтухина и др., 2021).

Корневые выделения и постоянно обновляющаяся масса тонких корней служат источником легкоиспользуемого углерода для почвенных микроорганизмов. В результате вокруг корней формируется зона повышенной биологической активности, где ускоряются минерализация органических соединений, мобилизация фосфора и обмен азота между растением и микробным сообществом. В полевом опыте инокуляция люцерны ростстимулирующими ризобактериями достоверно увеличивала богатство и разнообразие бактерий ризосферы ($p < 0.05$), а также повышала представленность родов *Arthrobacter*, *Sphingomonas* и *Bacillus*, связанных с питанием растений и устойчивостью к стрессу.

Состав ризосферного сообщества изменяется под влиянием сорта, азотного режима, микробных удобрений и водообеспеченности. Разные сорта люцерны формируют неодинаковые по биомассе и таксономической структуре микробные сообщества уже к началу цветения, а применение микробного удобрения в условиях высокогорных лугов повышает плодородие почвы и перестраивает микробиоту ризосферы. При засухе устойчивые сорта способны раньше привлекать группы бактерий, связанные с адаптацией к

водному дефициту, тогда как режим частичного попеременного орошения изменяет микробное сообщество без обязательного снижения числа клубеньков и биомассы при умеренном дефиците влаги.

Фосфорное питание напрямую связано с ризосферными процессами люцерны. Тип фосфорного удобрения влияет на поглощение элемента, концентрацию карбоксилатов, реакцию среды и активность процессов мобилизации фосфора в песчаной и засоленно-щелочной почве. После укоса достаточное обеспечение фосфором поддерживает рост растений, выделение органических кислот и активность кислой фосфатазы. Комплексное управление питанием может включать органические и углеродсодержащие мелиоранты: совместное применение биоугля и азотного удобрения улучшало развитие корней, физиологическое состояние люцерны и ряд физико-химических свойств почвы (Самохвалова, 2025; Волошин, Аветисян, 2017).

Устойчивость агроценоза определяется не только ризосферой. На надземных органах люцерны формируются сезонно и пространственно изменчивые бактериальные сообщества, а семена могут переносить часть полезной микробиоты, потенциально участвующей в адаптации проростков к стрессу. Одновременно в производственных посевах выявляется сложный комплекс вирусов, бактерий и грибов, поэтому экологическая оценка травостоя должна учитывать фитосанитарное состояние и риск накопления патогенов (Kallenbach et al., 2002; Laidlaw, Teuber, 2001).

Почвоулучшающее действие люцерны не является бесконечно нарастающим и зависит от возраста травостоя. При исследовании посевов возрастом от трех до восьми лет в засоленно-щелочной почве наиболее благоприятное сочетание агрохимических показателей и структуры ризосферного сообщества отмечено у шестилетнего травостоя. При дальнейшем старении положительный эффект уменьшался, что связывалось с истощением отдельных элементов питания и перестройкой микробного сообщества. Следовательно, экологически рациональная технология должна предусматривать контроль состояния травостоя и своевременное включение участка в следующий этап севооборота (Bertrand et al., 2013; Bittman et al., 2005).

Длительное бессменное выращивание способно приводить к биологическому сни-

жению продуктивности. В старых травостоях отмечается уменьшение доли потенциально полезных бактерий и увеличение представленности фитопатогенных и сапротрофных грибов. Метаболические и микробиомные исследования связывают это явление с накоплением специфических ризосферных метаболитов и изменением структуры микробного сообщества. Поэтому для предупреждения утомления почвы необходимы ротация участков, фитосанитарный контроль и чередование люцерны с культурами, разрывающими циклы патогенов и автотоксичных соединений.

Развитая корневая система люцерны воздействует и на физическое состояние почвы. Корни формируют биопоры, а корневые полисахариды, микробные метаболиты и растительные остатки участвуют в скреплении почвенных частиц. Это повышает долю устойчивых агрегатов, водопроницаемость и способность профиля удерживать влагу, одновременно уменьшая поверхностный сток и риск эрозии. Накопление органического углерода в системах длительного использования люцерны подтверждает, что кормовая функция культуры может сочетаться с восстановлением углеродного пула почвы (Zhang et al., 2024; Сабитов, 2006; Berg et al., 2007).

Улучшение структуры зависит от способа использования травостоя и сочетания люцерны с другими культурами. В системах совместного выращивания люцерны с древесными культурами увеличение доли водопрочных макроагрегатов зависело от пространственной схемы размещения растений. На засоленных почвах травосмеси с люцерной позволяют формировать более устойчивый покров, однако подбор компонентов должен учитывать их солеустойчивость и конкурентные отношения. Инженерные меры, включая дренаж, и внесение биоугля могут дополнять биологическое действие культуры на слабопроницаемых засоленно-щелочных почвах (Лазарев, 2015).

В Кузбассе вопрос о люцерне (рис. 1) имеет особую специфику. Открытая официальная региональная статистика Кемеровостата по годовым итогам показывает размеры кормового клина в целом, но не выделяет посевные площади люцерны отдельной строкой в опубликованных кратких бюллетенях. Поэтому определить точную площадь люцерны по Кузбассу на основании открытых региональных годовых таблиц нельзя. Достоверно можно утверждать только то,

что кормовые культуры в регионе занимают значительный массив пашни, а сама люцерна используется и рассматривается как перспективный компонент кормопроизводства и биологической рекультивации (Федеральная служба государственной статистики по Кемеровской области..., 2025; Вокин и др., 2024).



Рис. 1. Люцерна посевная, сорт Марусинская-425 (*Medicago sativa*)
Fig. 1. *Medicago sativa* (alfalfa), variety Marusinskaya-425

Посевные площади кормовых культур в Кемеровской области – Кузбассе в 2021–2025 гг. (Федеральная служба государственной статистики по Кемеровской области..., 2025) представлены на рис. 2.

