

РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Дудкин И. В.

*Курский государственный аграрный университет,
Курск, Россия, dudkini1@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разработки технологий выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих экономию материальных и энергетических ресурсов. Обращается внимание на возможность частичной замены топлива из ископаемого сырья биотопливом. К числу главных путей ресурсосбережения относятся минимализация обработки почвы, совмещение технологических операций и применение комбинированных агрегатов, рациональное использование в соответствии с экономическими критериями удобрений и средств защиты растений.

Ключевые слова: ресурсосбережение, энергосбережение, технологии возделывания, обработка почвы, комбинированные агрегаты, рациональное использование удобрений и пестицидов.

Abstract. The article discusses the development of technologies for growing crops that ensure savings in material and energy resources. Attention is drawn to the possibility of partially replacing fossil fuels with biofuels. The main ways to save resources include minimizing soil tillage, combining technological operations and using combined units, and rational use of fertilizers and plant protection products in accordance with economic criteria.

Key words: resource saving, energy saving, cultivation technologies, tillage, combined units, rational use of fertilizers and pesticides.

Одним из путей совершенствования агротехнологий является снижение ресурсо- и энергоемкости производства сельскохозяйственной продукции, экономное расходование топливно-энергетических ресурсов. Речь идет как о мобильной, так и о стационарной энергетике растениеводства. Требуется создание энергоэкономных машинных технологий и технических средств. Перспективным направлением также является использование местных, возобновляемых энергоресурсов, биомассы и отходов сельхозпроизводства. Возможна частичная замена топлива, получаемого из ископаемого сырья биотопливом.

Современное состояние сельского хозяйства вызывает необходимость разработки альтернативных существующим ресурсосберегающих малозатратных технологий производства зерна и кормов, основанных на глубоком знании биологических процессов в земледелии, закономерностей организации растительных сообществ, развития сорных и культурных растений, вредных и полезных организмов [1].

Основной целью внедрения ресурсосберегающих технологий должны быть не высокие уровни урожайности сельскохозяйственных культур, а высокая рентабельность производства [2].

Одним из необходимых условий эффективного использования имеющихся ресурсов является варьирование типами технологий возделывания сельскохозяйственных культур (технологиями разного уровня интенсивности). При их выборе следует учитывать действие многих факторов и все сложившиеся к моменту принятия решений условия и обстоятельства [2; 3].

Академик РАН Жученко А. А. в своей работе [4] обращает внимание на такой фактор как адаптивность агротехнологий. Он подчеркивает, что даже избыток техногенных средств (удобрений, пестицидов, техники) и государственных дотаций не могут компенсировать неадаптивность в землепользовании, приводящую к катастрофическим масштабам эрозии почвы, неоправданным затратам ресурсов, энергии и труда.

По мнению исследователей из Алтайского края [5], без тщательного учета местных условий и выявления лимитирующих факторов урожая недопустимо применение тех или иных факторов интенсификации производства. Наука и практика показывают, что зачастую попытки интенсифицировать агротехнологии приводят к росту себестоимости продукции при росте урожайности.

Факторами, ведущими к ресурсо- и энергосбережению при формировании агротехнологий являются: создание устойчивых и экологичных агроэкосистем, противоэрозионная организация территории, адаптивность агротехнологий, максимальный учет условий выращивания сельскохозяйственной продукции (климатических, метеорологических, ландшафтных, почвенных, хозяйственных), оптимальный уровень минимализации обработки почвы, совмещение операций и применение комбинированных агрегатов, использование удобрений и средств защиты растений в соответствии с экономическими критериями, научно обоснованные структура посевов и система севооборотов, применение гибких агротехнологий в соответствии с меняющимися условиями, по возможности заменяя более затратные приемы менее затратными, стремление к ресурсо-и энергосберегающему эффекту при применении всей технологии возделывания культуры, а не отдельных технологических операций.

