

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2026-2-6-14

УДК 631.582:631.584

Применение почвопокровных культур в Российской Федерации: результаты и прогнозы

А. Л. Тойгильдин, доктор сельскохозяйственных наук, директор

С. А. Никифорова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,

Н. В. Сафина✉, научный сотрудник

Г. В. Ермолаева, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,

Самарский Федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.С. Немцева,

433315, Россия Ульяновская область, Ульяновский район, п. Тимирязевский, ул. Институтская, д.19

✉nataliasafina83@mail.ru

Резюме. Одной из ключевых задач, стоящих перед современным аграрным сектором, является комплексное повышение продуктивности сельскохозяйственного производства за счёт целенаправленного улучшения качества земельных ресурсов. Основной принцип повышения продуктивности: уйти от мышления «лишние расходы» и рассматривать промежуточные культуры как инвестицию в восстановление плодородия. При правильном подборе они окупаются прибавкой урожая основной культуры на 20...40 % и снижением потребности в удобрениях и гербицидах. На основании научных исследований, выполненных учёными ряда учреждений, можно сделать вывод о ценности дальнейшего изучения потенциала промежуточных культур для российского сельского хозяйства. Внедрение промежуточных посевов демонстрирует высокую эффективность в повышении устойчивости агросистем Средневолжского региона, улучшает экологическое состояние почв и повышает экономическую эффективность хозяйств. Внедрение данных практик способствует выполнению поставленных задач в области рационального использования ресурсов и сохранению природного баланса региона. Возделывание промежуточных культур обеспечивает повышение общей продуктивности каждого гектара пашни, а также ослабляет неблагоприятные последствия высокой концентрации посевов той или иной группы. Это не просто экономия, а способ получить максимум пользы (биомассы, азота, структуры почвы) с минимумом затрат воды, техники, удобрений и времени. В рамках проведённого обзора был выполнен анализ современных агрономических исследований, изучающих особенности выращивания промежуточных культур в различных регионах России. Отдельное внимание уделено оценке потенциальных проблем, которые могут возникнуть при внедрении таких культур в уже сложившиеся схемы севооборота.

Ключевые слова: промежуточные культуры, продуктивность, кормовые культуры, севооборот, интенсификация земледелия, биологизация земледелия, природный баланс.

Для цитирования: Применение почвопокровных культур в Российской Федерации: результаты и прогнозы / А. Л. Тойгильдин, С. А. Никифорова, Н. В. Сафина и др. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 2 (74). С. 6-14. doi:10.18286/1816-4501-2026-2-6-14

Application of groundcover crops in the Russian Federation: results and forecasts

A. L. Toigildin, S. A. Nikiforova, N. V. Safina✉, **G. V. Ermolaeva**

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Scientific Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev,

433315, Ulyanovsk region, Ulyanovsk region, 19 Institutskaya str.,

✉nataliasafina83@mail.ru

Abstract. One of the key tasks facing the modern agricultural sector is to comprehensively increase the productivity of agricultural production by purposefully improving the quality of land resources. The basic principle of increasing productivity is to move away from the "extra cost" mindset and consider intermediate crops as an investment in restoring fertility. With proper selection, they pay off by increasing the yield of the main crop by 20-40% and reducing the need for fertilizers and herbicides. Based on scientific research carried out by a number of institutions, it can be concluded that further study of the potential of intermediate crops for Russian agriculture is valuable. The introduction of intermediate crops demonstrates high efficiency in increasing the sustainability of agricultural systems in the Middle Volga region, improves the ecological condition of soils and increases the economic efficiency of farms. The implementation of these practices contributes to the fulfillment of the tasks set in the field of rational use of resources and the preservation of the natural balance of the region. The cultivation of intermediate crops ensures an increase in the overall productivity of each hectare of arable land, as well as reduces the adverse effects of high concentrations of crops of a particular group. This is not just a saving, but a way to get the maximum benefit (biomass, nitrogen, soil structure) with a minimum cost of water, machinery, fertilizers and time. This review analyzed current agronomic research examining the cultivation of catch crops in various regions of

Russia. Particular attention was paid to assessing potential problems that may arise when introducing such crops into established crop rotation systems.

Keywords: intermediate crops, productivity, fodder crops, crop rotation, intensification of agriculture, biologization of agriculture, natural balance.

For citation: Application of groundcover crops in the Russian Federation: results and forecasts / A. L. Toigildin, S. A. Nikiforova, N. V. Safina и др. // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.2 (74): 6-14 doi:10.18286/1816-4501-2026-2-6-14

**Работа выполнена сотрудниками отдела земледелия и технологии возделывания
сельскохозяйственных культур Ульяновского НИИСХ-филиала СамНЦ РАН в рамках государственного задания
Минобрнауки России для СамНЦ РАН по теме FMRW-2025-0040.**

Введение

Переход сельского хозяйства на индустриальную основу способствовало созданию более однородных сельскохозяйственных систем и сокращению разнообразия возделываемых видов растений. За последние десятилетия урожайность монокультур значительно выросла, преимущественно благодаря широкому применению минеральных удобрений [1]. Однако такое повышение урожайности связано с рядом проблем, таких как загрязнение окружающей среды, деградация почв и резистентность к пестицидам [2, 3]. Следовательно, для устойчивого производства продукции растениеводства необходимо повышать эффективность агроэкосистем.