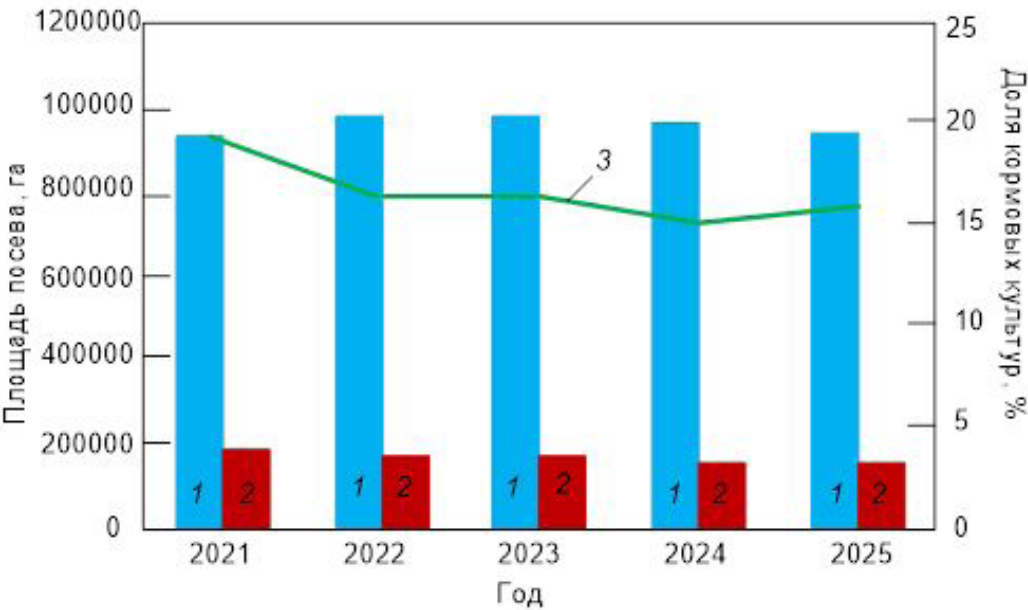


Рис. 2. Посевные площади кормовых культур в Кемеровской области – Кузбассе: 1 и 2 – вся посевная площадь и площадь кормовых культур, га; 3 – доля кормовых культур
Fig. 2. Sown areas of forage crops in the Kemerovo Region – Kuzbass: 1 and 2 – total sown area and area of forage crops, hectares; 3 – share of forage crops.

Доля кормовых культур в общей посевной площади в течение рассматриваемого периода в целом снизилась. Посевная площадь представляет собой площадь земель, засеянных сельскохозяйственными культурами, а доля кормовых культур отражает удельный вес этих культур в общей структуре посевов.

В 2021 г. кормовые культуры занимали 184000 га (19.51 %) всей посевной площади, что являлось наибольшим значением за рассматриваемый период. В последующие годы наблюдалось сокращение как площади кормовых культур, так и их доли, особенно заметное в 2022 и 2024 гг. Это указывает на изменение структуры посевов и на уменьшение значения кормовых культур в системе сельскохозяйственного производства региона.

В 2025 г. площадь кормовых культур составила 150632.7 га (16.09 %), что несколько

выше уровня 2024 г., но ниже показателей начала периода. При этом общая посевная площадь за исследуемые годы изменялась менее значительно, чем площадь кормовых культур. Такая динамика свидетельствует о снижении удельного веса кормовых культур в структуре посевных площадей Кемеровской области – Кузбасса. Полученные данные позволяют сделать вывод о необходимости дальнейшего изучения причин сокращения посевных площадей кормовых культур, поскольку их объем напрямую связан с обеспечением животноводства кормами и с поддержанием устойчивости сельскохозяйственного производства.

Динамика посевных площадей кормовых культур в Кемеровской области – Кузбассе в 2021–2025 гг. (Федеральная служба государственной статистики по Кемеровской области..., 2025) представлена в таблице.

Динамика изменения посевных площадей кормовых культур в Кемеровской области – Кузбассе

Год	Изменение к предыдущему году, га	Изменение к предыдущему году, %
2021	14600.0	8.62
2022	–26275.0	–14.28
2023	2162.0	1.37
2024	–12483.7	–7.81
2025	3229.4	2.19

Рассматриваемый период характеризуется неустойчивым изменением данного показателя. Посевные площади кормовых культур представляют собой часть сельскохозяйственных угодий, используемую для выращивания культур, предназначенных для обеспечения животных кормами, и выступают важным показателем состояния кормовой базы в регионе. После увеличения площади в 2021 г. до 184000 га в последующие годы наблюдалось ее сокращение, прерываемое незначительным восстановлением в 2023 и 2025 гг. Наиболее существенное снижение зафиксировано в 2022 г., когда площадь уменьшилась на 26275 га (14.28 %) по сравнению с предыдущим годом. Это свидетельствует о высокой чувствительности структуры посевов к изменению производственных и организационно-экономических условий.

К 2025 г. посевные площади кормовых культур составили 150632.7 га, что ниже уровня 2021 г., несмотря на частичное увеличение в последнем году периода. Такая динамика позволяет сделать вывод о сокращении общего объема земель, отводимых под кормовые культуры, при отсутствии

устойчивой тенденции к восстановлению. Изменение посевных площадей отражает не только текущие решения сельскохозяйственных производителей, но и состояние ресурсного обеспечения отрасли, уровень потребности в кормах и особенности региональной аграрной политики. Следовательно, выявленная динамика требует дальнейшей оценки факторов, влияющих на изменение площадей, поскольку стабильность кормовой базы остается необходимым условием развития животноводства и поддержания сбалансированной структуры сельскохозяйственного производства.

