

«Белгородский государственный аграрный университет
имени В.Я. Горина»

На правах рукописи

Лубенцов Сергей Михайлович

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА
ТИПИЧНОГО И УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Специальность 06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры земледелия и агрохимии
Е.Г. Котлярова

Белгород – 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГОРОХА (обзор литературы).....	14
1.1. Влияние доз удобрений и способов основной обработки почвы на её агрофизические свойства	16
1.2. Фитосанитарное состояние посевов гороха в зависимости от основной обработки почвы и доз минеральных удобрений.....	29
1.3. Питательный режим почвы в зависимости от способов её обработки и доз минеральных удобрений.....	35
1.4. Формирование урожая и качества продукции под действием способов обработки почвы и доз удобрений	41
2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	50
2.1. Агроклиматическая характеристика зоны и метеорологические условия в годы проведения исследований	50
2.2. Схема опыта и методика его проведения.....	54
3. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ПОД ГОРОХОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ЕЁ ОБРАБОТКИ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ.	58
3.1. Влияние способов обработки почвы и доз минеральных удобрений на запасы продуктивной влаги.....	59
3.2. Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления гороха под влиянием способов обработки почвы и доз удобрений.....	60
3.3. Изменение плотности почвы в зависимости от способов её обработки и доз удобрений.....	62
3.4. Структурно-агрегатный состав почвы в зависимости от способов её обработки и доз удобрений	64
3.5. Твердость почвы в зависимости от способов её обработки.....	66

4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ЕЁ ОБРАБОТКИ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ.	69
4.1. Микробиологическая активность почвы в зависимости от способов её обработки	69
4.2. Агрохимическая характеристика почвы при выращивании гороха в зависимости от варианта обработки почвы и доз удобрений	72
4.2.1. Содержание легкогидролизуемого азота в почве в зависимости от изучаемых в опыте факторов	73
4.2.2. Содержание подвижного фосфора в почве в зависимости от способов её обработки и доз удобрений.....	77
4.2.3. Обеспеченность почвы обменным калием в зависимости от варианта её обработки и доз удобрений	80
5. ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ.....	85
6. УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГОРОХА ПОД ВЛИЯНИЕМ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ.....	93
6.1. Структура урожая, урожайность и качество зерна гороха в зависимости от изучаемых в опыте факторов.....	94
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГОРОХА.....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	105
ПРЕДЛОЖЕНИЯ РОИЗВОДСТВУ.....	110
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	111
ПРИЛОЖЕНИЯ	140
Приложение 1 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период посева гороха в 2010 году..	140

Приложение 2 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период уборки гороха в 2010 году	140
Приложение 3 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период посева гороха в 2011 году.	141
Приложение 4 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период уборки гороха в 2011 году	141
Приложение 5 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период посева гороха в 2013 году.	142
Приложение 6 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период уборки гороха в 2013 году	142
Приложение 7 – Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления гороха в зависимости от изучаемых в опыте факторов....	143
Приложение 8 – Плотность почвы под горохом в зависимости от способа её обработки и доз удобрений	144
Приложение 9 – Влияние способа обработки и доз удобрений на структурно-агрегатный состав почвы.	145
Приложение 10 – Твердость почвы в зависимости от способов её обработки	147
Приложение 11 – Интенсивность разложения клетчатки в зависимости от способов основной обработки почвы	147
Приложение 12 – Содержание легкогидролизуемого азота в почве.....	148
Приложение 13 – Содержание подвижного фосфора в почве.	149
Приложение 14 – Содержание обменного калия в почве.....	150

Приложение 15 – Засоренность посевов гороха малолетними сорняками в зависимости от изучаемых в опыте факторов.....	151
Приложение 16 – Засоренность посевов гороха многолетними сорняками в зависимости от изучаемых в опыте факторов.....	152
Приложение 17 – Сухая масса сорняков перед уборкой гороха в зависимости от обработки почвы и доз минеральных удобрений.....	153
Приложение 18 – Структурный анализ урожая гороха в зависимости от способов обработки почвы и доз минеральных удобрений	154
Приложение 19 – Качество зерна гороха в зависимости от способа обработки почвы и доз минеральных удобрений	155
Приложение 20 – Акт внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта	156

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Одной из актуальных проблем в мире является проблема производства растительного белка. В развивающихся странах это необходимо, прежде всего, для удовлетворения потребностей в пищевом растительном белке, а в промышленно-развитых странах – для обеспечения кормовым белком животноводства. Важнейшим источником растительного белка во многих странах мира являются зернобобовые культуры, в том числе и горох.

В условиях диспаритета цен на минеральные удобрения и продукцию растениеводства значение зернобобовых культур существенно повышается. Их роль в современном земледелии трудно переоценить. Как азотфиксирующие культуры они обогащают почву симбиотическим, практически бесплатным азотом, что позволяет существенно сократить расходы на азотные минеральные удобрения. Микробиологическая фиксация молекулярного азота является единственным путем снабжения растений связанным азотом, при котором принципиально невозможно загрязнение почв и водоемов нитратами. Кроме того, биологический азот недорогой, поскольку на активизацию деятельности азотфиксирующих микроорганизмов не требуется больших энергетических затрат.

В Белгородской области горох является традиционной культурой, что определяется его скороспелостью и достаточным потенциалом урожайности зерна. Подтверждением этому являются данные за 1986-1990 годы, когда в области его в среднем выращивали на площади 114,0 тыс. га, с удельным весом среди зерновых 14,4%. В дальнейшем (начиная с 90-х гг.) посевы гороха резко сократились, что наряду со снижением уровня урожайности привело к получению валового сбора зерна в небольших объемах.

В связи с большим поголовьем животных и продолжающейся тенденцией его увеличения одним из важнейших вопросов земледелия в Белгородской области становится производство высококачественных кон-

центрированных кормов. Основные зерновые культуры (озимая пшеница, яровой ячмень и кукуруза) в условиях области дают высокие урожаи зерна и позволяют получить достаточное количество кормовых единиц. Главным недостатком вышеуказанных культур является несбалансированность получаемого корма по переваримому протеину. Для решения данной проблемы необходимо возделывание зернобобовых культур, таких как горох и соя, оптимально подходящих для условий Белгородской области. Расширение посевов сои в области, которое наблюдается в последнее время, не может полностью решить белковую проблему. Поэтому горох был и остается основной зернобобовой культурой по производству растительного белка.

Наиболее нерешённой проблемой земледелия является выбор способа основной обработки почвы, в том числе и под горох. На современном уровне развития научно-технического прогресса приоритетное значение приобретает проблема получения продукции с использованием энергосберегающих технологий. К таковым относят минимальную и нулевую обработку почвы, которую в последнее время достаточно активно используют в земледелии. Однако её преимущества в основном заявлены производителями соответствующей техники (Рябов, 1989), а имеющиеся противоречивые мнения исследователей по вопросам влияния обработки и удобрений на урожайность и качество зерна гороха не позволяют сделать однозначные выводы об их использовании.

В зависимости от выбора способа основной обработки почвы должна изменяться и система применения удобрений, как органических, так и минеральных, разработку которой в современных условиях необходимо осуществлять с учетом конкретных почвенно-климатических условий хозяйства и возможных вариантов удобрения сельскохозяйственных культур.

Для максимального использования потенциала гороха, обеспечения рационального водного и питательного режимов почвы, благоприятного

фитосанитарного состояния посевов в зерновом севообороте при получении высоких урожаев соответствующего качества необходимо разработать наиболее оптимальное сочетание способов основной обработки почвы и систем удобрений с учетом условий Белгородской области. Это является актуальной проблемой в связи с ухудшением экологического, энергетического и экономического состояния сельскохозяйственного производства.

Цель исследований – выявить наиболее оптимальное сочетание способа основной обработки почвы и дозы минеральных удобрений в условиях юго-западной части ЦЧЗ для обоснованного увеличения урожайности гороха с обеспечением простого и расширенного воспроизводства плодородия почвы.