Следует обратить внимание еще на один важный аспект. В растениеводстве плодородие почвы тоже является ресурсом, может быть, самым главным. Поэтому, когда идет речь о ресурсосберегающих технологиях, следует учитывать потребность поддержания на необходимом уровне и воспроизводства плодородия почвы.

Указывается [6], что в Центрально-Черноземной зоне Российской Федерации для возделывания по ресурсосберегающим технологиям наиболее пригодны – озимая и яровая пшеница, озимая рожь, яровой ячмень, овес, просо, гречиха, люпин, соя; в Нечерноземной зоне – озимые рожь и пшеница, овес, яровой ячмень, гречиха; в Поволжье и Южном Урале – яровые и озимая пше-

ница и ячмень, овес, соя; на Северном Кавказе – яровые и озимые пшеница и ячмень; в Западной и Восточной Сибири – озимые рожь и пшеница, яровые пшеница и ячмень.

Ставя вопрос о ресурсосбережении, прежде всего, обращают внимание на обработку почвы. Переходя от затратной отвальной системы обработки к плоскорезной и, особенно, поверхностной и нулевой, значительно экономят средства и энергию.

По сделанным оценкам [7], энергетические затраты на проведение отвальной обработки под озимые составляют 1813 МДж/га, а поверхностной обработки дисковой бороной в два следа с последующим боронованием – только 673 МДж/га.

В Центрально-Черноземной зоне получила распространение дифференцированная (комбинированная) система основной обработки почвы, в которой обработка почвы в севообороте различается по годам в зависимости от возделываемой культуры. Согласно данным исследований, выполненных в НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева [8], энергетическая эффективность комбинированной основной обработки почвы в севообороте была на уровне вспашки на 20–22 см. Коэффициент энергетической эффективности при плоскорезной системе обработки (3,48) был значительно ниже, чем при комбинированной обработке (3,64) и отвальной на 20–22 см (3,63).

Поверхностные и мелкие обработки почвы в Центрально-Черноземной зоне могут применяться наиболее эффективно под следующие культуры: под озимую пшеницу и рожь, ячмень, овес, однолетние травы, кукурузу на силос, частично гречиху и подсолнечник [7].

В Челябинском НИИСХ [9] изучали различные системы обработки почвы в трех севооборотах (зернопаровом, зернотравяном и зернопаротравяном). Было установлено, что наибольший энергетический коэффициент для каждого севооборота получен при комбинированной обработке.

В проведенных нами в 80–90-х годах прошлого века исследованиях за две ротации севооборота [10] в зернопропашном севообороте с чередованием культур: однолетние травы – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень – яровая пшеница самый высокий чистый энергетический доход был получен при дифференцированной обработке почвы. На 246 МДж ниже был этот показатель при мелкой безотвальной обработке, на 529 МДж/га – при нулевой и на 829 МДж – при отвальной обработке.

Варианты с дифференцированной обработкой почвы имели преимущество перед другими системами обработки и по накоплению энергии в надземной фитомассе, а также по энергоемкости основной продукции.

Амплитуда изменений энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в зернопропашном севообороте в зависимости от систем основной обработки почвы была небольшой. В варианте без основной обработки почвы, где меньше всего было затрачено антропогенной не возобновляемой энергии, энергетическая эффективность была самой высокой.

Немного уступали ему варианты с мелкой безотвальной и дифференцированной обработкой. Еще ниже этот показатель был при вспашке.

Обобщение результатов исследований показало, что общим условием эффективного применения минимальных обработок в Центрально-Черноземном регионе является их краткосрочное использование в границах дифференцированной системы основной обработки почвы под культуры севооборота [11].

Положительные примеры использования ресурсосберегающих обработок отмечены также во многих регионах. В опытах Ивановской ГСХА [12] по ресурсосберегающим системам обработки почвы (плоскорезной и мелкой) производственные затраты снизились на 0,6 и 0,9 тыс. руб./га или на 3,8 и 5,7 % по сравнению с отвальной. Наиболее высокий чистый доход (35,3 тыс. руб./га) получен по плоскорезной системе обработки почвы или на 6,6 % больше, чем по отвальной.

