

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ NO-TILL В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Евгений Степанович Савченко¹, член-корреспондент РАН

Сергей Викторович Лукин^{2,3}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID: 0000-0003-0986-9995

Михаил Викторович Сергеев⁴

¹Совет Федерации, г. Москва, Россия

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

³Центр агрохимической службы «Белгородский», г. Белгород, Россия

⁴ООО «Мясные Фермы – Искра», с. Яблоново, Корочанский р-н, Белгородская обл., Россия

E-mail: serg.lukin2010@yandex.ru

Аннотация. Исследования проводили в лесостепной зоне Белгородской области на территории Корочанского района. Почвенный покров – черноземы типичные и выщелоченные. Цель работы – анализ основных итогов внедрения системы земледелия No-till на примере ООО «Мясные Фермы – Искра». В 2018–2022 годах в структуре посевных площадей преобладали озимая пшеница (24,5%) и подсолнечник (23,2%). Доля бобовых культур составляла 32,5%, в том числе сои – 20,0%. Органические удобрения в хозяйстве не использовали, средняя доза внесения минеральных – 66 кг д.в./га, что на 42,4% ниже, чем в среднем по Белгородской области. При системе No-till урожайность подсолнечника, сои, кукурузы на зерно и озимой пшеницы – 2,21, 1,65, 6,35 и 4,43 т/га соответственно (на 23,5, 20,7, 11,2, 10,9% ниже, чем в среднем по Белгородской области). Содержание органического вещества в пахотном слое почв увеличилось на 0,14%, подвижных форм фосфора и калия снизилось на 12 и 28 мг/кг соответственно, доля кислых почв сократилась на 8,7%. Количество подвижных форм серы и микроэлементов существенно не изменилось. Рентабельность растениеводства при использовании системы No-till – 82,3%, в 1,29 раза выше, чем в среднем по Белгородской области.

Ключевые слова: биологический азот, известкование, пестициды, прямой посев, рентабельность, система земледелия, удобрения, урожайность

EXPERIENCE IN IMPLEMENTATION OF NO-TILL FARMING SYSTEM IN THE BELGOROD REGION

E.S. Savchenko¹, Corresponding member of the RAS

S.V. Lukin^{2,3}, Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor

M.V. Sergeev⁴

¹Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation, Moscow, Russia

²Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

³Belgorod Center for Agrochemical Service, Belgorod, Russia

⁴LLC “Iskra – Meat Farms”, vill. Yablonovo, Korochan district, Belgorod region, Russia

E-mail: serg.lukin2010@yandex.ru

Abstract. The research was conducted in a forest-steppe zone of the municipality of “Korochan district” (Belgorod region). Typical and leached chernozem constituted the two types of soils, that were studied. The goal was to evaluate the main results of introduction of the No-till farming system, following the example of LLC “Meat Farms – Iskra”. It was found out that on average, throughout the years of 2018–2022, winter wheat was the most regular (24.5%), alongside sunflower (23.2%). Legumes prevalence was at 32.5% with soy (20.0%). Organic fertilizer wasn't used in the process; however, the average dose of mineral fertilizers was 66 kg of the substance/ha, which is 42.4% lower than the average for Belgorod region. The usage of the system No-till yield the sunflower, soy and corn-beans, as well as winter wheat plantings corresponded to 2.21, 1.65, 6.35 and 4.43 t/ha, which is lower by 23.5, 20.7, 11.2, 10.9% when compared with the average throughout Belgorod region. The quantity of organic substances in the arable layer of the soil underwent an increase of 0,14%, the quantity of mobile forms of phosphorus and potassium went down by 12 and 28 mg/kg accordingly, the dose of acidic soils decreased by 8,7%. The amount of mobile forms of sulfur and microelements didn't particularly change. The profitability of crop production using the No-till system was 82.3%, which is 1.29 times higher than the average of the Belgorod region.