Экологические механизмы биологической рекультивации

Вопрос о пригодности люцерны для нарушенных земель и отвалов в Кузбассе требует максимально осторожной формулировки. Действующие Правила проведения рекультивации и консервации земель предусматривают биологический этап восстановления, в рамках которого формируется устойчивый растительный покров и восстанавливается продуктивность земель (Постановление Правительства Российской Федерации от 29.05.2025 № 781, 2025). В Кемеровской

области и других угледобывающих регионах люцерна используется в составе травосмесей и рассматривается как растение, способное участвовать в формировании первичного растительного покрова и улучшении свойств подготовленного субстрата. В частности, исследования породных отвалов угольных карьеров в Кемеровской области фиксируют применение люцерны в междурядьях сосен при лесной рекультивации, а современные международные работы по открытым угольным разрезам подтверждают, что тип растительного покрова и способ рекультивации существенно влияют на свойства почвы и водопроницаемость нарушенных земель (Вокин и др., 2024; Ну, 2024).

Для Кузбасса люцерна может использоваться на биологическом этапе рекультивации, но не как универсальное решение для любых отвалов и разрезов. Ее применение оправдано там, где выполнен технический этап, есть пригодный по кислотности и мощности корнеобитаемый слой, а хозяйственная цель восстановления связана с последующим сельскохозяйственным или почвозащитным использованием. На токсичных, сильно каменистых или резко кислых субстратах культура без предварительной подготовки работать стабильно не будет.

На нарушенных землях люцерна выполняет не только функцию быстрого создания травяного покрова, но и функцию биологического конструктора формирующейся почвенной системы. Прорастание корней в подготовленный субстрат увеличивает объем ризосферы, поступление органических соединений и число микрозон, пригодных для развития бактерий и грибов. На ранней стадии это способствует закреплению поверхности и снижению эрозии, а на последующих стадиях – восстановлению круговорота азота и углерода, накоплению органического вещества и формированию более устойчивого растительного сообщества (Wallenhammar et al., 2018; Sleugh et al., 2000).

При постгорной сельскохозяйственной рекультивации оценивать следует не только надземную биомассу, но и восстановление почвенной биоты. Шестилетний опыт ротационного выращивания люцерны и технической конопли показал информативность нематод, клещей и коллембол как индикаторов качества формирующейся почвы. В условиях нарастающей опустыненности структура ризосферного микробиома люцерны изменяется по градиенту деградации, что

подтверждает необходимость учитывать исходное состояние ландшафта и микробиологические показатели при выборе технологии восстановления.

Ризосферные сообщества на засоленно-щелочных землях существенно меняются во времени и пространстве; возраст травостоя и тип почвы одновременно воздействуют на ферментативную активность, содержание элементов питания и распространение полезных микроорганизмов. Для мониторинга азотного цикла целесообразно учитывать не только общий азот, но и представленность функциональных групп азотфиксирующих микроорганизмов, распределение которых определяется сочетанием климатических, почвенных и биотических факторов. Физиологическая реакция самой люцерны на засоление также зависит от генотипа и включает согласованные изменения транскриптома и метаболизма.

Результат рекультивации существенно зависит от предварительного улучшения субстрата. В опыте на засоленно-солонцеватой почве сравнивали внесение компоста в количестве 0, 5, 15 и 25 %. Наиболее сбалансированный эффект получен при доле 15 %: увеличилась биомасса и развитие корней люцерны, содержание доступных калия и фосфора, общего азота и органического углерода, а также разнообразие и сложность ризосферного бактериального сообщества. Среди обогащенных групп преобладали микроорганизмы, связанные с циклами углерода и азота. Эти данные показывают, что на бедных техногенных субстратах посев должен сочетаться с дозированным внесением органического мелиоранта.

Микробиологическая реакция реконструированной почвы имеет нелинейный характер. В эксперименте с люцерной как пионерным растением для открытых горных разработок внесение выделений корней бобового растения повышало долю Actinobacteriota до 15 % относительно контроля; максимальное бактериальное разнообразие наблюдалось при концентрации корневых выделений 40–70 %, тогда как повышение концентрации до 85 % сопровождалось снижением разнообразия из-за нарушения баланса доступных углерода и азота. Следовательно, органические добавки и микробиологические препараты нельзя применять по принципу максимальной дозы: требуется контроль соотношения C:N, влажности, реакции среды и динамики микробного сообщества.

Для условий Кузбасса экологическую эф-

фективность биологической рекультивации целесообразно оценивать по совокупности показателей: кислотности и плотности субстрата, мощности корнеобитаемого слоя, содержанию органического углерода, общего и минерального азота, доступных форм фосфора и калия, микробной биомассе и разнообразию, активности почвенных ферментов, проективному покрытию, перезимовке растений, интенсивности поверхностного стока и водопроницаемости. Успешным следует считать не кратковременное получение высокой надземной массы, а формирование устойчивого самоподдерживающегося покрова и восстановление основных функций почвы.

Для Кузбасса приоритетными являются пять взаимосвязанных направлений, первым из которых должно стать использование люцерны в рекультивации и снижении экологической нагрузки на регион:

1. Научно обоснованно использовать люцерну на биологическом этапе рекультивации после угледобычи на участках с подготовленным нетоксичным субстратом. Формирование многолетнего покрова позволит снижать поверхностный сток и эрозию, поддерживать накопление органического вещества и восстанавливать азотный цикл почвы.

2. Включать люцерну в почвовосстановительные севообороты на деградированных землях сельскохозяйственного назначения, используя ее корневую систему и симбиотическую азотфиксацию для улучшения структуры и плодородия почвы.

3. Выделить люцерну отдельной строкой в региональном мониторинге кормопроизводства и рекультивационных работ, чтобы оценивать площади, состояние травостоев, почвенно-экологический эффект и результативность управленческих решений.

4. Развивать локальное семеноводство адаптированных сортов и систему микробиологической инокуляции, поскольку расширение культуры без устойчивой семенной базы и эффективных штаммов ризобий связано с агрономическими рисками.