Результаты исследований, проведенных в Саратовском ГАУ [13] показали, что при возделывании яровой пшеницы урожайность при вспашке была на 12–33 % выше, чем при энергосберегающих обработках. Однако уровень рентабельности при минимальной обработке почвы по сравнению со вспашкой возрастал на 31 %.

В Тамбовской области на черноземе типичном в зернопаровом севообороте с короткой ротацией (черный пар – озимая пшеница – соя – ячмень) изучались различные обработки почвы парового поля. Благодаря сокращению затрат при проведении поверхностных и безотвальных обработок почвы, чистый доход был выше, чем по вспашке [14].

Исследования, проведенные в Нижегородской области в звене севооборота ячмень – викоовсяная смесь показали [15], что коэффициент энергетической эффективности (отношение полученной валовой энергии с 1 га к общим энергозатратам) был наибольшим (4,2–4,8) в варианте с осенним рыхлением чизельным культиватором, несколько ниже – в системах с осенним дискованием тяжелой бороной (3,9–4,7). В технологиях с осенней вспашкой зяби увеличение энергозатрат на обработку почвы на 30–37 % заметно снизило коэффициент энергетической эффективности (3,5–4,5).

Вопрос применения энергосберегающих обработок тесно связан с вопросом разработки и использования современной техники, позволяющей экономить ресурсы, в частности топливо, и энергию. Экономии ресурсов и энергии способствует совмещение технологических операций, использование комбинированных агрегатов.

В Среднем Поволжье [16] изучены адаптивные энерго- и почвосберегающие технологии возделывания ячменя. Результаты показали, что применение почвовлагосберегающих инновационных технологий с использованием комбинированных почвообрабатывающих агрегатов на основе минимализации и создания водоемкого гребнекулисного микрорельефа обеспечивает важные агротехнологические и экономические преимущества по сравнению с традиционно сложившимися технологиями, что определяет высокую перспективу их освоения на черноземных почвах.

Исследования показывают [17], что применение комбинированных машин и агрегатов позволяет существенно снизить интенсивность разрушения структуры почвы, на 20–30 % уменьшить конструктивную массу машин, в 1,5–3 раза повысить их производительность и в 1,3–1,4 раза снизить затраты труда на единицу получаемой продукции.

В ресурсосберегающих технологиях системы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков должны быть интегрированными (комплексные) с приоритетом нехимических мер. Средства химической защиты растений следует использовать рационально, в соответствии с разработанными регламентами и только тогда, когда другие меры оказались неэффективны.

В борьбе с сорняками особое значение комплексность приобретает при высокой засоренности полей и при наличии в посевах многолетних трудноискоренимых сорных растений [18].

Возможно построение специальных противосорняковых севооборотов, в которых будут культуры и звенья севооборотов с высокой сороподавляющей способностью. Перспективным в отношении борьбы с сорняками является использование поликомпонентных посевов, в которых меньше незанятых экологических ниш и, следовательно, меньше возможностей для распространения сорняков, что позволяет сократить объемы применения химических препаратов [19].

В опытах в Курской области установлено [20], что при поверхностно-гребневой технологии возделывания кукурузы (при нарезке гребней одновременно с посевом) дозу почвенных гербицидов следует уменьшить вдвое, так как в зоне гребня достигается их концентрация, соответствующая гектарной норме за счет смещения верхнего слоя почвы с гербицидом с междурядного пространства в гребень. На полях со слабой засоренностью можно возделывать культуру по этой технологии без гербицидов. Таким образом, эта технология позволяет экономить материальные и энергетические ресурсы.

Важными направлениями рационального использования химического метода в защите растений и экономии ресурсов являются совершенствование конструкций машин для внесения гербицидов, в первую очередь для снижения потерь и нецелевого использования препарата, очаговые, ленточные и краевые обработки, малообъемное и ультрамалообъемное опрыскивание, что предотвращает распространение устойчивых видов и форм сорных растений [21].