Важной задачей современного сельского хозяйства становится внедрение ресурсосберегающих технологий. Одной из них является технология возделывания с полным отказом от какой-либо обработки почвы. Этот подход, получивший мировое признание под названием No-till, или технология прямого посева (без предварительной вспашки) [4, 5].

Переход на технологию прямого посева – это не просто замена техники, а комплексная перестройка агроэкосистемы. Важным ее элементом являются промежуточные культуры (покровные, сидеральные). Они решают задачи, которые сложно выполнить только за счет отказа от обработки: они активно восстанавливают плодородие, защищают почву и снижают затраты. Без них эффективность метода резко снижается.

В долгосрочной перспективе это приближает агроэкосистему к естественным процессам и может стать основой для перехода к органическому земледелию [6].

Под почвопокровными (промежуточными) культурами понимаются сельскохозяйственные растения, культивируемые в межсезонье относительно основной культуры. Их применение обеспечивает возможность двукратного получения урожая за год, а также использование в кормовых целях или в роли сидератов (зеленого удобрения). Данные культуры возделываются не с целью получения основного урожая, а для агротехнических, экологических и экономических целей. Основная задача – «поймать» избыточные питательные элементы (особенно азот), оставшиеся в почве после предшественника, и предотвратить их вымывание в грунтовые воды (нитратное загрязнение). Данные культуры способны быстро

наращивать зеленую массу, эффективно используя оставшийся теплый период для восстановления плодородия почвы, не давая участку пустовать. Vegetация этих культур протекает в сжатые сроки и приурочена к летне-осеннему периоду [7].

Промежуточные культуры подразделяются на:

- пожнивные культуры, сеют по жнивью – после сбора зерновых в этом же сезоне;
- подсевные культуры сеют под покров или вместе с основной культурой, но растут и набирают массу они уже после её уборки;
- поукосные культуры, это сельскохозяйственные растения, возделываемые на поле после культур, убранных на силос, зеленый корм или сено [8].

В качестве одной из важнейших стратегий повышения устойчивости земледелия предлагается диверсификация сельскохозяйственных культур, включающая совместное возделывание культур и посев промежуточных культур [9, 10].

Повышение интереса к почвопокровным культурам в России – это часть общемирового тренда на устойчивое и ресурсосберегающее сельское хозяйство, которое сохраняет самый ценный ресурс – почву.

Идея использования растений для улучшения почвы не нова. В России элементы сидерации применяли еще в дореволюционный период, но системное изучение и внедрение начались в советское время, особенно в рамках разработки почвозащитных и почвоулучшающих систем земледелия. Тем не менее, широкого распространения в крупно-товарном производстве покровные культуры в XX веке не получили из-за ориентации на монокультуры и максимальную распаханность. Сегодня интерес к ним возрождается по нескольким причинам:

1. Деградация почв: широкое распространение водной и ветровой эрозии. Это ключевая причина для многих регионов России. В Центральном Черноземье около 39 % сельскохозяйственных угодий являются эрозионно опасными, а 18 % – дефляционно опасными. В Поволжье на 2018 год эрозии подвержено более 80 % общих земель, 72 % – в лесостепи. Дефляции подвержено 0,8 % сельхозугодий.

2. Восстановление плодородия и микробиологической активности почвы. Применение монокультур и интенсивных агротехнических методов вызвало деградацию и истощение обширных земельных массивов. Покровные культуры, в частности

бобовые виды (вика, клевер, люпин) осуществляют фиксацию азота из атмосферы. В процессе постепенного разложения их вегетативной массы происходит накопление органического вещества и высвобождение макро- и микроэлементов. Кроме того, развитые корневые системы этих культур улучшают структуру почвы, а их биомасса служит источником питания для почвенной биоты.

3. Внедрение no-till агротехники. Использование прямого посева и минимизация обработки почвы представляют собой важнейшие агротехнические приёмы, позволяющие сдерживать распространение сорняков и улучшать структуру почвы.

4. Влагосбережение и профилактика засухи. Наличие растительного покрова способствует уменьшению потерь почвенной влаги за счёт снижения интенсивности непродуктивного испарения с поверхности почвы. Грамотно выбранные и своевременно заделанные в почву сидераты формируют эффективный мульчирующий слой, способствующий сохранению почвенной влаги для следующей культуры и улучшению её агрофизических свойств. Выполняют функцию снегозадержания и накопления влаги в зимний период.

5. Снижение зависимости от минеральных удобрений и СЗР в связи с ростом цен делает сидерацию экономически привлекательной альтернативой или дополнением. Бобовые сидераты — это натуральное «зелёное удобрение». Кроме того, плотный покров подавляет рост сорняков, снижая необходимость в гербицидах.

6. Государственное стимулирование. Федеральные и отраслевые программы по улучшению плодородия почв и развитию земледелия по адаптивно-ландшафтному принципу, такие как Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2030 гг. стимулируют сельскохозяйственных производителей к освоению современных, в т. ч. почвозащитных агротехнологий [11].

