

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Нестеренко Виталия Александровича «Формирование урожая и качества яровой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений и содержания подвижного фосфора в дерново-подзолистой почве» на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия.

Продовольственная безопасность Российской Федерации в первую очередь определяется уровнем развития зерновой отрасли в стране.

В площади пашни нашей страны зерновая часть занимает примерно половину и является основой системы земледелия. Среди зерновых культур яровая пшеница является важнейшей продовольственной культурой, которая всегда будет востребована в народном хозяйстве.

В настоящее время значительная часть российских земель находится в стадии глубокой деградации в результате эрозии почв, отсутствия научно-обоснованных севооборотов, низкого уровня применения органических и минеральных удобрений, обилия накопившихся токсических веществ в почве, в результате чего существенно снижается эффективность применяемых удобрений, урожай и качество полевых культур.

Поэтому изучение вопроса применения различных доз азотных удобрений в зависимости от обеспеченности подвижными фосфатами на дерново-подзолистых почвах с учетом биологических особенностей яровой пшеницы сорта Любава и конкретных почвенно-климатических условий Центрального Нечерноземья России, несомненно является актуальным.

**Научная новизна** результатов заключается в том, что впервые на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья изучено влияние уровня содержания подвижного фосфора на эффективность использования азотных удобрений при выращивании яровой пшеницы сорта Любава. Проведена оценка применения различных доз азотных удобрений при низком, среднем и высоком содержании подвижных фосфатов в дерново-подзолистой почве. Разработаны элементы ресурсосберегающей технологии возделывания по применению азотных удобрений на дерново-подзолистых почвах с учетом содержания подвижных фосфатов в почве с целью получения высоких урожаев качественного зерна яровой пшеницы сорта Любава.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что полученные в результате исследований данные по изучению эффективности применения азотных удобрений при различном содержании фосфора в почве будут использованы при планировании доз азотных удобрений на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны под яровую пшеницу.

Результаты исследований могут быть использованы в технологии дифференцированного внесения как азотных, так и фосфорных удобрений, с целью рационализации их применения.

**Результаты исследований** Нестеренко В.А. докладывались ежегодно на годовых отчетах о деятельности аспирантов, были представлены на XI Международной научно-практической конференции: «Фундаментальные и

прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации» (Пенза, 15 апреля 2018г.); XXV Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: «Ломоносов-2018» (Москва, 09-13 апреля 2018г.); Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвящённая 150-летию со дня рождения В.П. Горячкина (Москва 06-07 июня 2018г.); 52, 53, 54-й Международных научных конференциях молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов в ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова: «Агроэкологические и экономические аспекты применения средств химизации в условиях биологизации и экологизации сельскохозяйственного производства (Москва, 24-25 октября 2018г.); «Оптимальное питание растений и восстановление плодородия почв в условиях ведения традиционной и органической систем земледелия» (Москва, 24-25 октября 2019г.); «Проблемы и перспективы развития современной агрохимии» (Москва, 26-27 ноября 2020г.) VI Всероссийской научно-практической конференции: «Инновационные технологии в АПК: Теория и практика» (Пенза, 28-29 марта 2018г.); Международной конференции (К 100-летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ Тамары Никандровны Кулаковской): «Плодородие почв России: Состояние, тенденции и прогноз» (Москва, 26-27 ноября 2019г.); XVI Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию становления и развития аграрной науки в Республике Мордовия и памяти профессора С.А. Лапшина: «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Саранск, 15-16 октября 2020г.); XXVII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: «Ломоносов-2020» (Москва, 10-27 ноября 2020г.). По материалам диссертации опубликовано 11 научных работ, из них 4 в изданиях по перечню ВАК.

**Диссертационная работа** представлена на 131 страницах и состоит из введения, литературного обзора, методической и экспериментальной частей, заключения, выводов, рекомендаций для дальнейших исследований, предложения производству, списка используемой литературы. Работа включает – 35 таблицы и 9 рисунков. Список используемой литературы имеет 210 наименований, в том числе 49 иностранных источников.