Keywords: biological nitrogen, liming, pesticide, direct seeding, profitability, farming system, fertilizer, yield

В последние годы активно внедряется минимизация почвообработки (периодическое применение прямого посева, переход на нулевую обработку). В нашей стране такой способ пока не получил научного обеспечения. [7]

В конце XIX века И.Е. Овсинский разработал и реализовал на практике технологию по выращиванию сельскохозяйственных культур без глубокой

вспашки. [10] В США и Канаде интерес к минимальным обработкам возник после пыльных бурь 1931–1935 годов, вызвавших развитие ветровой эрозии. Важным этапом в изучении и пропаганде этого направления стали работы Т.С. Мальцева, А.И. Бараева, Э. Фолкнера.

В середине 90-х годов прошлого века в Южной Америке из-за резкого повышения цен на энерго-

носители началось масштабное освоение системы нулевой обработки почвы. No-till (не вспахивать) – система земледелия, при которой почву в течение длительного времени не обрабатывают, ее поверхность укрывают мульчей, а посев проводят специальными сеялками. Переход от традиционных систем земледелия к No-till меняет структуру севооборотов, технологии внесения удобрений и защиты растений, требует использования специальной техники, в первую очередь, сеялок прямого сева. Сторонники системы считают, что главная цель ее внедрения – необходимость запустить естественные процессы восстановления плодородия почвы.

No-till успешно применяют на площади более 100 млн га в Канаде, США, Бразилии, Аргентине и других странах с развитым аграрным сектором. В России она пока не распространена, но интерес ученых и практиков к ней растет. Система пригодна не для всех почв и при ее освоении стоит жестко соблюдать технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Для успешного применения No-till нужно дифференцировать в зависимости от почвенно-климатических условий региона. Чаще всего ее внедряют в засушливых районах с малым количеством осадков (менее 300...400 мм/г).

В Белгородской области чаще проводят плоскорезные и минимальные обработки. В последнее время популярна технология прямого посева, особенно в звене севооборота соя – озимая пшеница. В 2016–2020 годах хозяйства приобрели 75 сеялок прямого сева, что составляет более трети объема закупок. В 2020 году прямой посев использовали на площади 335 тыс. га (23,5% общей посевной площади). Некоторые хозяйства полностью перешли на No-till.

Цель работы – проанализировать основные итоги внедрения системы земледелия No-till в лесостепной зоне Белгородской области на примере ООО «Мясные Фермы – Искра».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Предприятие ООО «Мясные Фермы – Искра» находится в лесостепной зоне Корочанского района Белгородской области. Землепользование на 2022 год – 10,6 тыс. га сельскохозяйственных угодий (9,5 тыс. га – пашни, 1,1 тыс. га – пастбища). Поверхность территории изрезана овражно-балочной сетью, коэффициент горизонтального расчленения – около 1,0...1,2 км/км². На склонах крутизной до 3° – 73,7% пашни, 3...5° – 20,3, более 5° – 6,0%. В почвенном покрове преобладают черноземы типичные (54%), из которых эродированы 12,8% и черноземы выщелоченные (33,1%), доля эродированных – 8,9%. В хозяйстве применяют пастбищное содержание мясных пород КРС (2260 гол.) на площади 1133 га. Систему земледелия No-till внедряют с 2009 года.

Гидротермические условия в лесостепной зоне (2018–2022 годы) были благоприятными для развития сельскохозяйственных культур. Среднегодовое количество осадков изменялось в пределах 441,1...762,0 мм (среднее – 554 мм), что практически совпадает со среднегодовым значением (555 мм). Количество выпавших осадков за апрель–

сентябрь в 2018–2019 годах – 223,1...276,7 мм (среднегодовое – 309 мм) (табл. 1). Среднегодовая температура воздуха соответствовала климатической норме (7,7°C) только в 2018 году, в остальные была на 0,7...1,9°C выше (табл. 2). [14]

В работе использованы опубликованные материалы Белгородстата о посевных площадях, валовых сборах, урожайности сельскохозяйственных культур и применении удобрений за 2018–2022 годы на территории Белгородской области, а также данные сплошного агрохимического обследования, выполненного ФГБУ «ЦАС «Белгородский».