Несмотря на доказанную эффективность, масштабное внедрение данных решений в российских условиях сопряжено с комплексом экономических, климатических и организационных барьеров. Во-первых, это дефицит специализированной техники. Для качественного посева на стерневом фоне и заделки массы требуются современные сеялки прямого посева, дисковые бороны, катки - измельчители. Нехватка качественных семян, адаптированных к местным условиям сортов покровных культур. Дефицит влаги, особенно в степных зонах. Покровные культуры могут конкурировать с основной культурой за воду, что требует тщательного подбора видов и сроков посева. Не менее важным аспектом является необходимость дополнительных затрат на семена, ГСМ и труд без прямого сиюминутного дохода (задача растянута во времени). А также недостаток знаний и агрономических рекомендаций для конкретных почвенно-климатических условий и севооборотов [8, 9, 12,]. Таким образом, почвопокровные

культуры обладают значительным потенциалом в регулировании почвенных характеристик и поддержании биологического разнообразия экосистем [13].

Цель работы — посредством количественной оценки и анализа практического опыта установить влияние почвопокровных (промежуточных) культур на плодородие почвы, биоразнообразие экосистем и продуктивность последующих культур севооборота в заданных почвенно-климатических условиях.

Материалы и методы

Исследование опиралось на широкий спектр информационных ресурсов: открытые данные из научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU», нормативные и официальные материалы с сайта Правительства РФ (government.ru), специализированные сведения с агропромышленного портала, экспертные данные от российских учёных в области выращивания почвопокровных культур, а также собственные исследовательские результаты.

Основные направления исследовательской работы включают:

- механизмы влагосбережения и характер конкуренции с основной культурой в условиях засушливого климата;
- симбиотическая активность;
- продуктивность основных и промежуточных культур;
- воздействие на биохимическое и агрофизическое состояние почвенного покрова;
- вклад в улучшение фитосанитарного состояния агроценозов;

Результаты

Интеграция промежуточных культур в систему севооборота способствует интенсификации и биологизации земледелия - направление, имеющее высокую актуальность в современных условиях развития сельского хозяйства [10, 14, 15].

Применение двухурожайной схемы возделывания культур в течение года приводит к росту сбора урожайности кормовых культур (в пересчёте на массу) на единицу площади и позволяет организовать бесперебойное обеспечение кормами. Например, в Нечернозёмной зоне промежуточные культуры обеспечивают сбор 8...10 тыс. кормовых единиц [16, 17], создавая необходимую ресурсную базу для устойчивого функционирования зелёного конвейера.

Экспериментальные данные, полученные в Республике Башкортостан, демонстрируют: использование в системе зелёного конвейера ярового рапса (в промежуточных посевах) совместно с озимыми культурами (рожью и тритикале) приводит к увеличению урожайности зелёной массы до 48,2...51,2 т/га. При этом сбор сухого вещества достигает 8,3...8,9 т/га, а выход кормовых единиц — 9,8...10,2 тыс/га, что существенно превышает показатели контрольного варианта (озимая рожь) [18]. Согласно результатам исследований НИИСХ Северо-Востока [8], в условиях Нечернозёмной зоны возделывание редьки масличной, горчицы белой и ярового рапса на корм после уборки

основных культур (озимой ржи на зерно и зерносмесей на сенаж) позволяет дополнительно получить 3,8...5,0 тыс. кормовых единиц. При включении промежуточных культур наиболее высокую продуктивность продемонстрировали звенья севооборота с просом (валовый сбор – 4,8 тыс. кормовых единиц/га), рапсом (5,0 тыс. кормовых единиц/га) и редькой масличной (4,9 тыс. кормовых единиц/га) [16].

Так же в различных исследованиях доказано, что использование промежуточных посевов (поукосных и пожнивных) в рамках севооборота приводит к уменьшению популяции сорных растений. Метод эффективен и не требует гербицидов – полностью экологичное решение [17]. Их эффект базируется на прямой конкуренции и аллелопатии. Полностью подавить сорняки почвопокровные не могут, однако уже в течение одного сезона наблюдается сокращение их численности на 50...90 % [10, 19, 20]. Так в Нечерноземной зоне России в год посева козлятника восточного под покровом ячменя засоренность посевов снизилась на 65...70 % от контроля, а под покровом вико-овсяной смеси – на 53...62 % [21].

Почвопокровные культуры оказывают положительное влияние на разнообразие и активность микроорганизмов в почве [22, 23]. В таком симбиозе улучшаются условия для жизнедеятельности микробов, увеличивается их численность, активность и разнообразие, и в итоге повышается плодородие почв и устойчивость экосистем. Так в некоторых исследованиях наблюдается увеличение численности микроорганизмов на 27 %, их активности – на 22 %, а увеличение разнообразия микробного сообщества – на 2,5 % по сравнению с контрольными участками [24].

В условиях Ростовской области при технологии прямого посева на черноземных почвах уже через месяц после посева покровных культур наблюдали повышение ферментативной активности: инвертазы (в среднем на 16 %) и уреазы (на 34 %). Активность почвенных микроорганизмов, фиксируемая по уровню выделения углекислого газа («дыханию» почвы), возросла на 42 % в сравнении с контрольными показателями [25]. За счёт выделения экссудатов корнями растений отмечено увеличение объёма поступающего в почву углерода в составе органических соединений [8]. При введении сидеральных культур в паровых полях и промежуточных посевах, а также научно обоснованная организация севооборота способствует созданию благоприятных агрофизических характеристик почвы, необходимых для полноценного роста и развития растений [26].