5. Связать расширение посевов люцерны с молочным животноводством, сенажной технологией и переработкой кормовой массы, где культура обеспечивает наибольший экономический эффект и снижает зависимость от закупных белковых компонентов.

Проведенный анализ показывает, что посевная люцерна представляет собой многолетнюю бобовую кормовую культуру, значение которой определяется не только ее

ролью в обеспечении животных кормами, но и ее воздействием на состояние почвы и устойчивость земледелия. Кормопроизводство в данном случае следует рассматривать как систему производства кормов для животноводства, а кормовую базу – как совокупность ресурсов, обеспечивающих содержание и развитие отрасли животноводства. На этом фоне посевная люцерна занимает особое место, поскольку сочетает высокую кормовую ценность, способность к многолетнему использованию и участие в восстановлении почвенного плодородия. В современных условиях России, Сибири и Кузбасса культура сохраняет хозяйственную значимость как элемент снижения затрат на корма, укрепления кормовых севооборотов и повышения устойчивости сельскохозяйственного производства.

Заключение

Экологический эффект люцерны формируется как единая цепь процессов: симбиотическая азотфиксация и поступление корневого углерода активизируют ризосферную микробиоту, усиливают трансформацию элементов питания и накопление органического вещества, после чего улучшаются агрегатное состояние, водный режим и устойчивость растительного покрова. При рекультивации этот эффект должен подтверждаться не только урожайностью, но и динамикой почвенно-химических, микробиологических и противозерозионных показателей.

В Кузбассе люцерна может применяться на биологическом этапе рекультивации нарушенных земель при условии предварительной технической подготовки, приемлемой кислотности, достаточной мощности корнеобитаемого слоя и отсутствия токсичности субстрата. Она способна ускорять формирование устойчивого покрова и восстановление почвенных функций, но не является универсальным решением для любых отвалов и разрезов.

Масштаб нарушенных земель и отставание темпов их восстановления требуют перехода от оценки рекультивации по площади выполненных работ к оценке долговременной экологической результативности. Обязательными элементами должны стать единая инвентаризация участков, измеримые критерии приемки, слепопроектный мониторинг и заранее обеспеченное финансирование технического и биологического этапов.

Посевная люцерна является стратегиче-

ской многолетней бобовой культурой, сочетающей высокую кормовую ценность, многолетнее использование, симбиотическую азотфиксацию и выраженное почвовосстановительное действие. Ее развитие следует рассматривать как связующее направление между экологическим восстановлением земель и укреплением регионального кормопроизводства.

Ключевыми ограничениями остаются зависимость от импорта семян, недостаток адаптированных сортов и необходимость обязательной настройки технологии: известкования кислых почв, инокуляции, обеспечения фосфором и калием и контроля состояния травостоя. Поэтому развитие люцерны должно осуществляться как системная региональная мера, объединяющая рекульти-

вацию, экологический мониторинг, семеноводство, кормопроизводство и животноводство.

В Кемеровской области – Кузбассе в 2021–2025 гг. доля кормовых культур в общей посевной площади сократилась с 19.51 до 16.09 % без устойчивой тенденции к восстановлению. Это повышает риски для обеспечения животноводства объемистыми кормами и делает необходимым расширение продуктивных многолетних культур, улучшающих состояние почвы. Экономическое преимущество люцерны усиливается после первого года использования: затраты на второй год жизни травостоя снижаются на 23–32 %, а для хозяйств Сибири наиболее надежной остается модель внутреннего использования корма.

Библиография

- Асякина Л. К., Дышлюк Л. С., Просеков А. Ю. Мировой опыт и области рекультивации посттехногенных ландшафтов // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51, № 4. С. 805–818.
- Атласова Л. Г. Люцерна как потенциальный объект для рекультивации нарушенных земель в условиях нюрбинского улуса // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 8 (ч. 2). С. 207–209.
- Вокин В. Н., Зеньков И. В., Ле Хунг Чинь и др. Исследование влияния геотехнологий на результаты лесной рекультивации на породных отвалах угольных карьеров в Кемеровской области // Уголь. 2024. № 6. С. 114–118.
- Волошин Е. И., Аветисян А. Т. Руководство по удобрению многолетних бобовых трав (люцерна, клевер, донник, эспарцет): Методические рекомендации. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2017. 31 с.
- Галанина Т. В., Баумгартен М. И., Королева Т. Г. Правовые аспекты регулирования рекультивации земель, нарушенных при добыче угля // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2020. № 6. С. 15–26. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-6-0-15-26. URL: <https://giab-online.ru/files/Data/2020/6/15.pdf> (дата обращения: 15.08.2026).
- Голобородько С. П., Лазарев Н. Н. Люцерна: Монография. М.: Издательство РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, 2009. 425 с.
- Голов В. И., Самохвалова О. С., Ананьева Э. В., Тимофеев А. Н. Условия накопления микроэлементов и тяжелых металлов основными кормовыми культурами на почвах Амурской области // Вестник КрасГАУ. 2007. № 2. С. 59–62.
- Гончаров П. Л., Лубенец П. А. Биологические аспекты возделывания люцерны. Новосибирск: Наука (Сибирское отделение), 1985. 253 с.
- Желтухина В. И., Морозова Т. С., Панин С. И., Мелентьев А. А., Куликова М. А. Поведение тяжелых металлов в почвенно-биотическом комплексе агроценозов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 4 (32). С. 136–140.
- Истомин А. Н. Мелиорация и рекультивация земель сельскохозяйственного назначения на восстановленных территориях после добычи полезных ископаемых, в том числе золота // Вестник КрасГАУ. 2026. № 4. С. 95–113.
- Козырева М. Ю., Басиева Л. Ж. Формирование симбиотического аппарата люцерны в зависимости от типа азотного питания // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15, № 1. С. 10–16.
- Кольцов А. В., Авдеев С. М. Продуктивность клеверо- и люцернозлаковых травостоев с участием новых сортов люцерны изменчивой и клевера лугового // Доклады ТСХА. 2005. Вып. 277. С. 135–138.
- Кошкин Е. И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. М.: Дрофа, 2010. 638 с.
- Кошкин А. С., Семенцова Д. В., Дорбан К. В., Михалевич А. В., Шодиева Д. В. Проблемы недропользования и обеспечения экологической безопасности на территории Кемеровской области // Проблемы экономики и управления: социокультурные, правовые и организационные аспекты: Сборник статей. Кемерово: КузГТУ, 2023. С. 564–572. URL: https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Other/2023/PEU/PEU_2023/pages/Articles/64.pdf (дата обращения:

15.08.2026).