Результаты обрабатывали автоматически с помощью программного комплекса ГИС «Агроэколог Онлайн». [15, 16] Содержание подвижных форм фосфора и калия в почвах определяли по методу Чирикова, остальные показатели плодородия почв – по общепринятым в агрохимической службе методикам. [13]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвы хозяйства подходят для внедрения No-till, так как равновесная плотность черноземов типичных и выщелоченных в слое 10...20 см в их естественном состоянии (участок «Ямская степь» заповедника «Белогорье») находится на уровне 1,1 г/см³, что считается одним из необходимых условий для системы.

Структура посевных площадей сильно изменялась по годам исследований, что связано как с конъюнктурой аграрного рынка, так и поиском наиболее подходящих культур для возделывания в системе No-till (табл. 3). Например, в 2018 и 2019 годах выращивали белый люпин, но из-за отсутствия эффективной системы защиты в даль-

Таблица 1.
Динамика суммы осадков (метеостанция Новый Оскол), мм

| Год | Апрель | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Сумма за год |
|----------|--------|------|------|-------|--------|----------|--------------|
| 2018 | 33,5 | 44,4 | 6,4 | 149,0 | 2,7 | 30,1 | 574,0 |
| 2019 | 13,6 | 31,2 | 24,6 | 64,7 | 10,8 | 89,0 | 441,1 |
| 2020 | 8,8 | 78,0 | 35,4 | 74,9 | 24,2 | 1,8 | 467,4 |
| 2021 | 56,1 | 68,3 | 68,9 | 33,7 | 25,1 | 24,6 | 526,6 |
| 2022 | 47,7 | 59,3 | 76,7 | 101,1 | 44,7 | 100,6 | 762,0 |
| *Среднее | 39 | 48 | 67 | 64 | 44 | 47 | 555 |

Примечание. * – среднегодовые данные за 1990–2020 годы. То же в табл. 2.

Таблица 2.
Динамика средней температуры воздуха (метеостанция Новый Оскол), °C

| Год | Апрель | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Средняя за год |
|----------|--------|------|------|------|--------|----------|----------------|
| 2018 | 9,5 | 17,7 | 19,3 | 21,8 | 20,6 | 16,8 | 7,7 |
| 2019 | 9,7 | 17,2 | 22,4 | 19,4 | 19,5 | 14,5 | 9,2 |
| 2020 | 7,7 | 13,2 | 22,1 | 22,1 | 19,8 | 16,8 | 9,6 |
| 2021 | 8,2 | 15,7 | 20,6 | 23,4 | 23,2 | 12,5 | 8,4 |
| 2022 | 11,2 | 12,5 | 20,2 | 20,8 | 23,3 | 12,2 | 8,5 |
| *Среднее | 8,9 | 15,4 | 19,3 | 21,2 | 19,9 | 14,0 | 7,7 |

нейшем его не использовали. С 2021 года большие площади занимает рентабельная и перспективная для области культура – лен масличный (урожайность в 2021 году – 1,3 т/га).

В среднем за 2018–2022 годы основные посевные площади были заняты под озимой пшеницей (24,5%) и подсолнечником (23,2%). Доля бобовых культур в структуре посевных площадей по годам изменялась от 16,5 до 43, 5% (среднее – 32,5%), в том числе сои – 20,0%. Накопление симбиотически связанного азота по годам варьировало от 11,1 до 35,9 кг/га (среднее – 20,2 кг/га). Наибольший вклад в увеличение его содержания вносила соя – 69,3%. После уборки озимой пшеницы и тритикале в качестве сидератов высевали смесь бобовых и злаковых культур.