Следует иметь в виду, что при применении одних и тех же гербицидов в течение ряда лет их эффективность снижается. Поэтому необходим гербицидооборот, который позволит избежать появления устойчивых форм сорных растений [22].

Было разработано новое направление ресурсосбережения в защите растений [23; 24]. Устойчивость посевов озимой пшеницы к болезням возрастала при так называемой мозаике сортов – конструировании полигенных посевов. При использовании этого метода без применения химической защиты гетерогенные посевы за годы испытаний обеспечивали получение дополнительно в среднем по 4,2 ц с гектара ежегодно.

Ресурсосбережение достигается при комплексном применении средств химизации. Результаты исследования показали [25], что при комплексном применении органических и минеральных удобрений, известковании кислых почв, использовании пестицидов и ретардантов возросла продуктивность севооборота, повысилась плодородие почв, положительно изменялись их кислотнo-основные свойства, увеличилось содержание гумуса и подвижных форм фосфора и калия, а также качество продукции растениеводства. При этом была обеспечена ее безопасность, и положительно решались экологические вопросы сельскохозяйственного производства.

Учеными Курской области была разработана технология локального внесения гранулированных органо-минеральных удобрений, решающая проблему внесения органических удобрений при почвозащитной обработке почвы [26]. Эта технология по сравнению с разбросным внесением навоза в сочетании с НРК заметно снижала затраты труда, повышала чистый доход и окупаемость внесенных удобрений.

В Республике Беларусь принята ресурсосберегающая система применения удобрений, основанная на принципах расчета доз минеральных удобрений балансовым методом с использованием коэффициентов возмещения выноса элементов питания с планируемой урожайностью сельскохозяйственных культур [27].

Важнейшим направлением совершенствования современных систем земледелия является их биологизация. Богомазов С. В. и Ильченко П. А. [28] в своей работе отмечают, что биологизация земледелия ведет к экономии ресурсов и энергии в растениеводстве.

Рациональному использованию химических удобрительных средств способствует более широкое применение воспроизводимых ресурсов, таких, например, как побочная продукция и сидераты. Эти приемы биологизации земледелия наряду с севооборотами, использованием промежуточных посевов, расширением посевов многолетних бобовых трав являются основными элементами биологизированных систем земледелия.

В Центральном Черноземье сидераты выращивают преимущественно в паровом поле. Сидеральный пар является разновидностью занятого пара.

Использование сидеральных культур на удобрение способствует получению высоких урожаев возделываемых растений, улучшению экономических показателей, в том числе рентабельности выращивания сельскохозяйственных культур [29–30].

При выращивании растений на сидерат повышается плодородие, улучшается гумусовое состояние почвы, положительно изменяются агрохимические, агрофизические и биологические свойств почвы, снижается токсичность почвы, улучшается фитосанитарное состояние посевов. Кроме того, сидеральные культуры являются хорошим предшественником для культур севооборота [31–34].

Положительно влияет на плодородие почвы и использование в качестве органического удобрения соломы зерновых культур. В полевых экспериментах Воронежского ГАУ [35] на черноземе, выщелоченном внесение в почву соломы озимой пшеницы и ячменя благоприятно влияло на содержание гумуса в почве.

Новым направлением в развитии и совершенствовании ресурсосберегающих технологий является более широкое использование экономико-математических методов, моделирования, автоматическое (цифровое) управление технологическими процессами [36; 37]. Практическим примером применения информационных технологий в растениеводстве является точное земледелие.

Сообщается [38], что разработана технология дифференцированного внесения жидких минеральных удобрений и пестицидов. Она основывается на использовании машин с системой автоматизированного позиционирования. Обработка проводится в соответствии с электронной картой. Апробирование в хозяйствах Московской области показало, что данная технология обеспечивала сокращение расхода гербицидов на 20–60 % и азота на 12,5 кг/га, что дало экономию средств в размере 138–650 руб./га.