Применение промежуточных культур в сельскохозяйственном производстве Краснодарского края (как сидератов и кормовых культур) способствует оптимизации почвенных характеристик. В частности, отмечается рост содержания водопрочных агрегатов до 73...80 % (против 63...68 % без промежуточных посевов) и повышение коэффициента структурности пахотного слоя. Запашка сидератов даёт приток

180 кг/га биологически связанного азота, а пожнивные и корневые остатки обогащают почву ещё на 125 кг/га азота [27].

Широкие исследования по данному направлению развернуты в Ульяновском аграрном университете [28]. Почвопокровные культуры оказывали комплексное и почти всегда благотворное воздействие на почвенные характеристики. Наблюдали повышение общей пористости почвы на 3...13 % при сохранении оптимальных показателей плотности и запасов продуктивной влаги. Среди промежуточных культур наилучшие результаты в условиях региона показали: редька масличная, рожь в сочетании с озимым рапсом, овёс и многокомпонентные смеси – они обеспечили эффективное подавление сорняков за счёт преобладания биомассы культурных растений. Промежуточные культуры проявляют высокую отзывчивость на минеральное питание. Наибольший эффект при возделывании промежуточных культур получен на окультуренных почвах при содержании гумуса 1,74 %, слабокислой реакции среды ($pH_{\text{сол}}$ 4,59). На фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ продуктивность звеньев увеличивалась на 22,8...44,9 % от контроля [29].

В год посева многолетних трав внесение минеральных удобрений (в дозировке $N_{30}P_{30}K_{30}$) способствует активизации побегообразования у козлятника восточного при его выращивании под покровом кукурузы, предназначенной для заготовки зелёной массы [30].

Ключевым критерием пригодности культур для промежуточных посевов выступает их потребность в тепловом обеспечении (сумма активных температур), влагообеспеченности и уровне освещённости, необходимых для формирования урожая.

В последнее десятилетие в России зафиксированы значимые изменения агроклиматических условий, в том числе Средневолжского региона. Неполное использование биоклиматического потенциала регионов средней полосы России обусловлено процессами аридизации и перераспределением осадков в сторону осенне-зимнего периода [31]. На протяжении периода с третьей декады июля до конца октября – середины ноября поля свободны от сельскохозяйственных культур (ввиду завершения уборки и до начала нового вегетационного цикла), что приводит к неэффективному использованию поступающей фотосинтетически активной радиации. Так, в условиях Ульяновской области за указанный период количество поступающей энергии на поверхность земли составляет 108,2...119,1 МДж/см², по нашим расчетам с учетом альбедо при поглощении 2,0% энергии возможно формирование не менее 2,0...3,0 т/га сухой наземной биомассы. Установлено, что продолжительность развития промежуточных культур, в частности теплолюбивых, в осенний период ограничивается переходом среднесуточной температуры воздуха отметки ниже 5 °С [32]. Согласно среднемноголетним данным, первые

заморозки на почве в условиях Среднего Поволжья обычно фиксируются в середине сентября [33].

Сложившаяся ситуация требует разработки специализированных агротехнических решений, направленных на оптимизацию сроков и методов посева промежуточных культур. Реализация данных подходов обеспечит рост относительной продуктивности (RYM) и показателя отношения земельных эквивалентов (LER). Для аргументированного подбора кормовых растений, предназначенных для промежуточных посевов, необходимо осуществить комплексную оценку агроклиматических характеристик региона [32].

Одним из ключевых агрономических факторов выступает обоснованный подбор предшественника для промежуточных культур с учётом рациональной длительности его использования на сельскохозяйственных угодьях. В исследованиях Артемьева А.А. [34] установлено, что в условиях лесостепи Поволжья (Республика Мордовия) озимая рожь признана наиболее приемлемым предшественником для возделывания промежуточных культур. Оптимальный срок использования озимой ржи на кормовые цели - период с середины фазы выхода в трубку до завершения процесса колошения. Промежуточные культуры располагают достаточным временным и тепловым ресурсом для вегетации: период длится 111...133 дня, сумма активных температур составляет 1676,5...2181,2 °С. На этом этапе в зелёной массе фиксируется наиболее благоприятное соотношение кормовых единиц (1,160...1,174) и содержания сырого протеина (12,2...13,9 %). В отличие от этого, после уборки на зерно период сокращается до 57 дней, а сумма активных температур – до 675,5 °С.

Поукосные посевы в регионе целесообразно формировать с использованием сельскохозяйственных культур из семейства крестоцветных ввиду их высокой продуктивности (яровой рапс, редька масличная, горчица). Также возможны вико-овсяные смеси, суданская трава и ее смеси с бобовыми.