Отсутствие механической обработки почвы при No-till существенно изменяет технологию химической мелиорации и внесения минеральных удобрений. Первую целесообразнее проводить при подготовке полей. В этот же период с помощью фосфорных и калийных удобрений можно сформировать высокий уровень обеспеченности почвы подвижными формами этих элементов. Если такой возможности нет, то химическую мелиорацию, в частности известкование, необходимо осуществлять невысокими объемами (не более ¼ полной дозы, рассчитанной по величине гидролитической кислотности). Такую технологию использовали в ООО «Мясные Фермы – Искра». В качестве мелиоранта брали мел – 1...2 т/га. Известкование привело к снижению доли кислых почв на 8,7% и средневзвешенной величины гидролитической кислотности на 0,2 ммоль/100 г (табл. 4).

В среднем за 2018–2022 годы в Белгородской области внесли 9,5 т/га органических и 114,5 кг/га минеральных удобрений. Доли азота, фосфора и калия – 65,3, 16,5 и 18,2% соответственно. В ООО «Мясные Фермы – Искра» использовали только минеральные удобрения в дозе 66 кг/га, в том числе: азот – 46 кг/га, фосфор и калий – по 10 кг/га посевной площади. По системе No-till фосфорные и калийные удобрения вносят в рядки при посеве, но такой способ не обеспечивает высокого урожая и поддержания плодородия почв.

В почвах содержание подвижного фосфора снизилось на 12, калия – 28 мг/кг. Если установленный средний уровень насыщения почв подвижным калием (130 мг/кг) по агрохимическим нормативам считается высоким, то содержание подвижного фосфора (53 мг/кг) приблизилось к уровню низкой обеспеченности (21...50 мг/кг). Основная причина уменьшения содержания подвижных форм калия и фосфора в почвах – их малое поступление с удобрениями. Кроме того, подвижность фосфатов в почвах существенно снижается при их известковании. В целинных черноземах типичных и выщелоченных фоновое содержание подвижных форм фосфора составляет 24...28, калия – 101...105 мг/кг, что меньше, чем в изучаемых почвах.

Для увеличения содержания подвижного фосфора на 10 мг/кг, необходимо 70...100 кг/га P₂O₅. Рекомендуются дополнительный проход сеялки, оборудованной приспособлением для внесения

Таблица 3.
Структура посевных площадей
в ООО «Мясные Фермы – Искра» по годам

| Культура | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2018–2022 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Озимая пшеница | 29,6 | 20,4 | 40,7 | 16,2 | 15,5 | 24,5 |
| Озимая тритикале | 4,4 | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,4 |
| Яровая тритикале | 1,6 | 0,0 | 0,1 | 6,9 | 0,0 | 1,7 |
| Яровой ячмень | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 2,9 | 0,7 |
| Подсолнечник | 24,7 | 27,0 | 18,0 | 21,6 | 24,7 | 23,2 |
| Лен масличный | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,1 | 28,9 | 9,0 |
| Просо | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,04 |
| Кукуруза на зерно | 0,0 | 1,2 | 1,3 | 1,0 | 1,8 | 1,06 |
| Кукуруза на силос | 2,3 | 2,0 | 1,8 | 2,1 | 5,7 | 2,8 |
| Сидеральный пар | 3,3 | 5,5 | 0,0 | 3,7 | 3,0 | 3,1 |
| Бобовые | | | | | | |
| Вика | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 0,0 | 0,5 |
| Соя | 12,9 | 37,4 | 22,3 | 16,1 | 11,3 | 20,0 |
| Люпин белый | 6,7 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,42 |
| Чечевица | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,1 |
| Многолетние травы посева прошлых лет | 8,3 | 5,5 | 15,4 | 13,1 | 4,7 | 9,4 |
| Многолетние травы посева текущего года | 5,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,04 |
| Однолетние травы на зеленый корм | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,04 |
| Всего бобовых | 34,1 | 43,5 | 37,7 | 30,6 | 16,5 | 32,5 |