По мнению Артамонова В. А. [39], широкое применение ресурсосберегающих агротехнологий, основанных на использовании электронных баз данных и других современных средств информационного обеспечения, сдерживается из-за их высокой стоимости, необходимости наличия в хозяйствах специалистов по компьютерным технологиям, трудностей обработки большого объема специализированной информации, связанной с картографированием сельхозугодий и применением геоинформационных систем.

В статье Толочек Н. Н. [40] делается оценка, согласно которой внедрение ресурсосберегающих технологий позволит повысить эффективность работы зерновой отрасли за счет уменьшения производственных затрат и снижение себестоимости продукции на 30 %; рост урожайности составит 18 %, уровень рентабельности повысится на 24 %.

При формировании ресурсосберегающих технологий необходимо соблюдать требования экологической безопасности. Недопустимым является применение ресурсосберегающих и обеспечивающих высокую рентабельность технологий, если они интенсифицируют деградиционные процессы почвы и ухудшают ее плодородие или же приводят к загрязнению почвы, иных сред и продукции ксенобиотиками.

Более широкое применение в растениеводстве России ресурсо- и энергосберегающих технологий, стратегия на ресурсосбережение в агропромышленном комплексе страны будут способствовать укреплению экономического положения хозяйств, увеличению рентабельности производства, повышению конкурентоспособности предприятий аграрной отрасли, обеспечению продовольственной безопасности Российской Федерации.

Список использованных источников:

1. Наумкина, Л. А. Ресурсосберегающие технологии для ЦЧЗ / Л. А. Наумкина, А. М. Хлопяников, Г. В. Хлопяникова // Земледелие. – 2004. – № 3. – С. 28.
2. Пыхтин, И. Г. Ресурсосбережение в современных агротехнологиях / И. Г. Пыхтин, А. В. Гостев // Адаптивно-ландшафтные системы земледелия.

лия – основа оптимизации агроландшафтов / Сборник докладов Всероссийской науч.-практич. конф. с междунар. участием (14–16 сентября 2016 г.). – Курск, 2016. – С. 240–244.

3. Концепция формирования гибких агротехнологий в ландшафтном земледелии / А. Н. Каштанов [и др.] – Курск, 1998. – 44 с.

4. Жученко, А. А. Биологизация, экологизация, энергосбережение, экономика современных систем земледелия / А. А. Жученко // Вестник АПК Ставрополья. – 2015. – Спецвыпуск № 2. – С. 9–13.

5. Яшутин, Н. В. Системное земледелие: Методология, научно-практические основы, опыт / Н. В. Яшутин, В. И. Бивалькевич, Н. Д. Иост – Барнаул : ОАО «Алтайский полиграфический комбинат», 1996. – 392 с.

6. Энергосберегающие агротехнологии и техника для северного земледелия и животноводства: материалы международной научной конференции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fanc-sv.ru/news/mezhdunarodnaya-nauchnaya-konferencsiya-energoberegayushhie-agrotehnologii-tehnika.html>. – Дата доступа: 23.09.2023.

7. Почвозащитные технологии и современные малозатратные технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур: Рекомендации / А. Н. Каштанов [и др.] – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 28 с.

8. Гармашов, В. М. Принципы и методы оптимизации основной обработки почвы и воспроизводства плодородия чернозема обыкновенного в зернопропашных севооборотах ЦЧР: Автореф. дис. д-ра с.-х. наук (06.01.01 – общее земледелие, растениеводство). – Рамонь, 2018. – 42 с.

9. Тараторина, Г. Ф. Эффективность севооборотов при различных системах обработки почвы / Г. Ф. Тараторина // Земледелие. – 2002. – № 1. – С. 23.

10. Дудкин, И. В. Энергетический анализ выращивания полевых культур при разных системах основной обработки почвы / И. В. Дудкин, Т. А. Дудкина // Управление производственным процессом в агротехнологиях 21 века: реальность и перспективы / Материалы Междунар. науч.-практич. конф., посвященной 35-летию образования Белгородского НИИСХ (15–16 июля 2010 г.). – Белгород, 2010. – С. 81–82.