В результате активного использования чернозёмных почв в Среднем Поволжье наблюдается уменьшение запасов гумуса, деградация структуры грунта и снижение его плодородных качеств. Чистые пары позволяют накопить влагу в почве, но при этом вызывают усиленную минерализацию органики (её «сгорание») без последующего восполнения. Учёные стремятся не просто обеспечить почве период отдыха, но и повысить её качественные показатели. Решением может стать использование промежуточных культур - сидератов-растений, выращиваемых специально для удобрения почвы. Однако эффективность таких культур зависит от региональных особенностей и типа почв. Например, на выщелоченных чернозёмах лесостепи оптимальными для сидерального пара считаются озимые культуры: вика мохнатая, рыжик озимый, сурепица озимая и гулявник Лезеля [35]. Озимые лучше используют осенне-зимние запасы влаги и рано весной трогаются в рост, позволяя

эффективнее распределить трудовые ресурсы и технику. Урожай зелёной массы в среднем составил 22,0 т/га. По количеству вносимого сухого органического вещества запашка указанной массы сопоставима с применением 35,2 т/га полуперепревшего навоза – это обеспечивает поступление 7,99 т/га сухого органического вещества в почву. Применение сидератов и последующая заделка их биомассы в почву приводят к повышению урожайности культуры, возделываемой на этом участке в первый год, - прирост составляет от 7,0 до 17,9 %.

Согласно предыдущим исследованиям [36], промежуточные культуры в почвенно-климатических условиях Ульяновской области способны накапливать более 2,5 т/га биомассы растений и корневой системы за период с июля по сентябрь. При этом с учётом текущей структуры посевных площадей такие культуры можно разместить примерно на 600 тыс. га. Это позволит сформировать до 1,5 млн. т биомассы и обеспечить ежегодное накопление в почве до 354 тыс. т углерода. Таким образом, выращивание промежуточных культур становится значимым инструментом депонирования углекислого газа - особенно в условиях масштабных выбросов парниковых газов.

Прямой посев и использование промежуточных культур – ключевые элементы ресурсосберегающего (регенеративного) земледелия. В Пензенской области проведены масштабные исследования по этому направлению [37]. В рамках работы сравнивали прямой посев с промежуточными сидератами (горчица белая + редька масличная) и традиционную технологию безотвального рыхления. В первый год традиционная технология давала более стабильную урожайность корнеплодов, тогда как прямой посев снижал её из-за плотности почвы, нехватки влаги и сорняков. Со второго года ситуация изменилась: урожайность при прямом посеве с сидерацией стала выше на 4,5 т/га, а сахаристость корнеплодов – на 1 % относительно традиционной обработки.

Агрономическая эффективность возделывания промежуточных культур детерминирована комплексом взаимосвязанных факторов. Ведущее значение имеют метеорологические условия вегетационного периода и биологические характеристики основной возделываемой культуры. Не менее важны и целевые параметры: выбор между сидерацией, фитосанитарным эффектом или кормовым использованием, сроки посева (озимые либо яровые) и тип севооборота – всё это в совокупности формирует потенциал возделывания таких культур.

Разнообразие видов промежуточных культур способствует реализации принципов плодосмены. При использовании их в качестве сидератов [16] фитосанитарные функции усиливаются: ранняя заделка растительной массы с высоким содержанием сахаров, крахмала и белков обеспечивает быструю минерализацию. Это повышает плодородие и улучшает

пищевой режим почвы, а также ускоряет разложение послеуборочных остатков предыдущих культур [15].

Заключение

Факторы, влияющие на продуктивность промежуточных посевов, зависят от климатических условий, типа почвы и целей производителей, поэтому необходимо адаптировать возделывание промежуточных культур к местным условиям и производственным системам. Несмотря на уже накопленный большой объем данных о смешанных посевах, их практическая ценность сегодня ограничена: сведения устарели либо хранятся в разрозненном виде. Из-за этого агрономы и сельхозпроизводители не могут опираться на них при принятии решений. Чтобы преодолеть этот барьер, крайне необходимо организовать масштабные эксперименты по смешанным посевам. Совместная работа исследователей и производителей на крупных участках позволит сформировать современную базу данных и получить ответы на актуальные вопросы агрономии.