Задачи исследований:

1. Установить влияние основной обработки почвы и доз минеральных удобрений на агрофизические, микробиологические и агрохимические показатели её плодородия; количественный и видовой состав сорных растений, урожайность гороха.
2. Выявить изменения показателей почвенного плодородия чернозема типичного в зависимости от способа обработки почвы и доз минеральных удобрений.
3. Оценить влияние интенсивности обработки почвы и степени её удобренности на урожайность зерна, экономические и энергетические показатели при выращивании гороха.
4. Дать обоснованные рекомендации по выбору способа основной обработки почвы и доз минеральных удобрений при возделывании гороха на черноземе типичном в условиях юго-западной части ЦЧЗ.

Научная новизна работы заключается в определении влияния способов основной обработки почвы и доз минеральных удобрений на плодородие чернозема типичного и урожайность зерна гороха в юго-западной части Центрально-Черноземной зоны.

Установлено положительное влияние вспашки на показатели почвенного плодородия чернозема типичного. Доказано повышение эффективности использования почвенной влаги растениями гороха при использовании минеральных удобрений и негативное влияние применения мелкой и нулевой обработок почвы на активность почвенных микроорганизмов.

Подтверждена гипотеза усиления дифференциации почвенного профиля по распределению элементов минерального питания при использовании ресурсосберегающих обработок почвы, при этом не установлено определенной закономерности их распределения в зависимости от доз вносимых удобрений.

Установлено, что количество и масса малолетних и многолетних сорняков в посевах гороха при использовании вспашки существенно снижаются.

Выявлено оптимальное сочетание способа основной обработки почвы и доз минеральных удобрений для получения максимальной урожайности зерна гороха с высокой экономической и биоэнергетической эффективностью.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в следующем:

- использование вспашки в качестве основной обработки почвы позволяет снизить потребность растений в почвенной влаге на 19-62%, а дополнительное применение минеральных удобрений – на 10%, что в условиях неустойчивого увлажнения имеет немаловажное значение для получения высоких и стабильных урожаев;

- обработка почвы с оборотом пласта увеличивает коэффициент структурности почвы на 17-201%, снижает её твердость на 41-137%, увеличивает активность почвенных микроорганизмов до 2,7 раз, способствует уменьшению засоренности посевов как малолетними (в 1,4-2,8 раза), так и многолетними (в 2,1-2,2 раза) сорняками;

- применение мелкой и нулевой обработок почвы приводит к концентрации элементов минерального питания растений в верхнем десятисантиметровом слое почвы;

метровом слое почвы, а распределение их по слоям почвенного профиля происходит без определенной закономерности в зависимости от доз внесенных удобрений, что необходимо учитывать при разработке системы применения удобрений;

- совместное применение вспашки и внесения минеральных удобрений в дозе $N_{50}P_{70}K_{40}$ позволит повысить урожайность зерна гороха на 14% и увеличить сбор белка на 23%. Условный чистый доход при этом достигает 11 887 руб./га, а уровень рентабельности – 103%;

- результаты исследований могут быть использованы в хозяйствах области при совершенствовании технологии возделывания гороха на зерно, в учебном процессе в курсах общего земледелия и растениеводства студентами агрономических специальностей.

Производственная проверка основных положений диссертации, проведенная в ООО «Пчёлка» Ивнянского района Белгородской области на площади 90 га, показала, что возделывание гороха на зерно при отвальной обработке почвы на глубину 24-25 см с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{50}P_{70}K_{40}$ способствовало увеличению урожайности зерна гороха на 0,35 т/га, условный чистый доход составил 8688 руб./га при уровне рентабельности 71%.

Основные защищаемые положения

1. Запасы продуктивной влаги не зависят от способа основной обработки почвы. Внесение удобрений сказалось на её запасах только в период уборки: при мелкой обработке при дозе $N_{50}P_{70}K_{40}$ они были на 4 мм выше, а при нулевой при дозе $N_{100}P_{140}K_{80}$ – на 5 мм.

2. Отвальная обработка почвы способствует уменьшению расхода растениями влаги на 19-62%, снижению засоренности посевов – в 1,4-2,8 раза, увеличению коэффициента структурности почвы – на 17-201% и интенсивности разложения клетчатки в 1,1-2,7 раза. При этом снижается твердость почвы на 41-137%. Несмотря на увеличение плотности почвы при отказе от вспашки на момент посева на 0,04-0,13 г/см³ и на период уборки – на 0,09-

0,13 г/см³, она была оптимальной для роста и развития гороха: на период посева – 0,79-1,05 г/см³ и на период уборки – 0,85-1,14 г/см³. Применение минеральных удобрений способствует снижению потребления растениями влаги на 10-33%.

3. Глубокая обработка почвы обеспечивает выравнивание содержания основных элементов питания по слоям почвенного профиля с сохранением минимальной дифференциации. Использование ресурсосберегающих обработок приводит к их распределению по слоям почвенного профиля без определенной закономерности, особенно подвижного фосфора.

4. Отвальная обработка почвы способствует увеличению высоты растений на 14-27%, количества бобов на одном растении – на 3-50%, количества зерен в одном бобе на 5-43% и массы 1000 зерен – на 4-12%. При внесении минеральных удобрений данные показатели увеличиваются соответственно на 24, 45, 30 и 9%. Наибольшая урожайность зерна гороха получена на вспашке – 2,38-2,71 т/га. Использование мелкой обработки почвы существенно снизило её – на 0,30-0,77 т/га, а нулевой – на 0,69-1,07 т/га.

5. При наибольшей урожайности зерна гороха – 2,71 т/га, полученной по вспашке с применением N₅₀P₇₀K₄₀, условно чистый доход составил 11 887 руб./га при уровне рентабельности 103%, а эффективность энергозатрат – 4,4.

Степень достоверности и апробация результатов исследований подтверждается проведенным анализом теоретических достижений российских и зарубежных ученых, использованием корректных методик, достаточным количеством лабораторных и полевых наблюдений, учетов и анализов, статистической обработкой результатов исследований.

Автор диссертационной работы по заявленной теме является участником Всероссийского конкурса «Молодые новаторы аграрной России» по номинации «Агрономия» (Орел, 2010); конкурса научных молодежных работ «Молодежь Белгородской области» в области технических и сельскохозяйственных, правовых

и гуманитарных наук (Белгород, 2011); победителем конкурсного отбора по программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса – 2011» в рамках ФГОУ ВПО «БелГСХА» (Белгород, 2011); лауреатом внутриакадемического гранта на завершение научных исследований, выполняемых молодыми учеными ФГБОУ ВПО «БелГСХА» в 2011 г. (Белгород, 2011); гранта на выполнение научно-исследовательских работ по заказу Минсельхоза России (Белгород, 2013), лауреатом стипендии РАД (Российского аграрного движения) 2011-2012 гг. (Москва, 2011).

Результаты данной работы докладывались автором на XIV, XV и XVI Международных научно-производственных конференциях «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения» (г. Белгород, 2010, 2011, 2012), на Всероссийской научно-практической конференции «Биологизация адаптивно-ландшафтной системы земледелия – основа повышения плодородия почв, роста продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранения окружающей среды» (г. Белгород, 2012), на заседаниях кафедры земледелия и агрохимии ФГБОУ ВПО «БелГСХА» (2010, 2011, 2013), на заседаниях ученого совета агрономического факультета ФГБОУ ВПО «БелГСХА» (2010, 2011, 2013).

Результаты данных исследований вошли в разработку новых зональных технологий возделывания гороха.

Публикации результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 10 научных статей, в т.ч. 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 139 страницах компьютерной верстки и состоит из введения, 7 глав, 16 таблиц, 6 рисунков, заключения, предложений производству, списка литературы, включающего 275 источников, из которых 36 иностранных и 20 приложений.

