

ОТЗЫВ
ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию Белоуса Игоря Николаевича
«НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗО-ЛИСТЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ ЮГО-ЗАПАДА ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ»,
представленной на соискание учёной степени доктора
сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия

Актуальность темы исследования. Озимая рожь – одна из основных продовольственных зерновых культур России. В силу специфики биологических свойств и агроэкологических потребностей к условиям возделывания она относится к числу наиболее пластичных и наименее требовательных сельскохозяйственных культур. В процессе многовековой истории возделывания в условиях Нечернозёмной зоны России за ней закрепилось реноме безотказной кормилицы, определяющей жизнь и здоровье людей. Ведь биологическая ценность её зерна для человеческого организма существенно превосходит пшеницу. Несмотря на существенное сокращение посевных площадей в последнее 30-летие (с 8 до 0,9 млн. га), озимая рожь, по-прежнему сохраняет статус ведущей и незаменимой хлебной культуры, во многом определяющей продовольственную безопасность нашей страны.

К настоящему времени земледельческой наукой достаточно подробно изучены различные аспекты возделывания этой ценной культуры и накоплены весьма обширные научные и эмпирические знания. Созданы географически дифференцированные системы обработки, удобрения, защиты, сортовые технологии и многое другое. Однако современный этап развития товарного земледелия отличается беспрецедентными вызовами в форме глобальных климатических изменений, техногенных геохимических аномалий загрязнения почв, сокращения доступности удобрений и др. Это ставит перед нашей наукой новые крайне сложные задачи поиска наиболее эффективных и безопасных средств управления продукционным процессом важнейшей продовольственной культуры в условиях аномальных внешних воздействий. В число таковых в Брянской области, безусловно, входят негативные последствия загрязнения почвенного покрова продуктами деления урана, в частности, ^{137}Cs в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. В результате более 2 млн. га почв сельскохозяйственных угодий на Юго-Западе России оказались загрязнены. Содержание ^{137}Cs в верхнем горизонте почв повысилось в среднем в 60-100 раз, в отдельных районах – до 500 раз, а максимальная плотность загрязнения достигла 1480 кБк/м^2 . Особенную остроту проблеме в регионе придают два фактора: относительно высокая плотность сельского населения и распространённость малобуферных песчаных дерново-подзолистых почв. Низкий уровень их эффективного плодородия и неустойчивый водный режим резко ограничивает выбор пригодных к возделыванию полевых культур, в число которых входит неприхотливая, но очень отзывчивая на управляющие агротехнические воздействия озимая рожь.

Исходя из этой совокупности факторов, диссертационная работа И.Н. Белоуса, посвященная совершенствованию фундаментальных и прикладных основ системы удобрения озимой ржи на загрязненных ^{137}Cs песчаных дерново-подзолистых почвах, является остро актуальной и значимой не только для успешного решения задач Доктрины продовольственной безопасности РФ, но и сохранения самой жизни и здоровья нашего народонаселения.

В ходе комплексного многолетнего исследования автору работы удалось с использованием, преимущественно, полевых методов определить наиболее действенные факторы повышения отдачи от органических и минеральных удобрений на озимой ржи, возделываемой в коротко- и длинноротационных севооборотах на песчаных дерново-подзолистых почвах. Выраженной **научной новизной** для агроэкологических условий региона обладают такие значимые результаты работы как:

- параметры влияния комплексного применения систем удобрения, пестицидов и регулятора роста на продуктивность, качество, технологические и токсикологические свойства зерна озимой ржи в условиях радиоактивного загрязнения легких дерново-подзолистых почв;

- оптимальные дозы и сочетания удобрений, пестицидов и регулятора роста, обеспечивающие достижение максимальных показателей агрономической, экономической и энергетической эффективности, радиологическую и агроэкологическую безопасность производства продовольственного зерна озимой ржи;

- количественная оценка роли длительного применения различных систем удобрения песчаных дерново-подзолистых почв в воспроизводстве их плодородия, миграционной способности изотопа ^{137}Cs и детоксикации почв.