**В обзоре литературы разделе 1.1 «Биологические и морфологические особенности минерального питания яровой мягкой пшеницы»** автор подробно описывает биологические и морфологические особенности яровой пшеницы. Автор тщательно разбирает вопрос о требованиях, которые предъявляет яровая пшеница к условиям произрастания, дает характеристику морфологическим признакам яровой пшеницы, какие морфологические изменения происходят в растениях в течение вегетации.

**В разделе 1.2 «Эффективность применения минеральных удобрений под яровую пшеницу на дерново-подзолистых почвах»** автор подробно анализирует влияние каждого макроэлемента и свойств почвы на продуктивность яровой пшеницы на дерново-подзолистых почвах, отмечена

роль фосфора и калия в почве и их влияние на эффективность применения азотных удобрений под зерновые культуры.

**В разделе 1.3** «Роль содержания фосфора в почве на эффективность применения азотных удобрений под зерновые культуры» указывает, что один из основных факторов в формировании урожая пшеницы является обеспеченность азотными удобрениями, однако качество и количество урожая пшеницы снижается из-за недостатка фосфора и калия, так как пшеница более требовательная культура к содержанию питательных элементов в почве.

Автор отмечает, что негативные факторы, оказывающие влияние на рост и развитие растений в начале вегетации, уже не могут быть компенсированы в последующие фазы роста, что значительно сокращает возможность растений раскрыть свой генетический потенциал. Во время прохождения ранних фаз развития пшеницы, когда происходит формирование репродуктивных органов и корневой системы, необходимо обеспечение сбалансированным минеральным питанием, а в частности азотом и фосфором для формирования высокого и качественного урожая зерна пшеницы. Показано, что достаточное количество фосфора помогает повысить устойчивость растений, как к абиотическим, так и к биотическим факторам окружающей среды на ранних стадиях вегетационного периода, увеличить эффективность использования влаги для растений, ускорить созревание растений и уменьшить количество влаги в зерне при созревании.

**В разделе 1.4** «Влияние физиолого-биохимических факторов на качество зерна яровой пшеницы» отмечено, что существует несколько физиолого-биохимических причин, согласно которым генотип пшеницы способен формировать зерно с повышенным или пониженным содержанием белка. Установлено, что основной причиной, от которой зависит содержание белка в зерне, является как генотип, так и изменения условий выращивания, особенно количество азотистых веществ в растении, приходящееся на единицу массы зерна или показатель обеспеченности зерна азотом. Данный показатель находится в прямой и тесной зависимости от массы вегетативных органов растения и концентрации азота в них и в обратной зависимости от массы зерна с растения, а также от доли зерна в общей биомассе (К хоз.).

На основе обобщения обзора литературы автор приходит к заключению о том, что зерно яровой и озимой пшеницы, согласно требованиям ГОСТ Р 52554-2006, может быть получено только при комплексном подходе, начиная с подбора сортов, применения агрохимических и агротехнических мероприятий с учетом агроэкологических условий зон возделывания.

**В 2-ой главе** «Объект, условия и методы исследований» автор дает характеристику объекту, условиям и методам исследований. Исследования в вегетационных сосудах проводились в 2017-2019 гг. в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, в сосудах Митчерлиха, вмещающих по 5 кг сухой почвы. Полевые исследования проводились в 2018-2020 гг. на Полевой опытной станции ФГБНУ ВНИИ Агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, пгт. Барыбино, Домодедовского района Московской области.

Объектами исследований были выбраны форма азотных удобрений в виде аммиачной селитры, фосфатный режим дерново-подзолистых почв, также сорт яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) Любава селекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Немчиновка», включенного в реестр в 2012 году и районированного для выращивания в центральном регионе.

Дается агрохимическая характеристика почв вегетационного и полевого опытов, представлены схемы опытов и методика проведения исследований. Приведены данные метеорологических наблюдений при проведении полевых испытаний

**В 3-ей главе** «Экспериментальная часть. Результаты исследований» автор рассматривает зависимость урожая и качества яровой пшеницы от доз азотных удобрений и обеспеченности почвы доступными фосфатами. Рассчитаны окупаемость удобрений, вынос элементов питания и коэффициент использования азота из минеральных удобрений.