- Лазарев Н. Н. Долголетие люцерны изменчивой в одновидовых посевах и травосмесях // Доклады ТСХА (г. Москва, 02–04 декабря 2014 г.). Т. 1. М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. С. 100–103.
- Лазарев Н. Н., Стародубцева А. М. Влияние инокуляции на продуктивность различных сортов люцерны и клевера лугового // Кормопроизводство. 2018. № 1. С. 25–28.
- Минеев В. Г., Ремпе Х. Экологические последствия длительного применения повышенных и высоких доз минеральных удобрений // Агрохимия. 1991. № 3. С. 146–155.
- Министерство природных ресурсов и экологии Кузбасса. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2023 году. Кемерово, 2024. URL: https://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2024/07/doklad_2023.pdf (дата обращения: 15.08.2026).
- Надточаев Н. Ф., Володькин Д. Н., Богданов А. З. Экономическая эффективность возделывания люцерны посевной в зависимости от предшественников, обработки почвы и химической защиты посевов от сорняков // Земледелие и защита растений. 2023. № 2. С. 120–128.
- Петрина О. В. Влияние норм высева на хозяйственно-ценные характеристики посевов люцерны разных видов в условиях Среднего Урала // International agricultural journal. 2025. № 3. С. 824–838.
- Писковацкий Ю. М., Ненароков Ю. М., Соложенцева Л. Ф., Михалёв В. Е. Фитоценотическая селекция люцерны // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. М.: Россельхозакадемия: ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, 2007. С. 284–290.
- Писковацкий Ю. М., Ненароков Ю. М., Степанова Г. В., Соложенцева Л. Ф. Новые направления в селекции люцерны и создание экологически дифференцированных, различающихся по типу использования сортов // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решение: Сборник научных трудов. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. С. 294–307.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 29.05.2025 № 781 «Об утверждении Правил проведения рекультивации и консервации земель» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202505290054> (дата обращения: 29.07.2026).
- Сабитов Г. А. Ресурсосберегающие технологии создания высокопродуктивных пастбищ и сенокосов на суходолах в Центральной Нечерноземной зоне РФ : Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Великий Новгород, 2006. 39 с.
- Самохвалова О. С. Изменение урожайности и химического состава люцерны посевной под воздействием удобрений // Почвы и окружающая среда. 2025. Т. 8, № 2. DOI: 10.31251/pos.v8i2.269
- Тимошкин О. А. Эффективность возделывания люцерны изменчивой и костреца безостого в чистом виде и смешанных посевах // Аграрная наука Северо-Востока. 2023. Т. 24, № 2. С. 276–285.
- Федеральная служба государственной статистики по Кемеровской области – Кузбассу. Посевные площади сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств под урожай 2025 года; О посевных площадях под урожай 2024 года; Посевные площади сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств за 2023 год; Об итогах сбора урожая сельскохозяйственных культур в 2021 году. URL: <https://42.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 29.07.2026).
- Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйство в России. 2025: Статистический сборник. М.: Росстат, 2025. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S_x_2025.pdf (дата обращения: 29.07.2026).
- Федеральный закон от 30.12.2021 № 454-ФЗ «О семеноводстве» // Официальное опубликование правовых актов. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112300119> (дата обращения: 29.07.2026).
- Федеральный центр «Агроэкспорт». Обзор ВЭД: мировой рынок люцерны. 2025. URL: <https://aemcx.ru/2025/07/22/obzor-ved-mirovoj-rynok-lyuczerny/> (дата обращения: 29.07.2026).
- Фотина Н. В., Емельяненко В. П., Воробьева Е. Е., Бурова Н. В., Остапова Е. В. Современные биологические методы восстановления и очистки нарушенных угледобычей земель в условиях Кемеровской области – Кузбасса // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51, № 4. С. 869–882.
- Berg W. K., Cunningham S. M., Brouder S. M., Joern B. C., Johson K. K. The Long-Term Impact of Phosphorus and Potassium Fertilization on Alfalfa Yield and Yield Components // Crop Science. 2007. No 47. P. 2198–2209.
- Bertrand A., Castonguay Y., Michaud R., Duceppe M.O. Selection for improved saccharification efficiency in alfalfa stems assessed by enzyme-released glucose // Proceedings of the 22nd International Grassland Congress. Sydney, Australia, 2013. P. 325–326.
- Bittman S., Forge T. A., Kowalenko C. G. Responses of the bacterial and fungal biomass in a grassland soil to multi-year applications of dairy manure slurry and fertilizer // Soil Biology and Biochemistry. 2005. No 37. P. 613–623.
- Blaser G. E., Larsen K. M. Autotoxicity in alfalfa: causes, effects and rotation // Idaho Hay and Forage Con-