Литература

1. Сычев В. Г. Факторы эффективности минеральных удобрений // Плодородие. 2025. № 3(144). С. 4-7. doi: 10.25680/S19948603.2025.144.01. EDN KPSLNB
2. Бузетти К.Д., Иванов М. В. Воздействие минеральных и органических удобрений на экосистему, качество сельскохозяйственной продукции и здоровье человека // Аграрная наука. 2020. №5. С. 80-84. doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-81-84
3. Экологические аспекты применения удобрений в современном земледелии / Ю. И. Гречишкина, А. Н. Есаулко, Л. С. Горбатко и др. // Вестник АПК Ставрополя. 2012. № 3(7). С. 112-115. EDN PCQTUR
4. Дридигер В. К. Методические подходы к изучению систем земледелия без обработки почвы // Земледелие. 2014. № 7. С. 24-26. EDN TABDTR
5. Беляева О. Н. Система no-till и ее влияние на доступность азота почв и удобрений: обобщение опыта // Земледелие. 2013. № 7. С. 16-18. EDN RHULPT
6. Переход от традиционного к биологическому земледелию в Республике Беларусь: методические рекомендации / К. И. Довбан, В. М. Яцухно, Г. А. Соколов и др. Минск. 2015. 89 с.
7. Промежуточные культуры в органическом земледелии / Л. И. Ялович, Е. А. Ялович, Д. В. Власова и др. // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3(48). С. 81-87. EDN ZGLLSV
8. Козлова Л. М., Денисова А. В. Промежуточные культуры в полевых севооборотах Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. № 5(42). С. 33-37. EDN SMINUX
9. Лошаков В. Г. Значение промежуточных культур в зональных системах земледелия. М.: ТСХА, 1986. 15 с.
10. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: ВНИИА, 2012. 512с.
11. Об утверждении Стратегии развития производства органической продукции в РФ до 2030 г.: Распоряжение Правительства РФ № 1788-р от 4 июля 2023 г. [Электронный ресурс]. URL: 8tJynEn7pLVLfddqL6p3BhArPtCQW9Aw.pdf (дата обращения 29.04.2026)
12. Томашова О. Л., Ильин А. В., Веселова Л. С. Строение почвы под покровными культурами при технологии прямого посева в предгорной-степной зоне Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2019. №20 (182). С. 31-37.
13. Лопаткина Е. Д. Выращивание промежуточных культур как способ борьбы с засоренностью полей // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 3(28). С. 9-11. EDN OLZYZT
14. Цветков М. Л., Лысенко Л. М. Элементы биологизации в земледелии Алтайского края: монография. Барнаул. 2019. 195 с.
15. О значении промежуточных посевов в обогащении почв Российской Федерации органическим веществом. М.: ВНИИТЭИагропром, 1986. 53 с.
16. Лопаткина Е. Д., Эсенкулова О. В. Промежуточные культуры как способ увеличения продуктивности пашни // Аграрный вестник Урала. 2012. № 8(100). С. 10-12. EDN PXILNT
17. Лопаткина Е. Д., Ленточкин А. М. Выращивание промежуточных культур как способ улучшения обеспеченности кормами и борьбы с засоренностью полей // Аграрный вестник Урала. 2012. № 1(93). С. 10-12. EDN PAKIID
18. Надежкин С. Н., Валитов А. В. Промежуточные посевы кормовых культур в зеленом конвейере // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 5. С. 47-48.
19. Роль рисовых севооборотов в борьбе с сорняками / В. А. Масливец, А. Ч. Уджуху, Е. Е. Челнокова и др. // КубГАУ. 2012. №02 (76). С. 1163-1170.
20. Система ведения сельского хозяйства Свердловской области: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет. А. В. Абрамчук, В. А. Арнт, Г. В. Астратова и др., 2000, 491 с. ISBN 5-87203-118-1. EDN VHQLLX
21. Трузина Л. А. Практическое руководство по созданию и возделыванию посевов козлятника восточного длительного пользования в Нечерноземной зоне России. Москва: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2024, 28 с. ISBN 978-5-93098-140-7. doi: 10.33814/rukovodstvo_2024_28. EDN LHGWBB
22. Халилов Ш.А. Промежуточные посевы на орошаемых землях. М: Росагропромиздат, 1988, 127 с.
23. Ермакова Л. И. Влияние промежуточных сидератов на биологическую активность почвы и оптимизацию минерального питания культур звена полевого севооборота // Владимирский земледелец. 2020. № 3(93). С. 52-55. doi: 10.24411/2225-2584-2020-10133. EDN OMQDND
24. Медведева Анна Эффект покровных культур и 13 параметров почвенного микробиома //

Агропромышленный портал АГРОХХИ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/zrast/yeffect-pokrovnyh-kultur-i-13-parametrov-pochvennogo-mikrobioma.html> (дата обращения 21.04.2026)

25 Оценка влияния покровных культур на биологическую активность черноземов при использовании технологии прямого посева / А. И. Федоренко, Г. В. Мокриков, К. Ш. Казеев и др. // *Земледелие*. 2023. №1. С. 23-27.

26. Кафтан Ю. В., Зенкова Н. А. Агрофизические свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в севооборотах // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019. №3. С. 27-30.

27. Масливец В. А., Герасименко В. Н., Макаренко С. А. Промежуточные посевы - фактор биологизированного рисоводства // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2014. № 103. С. 1245-1253. EDN TFPVNV

28. Севообороты для технологии прямого посева в условиях лесостепной зоны среднего Поволжья. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина / А. Л. Тойгильдин, О. Л. Кибалюк, И. А. Тойгильдина и др., 2023, 192 с. ISBN 978-5-605-10710-1. EDN SKIL

29. Мухамадьяров Ф. Ф., Сиротенко О. Д. Изменение климата. Перспективы северного растениеводства // *Агротехнологические и экологические аспекты развития растениеводства на Евро-Северо-Востоке Российской Федерации: Материалы научной сессии и школы молодых ученых по эколого-генетическим основам северного растениеводства*. Киров: НИИХ Северо-Востока, 2008. С. 6-17.

30. Трузина Л. А., Кильянова Т. В., Сафина Н. В. Влияние фона минеральных удобрений на побегообразование козлятника восточного // *Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве: Материалы Международной научно – практической конференции посвященной 80 – летию со дня рождения ученого – агрохимика, заслуженного деятеля науки России, заслуженного работника высшей школы России, заслуженного деятеля науки и техники Северной Осетии, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Созырко Хасанбековича Дзанагова (Владикавказ, 07 февраля 2017 года)*. 2017. С. 146-149.

31 Шарипова Р. Б., Петров М. В. Влияние современных изменений климатических ресурсов на продуктивность зерновых культур, длительность вегетационного и безморозного периодов // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки*. 2024. Т. 3, № 2(10). С. 51-58. doi: 10.37313/2782-6562-2024-3-2-51-58

32. Оценка агроклиматических условий и предшествующей культуры для возделывания промежуточных культур в лесостепи Поволжья / А. А.