Таблица 4.
Динамика агрохимических показателей
в слое почв 0...25 см по годам

| Показатель | 2018 | 2022 | Отклонение, 2022/2018 | |
|---|------|-------|-----------------------|-------|
| Доля кислых почв, % площади | 32,8 | 24,1 | -8,7 | |
| Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г | 2,99 | 2,79 | -0,2 | |
| pH _{кд} | 5,74 | 5,82 | 0,08 | |
| Содержание органического вещества, % | 5,54 | 5,68 | 0,14 | |
| P ₂ O ₅ | 65 | 53 | -12 | |
| K ₂ O | 158 | 130 | -28 | |
| S | 2,30 | 2,20 | -0,1 | |
| Средневзвешенное содержание подвижных форм, мг/кг | Zn | 0,40 | 0,40 | 0 |
| | Mn | 12,7 | 11,7 | -1,0 |
| | Cu | 0,114 | 0,120 | 0,006 |
| | Co | 0,072 | 0,074 | 0,002 |
| | Mo | - | 0,12 | - |

удобрений, или использование ликвилайзера (инжектор жидких минеральных удобрений). [8] Поверхностное внесение удобрений, содержащих фосфор и калий, считается неэффективным.

Многие исследователи отмечают, что система No-till способствует повышению содержания в почве органического вещества из-за большого количества растительных остатков и снижения минерализации гумуса. Например, в условиях Ростовской области на черноземах южных установлено такое увеличение на 0,12...0,75% при многолетнем применении No-till, по сравнению с традиционной технологией, на черноземах обыкновенных – 0,72%. [6, 9] В наших исследованиях на черноземах типичных

и выщелоченных содержание органического вещества увеличилось за четыре года в среднем на 0,14%.

Количество в почвах подвижных форм серы и микроэлементов за период наблюдения значительно не изменилось. По данным обследования, в 2022 году средневзвешенное содержание в почвах подвижных форм серы (2,20 мг/кг), цинка (0,40), меди (0,12) и кобальта (0,074) соответствует низкому уровню обеспеченности, марганца (11,7) и молибдена (0,12 мг/кг) – среднему. Данная закономерность характерна для пахотных почв Белгородской области.

Есть работы, свидетельствующие о более низкой урожайности сельскохозяйственных культур при использовании системы No-till, по сравнению с традиционными. Но много зависит от почвенно-климатических условий, особенностей культур и корректности проведения опытов. Например, на черноземах обыкновенных Ставропольского края наибольшая урожайность озимой пшеницы была с No-till, выщелоченных – при вспашке. [1] В приазовской зоне Ростовской области на черноземах обыкновенных урожайность яровой пшеницы и подсолнечника была выше на 29,3 и 41,4% соответственно при No-till, по сравнению с традиционной системой, озимой пшеницы – ниже. [3–5] На черноземах обыкновенных ЗАО имени С.М. Кирова Песчанокского района Ростовской области с применением системы No-till урожайность сельскохозяйственных культур была значительно выше, чем при традиционной технологии возделывания. [9]

В производственных условиях сложно сравнивать влияние различных систем земледелия на урожайность сельскохозяйственных культур. В ООО «Мясные Фермы – Искра» средняя урожайность озимой пшеницы, сои, подсолнечника, кукурузы на зерно и силос за изучаемые годы была ниже, чем в среднем по Белгородской области, на 10,9, 20,7, 23,5, 11,2, 9,2% соответственно, сена многолетних трав – на 15% выше (табл. 5). Основная причина этого в более высоком уровне использования минеральных и органических удобрений. Преимущество системы No-till, связанные с большим накоплением влаги, по сравнению с традиционными системами земледелия в лесостепной зоне, в меньшей степени сказываются на величине урожайности, чем в более засушливой степной.

Таблица 5.
Средняя урожайность основных сельскохозяйственных культур за 2018–2022 годы, т/га

| Культура | ООО «Мясные Фермы – Искра» | Белгородская область | Отклонение | |
|---------------------------|----------------------------|----------------------|------------|-------|
| | | | т/га | % |
| Озимая пшеница | 4,43 | 4,97 | -0,54 | -10,9 |
| *Кукуруза на зерно | 6,35 | 7,15 | -0,80 | -11,2 |
| Соя | 1,65 | 2,08 | -0,43 | -20,7 |
| Подсолнечник | 2,21 | 2,89 | -0,68 | -23,5 |
| Кукуруза на силос | 22,6 | 24,9 | -2,3 | -9,2 |
| Многолетние травы на сено | 3,29 | 2,86 | 0,43 | 15,0 |

Примечание. * – среднее за 2019–2022 годы (в 2018 году в ООО «Мясные Фермы – Искра» кукурузу на зерно не возделывали).

