На правах рукописи

АЛЬ ДХУХАЙБАВИ ХАИДЕР ХАЛАФ

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЧР РФ

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Орёл – 2020

Работа выполнена на кафедре земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина» на базе стационарного полевого опыта лаборатории по изучению систем земледелия ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ в 2016-2020 гг.

Научный руководитель: **Ступаков Алексей Григорьевич**
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
профессор кафедры земледелия, агрохимии
и экологии ФГБОУ ВО «Белгородский
государственный аграрный университет
имени В.Я. Горина»

Официальные оппоненты: **Коржов Сергей Иванович**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
профессор кафедры земледелия, растениеводства
и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный аграрный университет имени
императора Петра I»,

Чуян Наталия Анатольевна
доктор сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории
агропочвоведения ФГБНУ «Курский
федеральный аграрный научный центр»

Ведущая организация: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт сахарной свёклы и сахара
имени А.Л. Мазлумова

Защита состоится «12» августа 2020 г. в 12.00 часов на заседании диссертационного совета Д 999.059.04 при ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» по адресу: 302019, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в читальном зале библиотеки Орловского ГАУ (г. Орел, ул. Генерала Родина, 19), на официальном сайте ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» http: www.orelsau.ru и на сайте ВАК при Минобрнауки РФ http:vak.minobrnauki.gov.ru

Автореферат разослан « » 2020 г.

Просим присылать письменный отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных и скрепленных гербовой печатью, ученому секретарю диссертационного совета. Факс: 8(4862)43-13-01, e-mail: dissovet-orelsau@yandex.ru.

Учёный секретарь диссертационного совета доктор сельскохозяйственных наук, доцент Резвякова Светлана Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. В технологиях возделывания озимой пшеницы возникла необходимость в совершенствовании, так как её генетический потенциал в производственных условиях реализуется не в полной мере. В этой связи получение высокой урожайности зерна с высокими качественными показателями в значительной степени обеспечивается размещением её по рекомендуемым предшественникам в сочетании с оптимальным применением удобрений. В современных социально-экономических условиях выявлена неоднозначность мнений по вопросам доз удобрений в разных условиях. Поэтому определение отзывчивости растений на минеральные удобрения в сочетании с разными предшественниками, действия их на продуктивность озимой пшеницы и плодородие почвы является актуальной задачей, имеющей важное научное и практическое значение.

Степень разработанности проблемы. Большая роль в поддержании оптимального питательного режима почвы и повышении продуктивности озимой пшеницы принадлежит минеральным удобрениям в сочетании научно обоснованными предшественниками. В связи с этим особое значение приобретает проблема улучшения их использования, основанное на рациональном уровне удобренности пашни, обеспечивающее воспроизводство гумуса в почве, благоприятную реакцию среды и содержание достаточного количества доступных для растений форм азота, фосфора и калия. Проведенное исследование в теоретическом плане базировалось на работах многих учёных (Прянишников Д.Н., 1963; Кирюшин В.И., 2000; Минеев В.Г., 2004; Жученко А.А., 2004 Мязин Н.Г., 2009, 2015; Котлярова Е.Г., Котлярова О.Г., 2011; Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И., 2013; Минакова О.А. и др., 2014; Гордеев А.В. и др., 2015; Навольнева Е.В., 2018; Ореховская А.А., 2019; Stupakov A.G. et al., 2019). Существенное влияние на свойства почвы, урожайность и качество продукции оказывают виды севооборотов и предшественники озимой пшеницы (Доманов Н.М., Солнцев П.И., 2005; Титовская А.И. и др., 2010; Наумкин А.Н. и др., 2013; Дедов А.В., Болучевский Д.А., 2014; Навольнева Е.В., 2014; Лазарев В.И., Котельникова

М.Н., 2015; Тютюнов С.И. и др., 2016; А.Я. Айдиев и др., 2017; Ступаков и др., 2019).

Цель исследований заключалась в агроэкологической комплексной оценке влияния предшественников и минеральных удобрений при длительном их использовании на продуктивность озимой пшеницы и почвенное плодородие.

Задачи исследований:

1. Выявить влияние предшественников и разных доз минеральных удобрений на агрохимические свойства почвы и её влажность;
2. Определить действие удобрений на урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников;
3. Установить влияние агроприёмов на химический состав зерна озимой пшеницы и его качество;
4. Определить экономическую и биоэнергетическую эффективность минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы по разным предшественникам.

Объекты и предмет исследований. Объектами исследований являлись минеральные удобрения, озимая пшеница сорта Майская Юбилейная и её предшественники: многолетние травы, горох, ячмень, чёрный пар. Предмет исследований – влияние предшественников и минеральных удобрений на агрохимические свойства чернозёма типичного и продуктивность озимой пшеницы.

Научная новизна исследований. На чернозёме типичном в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона Российской Федерации впервые изучено влияние разных предшественников и минеральных удобрений в результате длительного использования (с 1957 г.) на урожайность и качество озимой пшеницы, а также на плодородие почвы.

Практическая и теоретическая значимость. Выявленные в результате исследований закономерности позволяют разрабатывать рекомендации по улучшению свойств чернозёма типичного, как среды обитания озимой пшеницы, для рационального использования минеральных удобрений, существенно увеличить урожайность зерна до 7,25 т/га при внесении под неё $N_{30}P_{30}K_{30}$ + N_{50}

с насыщенностью 1 га севооборотной площади $N_{50}P_{37,5}K_{37,5}$ по многолетним травам и до 7,43 т/га при применении $N_{50}P_{50}K_{50}$ + N_{50} с насыщенностью $N_{80}P_{67,5}K_{67,5}$ по чёрному пару со сбором белка соответственно 992 и 928 кг/га.

Полученные данные по эффективному использованию удобрений в зависимости от предшественников могут быть использованы при разработке энергосберегающих и экологически обоснованных технологий выращивания озимой пшеницы.

Результаты исследований вносят существенный вклад в развитие научных представлений о действии минеральных удобрений в агроценозах озимой пшеницы по разным предшественникам, их роли в управлении плодородием почвы и формировании продуктивности культуры.

Методология и методы исследований. Методология исследований базируется на изучении научной литературы отечественных и зарубежных источников. Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методом статистического анализа; эмпирические – полевые и лабораторные опыты, табличное и графическое отображение данных полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Минеральные удобрения по многолетним травам обусловливают накопление гумуса в почве и не приводят к ухудшению реакции среды.
2. В посевах озимой пшеницы по ячменю и многолетним травам минеральные удобрения способствуют повышению содержания гидролизуемого азота в почве, по ячменю и чёрному пару – подвижных фосфатов, по многолетним травам и чёрному пару – обменного калия.
3. Наибольшие запасы доступной влаги в почве на момент посева озимой пшеницы сосредоточены при размещении её по чёрному пару, а их динамика накопления к периоду возобновления весенней вегетации – по многолетним травам; удельный расход запасов влаги в слое почвы 0-30 см ниже, чем в слое 30-100 см.