Структура работы и оформление. Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, заключения, предложений производству, списка литературы, включающего 610 наименований и 159 приложений, размещённых на 389 страницах компьютерного текста. Материал диссертационной работы изложен доступным и весьма лаконичным научным языком. Его восприятие существенно облегчает предварительный анализ научных литературных данных, предшествующий обсуждению наиболее важных результатов исследований в каждом отдельно взятом разделе работы. Текст, таблицы и иллюстрации оформлены аккуратно и легко читаемы. Однако некоторые положения ГОСТ Р 7.0.11-2011 оказались реализованы не в полной мере: нет сквозной нумерации таблиц, отдельные структурные элементы не нашли надлежащего размещения, ряд источников в списке литературы лишён заглавного автора, отсутствуют ссылки на таблицы приложений. Спорным можно признать и размещение в приложениях полной (в повторностях) базы данных докторской диссертации.

Содержание, изложение и анализ результатов исследования в автореферате отвечает сути основных материалов диссертационной работы, демонстрируя в полной мере публикационную и апробационную активность автора.

Первая глава «ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ» диссертации посвящена представлению его методической базы и характеристике основных объектов: почв, сортов озимой ржи и др. Методической основой исследования, выполненного на опытном поле Новозыбковской СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в период с 2003 по 2020 годы служили два длительных полевых

эксперимента в системе плодосменного и сидерального севооборотов, заложенных ранее на доминирующих в почвенном покрове песчаных дерново-подзолистых почвах. Представленная характеристика почв опытов позволяет заключить, что они имели существенные отличия по ряду агрохимических показателей эффективного плодородия. В опытах возделывались, допущенные и распространенные сорта озимой ржи Скороспелая 3587 и Пуховчанка с надлежащим выполнением комплекса агротехнических требований. Схемы опытов обоснованы с теоретических и методических позиций. При этом все методические принципы их планирования, закладки и реализации автором выполнены надлежащим образом, а основные научные результаты обработаны статистически с использованием дисперсионного и корреляционно-регрессионного методов параметрической статистики.

Вторая глава «АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ» посвящена характеристике объектов и агроклиматических условий проведения длительных полевых экспериментов. В частности, на основе анализа многочисленных литературных и статистических данных представлен народно-хозяйственный «портрет» озимой ржи. Убедительно показано, что девятикратное сокращение площадей её посева сопровождалось увеличением продуктивности в Брянской области с 1,72 до 2,92 т/га, в России – с 1,58 до 2,17 т/га. Напротив, на песчаных же почвах Новозыбковской опытной станции и длительных экспериментов данная закономерность носила противоположный, негативный характер сокращения на 26-58 %. В немалой степени этому способствовали последствия глобальных климатических изменений, увеличивших приход тепла и снизивших – влагообеспеченность. При этом среднегодовая температура воздуха с середины 90-х годов повысилась на 1,9 °С (с 5,5 до 7,4 °С, а количество осадков снизилось на 73,5 мм, достигнув критического для полевых культур на песчаных почвах уровня в 500 мм. Существенно возрос и уровень аномальности погодноклиматических условий. При этом доля песчаных и супесчаных почв в Брянской области достигает 32 %, а в Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции – 100 %. Автором дана характеристика почвенного покрова сельскохозяйственных угодий области и станции. С опорой на литературные данные показана динамика комплекса агрофизических и агрохимических свойств легких почв при их окультуривании и скрытой деградации в условиях вынужденного отказа от применения мелиорантов и удобрений в надлежащем количестве. При этом автор вполне закономерно приходит к выводу о наличии критических для них свойств: низкая гумусированность и обеспеченность калием, нарастающая кислотность и неустойчивый водный режим при неоднородном характере пространственного распределения плотности загрязнения почв радиоактивным ^{137}Cs . К настоящему времени её уровень на пашне снизился с 584,6 до 321,9 кБк/м² (на 55 %), а гаммафона - с 34,2 до 22,7 мкР/ч (на 34 %). В заключительном разделе этой главы представлены материалы сравнительно-генетического исследования профиля песчаной почвы под действием отказа от удобрений и применения органической, минеральной и органо-минеральной систем удобрения. Показана существенная роль удобрений в оптимизации агрохимических свойств и слабое влияние на ряд агрофизических свойств, а также вертикальное распределение ^{137}Cs и ряда природных радиоизотопов в песчаной дерново-подзолистой почве.