Одна из основных агроэкологических проблем в Белгородской области – водная эрозия почв. По данным второго тура почвенного обследования, доля фактически эродированных пахотных почв в области – 47%. [7] Внедрение No-till позволяет эффективно защищать почвы от проявления эрозионных процессов. [2] Но в условиях сильно расчлененного рельефа в отдельные годы развивалась линейная эрозия. Поэтому для ее предотвращения потребовалось проектирование и строительство простейших гидротехнических сооружений.

Недостатки системы No-till – увеличение засоренности, накопление в верхних слоях почвы патогенов и вредителей. Эффективная защита сельскохозяйственных культур включает применение пестицидов. Выбор их типа, времени зависит от конкретных фитосанитарных условий. В 2022 году в ООО «Мясные Фермы – Искра» при возделывании сельскохозяйственных культур в основном использовали стандартную для интенсивных технологий систему защиты растений. Например, на подсолнечнике применяли гербициды Пантера (0,8 л/га) и Экспресс (0,035 кг/га) совместно с поверхностно активным веществом (ПАВ) ЭТД-90 (0,2 л/га), кукурузе – Аминка Фло (0,5 л/га) и Грэнери (0,025 кг/га). При системе No-till вносят гербициды сплошного действия на основе солей глифосата перед посевом и после уборки культуры. Средний годовой расход гербицида сплошного действия Факел в хозяйстве составил 4,4 л/га.

Часто в качестве недостатков No-till отмечают существенное уплотнение почвы, по сравнению с традиционными системами. [11] Однако это вопрос неоднозначный. Стратегия поддержания плотности почвы в пределах равновесной при No-till в ООО «Мясные Фермы – Искра» заключается в подборе научно обоснованных севооборотов, установке на тракторы и комбайны сдвоенных колес и шин низкого давления, использовании техники на гусеничном ходу, применении технологической колеи, выгрузке зерна при уборке в бункеры накопители и другое. При соблюдении этих условий система No-till не приводит к уплотнению почв. Например, к такому выводу пришли исследователи, изучая разные технологии обработки почв в Ростовской области. [12]

Таким образом, в ООО «Мясные Фермы – Искра» при использовании системы No-till урожайность подсолнечника, сои, кукурузы на зерно и озимой пшеницы составляла 2,21, 1,65, 6,35 и 4,43 т/га соответственно, что на 23,5, 20,7, 11,2, 10,9% ниже, чем в среднем по Белгородской области. Содержание органического вещества в пахотном слое почв увеличилось на 0,14%, подвижных форм фосфора и калия снизилось на 12 и 28 мг/кг соответственно, доля кислых почв – на 8,7%. Количество подвижных форм серы и микроэлементов не изменилось.