4. Наибольшую урожайность зерна озимой пшеницы минеральные удобрения обеспечили по чёрному пару, а максимальный сбор белка – по многолетним травам.

5. Экономическая и биоэнергетическая эффективность применения минеральных удобрений выше по ячменю; по чёрному пару и многолетним травам целесообразно использовать под озимую пшеницу минеральные удобрения в дозах $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$.

Достоверность результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается современными методами исследований при проведении полевых опытов и лабораторных анализов, необходимым количеством наблюдений и учетов, результатами статистической обработки экспериментальных данных.

Апробация материалов исследований. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия» Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева» (Курск, 2019), на Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства» с международным участием и Всероссийской Школы молодых учёных (Белгород, 2019), на XXIII Международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее» (Майский, 2019), на Учёном совете агрономического факультета и на кафедре земледелия, агрохимии и экологии Белгородского ГАУ (Белгород, 2016-2020).

Публикации. Материала диссертационной работы отражены в 6 печатных работах, из них 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Объём и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 145 страницах компьютерного текста и состоит из введения, 5 глав, заключения и предложений производству, содержит 22 таблицы, 10 рисунков, 3 приложе-

ния, списка использованной литературы, включающего 234 источника, в том числе 29 иностранных.

Личный вклад. Автор принимал непосредственное участие в полевых исследованиях, в выполнении наблюдений и исследований, ежегодном представлении научных отчётов, на основании которых были обобщены полученные результаты, сформировано заключение и дано предложение производству.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Обзор литературы

Пшеница – важнейший хлебный злак земного шара. Она является одной из самых древних и самых важных для большинства человечества продовольственных культур. Исследования показывают то, что важнейший фактор реализации потенциальной продуктивности растений и озимой пшеницы в частности – хорошие предшественники и оптимальные дозы минеральных удобрений. Поэтому главной задачей работы являлось определение оптимальных предшественников и доз внесения минеральных удобрений.

Условия и методика проведения исследований

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Почва опытного участка представлена чернозёмом типичным среднемощным слабоэродированным тяжелосуглинистого гранулометрического состава. В слое почвы 0-30 см содержалось гумуса 4,55 %, pH_{KCl} 5,68, S и Hг соответственно 36,2 и 3,14 мг.-экв./100 г почвы, V = 92,0 %, гидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия соответственно 151, 168 и 160 мг/кг.

Методика и методы проведения исследований

Полевые исследования проводились в комплексном стационаре лаборатории по изучению систем земледелия ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ в течение 2016/2017-2018/2019 гг. Исследовались три фона минерального питания: низкий – $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$, средний – $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$ и высокий – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$, где дозы полного минерального удобрения $N_{10}P_{10}K_{10}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{50}P_{50}K_{50}$ вносились под основную обработку почвы, а N_{50} – в подкормку (табл. 1).

Таблица 1 – Схема применения удобрений

Номера вариантов	Фоны минерального питания	Насыщенность 1 га севооборотной площади, кг			Удобрение озимой пшеницы, кг/га			
					основное			подкормка
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N
1	низкий	20	7,5	7,5	10	10	10	50
2	средний	50	37,5	37,5	30	30	30	50
3	высокий	80	67,5	67,5	50	50	50	50

В качестве предшественников изучались: 1. многолетние травы; 2. горох; 3. ячмень; 4. чёрный пар. Исследования проводились в трехкратной повторности с систематическим одноярусным размещением делянок. Посевная площадь делянок 50,7 м^2, учётная – 45,0 м^2. Посев озимой пшеницы осуществляется совместно с внесением минеральных удобрений (азофоска) по 10 кг/га д.в. азота, фосфора и калия. Весной проводилась прикорневая подкормка культуры аммиачной селитрой дозе N_{50}. Внесение осуществлялось сеялкой СЗ-3,6. Уборка проводилась комбайном Сампо-2010 прямым комбайнированием.

В опыте были проведены следующие учеты и наблюдения:

– содержание общего гумуса по И.В. Тюрину в слое почвы 0-30 см (ГОСТ 26213-91);

– обменная кислотность потенциометрическим методом в слое почвы 0-30 см (ГОСТ 26484-85);

– содержание гидролизуемого азота по А.Х. Корнфилду в слое почвы 0-30 см в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26107);

– содержание подвижного фосфора и обменного калия по методу Ф.В. Чирикова в слое почвы 0-30 см в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91);

– влажность почвы термостатно-весовым методом в слоях почвы 0-30, 30-50, 50-70, 70-100 см в четыре срока: в период посева культуры, возобновления вегетации, в фазу молочной спелости и в момент уборки урожая.

Для оценки влияния изучаемых факторов на продуктивность культуры определяли урожайность озимой пшеницы, содержание сырого протеина и клейковины в зерне, а также содержание азота, фосфора и калия в зерне.

Данные учета урожайности подвергали математической обработке методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985) с помощью пакета программ Microsoft Excel. Расчёт биоэнергетической и экономической эффективности проводился по методике В.Г. Минеева (2004).

Метеорологические условия в период проведения исследований

За период исследований (2016/2017- 2018/2019 гг.) осадков выпало в среднем за год 524,7 мм, то есть на 26,3 мм меньше нормы (-4,8%). В 2016/2017 сельскохозяйственном году осадков выпало 547,8 мм (99,4 %), в 2017/2018 г. выпало 656,4 мм (+105,4 мм, +19,1 %), 2018/2019 г. характеризовался как засушливый, так как выпало 369,4 мм осадков (-181,6 мм, -33,0 %).

В период апрель-июль в 2017 г. дефицит осадков составил 50,3 мм (-22,8%), в 2018 г. их выпало больше на 80,9 мм (+ 36,6 %) и в 2019 г. недостаток оказался равным 97,9 мм (- 44,3 %). Превышение среднесуточной температуры воздуха составило соответственно 0,6, 2,4 и 2,2 °С. ГТК был равен соответственно 1,07, 1,44, 0,59 при среднемноголетних значениях 1,41.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСЛЕДОВАНИЙ

Водно-физические свойства почвы

Запасы усвояемой влаги в почве учитывались в слоях 0-30 и 0-100 см в четыре срока: в период посева, весной в период возобновления вегетации, в фазу молочной спелости и в период уборки урожая в варианте с высоким фоном питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$. Влагообеспеченность почвы под озимой пшеницей зависела как от погодных условий, периодов наблюдений, так и от предшественников (рис. 1). Более заметно запасов доступной влаги в слое почвы 0-30 см в период посева озимой пшеницы за трёхлетний период наблюдений было отмечено в 2018/2019 сельскохозяйственном году – 37-44 мм, чем 2016/2017 и 2017/2018 гг., соответственно 28-32 и 24-29 мм. В среднем за три года при посеве культуры запасов доступной влаги было одинаковое при возделывании озимой пшеницы по всем изучаемым предшественникам – по многолетним травам, гороху, ячменю и чёрному пару – 32 мм.