**В разделе 3.1** «Формирование урожайности яровой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений и обеспеченности почв подвижными фосфатами» автор дает обоснование урожайности яровой пшеницы сорта Любава в зависимости от доз азотных удобрений и обеспеченности почв подвижными фосфатами.

Автором показано, что урожайность зерна яровой пшеницы от доз азотных удобрений при низкой и средней обеспеченности почв фосфором повышалась в диапазоне доз азота от 50 до 150 мг/кг почвы, дальнейшее увеличение доз азотных удобрений не приводило к росту урожая. На почвах с высокой обеспеченностью доступными фосфатами урожайность яровой пшеницы повышалась в диапазоне доз азота от 50 до 250 мг/кг почвы. Наблюдалось увеличение урожая не только от доз азотных удобрений, но и от содержания подвижного фосфора.

Установлена прямая, умеренная по тесноте связь ( $r=0,68$ ) между величиной полученного урожая зерна и дозами азотных удобрений. При этом максимальный урожай зерна яровой пшеницы в среднем за три года был получен на вариантах с внесением 150 и 250 мг N/кг почвы. Также заметная по тесноте и прямая по направлению связь установлена между величиной урожая и содержанием в почве подвижного фосфора ( $r=0,42$ ).

Расчет окупаемости азотных удобрений показал, что с увеличением доз азотных удобрений окупаемость их снижается. Так на почвах с низким содержанием фосфора в диапазоне доз азотных удобрений 50-250 мг N/кг почвы данный показатель снижается с 14,4 до 5,7 г/г, со средним - от 24,8 до 8,5 г/г, с повышенным содержанием доступных фосфатов - с 20,0 до 9,0 г/г. С увеличением содержания доступного фосфора в почве окупаемость азотных удобрений повышается.

**В разделе 3.2** «Биометрические данные растений яровой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений и содержания подвижного фосфора в почве» автор отмечает, что применение азотных удобрений и обеспеченность почв фосфором оказывают положительное влияние на величину листовой поверхности и высоту растений яровой пшеницы. С увеличением дозы азотных удобрений отмечено увеличение площади листьев, тогда как с

увеличением фосфатного режима от среднего до повышенного уровня не наблюдается увеличения площади листьев растений пшеницы. Так на почвах с низким содержанием доступных фосфатов средняя площадь листьев одного растения находится в пределах от 78,6 до 111,2 см<sup>2</sup>, со средним - 93,7-127,4 и с высоким - 91,5 – 127,6 см<sup>2</sup>.

Автор указывает, что достаточная обеспеченность растений фосфором способствовала формированию более крупного зерна по сравнению с растениями, выращенными на почве с низким содержанием P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, при этом на низком и среднем уровне содержания фосфора в почве максимальная масса 1000 зерен была достигнута при внесении азота в дозе 150 мг/кг почвы и составила 38,4 и 39,9 г соответственно. Дальнейшее увеличение количества внесенного азота приводило к существенному снижению массы 1000 зерен до 35,1 г при низкой обеспеченности фосфором и 37,7 г при средней. На почве с высоким содержанием фосфора масса 1000 зерен увеличивалась от 36,6 до 41,3 г от каждой дозы азота в интервале 50-250 мг N/кг почвы.

Увеличение содержания в почве доступного фосфора в условиях вегетационного опыта положительно влияло на массу колоса, длину и количество зерен в колосе. Среднее количество зерен в колосе на удобренных вариантах при низкой обеспеченности почв фосфором варьировало от 16 до 21 шт., в зависимости от доз азотных удобрений, что выше, чем на контроле в среднем на 10 зерен в колосе. При средней и высокой обеспеченности почв фосфором количество зерен в колосе варьировалось от 21 до 26 и от 20 до 26 шт на удобренных вариантах в диапазоне доз азота от 50 до 150 мг/кг почвы соответственно.

Данные полевого опыта также показали, что достаточная обеспеченность почв фосфором способствует формированию более крупного зерна и большему влиянию азотных удобрений на их формирование. Масса 1000 зерен в зависимости от доз азотных удобрений и содержания в почве подвижного фосфора варьировала в среднем по опыту от 36,7 до 41,3 г.