Артемиев, А. М. Гурьянов, М. П. Капитанов и др. // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2019. № 3. С. 9-12. doi: 10.24411/2587-6740-2019-13036. EDN BRGGQA

33. Шарипова Р. Б., Кузина Е. В. Оценка развития озимой пшеницы в погодных условиях 2016-2019 гг. в лесостепи Среднего Поволжья // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2025. № 1(69). С. 42-50. doi: 10.18286/1816-4501-2025-1-42-50

34. Возделывание ярового рапса в поукосных посевах / А. А. Артемиев, А. М. Гурьянов, М. П. Капитанов и др. // *Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции*. Екатеринбург, 2014. С.176-178

35. Зеленин И. Н. Озимые культуры для сидеральных паров на черноземах выщелоченных лесостепной зоны Среднего Поволжья // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 5. С. 7-10. EDN SDXLIV

36. Тойгильдин А. Л., Никифорова С. А. Потенциал почвозащитного и ресурсосберегающего (углеродсберегающего) земледелия в среднем Поволжье // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2025. № 3(405). С. 274-277. doi: 10.55186/25876740_2025_68_3_274. EDN CYAKOY

37. Эффективность систем обработки почвы в технологии возделывания сахарной свеклы в условиях Среднего Поволжья / А. Е. Колесов, С. В. Богомазов, О. А. Ткачук О. А. и др. // *Нива Поволжья*. 2022. № 3(63). С. 1010. doi: 10.36461/NP.2022.63.3.019. EDN QGMIJC

References

1. Sychev V. G. Efficiency factors of mineral fertilizers // *Fertility*. 2025. No. 3(144). pp. 4-7. doi: 10.25680/S19948603.2025.144.01. EDN KPSLNB

2. Buzetti K.D., Ivanov M. V. The impact of mineral and organic fertilizers on the ecosystem, the quality of agricultural products and human health // *Agrarian Science*. 2020. No. 5. pp. 80-84. doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-81-84

3. Ecological aspects of the use of fertilizers in modern agriculture / Yu. I. Grechishkina, A. N. Esaulko, L. S. Gorbato et al. // *Bulletin of the Agroindustrial Complex of Stavropol*. 2012. No. 3(7). P. 112-115. EDN PCQTUR

4. Dridiger V. K. Methodological approaches to the study of farming systems without tillage. *Agriculture*. 2014. No. 7. P. 24-26. EDN TABDTR

5. Belyaeva O. N. The no-till system and its effect on the availability of soil nitrogen and fertilizers: a generalization of experience. *Agriculture*. 2013. No. 7. P. 16-18. EDN RHULPT

6. The transition from traditional to biological agriculture in the Republic of Belarus: methodological recommendations / K. I. Dovban, V. M. Yatsukhno, G. A. Sokolov, et al.. Minsk. 2015. 89 p.

7. Intermediate crops in organic farming /L. I. Yalovik, E. A. Yalovik, D. V. Vlasova, et al. // *Proceedings*

of the Velikiye Luki State Agricultural Academy. 2024. № 3(48). P. 81-87. EDN ZGLLSV

8. Kozlova L. M., Denisova A.V. Intermediate crops in field crop rotations of the Kirov region // Agrarian science of the Euro-North-East. 2014. No. 5(42). P. 33-37. EDN SMIRUX

9. Loshakov V. G. The importance of intermediate crops in zonal farming systems. Moscow: TLCA, 1986. 15 p.

10. Loshakov V.G. Crop rotation and soil fertility. Moscow: VNIIA, 2012. 512 p.

11. On approval of the Strategy for the development of organic production in the Russian Federation until 2030: Decree of the Government of the Russian Federation No. 1788-r dated July 4, 2023 [Electronic Resource]. URL: 8tJynEn7pLVldqL6p3BhArPtCQW9Aw.pdf (accessed 04/29/2026)

12. Tomashova O. L., Ilyin A.V., Veselova L. S. The structure of the soil under cover crops using direct seeding technology in the foothill-steppe zone of Crimea // Izvestiya agronomii nauki Tavrida. 2019. No. 20 (182). P. 31-37.

13. Lopatkina E. D. Cultivation of intermediate crops as a way to combat field contamination // Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy. 2011. No. 3(28). P. 9-11. EDN OLZYZT

14. Tsvetkov M. L., Lysenko L. M. Elements of biologization in agriculture of the Altai Territory: monograph. Barnaul, 2019. 195 p.

15. On the importance of intermediate crops in enriching the soils of the Russian Federation with organic matter. Moscow: VNIITelagroprom, 1986. 53 p.

16. Lopatkina E. D. Esenkulova O. V. Intermediate crops as a way to increase the productivity of arable land // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 8(100). P. 10-12. EDN PXILNT

17. Lopatkina E. D., Lenentkin A.M. Cultivation of intermediate crops as a way to improve the availability of feed and combat field contamination // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 1(93). P. 10-12. EDN PAKIID

18. Reliable S. N., Valitov A.V. Intermediate crops of forage crops in the green conveyor // Achievements of science and technology of the agroindustrial complex. 2009. No. 5. P. 47-48.