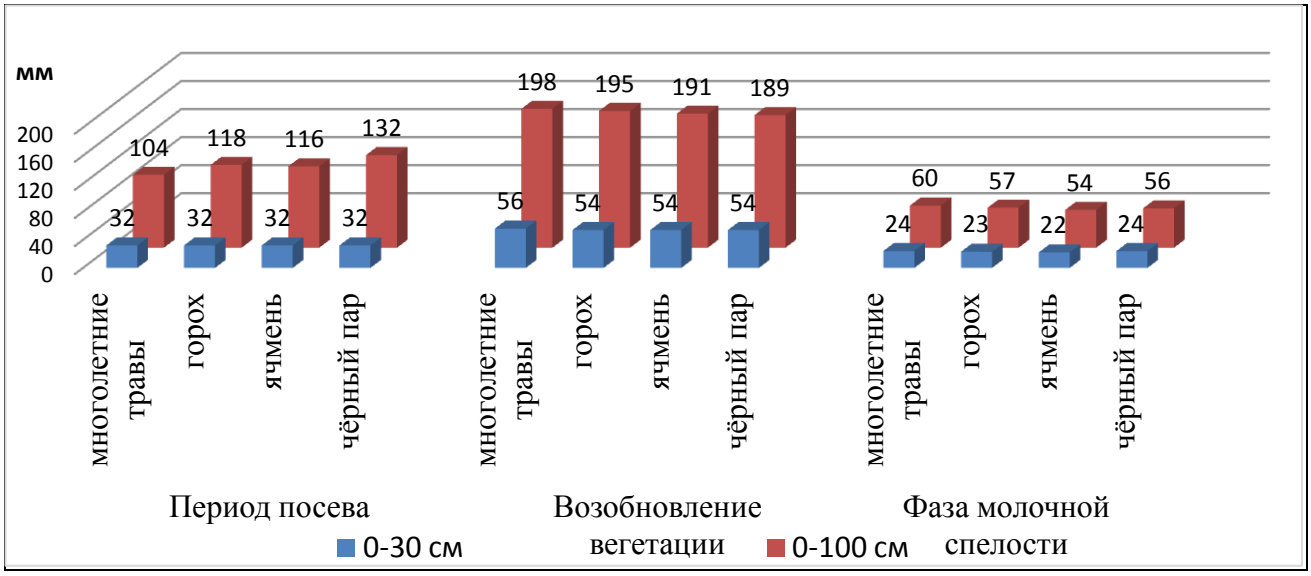


Рисунок 1 - Влияние предшественников на запасы продуктивной влаги в почве на высоком фоне питания – $N_{50}P_{50}K_{50}$ + N_{50} под озимой пшеницей, мм (2016/2017-2018/2019 гг.)

К моменту возобновления вегетации запасов доступной влаги накопилось в среднем по предшественникам на 77,4 % больше по отношению к периоду посева озимой пшеницы. В этот срок определения уже многолетние травы по накоплению влаги превзошли горох, ячмень и чёрный пар на 2 мм или на 3,6 %, что можно характеризовать как тенденцию. Возрастание запасов влаги в период «посев – возобновления вегетации» по многолетним травам составило 28 мм (100 %), а по гороху, ячменю и чёрному пару 22 мм (68,8 %). К фазе молочной спелости относительно периода возобновления вегетации произошло снижение влагообеспеченности: наибольше по ячменю (- 64,8 %), несколько меньше по чёрному пару (- 59,3 %), по гороху (- 57,4 %) и многолетним травам (- 57,1 %). Многолетние травы имели превосходство по запасам влаги относительно других предшественников. К моменту уборки озимой пшеницы запасы доступной влаги в слое почвы 0-30 см практически выровнялись и составили 22-24 мм.

В слое почвы 0-100 см на момент посева наименьшие запасы влаги были сосредоточены по многолетним травам – 104 мм и наибольшие – по чёрному пару – 132 мм. Горох и ячмень обусловили превышение запасов влаги по сравнению с многолетними травами соответственно на 14 и 12 мм. Весной, при возобновлении вегетации уже влагообеспеченность почвы по многолетним тра-

вам превосходила по гороху, ячменю и чёрному пару соответственно на 3, 7 и 9 мм. Нарастание запасов влаги в период «посев – возобновления вегетации» составило по многолетним травам 94 мм (90,4 %), по гороху 77 мм (65,3 %), по ячменю 75 мм (64,7 %) и по чёрному пару 57 мм (43,2 %). В межфазный период «возобновление вегетации – фаза молочной спелости» в пахотном слое почвы снижение запасов продуктивной влаги составило 31-35 мм (57,1-64,8 %), а в метровом слое их количество снизилось на 133-138 мм (69,7-71,7 %). В фазу молочной спелости влагообеспеченность по многолетним травам была выше влагообеспеченности почвы по гороху, ячменю и чёрному пару соответственно на 3, 6 и 4 мм. К моменту уборки по сравнению с фазой молочной спелости повышение влагообеспеченности посевов озимой пшеницы составило: по многолетним травам (+ 18 мм, 30,0 %), по ячменю (+ 22 мм, 38,6 %), по гороху и чёрному пару (+ 26 мм по обоим предшественникам, соответственно 45,6 и 46,4%).

Содержание гумуса в почве

Агроэкологическое состояние почв напрямую связано с накоплением, содержанием и запасами в почве органического вещества. Нами выявлено, что наиболее высокое содержание гумуса в почве слоя 0-30 см при применении низкого фона питания – $N_{10}P_{10}K_{10}$ + N_{50} содержалось в результате возделывания озимой пшеницы по многолетним травам – 4,80 %. По другим предшественникам его содержание было ниже и составляло 4,61-4,62 % (рис. 2).