Третья глава «ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ» опирается на обобщение материалов двух длительных полевых опытов в части оценки агрономической эффективности широкого набора вариантов минеральной, органо-минеральной и органической систем удобрения в сочетании с комплексной защитой растений, применением бобовых сидератов и регулятора роста Гумистим. В ней автор показывает, что гидротермические условия практически не влияли на уровень накопления в почве нитратного азота, тогда как количество азота, внесенного в составе органических и минеральных удобрений, имело решающее значение. Весьма слабым оказалось и влияние уровня засушливости погодно-климатических условий вегетационного периода на урожайность зерна озимой ржи и эффективность удобрений. Лишь с повышением доз минеральных удобрений обнаруживалось закономерное сокращение отдачи от них по мере роста засушливости погоды. Максимальной продуктивности озимой ржи (1,84 т/га, прибавка 207 %), идущей по люпиновому предшественнику, удалось добиться в варианте минеральной системы удобрения N140P60K120. Комплексная защита растений обеспечила повышение этого показателя до 2,08 т/га, а применение Гумистима – до 2,63 т/га. Таким образом, вклад в общую более чем 4-х кратную прибавку урожайности зерна озимой ржи в плодосменном севообороте составил 61 %, регулятора роста, 27 % и системы защиты растений – 12 %. В сидеральном севообороте аналогичный показатель достиг 46 % для полного минерального удобрения, 35 % - для 20 т/га навоза и 19 % - для сидерата. Убедительно доказана необходимость даже для такой неприхотливой культуры как озимая рожь комплексного применения агрохимических средств.

В четвёртой главе «ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ» автор анализирует обширную фактологическую базу оценки влияния комплекса агрохимических средств на технологические свойства зерна, химический элементный и вещественный состав, а также его радиологическую безопасность. Разумное сочетание средств управления продукционным процессом позволило увеличить содержание сырого протеина в зерне до 13,3 %, его сбор – до 0,339 т/га и заметно улучшить аминокислотный состав белкового комплекса зерна. При этом в лучших вариантах системы удобрения удалось довести долю незаменимых аминокислот практически до половины от их общего количества. Такие трансформации происходили за счёт некоторого сокращения содержания сырого жира. Оптимизация минерального питания под действием органических и минеральных удобрений вызвала закономерное увеличение содержания сырой золы до 1,74 %, главным образом, за счёт таких макроэлементов, как калий, кальций, магний, фосфор и натрий, а также серы и железа. Более устойчивый характер оптимизации оказался свойственен фосфору и кальцию. При комплексном применении агрохимикатов удалось заметно улучшить и технологические свойства зерна озимой ржи, в частности, повысить массу 1000 зерен до 40,0 г, натуру зерна до 700 г/л, стекловидность до 19,0 % и его хлебопекарное качество, доведя высоту амилограммы до 640 ед.а., число падения – до 206 с.

Пятая глава «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ АГРОЛАНДШАФТОВ» посвящена оценке роли изучаемых фак-

торов в изменении токсикологических показателей зерна озимой ржи (содержания нитратов, тяжёлых металлов и радионуклидов), а также комплекса защитных мероприятий в преодолении последствий масштабного загрязнения легких почв радиоизотопом ^{137}Cs . Вертикальная внутрипочвенная миграционная способность цезия оказалась весьма низкой. Применение минеральной, органической систем и органо-минеральной систем удобрения заметно усиливало этот процесс. Однако 95-99 % удельной активности этого радиоизотопа распределяется в корнеобитаемом 30-см слое почвы. И только по фону минеральной системы удобрения до 5 % запаса ^{137}Cs оказывается глубже. Получить по радиологическому показателю доброкачественное зерно в контрольном варианте оказалось невозможным. Применение изученных систем удобрения в комплексе с пестицидами и регулятором роста в плодосменном севообороте способствовало (главным образом за счёт биологического разбавления) уменьшению удельной активности ^{137}Cs в зерне озимой ржи в 4,9-5,6 в плодосменном, в 1,2-2,6 раза - в сидеральном севообороте. Положительный характер влияния на этот важнейший показатель имело и повышение транспирации вследствие улучшения водного режима почвы при благоприятном её увлажнении. Негативных последствий в части возможного накопления нитратов и тяжелых металлов в зерне ржи не обнаружено.