Автор выражает благодарность руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору кафедры земледелия и агрохимии Екатерине Геннадьевне Котляровой, коллективу кафедры земледелия и агрохимии Белгородского государственного аграрного университета им В.Я. Горина за оказанную помощь в выполнении работы, а также генеральному директору ООО «Пчёлка» Андрею Алексеевичу Потрясаеву за предоставленную возможность в проведении данных исследований.

1. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГОРОХА (обзор литературы)

Проблема обеспечения населения продовольствием стара, как мир, и в ближайшие годы будет важнейшей задачей, стоящей перед многими странами мира (Котлярова, 1995). Для увеличения производства продукции растениеводства был осуществлен переход на так называемую интенсивную систему земледелия, требующую больших материальных затрат и трудовых ресурсов. Кроме этого, данная система земледелия приводит к сильному загрязнению окружающей среды.

Таким образом, возрастающая экологическая нагрузка на окружающую среду со стороны сельского хозяйства в целом, и отрасли растениеводства в частности, а также проблема дефицита энергоресурсов требует разработки новых, более прогрессивных методов и способов ведения отрасли растениеводства.

В последние годы в России обострилась проблема комплексной механизации сельскохозяйственного производства в связи с нехваткой техники, оборудования и политикой цен на энергоносители. Диспаритет цен на технику, энергоносители, средства химизации и сельскохозяйственную продукцию является главной причиной неконкурентоспособности продукции села. Все это заставляет по-новому подойти к системе организации сельскохозяйственного производства в современных условиях на основе энерго- и почвосберегающих технологий (Небавский, Чернявская, 2010).

Поэтому основными направлениями совершенствования производства зерна сегодня является уменьшение числа производственных операций, повышение производительности труда, ресурсосбережение, снижение энергозатрат на единицу продукции (Плескачев, 1999).

Переход на ресурсосберегающие и почвозащитные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – одно из основных направлений совершенствования зональных систем земледелия. Анализ затрат энергии в агроэкосистемах показывает, что наиболее энергоемкими статьями являются обработка почвы, средства защиты растений, минеральные удобрения. Несомненный интерес представляет изучение наиболее рациональных способов основной обработки почвы, позволяющих сократить энергетические затраты без снижения урожайности сельскохозяйственных культур (Трофимова, 1999).

Длительные исследования Н.А. Максютова и его сотрудников (2001) показали, что эффективность ресурсосберегающей минимальной обработки почвы в различных зонах неодинакова и во многом зависит от степени окультуренности почвы, её механического состава, содержания гумуса, предшественника, засоренности полей, погодных и других условий. Поэтому при освоении новых технологий важно строго увязывать их с природными и экономическими условиями конкретных хозяйств.

По мнению Х.П. Аллена (1985), при благоприятных почвенных условиях и соблюдении рекомендаций прямой посев может быть очень перспективным.

Таким образом, проблема выбора приемов основной обработки почвы и доз минеральных удобрений для увеличения количества и качества зерна, а также снижения материальных затрат на его производство для конкретных почвенно-климатических условий, севооборотов и культуры является весьма актуальной в настоящее время.

1.1. Влияние доз удобрений и способов основной обработки почвы на её агрофизические свойства

Среди многочисленных агротехнических приемов обработка почвы всегда играла основную роль в создании урожая, так как этот процесс является универсальным средством воздействия на многие физические, химические и биологические свойства почвы и, в конечном итоге, на ее плодородие (Минимальная обработка ..., 1981).

Физические свойства почвы определяют характер её водно-воздушного режима. Они сказываются и на обменных процессах, которые характеризуют биологическую активность почвы, её агрохимические свойства, гумусное состояние.

В сельскохозяйственной науке уже несколько десятилетий идут дискуссии о концепциях основной обработки почвы между сторонниками отвальной обработки плугами с предплужниками и безотвального рыхления плоскорезами. Одни утверждают, что лучшей культурной вспашки ничего нет, другие говорят, что отвальный плуг – причина всех несчастий в земледелии и благосостояние общества будет обеспечено только безусловной заменой плуга на плоскорез (Асыка, 2003).

Ряд отечественных ученых: С.М. Богданов (1909), К.А. Тимирязев (1948), В.Р. Вильямс (1949), А.И. Стебут (1956) были яркими сторонниками отвальной обработки почвы. Они указывали, что наиболее эффективным приемом обработки, увеличения потенциального плодородия почвы и продуктивности полей является глубокая вспашка.

По мнению А.П. Исаева (1997), наиболее предпочтительна как по энергетической эффективности, так и по влиянию на физические свойства почвы и засоренность посевов комбинированная отвально-плоскорезная обработка почвы в севообороте. При такой системе по сравнению с ежегодной вспашкой не ухудшаются агрофизические свойства почвы.

Результаты исследований Н.А. Максютова (1998) показали, что эффективность минимальной основной обработки почвы во многом зависит от окультуренности исходного слоя почвы, её механического состава, содержания гумуса, предшественника, уровня агротехники, погодных условий и т.д.

Между тем, согласно данным экспертов ФАО, в мировом сельскохозяйственном производстве «No-till» применяется на площади 106-108 миллионов гектаров. За последние 10 лет среднестатистический показатель внедрения нулевой технологии в мировом сельхозпроизводстве составил 6 миллионов гектаров в год (Небавский, 2010).

Как считает С.Ю. Булыгин (2010), белгородские почвы – черноземы типичные, практически все подходят для технологии «No-till».

По мнению И.И. Гуреева (2007), технология «No-till» неуниверсальна. Законное место ее там, где в обработке почвы нет необходимости. Нужны четкий анализ почвенных условий конкретного поля и определение стратегии обработки почвы на его основе. Интенсивность механического воздействия на почву при этом определяется необходимостью выполнения классических функций её обработки: рыхления, уничтожения сорняков, активизации процессов минерализации органического вещества, заделки в почву семян и удобрений.

Таким образом, возникла необходимость изучения эффективности различных способов основной обработки почвы под горох в конкретных почвенно-климатических условиях.

Влагосбережение – важнейшая задача земледелия, особенно в засушливых зонах, а в отдельные годы – и в зонах с умеренным климатом. Дефицит почвенной влаги может быть обусловлен не только недостатком атмосферных осадков, но и непродуктивными их потерями, достигающими 40-70% (Сpirкин, 1998). Сокращение этих потерь – огромный резерв повышения эффективности земледелия.

Система обработки почвы должна быть направлена на максимальное накопление и сохранение влаги, носить почвозащитный характер и способствовать сохранению и повышению плодородия полей (Долотин, 2001).

Результаты исследований Б.М. Кушенова (2000) показали, что периодические глубокие отвальные обработки способствовали лучшей увлажненности метрового слоя почвы, особенно с глубины 40 см.

В исследованиях Н.А. Максютова (1998) применение минимальной обработки почвы отрицательно сказывалось на ее водопроницаемости, что и приводило к ухудшению водного режима. Запасы продуктивной влаги перед посевом пшеницы и ячменя при минимальной обработке составили соответственно 96 и 82 мм, а глубокой плоскорезной – 155 и 136 мм.

Как установили В.М. Гармашов и А.Л. Качанин (2007), в условиях засушливой весны исключение обработки почвы в целом приводит к существенному уменьшению запасов доступной влаги в слое 0-10 см из-за быстрого и интенсивного испарения.

Некоторые исследователи считают, что вспашка приводит к иссушению почвы. Так, запасы влаги весной в метровом слое на вспашке составили 108 мм, при минимальной обработке – 124 мм и при нулевой – 132 мм (Баздырев, 1999; Чуданов, Лигастаева, 1999).

По мнению П.П. Колмакова и А.М. Нестеренко (Минимальная обработка ..., 1981), при ежегодных глубоких обработках плугами и глубокорыхлителями черноземная почва содержится в искусственно завышенной аэрации, что приводит к потерям влаги из почвы путем диффузии паров воды.