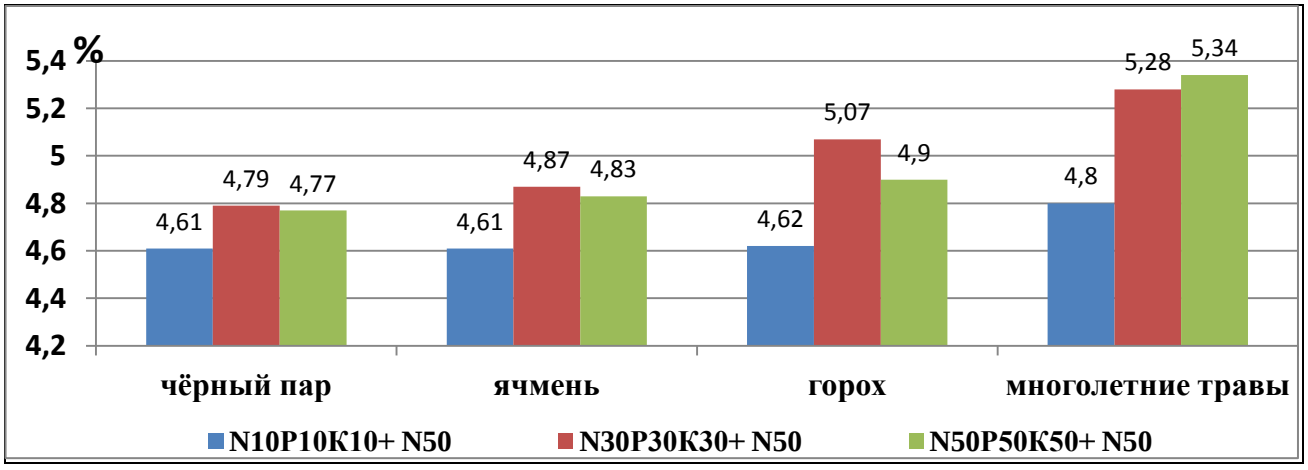


Рисунок 2 - Влияние минеральных удобрений и предшественников на содержание гумуса в слое почвы 0-30 см, % (2017-2019 гг.)

При внесении минеральных удобрений наблюдалось повышения содержания гумуса по сравнению с низким фоном минерального питания – $N_{10}P_{10}K_{10}$ + N_{50}, причём, наибольшее на варианте с высоким фоном питания – $N_{50}P_{50}K_{50}$+ N_{50} по многолетним травам (+ 0,54 %), а по гороху, ячменю и чёрному пару – на варианте со средним фоном питания – $N_{30}P_{30}K_{30}$+ N_{50} (+ 0,45, 0,26, 0,18 %).

Обменная кислотность почвы

Значения обменной кислотности при возделывании озимой пшеницы по всем изучаемым предшественникам при применении низкого фона питания – $N_{10}P_{10}K_{10}$ + N_{50} не выходили за пределы градации «близкая к нейтральной» – pH 5,62-5,98 (рис. 3). При внесении среднего – $N_{30}P_{30}K_{30}$+ N_{50} и высокого – $N_{50}P_{50}K_{50}$+ N_{50} фонов питания проявилось явно выраженное повышение кислотности почвы. Наибольшее её повышение наблюдалось при использовании максимальной дозы минеральных удобрений – высокого фона питания – при размещении озимой пшеницы по многолетним травам (- 0,17 pH), по гороху (- 0,33 pH) и по ячменю (- 0,39 pH) и среднего фона питания – по чёрному пару (- 0,23 pH).

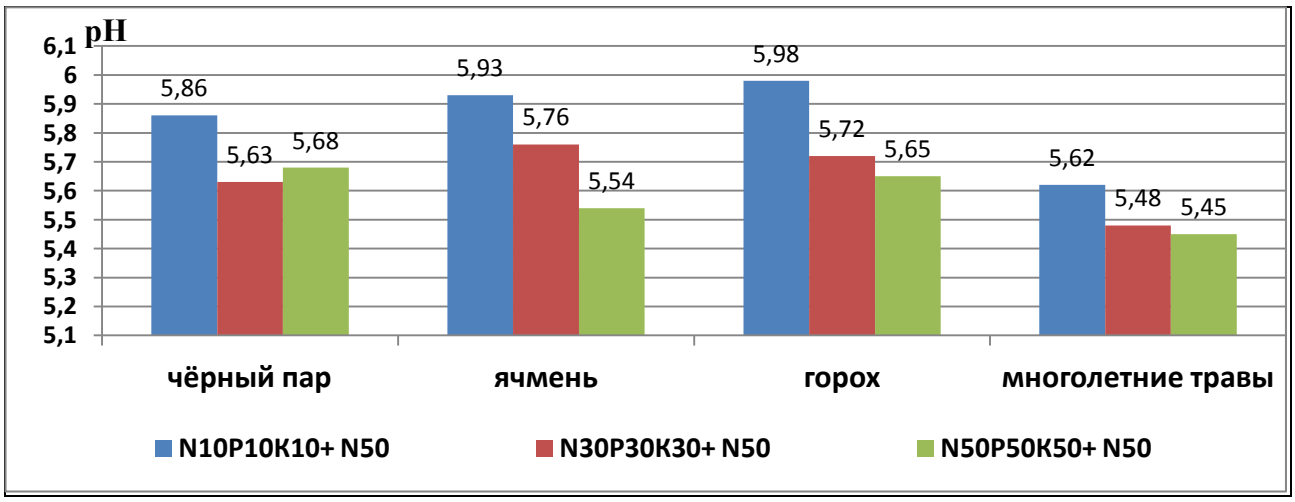


Рисунок 3 - Влияние минеральных удобрений и предшественников на обменную кислотность в слое почвы 0-30 см, pH_{KCl} (2017-2019 гг.)

При более высоких значениях pH в почве в посевах озимой пшеницы по гороху – 5,98 ед. и по ячменю – 5,93 ед. отмечено и наибольшее повышение обменной кислотности, соответственно на 0,33 и 0,39 ед. pH в результате использования высокого фона минерального питания.

Содержание щёлочногидролизуемого азота в почве

В посевах озимой пшеницы по многолетним травам и гороху почва обладала более высоким содержанием щёлочногидролизуемого азота при использовании низкого фона минерального питания – $N_{10}P_{10}K_{10}+ N_{50}$ – 139 мг/кг (рис. 4). По ячменю оно было ниже – 133 мг/кг и самым низким – 127 мг/кг – по чёрному пару. Увеличение доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до среднего – $N_{30}P_{30}K_{30}+ N_{50}$ – способствовало повышению содержания азота в посевах по многолетним травам на 18 мг/кг (+ 12,9 %). По гороху, ячменю и чёрному пару наибольшее его увеличение было отмечено при доведении доз минеральных удобрений до высокого фона питания – $N_{50}P_{50}K_{50}+ N_{50}$, которое оказалось равным соответственно 9, 17 и 12 мг/кг.

Содержание подвижных фосфатов в почве

Наиболее высокое содержание подвижных фосфатов в почве при применении низкого фона минерального питания – $N_{10}P_{10}K_{10}+ N_{50}$ выявлено в результате возделывания озимой пшеницы после гороха – 155 мг/кг (рис. 4). Меньше их содержалось после ячменя и чёрного пара, соответственно 138 и 140 мг/кг. А наименьшим – после многолетних трав – 122 мг/кг. Наибольший прирост содержания фосфатов при увеличении доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до высокого фона питания – $N_{50}P_{50}K_{50}$ + N_{50}.проявился в посевах по многолетним травам, ячменю и чёрному пару, который соответствовал 203, 217 и 220 мг/кг. В почве после гороха повышение содержания фосфатов было наименьшим – 160 мг/кг. На высоком фоне минерального питания наибольшим содержанием подвижных фосфатов отличалась почва с такими предшественниками как ячмень и чёрный пар, а наименьшим их содержанием – с многолетними травами и горохом.