- ference Proceedings. Moscow, Idaho, 2011. P. 28–31.
- Brauer D., Ritchey D., Belesky D. Effects of Lime and Calcium on Root Development and Nodulation of Clovers // Crop Science. 2002. Vol. 42. P. 1640–1646.
- Chamblee D. S. Relationships with other species in a mixture. Alfalfa science and technology // Agron. Monogr. 1972. Vol. 15. P. 211–228.
- Deak A., Hall M. H., Sanderson M. A., Archibald D. D. Production and Nutritive Value of Grazed Simple and Complex Forage Mixtures // Agron J. 2007. Vol. 99. P. 657–744.
- Fernández-Ortega J. et al. Influence of soil management and previous crop nitrogen legacy on durum wheat after alfalfa in Mediterranean irrigated systems // Field Crops Research. 2025. Vol. 329. No 15. Article 109963.
- Hal V. H., Dillon J. M., Stambaugh H. J., Hebrock N. S. et al. The effects of seeding rate on older stands of glyphosate-tolerant alfalfa // Agronomy Journal. 2010. Vol. 104 (4). P. 1096–1099.
- Han Y. et al. Investigation of Nitrogen Fixation Efficiency in Diverse Alfalfa Varieties Utilizing Sinorhizobium meliloti LL2 // Agronomy. 2024. Vol. 14. No 11. Article 2732.
- Hou P., Shen B. et al. Agricultural Trade Series: US-China Trade Trends and Opportunities for Alfalfa Exports // Plains Press. 2024. URL: <https://plainspress.scholasticahq.com/article/124556-2024-q1-agricultural-trade-series-us-china-trade-trends-and-opportunities-for-alfalfa-exports> (accessed: 20.04.2026).
- Hu J., Zhu S., Yang K., Ren Y., Zhang Z., Tang M., Han F, Zhen Q. Effects of different reclaimed mine land use patterns on the soil properties and water infiltration of opencast coal mines in the northern Loess Plateau, China // CATENA. 2024. Vol. 243. Article 108193. DOI: 10.1016/j.catena.2024.108193
- Kallenbach R. L., Nelson C. J., Coutts J. H. Quality, and Persistence of Grazing- and Hay-Type Alfalfa under Three Harvest Frequencies // Agron. J. 2002. Vol. 94. P. 1094–1103.
- Laidlaw A. S., Teuber N. Temperate forage grass-legume mixtures: advances and perspectives // In Proceedings XIX International Grassland Congress. Sao Paulo, Brazil, 2001. P. 85–92.
- Sleugh B., Moore K. J., George J. R., Brummer E. C. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution // Agron. J. 2000. Vol. 92. P. 24–29.
- Wallenhammar A. C., Stoltz E., Omer Z., Granstedt A. Production capacity of forage legumes and persistence to root rot in organic mixed swards // Grassland Science in Europe. 2018. Vol. 23. P. 375–377.
- Zhang S., Guo H. et al. Evolution of the Global Forage Products Trade Network and Implications for China's Import Security // Agriculture. 2025. Vol. 15. No 19. Article 2073.
- Zhang X. et al. Alfalfa-livestock system promotes the accumulation of soil organic carbon in semiarid marginal land // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2024. Vol. 375. Article 109200.

ECOLOGY AND LAND RECLAMATION WHEN USING SOWN ALFALFA: AREAS OF USE AND ANALYSIS OF THE STATE OF FORAGE PRODUCTION

SAMOKHVALOVA
Olga Sergeevna

Siberian State Industrial University, 654007, Kemerovo Oblast - Kuzbass, Novokuznetsk, Central district, Kirov St., 42, selen_1308@inbox.ru

ZAPOLSKAYA
Ekaterina Mikhailovna

PhD, Siberian State Industrial University, 654007, Kemerovo Oblast - Kuzbass, Novokuznetsk, Central district, Kirov St., 42, vestnicsibgiu@sibsui.ru

FINSKAYA
Taisiya Andreyevna

Siberian State Industrial University, 654007, Kemerovo Oblast - Kuzbass, Novokuznetsk, Central district, Kirov St., 42, finskaia_ta@sibsui.ru

Key words:

biological land reclamation
cultivated alfalfa
rhizosphere microbiota
root exudates
soil fertility
forage production
Kuzbass

Summary: The article considers the biological and ecological processes in alfalfa agrocenoses that determine its soil-healing potential: the formation of nodules in symbiosis with nitrogen-fixing bacteria, the intake of root carbon and nitrogen into the soil, the development of rhizospheric microbiota, the accumulation of organic matter, the formation of water-resistant aggregates and an increase in soil resistance to erosion. The ecological effect of the crop is formed as a sequence of interrelated processes: symbiotic nitrogen fixation, rhizodeposition, activation of microorganisms, improvement of soil structure and water regime, stabilization of vegetation cover. We determined the conditions for using alfalfa at the biological stage of reclamation of disturbed lands: substrate preparation, creation of a root zone, application of organic ameliorants, microbiological inoculation, monitoring of indicators. An assessment was carried out of the current state and prospects of forage production using alfalfa in Russia, Siberia, and the Kuzbass region. We analyzed the role of the crop in providing livestock with high-protein feeds, its impact on the cost of the feed base and the stability of crop rotations, the dynamics of sown areas of forage crops in Kuzbass, and export and import trends. It was established that the combination of high feed value, the longevity of the grass stand, and the ability to assimilate atmospheric nitrogen and improve the agrophysical properties of the soil in symbiosis with nodule, nitrogen-fixing bacteria makes it possible to use alfalfa simultaneously as both a feed crop and a soil-restorative crop. For the Kuzbass region, its use is advisable on prepared disturbed lands where the substrate is non-toxic and the standard parameters of acidity, density, and thickness of the root zone are met; on heavily stony, highly acidic, and toxic waste dumps, alfalfa cannot be considered a universal reclamation agent.