19. The role of rice crop rotations in weed control / V. A. Maslivets, A. Ch. Udzhukhu, E. E. Chelnokova, et al. // KubGAU. 2012. No. 02 (76). P. 1163-1170.

20. Agricultural management system of the Sverdlovsk region: Ministry of Agriculture and Food of the Sverdlovsk region. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University. A.V. Abramchuk, V. A. Arnt, G. V. Astratova. et al. 2000. 491 p. ISBN 5-87203-118-1. EDN VHQLLX

21. Truzina L. A. A practical guide to the creation and cultivation of long-term eastern goat crops in the Non-Chernozem zone of Russia. Moscow: FGBOU DPO RAKO APK, 2024, 28 p. ISBN 978-5-93 98-140-7. doi: 10.33814/rukovodstvo_2024_28. EDN LHGWBB

22. Khalilov S. A. Intermediate crops on irrigated lands. Moscow: Rosagropromizdat, 1988, 127 p.

23. Ermakova L. I. The influence of intermediate siderates on the biological activity of the soil and the optimization of mineral nutrition of crops in the field crop rotation // Vladimirsky husbandman. 2020. No. 3(93). P. 52-55. doi: 10.24411/2225-2584-2020-10133. EDN OMQDND

24. Anna Medvedeva The effect of cover crops and 13 parameters of the soil microbiome // Agroindustrial partal AGROXI [Electronic resource]. URL: <https://www.agroxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/yeffekt-pokrovnyh-kultur-i-13-parametrov-pochvennogo-mikrobioma.html> (accessed 04/21/2026)

Assessment of the impact of cover crops on the biological activity of chernozems using direct seeding technology / A. I. Fedorenko, G. V. Mokrikov, K. Sh. Kazeev, et al. // Agriculture. 2023. No. 1. P. 23-27.

26. Kaftan Yu. V., Zenkova N. A. Agrophysical properties of soil and crop yields in crop rotations // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 3. P. 27-30.

27. Maslivets V. A., Gerasimenko V. N., Makarenko S. A. Intermediate crops - a factor of biologized rice farming // Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2014. No. 103. P. 1245-1253. EDN TFPVNV

28. Crop rotations for direct sowing technology in the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin / A. L. Toigildin, O. L. Kibalyuk, I. A. Toigildina, et al., 2023. 192 p. ISBN 978-5-605-10710-1. EDN SKIL

29. Mukhamadyarov F. F., Sirotenko O. D. Climate change. Prospects of northern crop production // Agro-technological and ecological aspects of crop production development in the Euro-North-East of the Russian Federation: Materials of a scientific session and a school of young scientists on the ecological and genetic foundations of northern crop production. Kirov: Research Institute of the North-East, 2008. P. 6-17.

30. Truzina L. A., Kilyanova T. V., Safina N. V. The influence of the background of mineral fertilizers on the shoot formation of the eastern goatgrass // Actual issues of the use of fertilizers in agriculture: Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of the scientist – agrochemist, Honored Scientist of Russia, Honored worker of higher education of Russia, Honored Worker of Science and Technology of North Ossetia, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Sozyrko Khasanbekovich Dzanagov (Vladikavkaz, February 07, 2017). 2017. P. 146-149.

31. Sharipova R. B., Petrov M. V. The influence of modern changes in climatic resources on the productivity of grain crops, the duration of vegetation and frost-free periods // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Agricultural sciences. 2024. Vol. 3. No. 2(10). P. 51-58. doi: 10.37313/2782-6562-2024-3-2-51-58

32. Artemyev A. A., Guryanov A.M., Kapitanov M. P. Assessment of agro-climatic conditions and previous crops for cultivation of intermediate crops in the forest-steppe of the Volga region, et al. // International Agricultural Journal. 2019. No. 3. P. 9-12. doi: 10.24411/2587-6740-2019-13036. EDN BRGGQA

33. Sharipova R. B., Kuzina E. V. Assessment of winter wheat development in 2016-2019 weather conditions in the forest-steppe of the Middle Volga region // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2025. No. 1(69). P. 42-50. doi: 10.18286/1816-4501-2025-1-42-50

34. Cultivation of spring rapeseed in fallow crops / A. A. Artemyev, A.M. Guryanov, M. P. Kapitanov, et al. // Ecological and biological problems of the use of natural resources in agriculture: proceedings of the International

scientific and practical Conference. Yekaterinburg, 2014. P. 176-178

35. Zelenin I. N. Winter crops for sideral vapors on leached chernozems of the forest-steppe zone of the Middle Volga region // Achievements of science and technology of the Agroindustrial complex. 2014. No. 5. P. 7-10. EDN SDXLIV

36. Toigildin A. L., Nikiforova S. A. The potential of soil protection and resource-saving (carbon-saving) agriculture in the Middle Volga region // International Agricultural Journal. 2025. No. 3(405). P. 274-277. doi: 10.55186/25876740_2025_68_3_274. EDN CYAKOY

37. Efficiency of tillage systems in the technology of sugar beet cultivation in the Middle Volga region / A. E. Kolesov, S. V. Bogomazov, O. A. Tkachuk [and others] // Field of the Volga region. 2022. No. 3(63). P. 1010. doi: 10.36461/NP.2022.63.3.019. EDN QGMIJC