В исследованиях С.И. Смурова (1993) перед посевом гороха запасы продуктивной влаги по бесплужным видам подготовки зяби в сравнении со вспашкой были больше как в пахотном слое, так и в слое 0-100 см – соответственно от 5,4 до 6,4 мм и от 13,7 до 21,6 мм. После уборки гороха разница по остаточным запасам продуктивной влаги на изучаемых вариантах по сравнению с контролем в слоях почвы 0-30 и 0-100 см не имела существенных различий. Аналогичная закономерность была установлена в работе Н.В. Шелухиной (2010).

По мнению А.А. Борова и И.Г. Мельцаева (1995), С.Н. Шевченко и В.А. Корчагина (2008), безотвальная обработка почвы имеет некоторое преимущество в накоплении влаги.

Е. Герасименко с соавторами (2005) указывают на большой запас влаги для растений при использовании безотвальных систем земледелия, особенно в регионах с низким уровнем осадков.

Увеличение продуктивных запасов влаги в почве при переходе к безотвальному рыхлению относительно вспашки отмечают и другие исследователи: С.М. Скорняков (1989), В.В. Медведев и др. (1999), С.И.Смуров (1999), Йоахим Бишофф (2009).

В исследованиях И.А. Чуданова (1997) безотвальное рыхление с оставлением стерни способствует большему накоплению зимне-весенней влаги к моменту посева ранних культур. Это подтверждают и Е.Х. Баймишева с Г.И. Казаковым (1999), М.В. Литвиненко (1999), Н.Н. Минаева (2001).

Как считает Йоахим Бишофф (2009), с физической точки зрения лёссовидные суглинки и другие почвы с подобными свойствами можно без существенного ограничения их функциональных возможностей продолжительное время обрабатывать на небольшую глубину.

G.B. Triplett, D.M.VanDoren (1969) указывают на то, что мульчирующий слой поддерживает достаточный уровень влажности, обеспечивая рост корней и необходимое потребление питательных веществ.

По утверждению Т.С. Мальцева (1988), почва, обработанная дисковой бороной, так же хорошо поглощает и сохраняет влагу, как и вспаханная.

Во все годы опытов В.В. Орлова (2000) исключение механического рыхления почвы при уничтожении сорняков гербицидами позволяло дополнительно накопить в почве к концу осени в среднем 26 мм влаги.

Сохранение стерни не только защищает поверхность почвы от ветровой эрозии, но и дает возможность накапливать больше снега на поле, благодаря чему весной почва лучше увлажняется за счет талых вод, а все это при-

водит к значительному повышению урожайности возделываемых культур (Колмаков, Нестеренко, 1969; Бараев, 1971, 1973, 1974; Соснин, 1971; Лежнев, Носков, 1972; Милюткин, Цирулев, 2006).

Согласно данным Ф. Шакона (2005), поля, на которых стерня была оставлена на корню на зиму, сохраняли 37% зимних осадков, а поля под паром без пожнивных остатков – лишь 9%. Аналогичные данные получены НИО «Растениеводство» компании «Интеко-Агро» в Белгородской области (No-till ..., 2006).

Нулевая обработка почвы в США улучшила накопление влаги (Шоу, Джексен, 1977). В исследованиях M.J. Gossi и др. (1973) в ненарушенных почвах (т.е. при проведении прямого посева) содержание воды на глубине более 50 см было больше, чем на вспаханных участках. Аналогичные результаты были получены Ю. Дебруком (2003) и В. Шмидтом (2006).

По данным П.Д. Кошкина (1997), приемы основной обработки почвы не оказали существенного влияния на влагообеспеченность растений в годы с достаточным выпадением осадков в летний период, а в условиях сухой осени безотвальная обработка способствовала лучшему сохранению влаги в почве.

Как установил Н.С. Алметов (1997), влажность почвы изменялась в зависимости от способов обработки почвы лишь в обрабатываемом слое 0-30 см, в нижележащем горизонте (30-200 см) содержание влаги не зависело от способов её обработки.

В исследованиях Дж. Миллза (1966) влажность почвы в 1,5-метровом слое не зависела от способов основной обработки. Аналогичное было установлено работами В.И. Бровкина и Н.А. Сафроновой (2000).

Как сообщает В.Х. Яковлев (2001), наибольший запас влаги был на участках без осенней обработки (170 мм), при осенней вспашке он был незначительно меньше (165 мм).

Двадцатилетние наблюдения С.В. Рымаря (2007) за динамикой влажности почвы в вариантах опыта показали, что ни один из способов обработки

существенно не улучшил водный режим чернозема обыкновенного. Аналогичное мнение высказывают Х.Ш. Таргонов и Ф.Х. Бжинаев (1998).

На основании исследований в длительном стационарном опыте НИИСХ ЦЧП В.И. Турусовым и др. (2014) было установлено, что чернозем обыкновенный в равной мере накапливает влагу осенне-зимне-весенних осадков, независимо от способа и глубины основной обработки (вспашка – 20-22 см, чизелевание – 20-22 см, чизелевание – 45 см, стойки СибИМЭ – 20-22 см, без основной обработки).

Работы В.А. Федоровой и В.А. Воронцова (1995) показали, что наибольшие запасы продуктивной влаги были зафиксированы при комбинированной системе обработки почвы.

Таким образом, анализ предоставленных литературных источников свидетельствует, что единого мнения среди ученых о влиянии способов основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги в почве нет. Одни указывают на преимущество вспашки, другие, напротив, отдают предпочтение безотвальным приемам обработки почвы или нулевой обработке. Третьи утверждают, что способы основной обработки почвы не оказывают существенного влияния на запасы продуктивной влаги.

Плотность – одно из основных свойств почв. Многочисленными исследованиями выявлено, что для лучшего роста и развития культурные растения требуют оптимального сложения почвы. Они отрицательно реагируют как на избыточное уплотнение, так и на избыточно рыхлое её состояние и проявляют максимальную продуктивность при оптимальной плотности почвы (Минимальная обработка ..., 1981). Отклонение от оптимальных значений плотности почвы на $0,1 \text{ г/см}^3$ приводит к уменьшению урожайности на 10-15%. Снижение продуктивности при значительном уплотнении почвы происходит за счет уменьшения количества растений на единицу площади (Котлярова, 1990).

Как считают П.У. Бахтин (1957) и И.Б. Ревут (1972), оптимальные условия для роста и развития растений складываются при плотности сложения 1,1-1,2 г/см³.

Работами И.А. Чуданова и Л.Ф. Лигастаевой (2000) было установлено, что после вспашки плотность почвы перед посевом яровых культур была 1,10 г/см³, при минимальной обработке – 1,14, а при нулевой – 1,16 г/см³.

Опыты, проведенные В.М. Гармашовым (2004), показали, что в начале вегетации при одинаковой глубине рыхления (20-22 см) безотвальные способы обработки почвы увеличивали плотность слоя 0-40 см по сравнению с отвальной вспашкой от 0,04 до 0,06 г/см³.

По данным П.Г. Акулова и др. (2003), плотность пахотного слоя почвы, обработанной без оборота пласта, повышалась с увеличением глубины отбора проб до 1,32 г/см³.

На сильное уплотнение почвы, не обработанной с осени, указывают и другие исследователи: А.Я. Рассадин и С.А. Клычникова (2000), С. Долаберидзе (2008), Йоахим Бишофф (2009).

По данным Д. Дёлгера (2005), очень мелкое рыхление приводит к усиленному образованию внутри пахотного слоя препятствующих росту растений горизонтов с экстремальной сменой (дифференциацией) кислотности и содержания гумуса. Поэтому обработка почвы должна затрагивать большую часть пахотного слоя.

Напротив, по мнению К. Кёллера (1998), рыхлить почвы плоскорезом-культиватором на максимальную глубину пахотного слоя следует только при необходимости, например, чтобы устранить уплотнение пахотного слоя.