Шестая глава «ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ» посвящена точной количественной оценке действия различных систем удобрения на комплекс наиболее важных агропроизводственных физико- и агрохимических свойств песчаных дерново-подзолистых почв. В ней убедительно показано, что без применения удобрений эти почвы деградируют даже в экстенсивных севооборотах. Содержание органического вещества снизилось с 1,91 до 1,68 %, подвижного фосфора и обменного калия - с 370 до 248 и с 71 до 41 мг/кг соответственно, суммы поглощенных оснований - с 10,0 до 6,3 ммоль-экв/100г, pH_{KCl} - с 6,90 до 6,50 ед. Обоснованное применение органических и минеральных удобрений, кратно увеличивая продуктивность севооборотов, позволяет постепенно наращивать потенциал эффективного плодородия легких по гранулометрическому составу дерново-подзолистых почв. Наиболее податливы их оптимизирующему воздействию оказались фосфатный и калийный режимы почвы. Гумусное состояние почвы удалось лишь стабилизировать, а вот противостоять подкислению почвы и ухудшению её кислотно-основных свойств без известкования оказалось невозможно.

В заключительной седьмой главе «БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ» автор, применяя рекомендованные к использованию методики расчета, выполнил анализ полученных данных оценки энергетической и экономической эффективности возделывания озимой ржи с применением органических, минеральных и органо-минеральных систем удобрения в различных сочетаниях, в том числе при комплексном использовании со средствами защиты растений и росторегулятором Гумистим. Здесь автор доказал, что возделывание озимой ржи на неудобренной загрязненной радиоцезием песчаной почве не только опасно, но и неэффективно с энергетических и экономических позиций. Лучшими вариантами в опытах оказались органо-минеральная система удобрения (последствие навоза 40 т/га + N70P30K60) в комплексе с пестицидами и регулятором роста (Кэ – 1,83, рента-

бельность – 121 %) в плодосменном севообороте, и органо-минеральная система навоза 20 т/га + N90P60K90 + зеленая масса сераделлы (Кэ – 1,23, рентабельность – 28 %) – в сидеральном севообороте. При этом уровень условного чистого дохода достиг в современных весьма сложных экономических условиях 16,22 и 4,68 тыс. руб/га соответственно. Таким образом, автор убедительно доказал, что песчаные почвы, даже будучи загрязненными, ошибочно относить к бесперспективным и так называемым «маргинальным».

Выводы автора исследования представляют собой лаконичное обобщение статистически значимых и доказанных в длительных полевых опытах новых экспериментальных данных и закономерностей. Они тесно взаимоувязаны с результатами научного поиска ведущих в этой области учёных нашей страны. С этих позиций не вызывают возражений и вполне конкретные предложения автора, адресованные сельскохозяйственному производству региона.

Достоверность результатов работы и её выводов достигнута за счёт надлежащего применения хорошо апробированных в земледельческой и агрохимической науке полевого, сравнительно-генетического и лабораторных методов исследования, комплексного многомасштабного характера его организации, реализации системного подхода, стандартизированных методик определения свойств изучаемых объектов в научных и аккредитованных испытательных лабораториях с использованием поверенного оборудования, а также обоснованного использования параметрических методов статистической обработки наиболее важных результатов исследования.

Значимость работы для развития науки состоит в том, что в ней представлены новые экспериментальные данные и знания, относящиеся к области: теории управления продукционным процессом озимой ржи на песчаных дерново-подзолистых почвах в условиях глобальных климатических изменений и загрязнения радиоизотопом цезия; теории управления эффективным плодородием малобуферных песчаных почв и миграционной способностью ¹³⁷Cs; систем управления составом, качеством и безопасностью зерна озимой ржи.

Практическое значение результатов исследования состоит в разработке рекомендаций производству, опирающихся на комплексное применение органо-минеральных систем удобрения озимой ржи в сочетании с интегрированной системой защиты растений и регуляторами роста, обеспечивающих повышение биоэнергетического коэффициента до 1,83, рентабельности производства продовольственного зерна - до 121 % при уровне условного чистого дохода до 16,22 тыс. руб/га и гарантирующих воспроизводство эффективного плодородия песчаных дерново-подзолистых почв, экологическую и токсикологическую безопасность товарной продукции.