11. Малоэнергоёмкие технологии возделывания яровых зерновых культур // А. В. Михилев [и др.] – Курск, 2002. – 20 с.

12. Борин, А. А. Эффективность применения в севообороте ресурсосберегающих систем обработки почвы / А. А. Борин, А. Э. Лощинина, А. В. Казидубов // Материалы пула науч.-практич. конф. / Материалы III Национальной науч.-практич. конф. с международным участием. – Керчь, 2022. – С. 20–23.

13. Денисов, Е. П. Эффективность энергосберегающих обработок почвы / Е. П. Денисов, А. П. Солодовников, Р. К. Биктеев // Нива Поволжья. – 2011. – № 3(20). – С. 21–25.

14. Скорочкин, Ю. П. Ресурсосбережение при возделывании озимой пшеницы / Ю. П. Скорочкин, В. А. Воронцова, Е. В. Дудова // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия / сб. докладов междунар. науч.-практич.

конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В. В. Докучаева». – Курск, 2020. – С. 349–352.

15. Матвеев, В. В. Энергосберегающая обработка почвы / В. В. Матвеев, А. М. Головнов, С. Н. Северьянов // Земледелие. – 2003. – № 2. – С. 18.

16. Кузина, Е. В. Адаптивные энерго- и почвосберегающие технологии возделывания ячменя / Е. В. Кузина // Актуальные проблемы земледелия и защиты почв от эрозии // сб. докладов Междунар. науч.-практич. конф. и Школы молодых ученых, посвященных Году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы (13–15 сентября 2017 года). – Курск, 2017. – С. 190–194.

17. Кряжков, В. М. Энергосберегающие технологии в земледелии / В. М. Кряжков, А. Н. Спиринов, О. А. Сизов. – М., Информагротех, 1998. – 36 с.

18. Адаптивно-ландшафтная система земледелия СПК «Русь» Советского района Курской области / Г. Н. Черкасов [и др.] – Курск, 2012. – 92 с.

19. Дудкин, И. В. Герботологические аспекты методологии построения севооборотов / И. В. Дудкин, Т. А. Дудкина // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы // Материалы V Междунар. науч.-практич. конф. – Майкоп, 2018. – С. 49–52.

20. Гребневые технологии возделывания кукурузы на зерно (Рекомендации) / М. М. Ломакин [и др.] – Москва, 1991. – 40 с.

21. Дудкин, И. В. Проблема борьбы с сорными растениями и экологическая безопасность / И. В. Дудкин // Экологическая безопасность и здоровье людей в 21 веке / матер. 6 Всероссийской науч.-практич. конф. (г. Белгород, 10–12 октября 2000 г.). – Белгород, 2000. – С. 97.

22. Адаптивно-ландшафтная система земледелия КФХ «Рассвет» Коньшевского района Курской области / Г. Н. Черкасов [и др.] – Курск, 2011. – 85 с.

23. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы / А. А. Романенко [и др.] – Краснодар, 2005. – 221 с.

24. Санин, С. С. Защита пшеницы от болезней в современных интенсивных технологиях ее возделывания в Центральном регионе России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 34–40.

25. Комплексное применение средств химизации в ресурсосберегающих агротехнологиях интенсивного земледелия / А. М. Алиев [и др.] // Агрохимия. – 2011. – № 11. – С. 39–51.

26. Локальное применение гранулированных органических и органоминеральных удобрений / Н. И. Картамышев [и др.] – Курск : Изд-во Курской гос. с.-х. акад., 2004. – 186 с.

27. Лапа, В. В. Ресурсосберегающая система удобрения сельскохозяйственных культур в комплексе мероприятий по регулированию плодородия почв // Почвы – стратегический ресурс России / В. В. Лапа // Тезисы докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв (Сыктывкар, 2020–2022 гг.). – Москва – Сыктывкар : ИБ ФИЦ Коми НЦ Уро РАН, 2021. – Ч. 3. – С. 392–394.