Содержание обменного калия в почве

При применении низкого фона минерального питания – $N_{10}P_{10}K_{10}$ + N_{50} самым большим содержание обменного калия в почве по гороху – 161 мг/кг, несколько меньшим по многолетним травам, ячменю и чёрному пару, соответственно 152, 150 и 149 мг/кг (рис. 4). При доведении доз минеральных удобре-

ний от низкого фона минерального питания до высокого фона питания – $N_{50}P_{50}K_{50}$ + N_{50} наибольшим повышением содержания обменного калия выделилась почва с предшественником многолетние травы (+ 152 мг/кг). По гороху, ячменю и чёрному пару приросты его составили соответственно: + 122, 102 и 113 мг/кг.

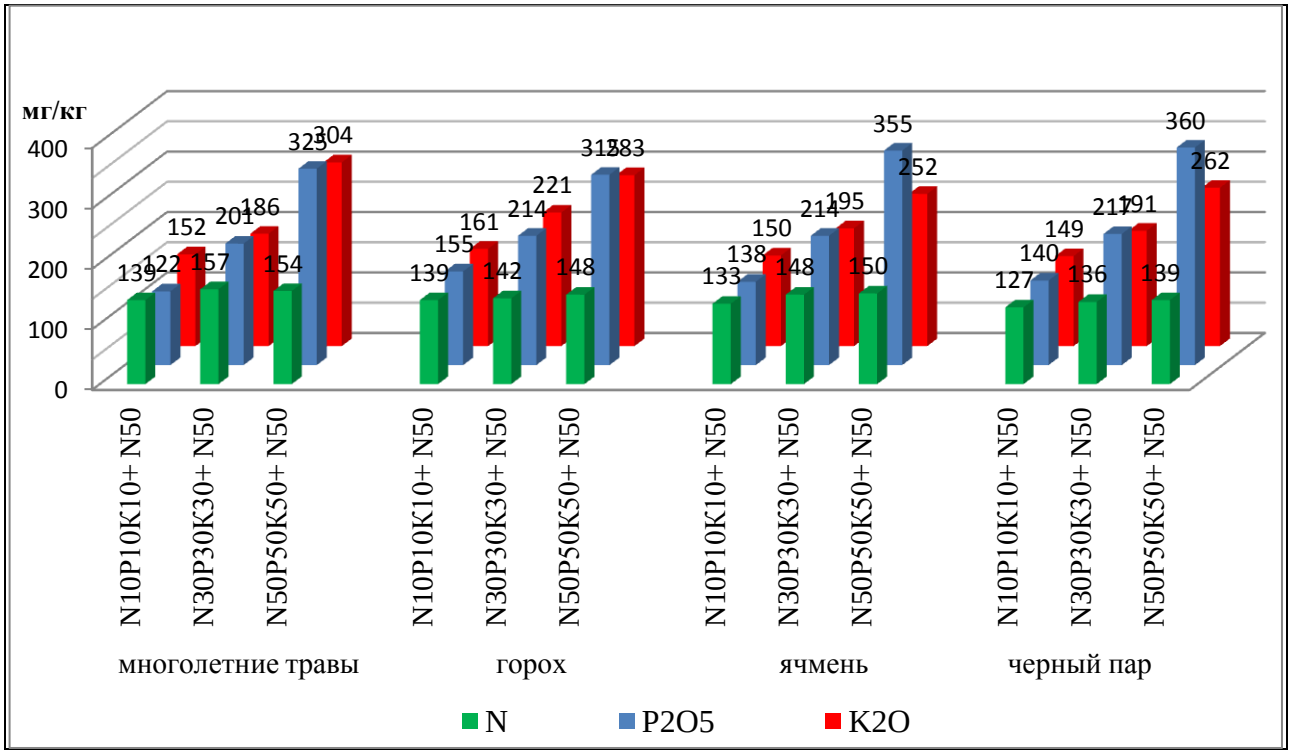


Рисунок 4 – Влияние предшественников и минеральных удобрений на содержание подвижных форм элементов питания в слое почвы 0-30 см под озимой пшеницей, мг/кг (2017-2019 гг.)

Урожайность зерна озимой пшеницы

В результате увеличения доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до высокого фона питания – $N_{50}P_{50}K_{50}$ + N_{50} наибольший прирост урожайности зерна озимой пшеницы был выявлен по чёрному пару – 1,23 т/га (+ 19,8 %) и по ячменю 1,13 т/га (+ 22,0%). По гороху он оказался заметно ниже – 0,52 т/га (+ 8,3 %). А ещё меньшим, причём, при доведении фона минерального питания до среднего – $N_{30}P_{30}K_{30}$ + N_{50}, по многолетним травам – 0,48 т/га (+ 7,1 %).

Наибольшую урожайность зерна озимой пшеницы по высокому фону минерального питания – 7,43 т/га обеспечил чёрный пар. Ниже она была по многолетним травам, гороху и ячменю соответственно на 0,18, 0,40 и 1,17 т/га (тал. 2, рис.5).

Таблица 2 − Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность зерна озимой пшеницей, т/га

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Многолетние травы			
$N_{10}P_{10}K_{10}+ N_{50}$	7,97	6,15	6,20
$N_{30}P_{30}K_{30}+ N_{50}$	8,63	6,84	6,29
$N_{50}P_{50}K_{50}+ N_{50}$	8,49	6,61	6,26
Горох			
$N_{10}P_{10}K_{10}+ N_{50}$	7,15	6,21	5,42
$N_{30}P_{30}K_{30}+ N_{50}$	7,58	6,32	5,89
$N_{50}P_{50}K_{50}+ N_{50}$	7,90	6,30	6,15
Ячмень			
$N_{10}P_{10}K_{10}+ N_{50}$	6,12	4,46	4,80
$N_{30}P_{30}K_{30}+ N_{50}$	7,56	5,43	5,21
$N_{50}P_{50}K_{50}+ N_{50}$	7,54	5,79	5,46
Черный пар			
$N_{10}P_{10}K_{10}+ N_{50}$	7,14	6,02	5,54
$N_{30}P_{30}K_{30}+ N_{50}$	7,90	7,22	5,95
$N_{50}P_{50}K_{50}+ N_{50}$	8,55	7,88	5,85
$НСР_{05}$	0,85	0,48	0,38

*Фоны минерального питания: низкий – $N_{10}P_{10}K_{10}+ N_{50}$, средний – $N_{30}P_{30}K_{30}+ N_{50}$, высокий – $N_{50}P_{50}K_{50}+ N_{50}$