По данным С.С. Сдобникова (2000), на гумусированных почвах степных районов оптимальная плотность (1,10-1,20 г/см³) близка к равновесной (1,24-1,26 г/см³) и глубокое рыхление таких почв зачастую ухудшает водоснабжение.

Ф.Т. Моргун с соавторами (1983) указывают на то, что частыми обработками мы распыляем и уплотняем почвы, и с этим злом вынуждены бороться еще более частыми обработками.

По мнению Н.А. Максютова с соавторами (2001), в лесостепи на черноземе обыкновенном и типичном применение минимальной обработки почвы не играет отрицательной роли в изменении плотности почвы.

Аналогичное утверждение приводят А.В. Румянцев и Л.В. Орлова (2005), отмечая, что при минимализации обработки почвы на черноземах не наблюдается сильного уплотнения и повышения твердости почвы в нижнем горизонте.

В. Шмидт (2006) считает, что длительная неглубокая обработка почвы культиватором может привести к образованию уплотненных слоев почвы под обрабатываемым горизонтом лишь в некоторых регионах.

По мнению Т.С. Мальцева (1988), лучшая почвенная структура создается на участках, не паханных три года. Следовательно, чем плотнее почва, тем лучше структура. На участках, где было проведено послеуборочное лушение стерни, обнаружено структурных агрегатов значительно больше, чем в варианте без лушения.

И.А. Чуданов и Л.Ф. Лигастаева (2000) отмечают, что наиболее благоприятное сложение почвы для зерновых культур в их опытах было при минимальной и нулевой обработках.

Как указывает F.B. Ellis с коллегами (1974), на участках с прямым посевом почва была более рыхлой за счет увеличения количества дождевых червей. Аналогичное утверждение высказывает Н.С. Алметов (1997).

В исследованиях F.B. Ellis и др. (1977) вариант с прямым посевом характеризовался наиболее высокой плотностью почвы в течение только первых трех лет проведения опыта.

Результаты производственных опытов (Аллен, 1985) показали, что прямой посев обычно приводил к большому уплотнению поверхности почвы, но при этом уплотнение не всегда имело отрицательный эффект.

Работа В.Б. Азарова и др. (2004) показала, что в слое почвы 0-10 см способы основной обработки не влияли на изменение плотности, а в нижних горизонтах при минимальной обработке она имеет тенденцию к увеличению по сравнению со вспашкой. Подобные данные приводят В.Г. Безуглов с соавторами (2004), Ф.Г. Бакиров (2005), В.М. Кильдюшкин с В.К. Бугаевским (2007). С.В. Рымарь (2007) также указывает на то, что при длительном использовании нулевых и мелких обработок происходит избыточное уплотнение нижних горизонтов пахотного слоя и снижение урожайности культур в конце ротации севооборота.

Исследованиями В.М. Гармашова и А.Л. Качанина (2007) установлено, что исключение основной обработки почвы приводит к увеличению плотности сложения верхнего 20-сантиметрового слоя почвы, к уменьшению пористости (на 20%) и степени аэрации (на 4,8%) почвы в слое 0-40 см по сравнению со вспашкой, однако эти значения не выходят за пределы оптимальных показателей.

Работами Г.Н. Черкасова и И.Г. Пыхтина (2006) установлено, что к концу второй ротации севооборота в вариантах с нулевой и минимальной обработками явно просматривалась тенденция увеличения плотности почвы.

Исследования В.В. Медведева с соавторами (1999) показали, что плотность сложения пахотного слоя перед посевом яровых культур мало различалась по вариантам опыта (вспашке и нулевой обработке). Лишь в слое 0-10 см почва была несколько рыхлее при отвальной её обработке. Кроме этого, не вспаханная осенью почва имела почти гомогенный по плотности сложения пахотный слой. Аналогичные выводы делают и другие исследователи: С.И. Смуров (1993), А.А. Борин, И.Г. Мельцаев (1995), Х.Ш. Таргонов, Ф.Х. Бжинаев (1998), В.И. Бровкин, Н.А. Сафронова (2000).

Следовательно, мнения авторов о влиянии способов основной обработки почвы на её плотность носят противоречивый характер и требуют уточнения.

Структура – важнейший показатель физического состояния почвы. Она определяет строение пахотного слоя, её водные, физико-механические и технологические свойства. Почвы с хорошей структурой обладают высокой пористостью, хорошо удерживают влагу, меньше подвергаются дефляции, в них создаются благоприятный воздушный и тепловой режим (Листопадов, Шапошникова, 1984).

Как считает В.И. Румянцев (1979), обработка почвы – один из основных способов улучшения её структурных качеств. Однако, по мнению других авторов, механическая обработка, с одной стороны, улучшает, а с другой, наоборот, ухудшает структурные качества почвы.

По мнению В.Р. Вильямса (1938), верхний слой почвы (0-10 см) в течение летнего сезона утрачивает агрономически ценную структуру. Чтобы восстановить прежнее состояние почвы, рекомендуется провести культурную вспашку.

На важное значение глубины и способа обработки указывал И.П. Котоврасов (1985). Он отмечал улучшение структуры чернозёма при вспашке по сравнению с поверхностной обработкой почвы.

По данным А.Ф. Витера (1985), водопрочность структуры выше по вспашке, что является следствием интенсивности образования и коагуляции новообразованных гуминовых кислот, поэтому безотвальная обработка не имеет преимуществ в структурообразовании.

Напротив, П.А. Костычев (1951) указывал, что длительная вспашка черноземов способствует разрушению структуры, образованию пыли и глыб. Данного мнения придерживаются и другие исследователи: У.К. Шоу, Л.Л. Джексен (1977), Х.Ш. Таргонов и Ф.Х. Бжинаев (1998), А.В. Румянцев и Л.В. Орлова (2005).

В исследованиях последних лет отмечается, что беспашотная обработка почвы улучшает структуру практически всех распространенных типов почв (Дитмар Шмидт, 2008).

По утверждению Ф.Г. Бакирова (2005), минимализация обработки в сравнении с бессменной вспашкой повышает в пахотном слое общее количество структурных агрегатов на 6,6-9,8%. Снижение интенсивности обработки положительно сказалось и на коэффициенте структурности: он возрос с 3 на вспашке до 4,8-5,7 в ресурсосберегающих обработках.

Основным преимуществом консервирующей обработки почвы считается улучшение её структуры и связанное с этим уменьшение эрозии (Реклебен, Изеньзее, 2006). Аналогичные результаты были получены в исследованиях В. Шмидта (2002), Р. Дерпша, К. Мория (2005).

По мнению С.С. Сдобникова (2000), длительное применение плоскорезной обработки почвы способствует распылению верхнего слоя почвы. Напротив, К.И. Балтян и др. (1951) считают, что верхний слой почвы при этом более оструктурен.

В то же время В.Т. Канцалиев (1993) и Г.И. Казаков (1997) установили, что способы обработки почвы несущественно влияют на содержание структурных агрегатов в почве.

Исследования С.И. Смурова (1993) показали, что процентное содержание в пахотном слое агрономически ценных агрегатов (0,25-10,0 мм) как перед посевом культуры, так и на время её уборки по бесплужным обработкам мало отличалось от вспашки. Данные результаты подтверждают и другие исследователи: В.А.Федорова, В.А. Воронцов (1995), В.И. Бровкин, Н.А. Сафронова (2000), J. Whybrew (1969).

Таким образом, единого мнения среди ученых о влиянии способов обработки почвы на её структурное состояние нет, что требует дальнейшего изучения данного вопроса.

Систематическое применение минеральных удобрений оказывает определенное воздействие на агрофизические показатели почвы.

Для условий неустойчивого увлажнения Белгородской области характерны существенные изменения количества продуктивной влаги в почве и доступных питательных веществ. Изменение влажности оказывает влияние на процессы образования, потребления и миграции подвижных элементов питания растений в почве (Соловиченко, 2005).