28. Богомазов, С. С. Эффективность элементов биологизации звена севооборота и систем основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / С. С. Богомазов, П. А. Ильченко // Энергосберегающие технологии в ландшафтном земледелии / Сб. статей Всероссийской науч.-практич. конф., посв. 65-летию кафедры «Общее земледелие и землеустройство» и Дню российской науки. – Пенза : РИО ПГСХА, 2016. – С.13–19.

29. Коржов, С. И. Сидераты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов / С. И. Коржов, В. В. Верзилин, Н. Н. Королев; под ред. С. И. Коржова. – Воронеж : ФГОУ ВО Воронежский ГАУ, 2011. – 98 с.

30. Вислобокова, Л. Н. Рациональное использование земли – основа формирования экологически сбалансированных агроландшафтов / Л. Н. Вислобокова, Ю. П. Скорочкин, В. А. Воронцов // Состояние почв Центрального Черноземья России и проблемы воспроизводства их плодородия / Сб. науч. докладов Всероссийской науч.-практич. конф. (Каменная Степь, 23–24 июня 2015 г.). – Воронеж, 2015. – С. 30–37.

31. Акинчин, А. В. Экономическая эффективность использования сидератов при возделывании сельскохозяйственных культур / А. В. Акинчин, С. А. Линков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 3 (15). – С. 86–94.

32. Полевщиков, С. И. Сидеральный пар и плодородие почвы / С. И. Полевщиков, В. Е. Беляев // Высшая школа и проблемы научного обеспечения агропромышленного комплекса: сб. материалов научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и сотрудников МГСХА, посвященной 275-летию Российской академии наук. – М., 1998. – С. 5–7.

33. Сидеральный пар в лесостепи Центрального Черноземья / В. М. Дудкин [и др.] // Земледелие. – 1998. – № 4. – С. 20–21.

34. Дудкина, Т. А. Биологическая активность и токсичность почвы под озимой пшеницей в зависимости от севооборота и удобрений / Т. А. Дудкина, И. В. Дудкин // Черноземы Центральной России: генезис, география, эволюция / Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения П. Г. Адерикина (25–28 мая 2004 г.). – Воронеж, 2004. – С. 348–351.

35. Коржов, С. И. Влияние полевых культур и приемов биологизации на сохранение почвенного плодородия / С. И. Коржов, Т. А. Трофимова, Г. В. Котов // Плодородие. – 2017. – № 6. – С. 25–28.

36. Войтюк, В. А. Развитие экспортной деятельности в АПК / В. А. Войтюк, О. В. Слиньков, О. В. Кондратьева // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития / Тезисы докладов Всероссийской науч.-практич. конф. – Благовещенск, 2020. – С. 169.

37. Власенко, А. Н. Выбор, адаптация и оценка ресурсосберегающих агротехнологий возделывания зерновых культур как сложных систем / А. Н. Власенко, Г. Л. Утенков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 7 (201). – С. 56–60.

38. Марченко, Л. А. Перспективы экологически безопасного и ресурсосберегающего применения удобрений и пестицидов / Л. А. Марченко, Т. В. Мочкова // Экология и сельскохозяйственная техника. – Санкт-Петербург. – 2009. – Т. 2. – С. 44–50.

39. Артамонов, В. А. Информационно-инновационные услуги по переходу предприятий АПК на ресурсосберегающие агротехнологии / В. А. Артамонов // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2009. – № 8. – С. 53–55.

40. Толочек, Н. Н. Эффективность энергосберегающих технологий в земледелии / Н. Н. Толочек // Энергосберегающие технологии в ландшафтном земледелии / Сб. статей Всероссийской науч.-практич. конф., посв. 65-летию кафедры «Общее земледелие и землеустройство» и Дню российской науки. – Пенза : РИОПГСХА, 2016. – С. 275–278.