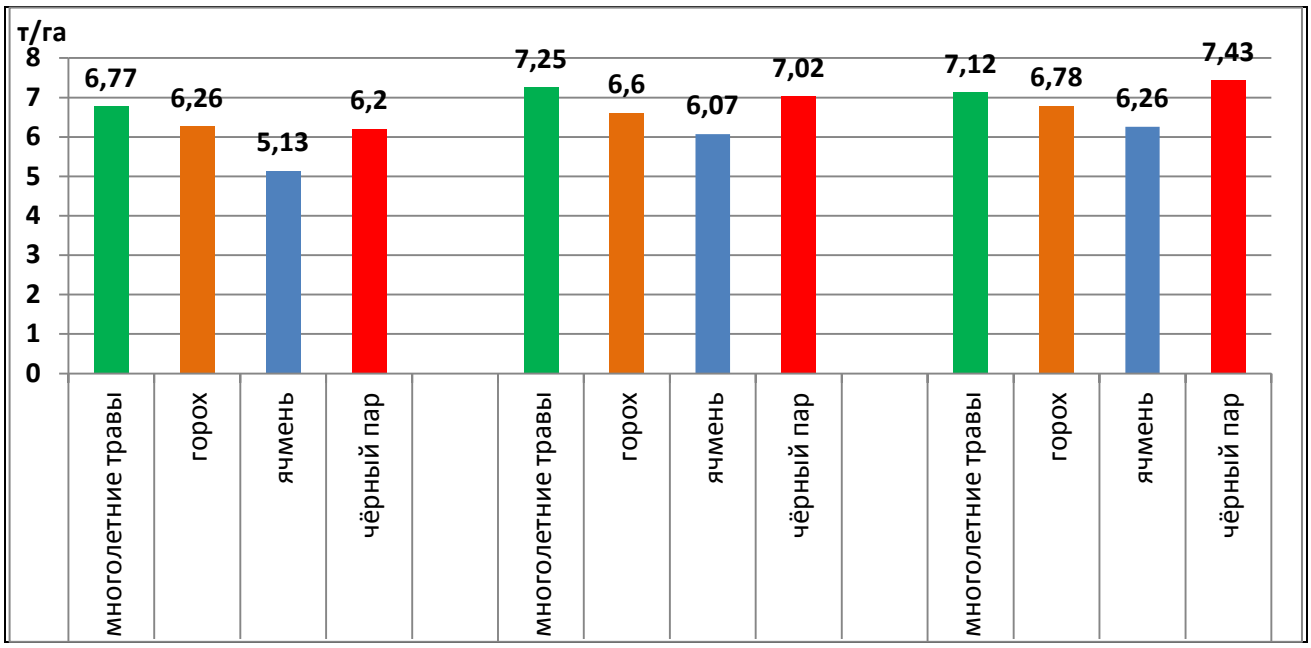


Рисунок 5 - Влияние предшественников на урожайность зерна озимой пшеницы на фоне доз минеральных удобрений, т/га (2017-2019 гг.)

Содержание белка и клейковины в зерне озимой пшеницы

Самым высоким содержанием белка в зерне озимой пшеницы (13,58 %) с использованием низкого фона минерального питания – $N_{10}P_{10}K_{10}$ + N_{50} отмечено по многолетним травам (рис. 6). По гороху, чёрному пару и ячменю оно было ниже соответственно на 2,03, 1,69 и 3,62 %.

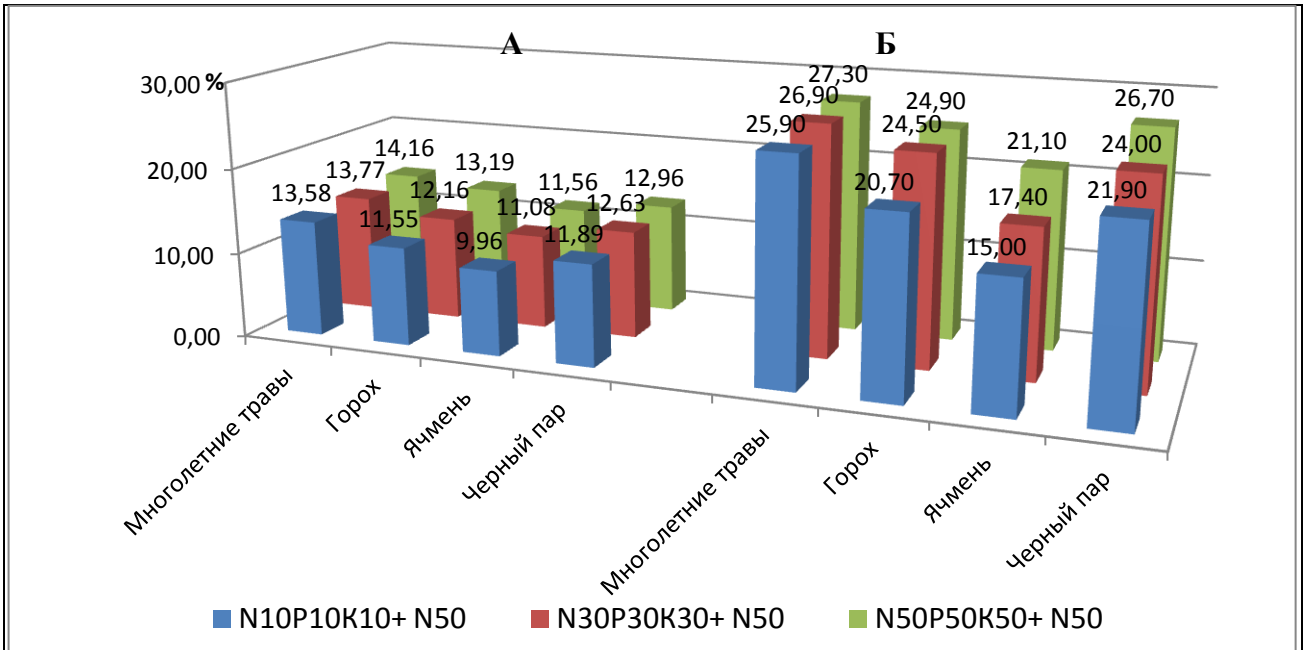


Рисунок 6 - Влияние предшественников и минеральных удобрений на содержание белка (А) и клейковины (Б), % (2017-2019 гг.)

Наиболее интенсивное повышение содержания белка в зерне произошло при размещении озимой пшеницы по гороху и ячменю в результате применения высокого фона минерального питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ (+ 1,64 и 1,60 %), а наименьшее – по чёрному пару (+ 1,07 %) и по многолетним травам (+ 0,58 %).

Максимальное содержание клейковины в зерне с использованием низкого фона минерального питания – $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$ было отмечено при посеве озими по многолетним травам (25,9 %), а минимальное – по ячменю (15,0 %). По гороху и чёрному пару её значения составили 20,7 и 21,9 %. Возрастание доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до высокого фона питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ обусловило повышение содержания клейковины при возделывании озимой пшеницы по многолетним травам, гороху, чёрному пару и ячменю соответственно на 1,4, 4,2, 4,8 и 6,1 %.