В своих исследованиях В.Н. Прокопович (1979) установил, что при внесении минеральных удобрений запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы снижаются от весны к лету. Впоследствии происходит их некоторое увеличение, а содержание продуктивной влаги на удобренных участках выше, чем на удобренных.

Применение удобрений способствует более экономному использованию почвенной влаги. Это происходит за счет обогащения почвенного раствора питательными элементами. При этом наблюдается увеличение содержания биокolloидной и коллоидносвязанной воды в листьях, следствием чего является усиление водоудерживающей способности и засухоустойчивости растений (Шульмейстер, 1988).

Работами Е.Г. Чагиной с соавторами (1988) установлено, что минеральные удобрения оказали влияние на водный режим почвы. Наибольшее количество влаги в метровом слое почвы ими отмечено на варианте при внесении $N_{40}P_{60}K_{60}$ – 124,4 - 126,8 мм, а на контроле (без удобрений) – 110,4 – 112,6 мм.

Исследованиями И.И. Гридасова и др. (1982) отмечается, что использование минеральных удобрений существенно не повлияло на накопление продуктивной влаги в почве за осенне-зимний период. Её количество в метровом слое почвы в фазы кущения яровой пшеницы на варианте без удобрений составило 115,6 мм, а на удобренном (при внесении $N_{40}P_{60}$) – 118,0 мм. К уборке содержалось соответственно 18,6 и 13,6 мм воды.

Опытами Г.И. Уварова с соавторами (2008) было установлено, что приемы обработки почвы в вариантах с удобрениями в начале весенней вегетации озимой пшеницы мало отличались между собой по запасам продуктивной влаги в метровом слое почвы.

Внесенные удобрения оказывают своё влияние и на изменение плотности почвы. Так, в работе В.Б. Азарова и его соавторов (2004) внесение минеральных удобрений способствовало снижению плотности почвы по сравнению с неудобренным вариантом.

Исследованиями Б.П. Ахтырцева и И.А. Лепелина (1985) было доказано, что внесение минеральных удобрений положительно влияет на изменение плотности почвы. Так, объёмная масса пахотного слоя почвы на удобренных участках уменьшалась в сравнении с неудобренными. Данные Т.В. Лаломовой (2003) также свидетельствуют об улучшении физических свойств почвы при применении удобрений.

По данным И.Д. Примака и др. (1989), В.Т. Рымаря с соавторами (2001), применение минеральных удобрений практически не оказывало влияния на изменение структурности и плотности почвы. Внесение минеральных удобрений при различных способах обработки почвы незначительно повышало коэффициент структурности, в среднем на 0,1-0,4 (Соловиченко, 2001).

Напротив, А.Г. Ступаков (1998) указывает, что при высоких дозах минеральных удобрений наблюдается уменьшение количества агрономически ценных агрегатов и снижение их водоустойчивых свойств, а также увеличение плотности почвы.

Таким образом, анализ результатов многочисленных исследований по влиянию способов основной обработки почвы и минеральных удобрений на агрофизические свойства почвы не выявил единого мнения. В связи с этим возникает необходимость уточнения данной зависимости в конкретных почвенно-климатических условиях зоны проведения исследований.

1.2. Фитосанитарное состояние посевов гороха в зависимости от основной обработки почвы и доз минеральных удобрений

Одна из главных причин снижения урожайности сельскохозяйственных культур во многих хозяйствах – высокая засоренность посевов, которая в значительной степени определяется запасами семян и вегетативных органов размножения сорняков в почве. Количество семян сорняков в пахотном слое, по данным ряда исследований, колеблется от 50 млн до 5 млрд шт./га (Дудкин, Шмат, 2007).

В современном земледелии поставлена задача не полного уничтожения сорных растений, а снижения и удержания их численности ниже порога вредоносности на основе оптимизации структуры агрофитоценозов с помощью различных агроприемов, среди которых важное значение имеет обработка почвы (Захаренко, 1997).

Отвальные приемы и системы обработки почвы в севообороте являются наиболее эффективными и экологически чистыми средствами снижения засоренности посевов. При этом нецелесообразно увеличивать глубину обработки почвы более чем на 20-25 см, так как энергетические затраты при этом становятся не эквивалентными снижению засоренности (Гармашов, Витер, 2008).

По данным О.П. Чеботарева (2003), наименьшее количество сорняков было отмечено по вспашке. Применение гербицидов способствовало дополнительному снижению засоренности в 1,5 – 1,8 раза, сохраняя при этом выявленное различие между вариантами обработки.

Обработка почвы без оборота пласта приводила к увеличению засоренности посевов, что было установлено и в исследованиях О.Г. Котляровой с М.И. Сальниковым (1985), А.Л. Качанина и Н.А. Нужной (2002). В среднем по севообороту общее количество сорных растений по плоскорезной обра-

ботке увеличивалось по сравнению со вспашкой в 1,7 раза, а их воздушно сухая масса – в 2 раза.

На данный факт указывают и ряд других исследователей: П.Д. Кошкин (1997), И.А. Чуданов (1997), С.И. Смуров (1999), Г.И. Баздырев (1999), А.Я. Рассадин, С.А. Клычникова (2000), А.К. Киреев (2000), Г. Ферх (2006), И.В. Дудкин (2008), С. Долаберидзе (2008), В.J. Wilson (1972), В.J. Wilson, G.W. Cussans (1972).

По мнению А.И. Пупониной и А.В. Захаренко (1999), при минимальной обработке почвы в верхнем 5-сантиметровом слое сосредотачивается основная масса жизнеспособных семян сорняков, что является одной из основных причин увеличения засоренности посевов сельскохозяйственных культур, особенно в начале их вегетации. В исследованиях этих авторов засоренность почвы при минимальной обработке была на 37-47% выше, чем при отвальной вспашке.

По данным С.Н. Саленкова (2001), основным недостатком минимальных технологий следует считать существенный рост засоренности посевов, причем увеличивающийся по мере увеличения срока использования. В видовом составе сорняков резко возрастает количество зимующих злаковых и многолетних сорняков.

Применение под горох поверхностной обработки почвы путем дискования на 6-8 см, а также нулевой обработки приводило к сильной засоренности посевов, особенно многолетними, озимыми и зимующими сорняками (Гулидова, 2003; Безуглов и др., 2004; Пыхтин и Шутов, 2004; Черкасов, Пыхтин, 2006; Гармашов и Качанин, 2007; Пестряков, 2007; Рымарь, 2007). Однако применение гербицидов резко снижало численность и массу сорняков, даже при использовании нулевой обработки.

В исследованиях В.А. Гулидовой (1997) в среднем за 1991-1994 гг. в период всходов наибольшая засоренность отмечена на посевах гороха в вариантах с безотвальной и поверхностными обработками – 113-188 шт./м², а в

вариантах с отвальной обработкой – 63-114 шт./м². Прослеживалась и наибольшая засоренность многолетними сорняками (от 3 до 13 шт./м²). Аналогичные результаты получены в исследованиях М.Г. Драганской и А.Т. Куриенко (1998).

При переходе к бесплужному земледелию злободневной становится проблема сорняков, особенно корневищных (Максютов, 1998; Калинин, 2004, 2005; Герасименко и др., 2005). Данное высказывание подтверждается на практике, которая показывает, что оставленные сверху семена сорняков прорастают непосредственно в посевах. В сочетании с лущением и культивацией глубокая вспашка зарекомендовала себя наиболее надежным способом подавления сорняков, в том числе и многолетних (Сдобников, 2000).

Напротив, А.А. Борин и И.Г. Мельцаев (1995) отмечают, что на безотвальных обработках вспашка засоренности происходит в начале проведения исследований. В дальнейшем количество сорняков значительно уменьшается.