При системе No-till повышается рентабельность. В среднем за 2018–2022 годы средняя рентабельность растениеводства в Белгородской области была достаточно высокая – 63,6%, но с No-till – на 18,7% (в 1,29 раза) выше, при возделывании подсолнечника – 90,4, в ООО «Мясные Фермы – Искра» – 121,1%.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Матвеев А.Г. Влияние типа почвы и ее плотности на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Земледелие. 2017. № 2. С. 19–22.
- Дридигер В.К., Белобров В.П., Антонов С.А. и др. Защита почв от водной эрозии и дефляции в технологии No-till // Земледелие. 2020. № 6. С. 11–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10603.
- Зеленская Г.М., Акимочкин А.А. Эффективность выращивания озимой пшеницы в зависимости от различных технологий обработки почвы // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства: Мат. межд. науч.-практ. конф., пос. Персиановский, 7 февраля 2018 года. ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет», 2018. С. 147–150.
- Зеленская Г.М., Помазков Д.А., Поляков В.В. Влияние способов обработки почвы на продуктивность яровой пшеницы // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства: Мат. Межд. науч.-практ. конф., пос. Персиановский, 7 февраля 2018 года. ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет», 2018. С. 150–153.
- Зеленский Н.А., Шуркин А.Ю. Влияние различных технологий возделывания на урожайность подсолнечника в приазовской зоне Ростовской области // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства: Мат. Межд. науч.-практ. конф., пос. Персиановский, 7 февраля 2018 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», 2018. С. 153–156.
- Казеев К.Ш., Мокриков Г.В., Акименко Ю.В. и др. Влияние технологии No-till на экологическое состояние черноземов южных Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 1. С. 7–11. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10101.
- Киришин В.И., Лукин С.В., Соловиченко В.Д., Мельников В.И. Белгородская модель адаптивно-ландшафтного земледелия. Белгород: Константа, 2019. 272 с.
- Койнова А.Н. Технология No-till и ее техническое оснащение // Агрофорум. 2019. № 5. С. 24–29.
- Медведева А.М., Бирюкова О.А. Плодородие чернозема обыкновенного при внедрении системы No-till // Энтузиасты аграрной науки: Сб. статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры почвоведения Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина и 80-летию члена-корреспондента РАН Кудеярова Валерия Николаевича, Краснодар, 5–6 сентября 2019 года / Ответственный за выпуск А.Х. Шеуджен. Вып. 21. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. С. 51–53.
- Овсинский И.Е. Новая система земледелия. М.: Концептуал, 2023. 240 с.
- Осауленко С.Н., Полоус В.С. Влияние способов и приемов основной обработки на влажность, плотность сложения почвы и урожайность гороха посевного // Агропромышленные технологии Центральной России. 2021. № 2. С. 102–105.
- Рыков В.Б. и др. Изменение плотности почвы при различных технологиях обработки почв // Вестник АПК Ставрополя. 2016. 1 (21). С. 38–43.
- Сычев В.Г. и др. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 240 с.
- Электронный ресурс [https://meteoinfo.ru_\(дата обращения 24.09.2023\)](https://meteoinfo.ru_(дата_обращения_24.09.2023)).
- Malysheva E.S., Malyshev A.V., Kostin I.G. Complex Analysis of Data from Agrochemical and Soil-Erosion Monitoring Using Geoinformation Systems // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21.06.2021. Ussurijsk. P. 032070. doi.org/10.1088/1755-1315/937/3/032070.
- Malysheva E.S. Application of geoinformation systems for a complex analysis of data from agrochemical and soil-erosion monitoring of soils // Bio web of conferences: International Scientific and Practical Conference «Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture» (FSRAABA 2021), Tyumen, 19–20.06.2021. Tyumen: EDP Sciences, 2021. P. 03016. EDN: FCSJYG.