Максимальный сбор белка – 998 кг/га был обеспечен применением высокого фона минерального питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ в посевах озимой пшеницы по многолетним травам. Сбора белка по чёрному пару, гороху и ячменю относительно сбора по многолетним травам на высоком фоне минерального питания составил соответственно 93,0, 89,4 и 72,0 %.

Экономическая эффективность применения минеральных удобрений

Анализ экономической эффективности применения минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы по разным предшественникам показал, что применение среднего фона питания – $N_{30}P_{30}K_{30}+ N_{50}$ – способствовало получению наибольшего условно чистого дохода – 6621 руб./га и уровня рентабельности 178,0 % по ячменю. По чёрному пару он оказался равным 5484 руб./га при уровне рентабельности 155,1 %. По гороху условно чистый доход составил 354-935 руб./га при уровне рентабельности 6,6-33,3 %. По многолетним травам экономически оправдано было использование среднего фона минерального питания, способствовавшего получению условно чистого дохода 2262 руб./га при уровне рентабельности 75,0 %.

Биоэнергетическая эффективность применения минеральных удобрений

Наиболее энергетически эффективно весенние среднего фона минерального питания – $N_{30}P_{30}K_{30}+ N_{50}$ при возделывании озимой пшеницы по ячменю и чёрному пару, о чём свидетельствуют коэффициенты энергетической эффективности, соответственно 2,16 и 2,07. Целесообразно применение среднего фона питания по многолетним травам и гороху при коэффициентах энергетической эффективности, равных 1,68 и 1,42. В диапазоне энергозатрат 16162-17630 МДж/т зерна находится тот предел, выше которого нецелесообразно их повышение, с чем согласуются и коэффициенты энергетической эффективности – 0,93 и 1,02.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На момент посева озимой пшеницы наименьшие запасы влаги в слое почвы 0-100 см были сосредоточены по многолетним травам – 104 мм и наибольшие – по чёрному пару – 132 мм. Нарастание запасов влаги в период «посев – возобновления вегетации» составило по многолетним травам 94 мм (90,4 %), по гороху 77 мм (65,3 %), по ячменю 75 мм (64,7 %) и по чёрному пару 57 мм (43,2 %). При возобновлении вегетации влагообеспеченность почвы по многолетним травам превосходила таковую по гороху, ячменю и чёрному пару соответственно на 3, 7 и 9 мм (1,5, 3,5 и 4,5 %).

В межфазный период «возобновление вегетации – фаза молочной спелости» снижение запасов продуктивной влаги составило на 133-138 мм или на 69,7-71,7 %. На их затраты в слое 0-30 см приходилось в среднем по предшественникам 23,8 % от затрат в слое 0-100 см. То есть, удельные затраты в пахотном слое почвы составили 1,1 мм/см слоя почвы, а в слое 30-100 см 1,5 мм/см слоя почвы или на 36,4 % больше. Это свидетельствует о более значительном влиянии запасов доступной влаги подпахотных слоёв почвы, по сравнению с из запасами в пахотным горизонте, на ростовые процессы растений озимой пшеницы.

В фазу молочной спелости влагообеспеченность по многолетним травам была выше влагообеспеченности почвы по гороху, ячменю и чёрному пару соответственно на 3, 6 и 4 мм (5,0, 10,0 и 6,7 %).

К моменту уборки урожая по сравнению с фазой молочной спелости произошло повышение влагообеспеченности посевов озимой пшеницы: наименьшее по многолетним травам (+ 18 мм, 30,0 %) и ячменю (+ 22 мм, 38,6 %), наибольшее по гороху и чёрному пару (+ 26 мм по обоим предшественникам, соответственно 45,6 и 46,4 %). Запасы влаги по гороху и черному пару были выше, чем по многолетним травам на 5 и 4 мм.

2. При посеве озимой пшеницы по многолетним травам как по предшественнику, несмотря на то, что на низком фоне минерального питания отмечено наибольшее содержание гумуса, наблюдалось его самое высокое повышение в слое почвы 0-30 см при использовании высокого фона питания (+ 0,54 % или + 11,3 %%). Несколько меньшее повышение содержания гумуса (+ 0,45 % или 9,7 %%) отмечено при возделывании по гороху на среднем фоне минерального питания. Также на среднем фоне минерального питания при размещении озимой пшеницы по ячменю и чёрному пару наблюдалось самое низкое повышение содержания гумуса, соответственно 0,26 % или 5,6%% и 0,18 % или 3,9%%.

3. Увеличение доз минеральных удобрений от низкого фона питания – $N_{10}P_{10}K_{10}$ + N_{50} до высокого – $N_{50}P_{50}K_{50}$+ N_{50} обусловило повышение обменной кислотности почвы при возделывании озимой пшеницы по многолетним травам, гороху и ячменю соответственно на 0,17, 0,33 и 0,39 ед. pH, а по чёрному пару – при доведении фона питания до среднего – на 0,23 ед. pH. В почве после возделывания многолетних трав характерен переход кислотности из градации «близкая к нейтральной» в градацию «слабокислая»: от pH 5,62 до pH 5,48-5,45.

4. Увеличение доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания – $N_{10}P_{10}K_{10}$+ N_{50} до среднего – $N_{30}P_{30}K_{30}$+ N_{50} – способствовало повышению содержания щелочногидролизуемого азота в почве при размещении озимой пшеницы по многолетним травам на 18 мг/кг (+ 12,9 %). По гороху, ячменю и чёрному пару наибольшее его увеличение было отмечено при доведении доз минеральных удобрений до высокого фона питания – $N_{50}P_{50}K_{50}$ + N_{50}, которое оказалось равным соответственно 9, 17 и 12 мг/кг (+ 6,5, 12,8 и 9,4 %).

5. При более высоком содержании подвижных фосфатов в почве после гороха при применении низкого фона минерального питания (155 мг/кг) наблюдалось наименее интенсивное их повышение вследствие внесения высокого фона питания (+ 160 мг/кг или 103,2%).

6. Наибольшее повышение содержания обменного калия в почве проявилось с предшественником многолетние травы (+ 152 мг/кг или 100,0 %) при возрастании доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до высокого фона питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$, обеспечив максимальное его содержание.

7. Наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы – 7,43 т/га обусловлена размещением посевов по чёрному пару в сочетании с высоким фоном минерального питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$. Относительная её величина по многолетним травам, гороху и ячменю от уровня урожайности по чёрному пару оказалась равной соответственно 97,6, 94,6 и 84,3 %.