Многочисленные наблюдения С.М. Скорнякова (1989) показывают, что увеличение засоренности при переходе на безотвальную обработку почвы происходит при нарушении технологии бесплужной обработки и проведении ее без учета почвенно-климатических условий, существующих севооборотов и набора культур.

По мнению Т.Л. Wiles (1976), большое количество осадков и высокие температуры при использовании прямого посева способствуют развитию сорной растительности. Данного мнения придерживаются и другие авторы: В.А. Федорова и В.А. Воронцов (1995), В.М. Новиков, А.П. Исаев (1996), В.М. Новиков (2000), Я.Т. Суюндуков и М.Б. Суюндукова (2001). Поэтому J. Whybrew (1969) рекомендует при сильной засоренности и неблагоприятных погодных условиях осуществлять переход к традиционным методам обработки почвы, кроме этого, Т. Таннебергер (2005) указывает, что высокая стерня ослабляет действие гербицидов.

Иного мнения придерживаются И.И. Исайкин и М.К. Волков (2007), которые считают, что плужная обработка способствует размножению сорняков. Осыпавшиеся после уборки семена сорных растений посредством вспашки равномерно распределяются по пахотному горизонту и на следующий год в посевах они прорастают неравномерно. При обработке почвы без оборота пласта легче спрогнозировать характер засоренности посевов на следующий год.

К этому мнению склоняются и В. Шмидт с О. Нитцше (2002).

Как показали работы И.В. Дудкина и З.М. Шмата (2007), в конце первой ротации севооборота меньше всего семян сорняков отмечалось в варианте с постоянной мелкой безотвальной обработкой почвы: здесь содержалось в 2 раза меньше семян сорняков, чем при вспашке. Наиболее засоренным пахотный слой был при нулевом варианте.

В опытах И.Н. Порсева и Е.Ю. Тороповой (2012) при нулевой обработке почвы в конце ротации севооборотов происходило массовое зарастание полей сорняками. Кроме того, почва на стерневых фонах позже прогревается, что затягивает период прорастания сорняков и не позволяет эффективно их уничтожать повсходовыми гербицидами.

Опыты, проведенные F. Pollard, G.W. Cussans (1976), показали, что численность широколиственных сорняков на вспаханной почве была значительно выше, чем на участках, где проводили прямой посев непрерывно в течение ряда лет.

Э.Ф. Фолкнер (1969) утверждал, что плужная обработка способствует размножению сорняков, создавая наилучшие условия для их прорастания. Так, исследованиями А.В. Захаренко (1997) установлено, что при системе трехъярусной и отвальной обработках почвы в среднем за ротацию севооборота засоренность посевов полевых культур многолетними сорняками была выше в сравнении с безотвальными системами, разница составила 2,1 шт./м².

Если раньше, по мнению П.П. Колмакова и А.М. Нестеренко (Минимальная обработка ..., 1981), основной задачей обработки почвы была борьба с сорной растительностью, то теперь, с появлением гербицидов, главное – добиться улучшения физических свойств почвы. Сорные растения и травы в растущих посевах хорошо поддаются контролю с помощью гербицидов (Корнманн и др., 2005).

С.Н. Шевченко и В.А. Корчагина (2008) также считают, что эффективную борьбу с сорняками при минимальных обработках обеспечивает рациональное сочетание в севооборотах агротехнических и химических мер борьбы.

Кроме этого, имеются данные, что замена отвальной обработки бесплужными способами подготовки почвы не приводила к увеличению засоренности посевов гороха во все фазы его развития, причем даже несколько большее количество сорняков насчитывалось на вспашке (Смуров, 1993).

В исследованиях М.Н. Доманова (1999) отмечается, что вспашка не способствует заметному снижению засоренности. При No-till, по его мнению, создаются благоприятные условия для массового прорастания сорняков, и они легко уничтожаются в предпосевной или послеуборочный период гербицидами.

В вариантах с нулевой и минимальной обработками почвы, несмотря на большее количество сорняков, чем на вспашке, угнетение зерновых культур не происходило, так как сорняки находились в угнетенном состоянии (Чуданов, Лигастаева, 2000).

Как показали результаты исследований М.М. Ломакина (1995), чередованием вспашки, безотвальной, поверхностной и мелкой обработок почвы успешно решаются задачи борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, заделки органических и минеральных удобрений. По данным А.П. Исаева (1997), комбинированная система обработки почвы в севообороте по сравнению с ежегодной вспашкой способствовала снижению засоренности с 53 до 25 шт./м².

Наравне с обработкой удобрения являются мощным фактором регулирования процессов, происходящих в агроценозе. Поэтому их влияние на фитосанитарное состояние посевов весьма многообразно. Известно, что применение удобрений изменяет агроэкологические условия существования агрофитоценозов. Являясь фактором улучшения роста и развития культурных растений, удобрения оказывают воздействие и на сорняки.

По результатам работ Г.И. Баздырева (1988) применение удобрений увеличивало засоренность посевов на 25-30%, а сухую массу сорняков – на 50-70% по сравнению с вариантом без удобрений. На увеличении засоренности посевов при внесении удобрений указывает также И.С. Кочетков (1987).

Сходные результаты показали исследования, проведенные на склоновых землях (Баздырев, Антипов, 1986).

При внесении на поле удобрений их влияние прежде всего проявляется в активизации роста и развитии сорняков (Баздырев, 1999). Безотвальная обработка, по мнению В.Т. Канцалиева (1996), еще больше усиливает эти показатели.

Напротив, исследованиями А.М. Туликова и В.М. Сугробова (1984) доказано, что применение минеральных удобрений способствовало снижению численности сорняков в посевах изучаемых культур.

В то же время Р.Ф. Макаров и В.В. Архипова (1989), проведя опыты на Тамбовской опытной станции, установили, что засоренность была выше в посевах удобренных культур. Внесение удобрений снижало уровень засоренности на 31%, а двойная их доза – на 56%. Следовательно, конкурентоспособность культурных растений и степень засоренности посевов в значительной степени зависят от уровня питания.

Исследованиями А.И. Пупониной и А.В. Захаренко (1999) установлено, что систематическое применение полного минерального удобрения способствовало снижению потенциальной засоренности почвы на 10%, а при внесении повышенной нормы – на 23%.

Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению гибели сорняков при обработке посевов гербицидами с 40 до 83% независимо от способа основной обработки почвы (Драганская, Куриенко, 1998).

В.М. Дудкин и др. (2002) считают, что применение удобрений увеличивает массу, но снижает численность сорных растений. А.В. Захаренко (1997) указывает, что на фоне низкого плодородия почвы конкурентоспособность многолетних сорняков значительно возрастает, а количество малолетних было на уровне неудобренного фона.

Таким образом, неоднозначные суждения по поводу влияния способов основной обработки почвы и доз минеральных удобрений на засоренность посевов культурных растений ставят вопрос о более детальном его изучении.

1.3. Питательный режим почвы в зависимости от способов её обработки и доз минеральных удобрений

У тружеников сельского хозяйства в настоящее время наступили трудные времена, когда в условиях диспаритета цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию, при практически не регулируемом рынке мало кому удастся достойно выжить и вести рентабельное хозяйство. В таких условиях важнейшей задачей земледельцев становится производство растениеводческой конкурентоспособной продукции с наименьшими затратами и себестоимостью. Такую продукцию можно получать только при высоких урожаях и сокращении затрат на её производство.

Одними из главных факторов получения высоких урожаев являются способ обработки почвы и система применения удобрений.

Оптимальная обработка почвы активно влияет на почвенно-биологические и почвенно-химические процессы, происходящие в ней. Она способствует улучшению воздухообеспечения и окислительных процессов, мобилизации питательных веществ из минеральной части почвы и, особенно,

из органических удобрений и пожнивных остатков, заделанных в почву (Качанин, 2003).