Замечания и пожелания:

1) Положения, вынесенные на защиту, безусловно, обоснованы. Однако характер их представления не имеет необходимого для них, задающего полемический характер, утверждающего начала.

2) В результате оценки комплексного индекса окультуренности почв Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции автор пришёл к выводу, что его значение 0,84 ед. соответствует высокому уровню окультуренности при низкой обеспеченности почв подвижным калием (64 мг/кг). Считаете ли Вы оп-

равданным использование в расчёте индекса окультуренности по фосфатам 1,59, превышающего единицу? Какой в этом физический смысл? Разве избыток фосфора может заменить недостаток калия?

3) Следует пояснить методику проведения сравнительно-генетического исследования почвы и по какой причине не проводилась статистическая обработка данных в нём? Как удалось диагностировать пахотный слой величиной от 30 до 52 см? Нет ли здесь ошибки? Ведь далее в исследовании фигурирует пахотный слой мощностью 20 см.

4) Необходимо объяснить с позиций физиологии и биохимии растений одновременное увеличение содержания в зерне белковых и углеводных (крахмал и сырая клетчатка) компонентов, имеющих общую синтетическую ресурсную базу.

5) Требуется объяснения и дозировка зелёной массы сераделлы в варианте с сидеральным удобрением второго полевого опыта, трактуемая в методическом разделе как 0,72 т/га, а в тексте как 0,216-0,444 т/га. Об ничтожной урожайности чего идёт речь?

6) Автор игнорирует и не подвергает обсуждению факт снижения под действием органической системы удобрения суммы обменных оснований в пахотном слое почвы с 12,2 до 8,0 ммоль-экв/100г, и, напротив, её двухкратное увеличение в варианте сочетания с регулятором роста растений.

7) Автору желательнее обратить внимание на имеющуюся в его распоряжении и использовать в дальнейшем методическую возможность более детальной относительной оценки различных средств управления продукционным процессом озимой ржи, в частности, по окупаемости действующего вещества удобрений, интенсивности баланса, удельным затратам питательных веществ, энергетической и экономической эффективности отдельных систем удобрения, а не всей технологии производства зерна озимой ржи и др.

Указанные замечания и пожелания не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку научного поиска автора и его обобщения в форме диссертационной работы. Безусловно, высокой оценки заслуживает активная публикационная и апробационная деятельность, в результате которой автором сделаны 18 научных докладов, опубликовано 50 научных работ, в том числе 16 статей в ведущих рецензируемых научных журналах нашей страны. Их содержание в полной мере отвечает научной содержанию и сути отдельных структурных разделов диссертации.

Заключение. Представленная к рассмотрению диссертационная работа Белоуса Игоря Николаевича «НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ ЮГО-ЗАПАДА ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ», соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук согласно пунктов 9 - 14 Положения о порядке присуждения учёных степеней от 24 сентября 2013 г. № 842, и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена научная проблема эффективного и устойчивого управления продуктивностью озимой ржи и качеством ее зерна на загрязнённых ¹³⁷Cs песчаных дерново-подзолистых почвах, имеющая важное значение для развития земледельческой науки и товарного про-

изводства в условиях радиоактивного загрязнения почв, а её автор Игорь Николаевич Белоус заслуживает присуждения учёной степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия.

Отзыв составлен Ивановым Алексеем Ивановичем
заведующим отделом физико-химической мелиорации
почв и опытного дела, главным научным сотрудником
ФГБНУ АФИ, доктором сельскохозяйственных наук,
профессором, членом-корреспондентом РАН



А.И. Иванов

25.02.2022

1. Иванов Алексей Иванович
2. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор РАН, член-корреспондент РАН
3. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Агрофизический научно-исследовательский институт (ФГБНУ АФИ)
4. Заведующий отделом физико-химической мелиорации почв и опытного дела, главный научный сотрудник
5. Шифр специальности по диплому доктора наук: 06.01.04. – агрохимия (2000 г.)
6. Почтовый адрес организации: 195220, г. Санкт-Петербург, Гражданский пр., 14
7. Телефон – 8(812) 534-13-24
8. Адрес электронной почты: office@agrophys.ru

Подпись А.И. Иванова заверяю
учёный секретарь ФГБНУ АФИ



И.В. Тарасенкова