8. Самым высоким содержанием белка и клейковины в зерне озимой пшеницы с использованием как низкого фона минерального питания – $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$ (соответственно 13,58 и 25,9 %), так и высокого фона питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ (14,16 и 27,3 %) отметились в качестве предшественника многолетние травы. Уровень содержания белка по чёрному пару, гороху и ячменю относительно содержания его по многолетним травам на высоком фоне минерального питания составил соответственно 91,5, 93,1 и 81,6 % и клейковины 97,8, 91,2 и 77,3 %.

Максимальный сбор белка – 998 кг/га обеспечен применением высокого фона минерального питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ в посевах озимой пшеницы по многолетним травам. Сбора белка по чёрному пару, гороху и ячменю относительно сбора по многолетним травам на высоком фоне минерального питания составил соответственно 93,0, 89,4 и 72,0 %.

9. При соответствии качества клейковины II группе «удовлетворительная слабая» применение высокого фона минерального питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ вызвало тенденцию к возрастанию показателя ИДК на 7, 6 и 4 единицы, достигая

максимальных значений – 93, 92 и 85 соответственно в посевах по многолетним травам, чёрному пару и ячменю, которая свидетельствует о снижении упругости хлеба и повышении его пористости. По гороху при высоких значениях показателя – 89-91единиц направленность варьирования неустойчивая.

10. Наиболее высокое содержание азота в зерне как на низком фоне минерального питания – $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$, так и на высоком его фоне – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ обусловлено размещением озимой пшеницы по многолетним травам в качестве предшественника. Максимальному повышению содержания азота – на 0,28 % способствовало внесение высокого фона минерального питания по сравнению с его низким фоном в посевах озими по гороху и ячменю, фосфора – на 0,04 % по многолетним травам и чёрному пару, калия – на 0,05% по многолетним травам, чёрному пару и ячменю.

Наибольшим содержанием золы отмечено зерно, выращенное по ячменю – 1,71 % при использовании высокого фона минерального питания.

11. Самые высокие условно чистый дохода 6621 руб./га и уровень рентабельности 178,0 % при минимальной себестоимости производства продукции 3956 руб./т зерна были обусловлены применением среднего фона минерального питания – $N_{30}P_{30}K_{30}+ N_{50}$ при размещении посевов озимой пшеницы по ячменю. Высокий фон питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ по предшественникам ячмень и чёрный пар способствовал получению несколько меньшего условно чистого дохода – 6135 и 5983 руб./га при уровне рентабельности 97,5 и 92,8 %. По многолетним травам экономически оправдано использование среднего фона минерального питания, а применение высокого фона питания привело к убытку в 1258 руб./га и максимальной себестоимости продукции – 14594 руб./т зерна. При формировании среднего и высокого фона минерального питания возделывание озимой пшеницы по гороху сопровождалось получением невысокого условно чистого дохода, соответственно 935 и 354 руб./га.

12. Наиболее биоэнергетически эффективно весенние среднего фона минерального питания – $N_{30}P_{30}K_{30}+ N_{50}$ при возделывании озимой пшеницы по ячменю и чёрному пару, о чём свидетельствуют коэффициенты энергетической

эффективности, соответственно 2,16 и 2,07. Несколько ниже – 1,80 и 1,86 они были с использованием высокого фона минерального питания – $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$. Очевидно, в диапазоне энергозатрат на единицу прибавки основной продукции озимой пшеницы 16162-17630 МДж/т зерна находится тот предел, выше которого нецелесообразно их повышение, с чем согласуются и коэффициенты энергетической эффективности – 0,93 и 1,02.

Рекомендации производству

1. В юго-западной части Центрально-Черноземного региона и, частности, Белгородской области на чернозёме типичном для получения высоких и качественных урожаев озимой пшеницы при размещении по многолетним травам, гороху и ячменю рекомендуется применять минеральные удобрения из расчёта $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$ (насыщенность 1 га севооборотной площади $N_{50}P_{37,5}K_{37,5}$), а по чёрному пару - $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ (насыщенность $N_{80}P_{67,5}K_{67,5}$).

2. В условиях региона наиболее предпочтительным предшественником озимой пшеницы как с точки зрения урожайности и качества продукции, так и плодородия почвы, являются многолетние травы, обусловившие наибольшее повышение содержание гумуса и подвижных форм элементов питания, а также наименьшее увеличение обменной кислотности при увеличении доз минеральных удобрений, в отличие от предшественников ячменя и гороха, в севооборотах с которыми необходимо контролировать благоприятную реакцию среды методом химической мелиорации.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В дальнейших исследованиях планируется изучение доз минеральных удобрений по разным предшественникам с привлечением новых перспективных, адаптированных к условиям региона сортов озимой пшеницы, более совершенных видов удобрений, разработка математических моделей регулирования основных показателей плодородия почв, формирования урожайности и качества зерна.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Аль Дхухайбави Хаидер Халаф** Агрохимические свойства чернозёма типичного в зависимости от минеральных удобрений и предшественников озимой пшеницы / Аль Дхухайбави Хаидер Халаф, С.И. Смуров, С.Н. Зюба, М.А. Куликова, А.Г. Ступаков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 1 (25). – 146-153.

2. Ступаков А.Г. Продуктивность озимой пшеницы под влиянием минеральных удобрений и предшественников / А.Г. Ступаков, С.И. Смуров, **Аль Дхухайбави Хаидер Халаф**, С.Н. Зюба, М.А. Куликова, Н.В. Ширяева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 1 (25). –184-191.

3. Ступаков А.Г. Продуктивная влага чернозёма типичного в зависимости от предшественников озимой пшеницы / А.Г. Ступаков, **Аль Дхухайбави Хаидер Халаф**, С.И. Смуров, С.Н. Зюба, М.А. Куликова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №2. – С. 4-10.

Публикации в других изданиях:

4**. Аль Дхухаибави Хайдер Халаф**, Смуров С.И., Ступаков А.Г. Влияние минеральных удобрений и предшественников озимой пшеницы на агрохимические свойства чернозёма типичного / Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: сборник докл. Международной научно-практ. конфер. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2019. – С.395-397.

5**. Аль Дхухаибави Хайдер Халаф**, Смуров С.И., Ступаков А.Г. Зависимость обменной кислотности и содержания гумуса в чернозёме типичном от минеральных удобрений и предшественников озимой пшеницы / Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской научно-практ. конфер. с международным участием и Всероссийской Школы молодых учёных, 19-21 июня 2019 г. – Белгород: ООО «Принт», 2019. – С. 606-610.

6. **Аль Дхухаибави Хайдер Халаф**, Смуров С.И., Ступаков А.Г. Кислотность и содержания гумуса в почве под влиянием минеральных удобрений и предшественников озимой пшеницы / Материалы XXIII Международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее» (28-29 мая 2019 года): в 2 т. Том 1. – п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. – С. 56-58.

Подписано в печать…….

Формат

Гарнитура

Объём 1 усл. печ. л.

Тираж 100 экз.

Отпечатано