REFERENCES

- Dridiger V.K., Stukalov R.S., Matveev A.G. Vliyanie tipa pochvy i ee plotnosti na urozhajnost' ozimoy pshenicy, vozdel'yaemoy po tekhnologii No-till v zone neustojchivogo uvlazhneniya Stavropol'skogo kraja // Zemledelie. 2017. № 2. S. 19–22.
- Dridiger V.K., Belobrov V.P., Antonov S.A. i dr. Zashchita pochv ot vodnoj erozii i deflyacii v tekhnologii No-till // Zemledelie. 2020. № 6. S. 11–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10603.
- Zelenskaya G.M., Akimochkin A.A. Effektivnost' vyrashchivaniya ozimoy pshenicy v zavisimosti ot razlichnyh tekhnologij obrabotki pochvy // Resursosber-ezhenie i adaptivnost' v tekhnologiyah vozdel'vaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur i pererabotki produkcii rastenievodstva: Mat. mezhd. nauch.-prakt. konf., pos. Persianovskij, 7 fevralya 2018 goda. FGBOU VPO «Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet», 2018. S. 147–150.
- Zelenskaya G.M., Pomazkov D.A., Polyakov V.V. Vliyanie sposobov obrabotki pochvy na produktivnost' yarovoj pshenicy // Resursosber-zhenie i adaptivnost' v tekhnologiyah vozdel'vaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur i pererabotki produkcii rastenievodstva: Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf., pos. Persianovskij, 7 fevralya 2018 goda. FGBOU VPO «Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet», 2018. S. 150–153.
- Zelenskij N.A., Shurkin A.Yu. Vliyanie razlichnyh tekhnologij vozdel'vaniya na urozhajnost' podsolnechnika v priazovskoj zone Rostovskoj oblasti // Resursosber-zhenie i adaptivnost' v tekhnologiyah vozdel'vaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur i pererabotki produkcii rastenievodstva: Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf., pos. Persianovskij, 7 fevralya 2018 goda. – pos. Persianovskij: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet», 2018. S. 153–156.
- Kazeev K.Sh., Mokrikov G.V., Akimenko Yu.V. i dr. Vliyanie tekhnologii No-till na ekologicheskoe sostoyanie

- chernozemov yuznyh Rostovskoj oblasti // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34. № 1. S. 7–11. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10101.
7. Kiryushin V.I., Lukin S.V., Solovichenko V.D., Mel'nikov V.I. Belgorodskaya model' adaptivno-landshaftnogo zemledeliya. Belgorod: Konstanta, 2019. 272 s.
 8. Kojnova A.N. Tekhnologiya No-till i ee tekhnicheskoe osnashchenie // Agroforum. 2019. № 5. S. 24–29.
 9. Medvedeva A.M., Biryukova O.A. Plodorodie chernozema obyknovennogo pri vnedrenii sistemy No-till // Entuziasty agrarnoj nauki: Sb. statej po materialam Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu kafedry pochvovedeniya Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni I.T. Trubilina i 80-letiyu chlena-korrespondenta RAN Kudeyarova Valeriya Nikolaevicha, Krasnodar, 5–6 sentyabrya 2019 goda / Otvetstvennyj za vypusk A.H. Sheudzen. Vyp. 21. Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2019. S. 51–53.
 10. Ovsinskij I.E. Novaya sistema zemledeliya. M.: Konceptual, 2023. 240 s.
 11. Osaulenko S.N., Polous V.S. Vliyanie sposobov i priemov osnovnoj obrabotki na vlazhnost', plotnost' slozheniya pochvy i urozhajnost' goroha posevnogo // Agropro-myshlennye tekhnologii Central'noj Rossii. 2021. № 2. S. 102–105.
 12. Rykov V.B. i dr. Izmenenie plotnosti pochvy pri razlichnyh tekhnologiyah obrabotki pochv // Vestnik APK Stavropol'ya. 2016. 1 (21). S. 38–43.
 13. Sychev V.G. i dr. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel'sel'skohozyajstvennogo naznacheniya. M: FGNU «Rosinformagrotekh», 2003. 240 s.
 14. Elektronnyj resurs <https://meteoinfo.ru> (data obrashcheniya 24.09.2023).
 15. Malysheva E.S., Malyshev A.V., Kostin I.G. Complex Analysis of Data from Agrochemical and Soil-Erosion Monitoring Using Geoinformation Systems // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21.06.2021. Ussurijsk. P. 032070. doi.org/10.1088/1755-1315/937/3/032070.
 16. Malysheva E.S. Application of geoinformation systems for a complex analysis of data from agrochemical and soil-erosion monitoring of soils // Bio web of conferences: International Scientific and Practical Conference «Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture» (FSRAABA 2021), Tyumen, 19–20.06.2021. Tyumen: EDP Sciences, 2021. P. 03016. EDN: FCSJYG.

Поступила в редакцию 31.01.2024

Принята к публикации 14.02.2024