Отмечено, что достаточное обеспечение почв фосфором способствовало формированию более высокой зерновой массы яровой пшеницы. На почве с низким содержанием фосфора натура зерна колебалась от 800 до 811 г/л, при этом максимальный показатель натуры зерна установлен при дозе азота 60 кг/га, обеспечив прибавку в 11 г/л. Дальнейшее увеличение доз азота не привело к увеличению натуры зерна. На почве со средним содержанием фосфатов показатель натуры зерна возрастал с каждой дозой азотных удобрений до максимума 813 г/л при дозе азотных удобрений 90 кг/га, увеличение дозы азота до 120 кг/га способствовало снижению данного показателя на 4 г/л. Показатель натуры зерна в структуре урожая на почвах с высоким содержанием фосфатов увеличивается с каждой дозой азотных удобрений от 818 до 839 г/л при дозе азота 120 кг/га.

На основании полученных данных был рассчитан коэффициент хозяйственной эффективности. Выявлена тенденция увеличения доли товарной продукции в общей биомассе урожая при высоком содержании фосфора в почве и увеличении доз азотных удобрений, что отражает

эффективность применения азотных удобрений на почвах с повышенным содержанием доступных фосфатов под яровую пшеницу.

**В разделе 3.3 «Формирование качества зерна яровой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений и содержания подвижного фосфора в почве»** автор отмечает, что содержание белка и сырого протеина находится в прямой зависимости и тесной связи с возрастающими дозами азотных удобрений ( $r=0,94$ ) и обеспеченностью почв доступными фосфатами. Так при внесении азота в дозе 250 мг/кг на почве с содержанием фосфора 38 мг/кг содержание белка варьировало в диапазоне от 8,29% до 12,59 %, при средней обеспеченности фосфором - в пределах 7,77 – 13,27 %, а при высоком обеспечении фосфором – 8,03-14,68 %.

Результаты опытов показали, что содержание в зерне крахмала и сырого жира находилось в обратной зависимости от содержания белка, доз азотных удобрений и обеспеченности почв фосфором, а содержание сахаров, наоборот, возрастало с ростом доз азотных удобрений на почвах с низким, средним и высоким содержанием фосфора. Содержание сырой золы в зерне заметно повышалось с ростом доз азотных удобрений и не зависело от содержания подвижного фосфора в почве.

**В разделе 3.4 «Вынос элементов питания и коэффициенты использования азота из минеральных удобрений яровой пшеницей»** автор отмечает, что увеличение содержания азота в зерне коррелирует не только с возрастающими дозами азота, но и с содержанием подвижного фосфора в почве, что отражается и на коэффициентах использования азота из минеральных удобрений.

Увеличение количество фосфора в зерне яровой пшеницы строго соответствует его содержанию в почве. Однако изменение этого показателя по вариантам находится в обратной зависимости от увеличения доз азотных удобрений

Содержание элементов питания в соломе не имеют значительных различий по содержанию азота и фосфора, а содержание калия в соломе различается по вариантам опыта в зависимости от дозы азотных удобрений и обеспеченности почвы подвижными фосфатами.

Автором отмечено, что вынос элементов питания яровой пшеницей сорта Любава зависел как от как дозы азотных удобрений, так и содержание подвижного фосфора в почве. На почвах с низким содержанием фосфора вынос калия на не удобренных вариантах составил в среднем 148 мг/сосуд, а при среднем и высоком содержании доступных фосфатов 179 и 233 мг /сосуд соответственно. С увеличение доз азотных удобрений на почвах с низким, средним и высоким содержанием фосфора, также увеличивается и вынос калия из почвы, что вероятно и повышает коэффициент использования данного элемента из почвы. Максимальный вынос калия на удобренных вариантах установлен на почвах с высоким содержанием фосфора и составил 582 мг/сосуд, при дозе азота 250 мг/кг, а минимальный 220 мг/сосуд на почвах с низким содержанием фосфора и внесении доз азота 50.