Received on: 08 June 2026

Published on: 29 September 2026

References

- Hu J., Zhu S., Yang K., Ren Y., Zhang Z., Tang M., Han F., Zhen Q. Effects of different reclaimed mine land use patterns on the soil properties and water infiltration of opencast coal mines in the northern Loess Plateau, China, CATENA. 2024. Vol. 243. Article 108193. DOI: 10.1016/j.catena.2024.108193
- Asyakina L. K. Dyshlyuk L. S. Prosekov A. Yu. Global experience and areas of reclamation of post-technogenic landscapes, Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2021. T. 51, No. 4. P. 805–818.
- Atlasova L. G. Alfalfa as a potential candidate for the reclamation of disturbed lands in the Nyurbinsky ulus, Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy. 2013. No. 8 (ch. 2). P. 207–209.
- Berg W. K., Cunningham S. M., Brouder S. M., Joern B. C., Johson K. K. The Long-Term Impact of Phosphorus and Potassium Fertilization on Alfalfa Yield and Yield Components, Crop Science. 2007. No 47. P. 2198–2209.

- Bertrand A., Castonguay Y., Michaud R., Duceppe M.O. Selection for improved saccharification efficiency in alfalfa stems assessed by enzyme-released glucose, *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress*. Sydney, Australia, 2013. P. 325–326.
- Bittman S., Forge T. A., Kowalenko C. G. Responses of the bacterial and fungal biomass in a grassland soil to multi-year applications of dairy manure slurry and fertilizer, *Soil Biology and Biochemistry*. 2005. No 37. P. 613–623.
- Blaser G. E., Larsen K. M. Autotoxicity in alfalfa: causes, effects and rotation, *Idaho Hay and Forage Conference Proceedings*. Moscow, Idaho, 2011. P. 28–31.
- Brauer D., Ritchey D., Belesky D. Effects of Lime and Calcium on Root Development and Nodulation of Clovers, *Crop Science*. 2002. Vol. 42. P. 1640–1646.
- Chamblee D. S. Relationships with other species in a mixture. *Alfalfa science and technology*, Agron. Monogr. 1972. Vol. 15. P. 211–228.
- Deak A., Hall M. H., Sanderson M. A., Archibald D. D. Production and Nutritive Value of Grazed Simple and Complex Forage Mixtures, *Agron J.* 2007. Vol. 99. P. 657–744.
- Federal Center “Agroexport”. Foreign Trade Overview: the global lucerne market. 2025. URL: <https://aemcx.ru/2025/07/22/obzor-ved-mirovoj-rynok-lyuczerny/> (data obrascheniya: 29.07.2026).
- Federal Law No. 454-FZ dated December 30, 2021, “On Seed Production”, Oficial’noe opublikovanie pravovyh aktov. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112300119> (data obrascheniya: 29.07.2026).
- Federal State Statistics Agriculture in Russia. 2025: statistical collection. M.: Rosstat, 2025. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S_x_2025.pdf (data obrascheniya: 29.07.2026).
- Federal State Statistics Service for the Kemerovo Region – Sown areas of agricultural crops by category of farms for the 2025 harvest; On sown areas for the 2024 harvest; Sown areas of agricultural crops by category of farms for 2023; On the results of the harvest of agricultural crops in 2021. URL: <https://42.rosstat.gov.ru/> (data obrascheniya: 29.07.2026).
- Fernández-Ortega J. et al. Influence of soil management and previous crop nitrogen legacy on durum wheat after alfalfa in Mediterranean irrigated systems, *Field Crops Research*. 2025. Vol. 329. No 15. Article 109963.
- Fotina N. V. Emel’yanenko V. P. Vorob’eva E. E. Burova N. V. Ostapova E. V. Modern biological methods for the restoration and purification of land disturbed by coal mining in the Kemerovo Region – Kuzbass, *Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv*. 2021. T. 51, No. 4. P. 869–882.
- Galanina T. V. Baumgarten M. I. Koroleva T. G. Legal aspects of regulating the reclamation of land disturbed during coal mining, *Gornyy informacionno-analiticheskiy byulleten’*. 2020. No. 6. P. 15–26. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-6-0-15-26. URL: <https://giab-online.ru/files/Data/2020/6/15.pdf> (data obrascheniya: 15.08.2026).
- Goloborod’ko S. P. Lazarev N. N. Lucerne: a monograph. M.: Izdatel’stvo RGAU–MSHA im. K. A. Timiryazeva, 2009. 425 p.
- Golov V. I. Samokhvalova O. S. Anan’eva E. V. Timofeev A. N. Conditions for the accumulation of microelements and heavy metals by main forage crops in the soils of the Amur Region, *Vestnik KrasGAU*. 2007. No. 2. P. 59–62.
- Goncharov P. L. Lubenec P. A. Biological aspects of lucerne cultivation. Novosibirsk: Nauka (Sibirskoe otdelenie), 1985. 253 p.
- Hal V. H., Dillon J. M., Stambaugh H. J., Hebrock N. S. et al. The effects of seeding rate on older stands of glyphosate-tolerant alfalfa, *Agronomy Journal*. 2010. Vol. 104 (4). R. 1096–1099.
- Han Y. et al. Investigation of Nitrogen Fixation Efficiency in Diverse Alfalfa Varieties Utilizing Sinorhizobium meliloti LL2, *Agronomy*. 2024. Vol. 14. No 11. Article 2732.
- Hou P., Shen B. et al. Agricultural Trade Series: US-China Trade Trends and Opportunities for Alfalfa Exports, Plains Press. 2024. URL: <https://plainspress.scholasticahq.com/article/124556-2024-q1-agricultural-trade-series-us-china-trade-trends-and-opportunities-for-alfalfa-exports> (accessed: 20.04.2026).
- Istomin A. N. Land reclamation and restoration of agricultural lands in areas reclaimed after mining operations, including gold mining, *Vestnik KrasGAU*. 2026. No. 4. P. 95–113.
- Kallenbach R. L., Nelson C. J., Coutts J. H. Quality, and Persistence of Grazing- and Hay-Type Alfalfa under Three Harvest Frequencies, *Agron. J.* 2002. Vol. 94. P. 1094–1103.
- Kol’cov A. V. Avdeev S. M. Productivity of clover- and alfalfa-grass pastures with the participation of new varieties of variable alfalfa and meadow clover, *Doklady TSHA*. 2005. Vyp. 277. P. 135–138.
- Koshkin A. S. Semencova D. V. Dorban K. V. Mihalevich A. V. Shodieva D. V. Problems related to subsoil use and ensuring environmental safety in the Kemerovo Region, *Problemy ekonomiki i upravleniya: sociokul’turnye, pravovye i organizacionnye aspekty: Sbornik statey*. Kemerovo: KuzGTU, 2023. P. 564–572. URL: https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Other/2023/PEU/PEU_2023/pages/Articles/64.pdf (data obrascheniya: 15.08.2026).
- Koshkin E. I. The physiology of crop resilience. M.: Drofa, 2010. 638 p.