Что касается выноса фосфора яровой пшеницей, то он коррелирует с содержанием его в почве. Так, на почвах с низким содержанием фосфора на

неудобренных вариантах вынос  $P_2O_5$  составил 50 мг/сосуд, при среднем и высоком содержании подвижных фосфатов 64 и 85 мг/сосуд соответственно. Увеличение выноса фосфора также сопровождается нарастающими дозами азотных удобрений. Вынос азота, напрямую коррелирует с количеством и качеством урожая, а также с увеличением доз азотных удобрений и подвижного фосфора в почве.

Коэффициент использования азота из минеральных удобрений показал, что увеличение степени обеспеченности почв подвижным фосфором способствовало повышению коэффициентов использования азота минеральных удобрений. В вегетационном опыте при дозе азота 100 мг/кг при низком содержании  $P_2O_5$  коэффициент использования составил 45 %, при среднем 54 и при высоком 61 %, в полевом опыте при внесении N 60 кг/га соответственно 27, 21 и 48%. Дальнейшее увеличение доз азотных удобрений приводило к значительному снижению коэффициентов использования N из минеральных удобрений.

Однако, диссертационная работа имеет следующие недостатки:

1. В обзоре литературы достаточно большое количество использованных источников прошлого века, что не позволяет в достаточно полной мере оценить проблему, изучаемую в опытах. Например: (Ю.А. Пашковский, 1969). (А.И. Бараев, Н.М. Бакаев, М.Л. Веденева, 1978). (Э.М. Мухаметов, 1978; Н.И. Федоров, 1982). (Г.В. Корнев, П.И. Подгорный, С.Н. Щербак, 1990) итд.

2. Не указаны условия проведения полевого опыта (стационарный опыт или нет, какой предшественник, способ посева, какие проводились биометрические наблюдения, какова числовая норма высева, определялась ли полевая всхожесть и выживаемость растений к уборке. Что означает агрохимическая характеристика участка в среднем за 3 года?

3. В работе имеется ряд неточных выражений или опечаток.

На странице 10 в обзоре литературы отмечено понятие «полное кущение». Что это такое? На странице 11 указано «Отзывчивость яровой пшеницы на достаточное минеральное питание в основном связано с развитием клубеньковых корней». Что это такое? На странице 13 имеется неточное выражение «Элементы продуктивности - это плодovitость цветков, густота колоса», на странице 22 имеется опечатка «количество **колосьев** в **колосе** и цветков в нем». На странице 64 66 отмечена фаза 3-5 листьев у зерновых? Из какого источника взято? (таб.15;16)

4. Как понимать выражение на странице 28 «Использование азота из почвы в фазу молочной спелости, является важным фактором в накоплении белка в зерне»

5. Допустима ли обработка посевов гербицидами в фазе выхода в трубку? (страница 44)

6. Как считали НСР в среднем за 3 года(таб. 9,10,12,13)

7. С чем связано повышение урожая зерна и соломы в вегетационном опыте в 2019 году (таб.9,10) ?

8. Какова цель определения массы соломы и отношение побочной продукции к основной в вегетационном опыте, если Вы рассчитывали К хоз.? (таб.10).

9. Схема опыта вегетационного и полевого не одинаковы. Правомерно ли сравнение данных?

10. Как и по какой методике определяли площадь листьев в вегетационном опыте?

11. Можно ли рекомендовать производству результаты мелко деляночного полевого опыта без экономического обоснования?

Сделанные замечания, а скорее пожелания, не меняют общей высокой оценки диссертации, которая отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Основные выводы достоверны по существу и полностью отражены в автореферате и опубликованных работах.

Считаю, что диссертационная работа Нестеренко Виталия Александровича «Формирование урожая и качества яровой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений и содержания подвижного фосфора в дерново-подзолистой почве» на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук отвечает предъявляемым требованиям, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия

Официальный оппонент:

Кандидат с.-х. наук, доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

П.Д. Бугаев

Подпись  
заверяю

*П. Д. Бугаев*

*Чуркина*  
22.11.2021



Руководитель службы кадровой политики и приема персонала

*О.Ю. Чуркина*