- Kozyreva M. Yu. Basieva L. Zh. The formation of the symbiotic apparatus of alfalfa depending on the type of nitrogen supply, *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020. T. 15, No. 1. P. 10–16.
- Laidlaw A. S., Teuber N. Temperate forage grass-legume mixtures: advances and perspectives, In *Proceedings XIX International Grassland Congress*. Sao Paulo, Brazil, 2001. P. 85–92.
- Lazarev N. N. Starodubceva A. M. The effect of inoculation on the productivity of various varieties of alfalfa and meadow clover, *Kormoproizvodstvo*. 2018. No. 1. P. 25–28.
- Lazarev N. N. The longevity of variable alfalfa in single-species crops and grass mixtures., *Doklady TSHA (g. Moskva, 02–04 dekabrya 2014 g.)*. T. 1. M.: Rossiyskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet – MSHA im. K. A. Timiryazeva, 2015. P. 100–103.
- Mineev V. G. Rempe H. The environmental consequences of the prolonged use of elevated and high doses of mineral fertilizers, *Agrohimiya*. 1991. No. 3. P. 146–155.
- Ministry of Natural Resources and Ecology of Report on the state and protection of the environment in the Kemerovo Region – Kuzbass in 2023. Kemerovo, 2024. URL: https://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2024/07/doklad_2023.pdf (data obrascheniya: 15.08.2026).
- Nadtochaev N. F. Volod'kin D. N. Bogdanov A. Z. The economic efficiency of alfalfa cultivation depending on the precursors, tillage and chemical protection of crops from weeds, *Zemledelie i zaschita rasteniy*. 2023. No. 2. P. 120–128.
- Petrina O. V. The influence of seeding rates on the economically valuable characteristics of alfalfa crops of different species in the conditions of the Middle Urals, *International agricultural journal*. 2025. No. 3. P. 824–838.
- Piskovackiy Yu. M. Nenarokov Yu. M. Solozhenceva L. F. Phytocenotic selection of lucerne, *Kormoproizvodstvo: problemy i puti resheniya*. M.: Rossel'hozakademiya: VNII kormov im. V. R. Vil'yamsa, 2007. P. 284–290.
- Piskovackiy Yu. M. Nenarokov Yu. M. Stepanova G. V. Solozhenceva L. F. New directions in alfalfa breeding and the development of ecologically differentiated varieties that differ in terms of their intended use, *Adaptivnoe kormoproizvodstvo: problemy i reshenie: Sbornik nauchnyh trudov*. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2002. P. 294–307.
- Resolution of the Government of the Russian Federation dated May 29, 2025, 781 “On approval of the rules for conducting land reclamation and conservation”, *Oficial'nyy internet-portal pravovoy informacii*. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202505290054> (data obrascheniya: 29.07.2026).
- Sabitov G. A. Resource-saving technologies for creating highly productive pastures and hayfields on dry land in the Central Non-Chernozem Zone of the Russian Federation: *Avtoref. dip. ... d-ra s, h. nauk*. Velikiy Novgorod, 2006. 39 p.
- Samokhvalova O. S. Changes in the yield and chemical composition of alfalfa under the influence of fertilizers, *Pochvy i okruzhayushchaya sreda*. 2025. T. 8, No. 2. DOI: 10.31251/pos.v8i2.269
- Sleugh B., Moore K. J., George J. R., Brummer E. C. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution, *Agron. J.* 2000. Vol. 92. P. 24–29.
- Timoshkin O. A. The effectiveness of cultivating variable alfalfa and smooth brome grass in pure and mixed crops, *Agrarnaya nauka Severo-Vostoka*. 2023. T. 24, No. 2. P. 276–285.
- Vokin V. N. Zen'kov I. V. A study of the impact of geotechnologies on the results of forest reclamation on rock dumps from coal mines in the Kemerovo Region, *Ugol'*. 2024. No. 6. P. 114–118.
- Voloshin E. I. Avetisyan A. T. Guide to fertilizing perennial legumes (alfalfa, clover, sweet clover, sainfoin): *Methodological recommendations*. Krasnoyarsk: Krasnoyarskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2017. 31 p.
- Wallenhammar A. C., Stoltz E., Omer Z., Granstedt A. Production capacity of forage legumes and persistence to root rot in organic mixed swards, *Grassland Science in Europe*. 2018. Vol. 23. P. 375–377.
- Zhang S., Guo H. et al. Evolution of the Global Forage Products Trade Network and Implications for China's Import Security, *Agriculture*. 2025. Vol. 15. No 19. Article 2073.
- Zhang X. et al. Alfalfa-livestock system promotes the accumulation of soil organic carbon in semiarid marginal land, *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2024. Vol. 375. Article 109200.
- Zheltuhina V. I. Morozova T. S. Panin S. I. Melent'ev A. A. Kulikova M. A. The behavior of heavy metals in the soil-biotic complex of agrocenoses, *Innovacii v APK: problemy i perspektivy*. 2021. No. 4 (32). P. 136–140.