Глубокая отвальная обработка обеспечивает создание однородного по плодородию пахотного слоя на всю глубину. Элементы питания в нем распределяются более равномерно, в том числе и минеральный азот (Гармашов, Качанин, 2007; Листопадов, 2007).

В исследованиях Л.Н. Барсукова и К.М. Забавской (1953) было отмечено снижение микробиологической активности и ухудшение условий питания в нижних слоях пахотного слоя при переходе к безотвальным обработкам почвы. При отвальной обработке почвы содержание элементов питания в доступной для растений форме в нижнем слое было почти вдвое выше, чем при плоскорезной (Сдобников, 2000).

Как утверждает Б.М. Кушенов (2000), при длительных безотвальных обработках, независимо от их глубины, элементы питания накапливаются в верхних слоях почвы при значительно меньшем их содержании в нижних.

Согласно результатам исследований, проведенных Ф.Т. Моргуном и Н.К. Шикулой (1984) в Полтавской области, дифференциация пахотного слоя по плодородию полезна. Она является одной из причин, обуславливающих прибавку урожая при бесплужной обработке почвы.

Как утверждают В.М. Гармашов с А.Л. Качаниным (2007), способы обработки чернозема оказывали незначительное влияние на мобилизацию в нем подвижного фосфора и обменного калия.

Не было обнаружено существенных различий по вариантам обработки в отношении содержания питательных веществ и в работах зарубежных исследователей J.RFinney и J.A. Knight (1973).

Анализ агрохимических свойств почвы, проведенный А.А. Бориным и И.Г. Мельцаевым (1995), не выявил существенных различий в зависимости от обработки. Содержание подвижного фосфора по разным обработкам находилось на уровне 210-220 мг, обменного калия – 170-190 мг на 1 кг почвы.

Как установили В.А. Федорова и В.А. Воронцов (1995), ухудшение фосфорного и калийного питания растений не происходило по всем исследуемым вариантам обработки почвы по сравнению с контролем (вспашкой).

И.А. Чуданов (1997) указывает на необходимость проведения комбинированной системы обработки, что связано с резкой дифференциацией пахотного слоя по плодородию при длительном применении безотвальной обработки.

При формировании урожая сельскохозяйственных культур важную роль играет обеспеченность почвы доступными формами элементов питания.

Азот является одним из основных элементов питания для растений. Он входит в состав белков, РНК, ДНК, хлорофилла, фосфатидов, алкалоидов (Прянишников, 1945).

Исследования А.Л. Качанина и др. (2003) показали, что больше нитратного азота образуется при обработке с оборачиванием почвенного слоя и обычной глубине рыхления. По плоскорезной обработке нитратного азота в почве содержалось на 2,35 мг/кг почвы меньше, чем по вспашке.

При переходе на минимальную обработку снижается интенсивность минерализации органического вещества, что, в свою очередь, чревато ухудшением азотного режима и увеличением потребности в применении азотных удобрений (Миллз, 1966; Шарко, 2009).

Необходимость внесения дополнительных доз азота при переходе к нулевой обработке отмечают также С. Данкверт (2003), Ю. Дебрук (2004), Д. Дёлгер (2005), Л. Орлова (2005).

И.А. Чуданов и Л.Ф. Лигастаева (1999) указывают на одинаковый пищевой режим по вариантам обработки почвы, за исключением содержания нитратного азота, которого на вспашке было на 4-5 мг/100 г больше, чем при поверхностных обработках.

Интенсивные механические обработки почвы ведут к усилению в ней микробиологических процессов, накоплению излишних нитратов на некото-

рых типах почв и разрушению наиболее ценной их части – гумуса (Минимальная обработка ..., 1981).

По мнению В.Б. Азарова и др. (2005), экологическая значимость применения минимальной обработки почвы проявляется в предотвращении миграции нитратного азота за пределы корнеобитаемого слоя.

Исследованиями ВНИЗХ установлено некоторое снижение биологической активности почвы и накопление нитратного азота при многолетней систематической почвозащитной обработке в сравнении с ежегодной вспашкой (Минимальная обработка ..., 1981).

О.Г. Котлярова с соавторами (2000) установила, что на период посева в почве содержание легкогидролизуемого азота при различных обработках мало отличается в слоях 0-10 и 10-20 см. В слое 20-40 см наблюдается тенденция к уменьшению содержания легкогидролизуемого азота на мелкой и безотвальной обработках относительно вспашки.

В исследованиях Ф.Т. Моргуна и его коллег (1983) повышенное содержание легкогидролизуемых форм азота в верхнем слое почвы (0-15 см) отмечено только при систематической мелкой обработке почвы.

По мнению ряда авторов (Кирюшин, 2007; Bakermans, DeWit, 1970; Holmes, Lockhart, 1970; Davies. Cannell, 1975), при минимальной обработке почвы дефицит минерального азота создается только в первый год посева.

По утверждениям Т.С. Мальцева (1988), под посевами по лущеной стерне образуется нитратов не меньше, чем на вспаханной почве. В. Шмидт (2002), ссылаясь на длительные опыты хозяйств, работающих по технологии бесплужной обработки почв, указывает, что азотные удобрения под зерновые культуры могут применяться так же, как и при традиционной технологии возделывания. Это подтверждает и К. Кёллер (2002).

Использование метода прямого посева не требовало внесения повышенных доз азота по сравнению с традиционными методами обработки почвы (Whybrew, 1969). А по мнению Х.П. Аллена (1985), припосевное внесение

азота может дать положительный эффект, но нет необходимости считать, что прямой посев требует увеличения общих доз азота.

По данным П.М. Авраменко и С.В. Лукина (2001), 55,2% почв Белгородской области составляют пахотные земли со средним содержанием подвижных фосфатов, 22,1% – с низким содержанием и 2,7% – с очень низким. Внесение фосфорных удобрений увеличивает содержание подвижных фосфатов, степень их подвижности и доступности для сельскохозяйственных культур (Макаров Р.Ф., Архипова В.В., 1989).

Длительное использование в севообороте мелкой (10-12 см) обработки на фоне удобрений привело к дифференциации пахотного слоя. Слой почвы 0-10 см отличался более насыщенным содержанием подвижных форм фосфора и калия, чем этот же слой при ежегодной вспашке (Ермолаев, 1990; Косьянчук, Мирошин, 1999; Кирюшин, 2007).

По данным В.Б. Азарова и др. (2001), систематическое применение фосфорных удобрений на фоне безотвальной и минимальной обработок почвы за 2 ротации севооборотов привело к резкой дифференциации пахотного слоя почвы по содержанию усвояемого фосфора, запасы которого в основном сосредотачивались в слое почвы 0-10 и 10-20 см, и разница по сравнению со вспашкой достигала 20%.

Опыты, проведенные в США в 60-х годах (Triplett, VanDoren, 1969; Shear, Moshler, 1969), показали, что через 6 лет проведение различных видов обработок, содержание экстрагируемых фосфора и калия в верхних слоях почвы на участках с нулевой обработкой было выше, чем на участках, где обработка проводилась на большую глубину. В последнем случае фосфор и калий были равномерно распределены по всему пахотному горизонту.

Опыты, проведенные в Великобритании, также показали, что прямой посев приводит к поверхностному накоплению фосфора и калия (Riley и др., 1975; Drew, Saker, 1980; Ellis, Hows, 1980).

Несмотря на такое аккумулятивное накопление питательных веществ в поверхностных горизонтах почвы с ненарушенной структурой, в опыте Х.П. Аллена (1985) не было отмечено угнетения культурных растений в засушливые периоды из-за высыхания поверхностного слоя, хотя основная масса корней находилась именно там.

В исследованиях П.Д. Кошкина (1997) содержание подвижного фосфора в почве изменялось незначительно, но тем не менее при мелкой обработке его было заметно больше, чем на вспашке.

По данным Ф.Т. Моргуна и его соавторов (1983), безотвальная обработка способствует уменьшению закрепления фосфора почвой, что улучшает обеспечение растений свободной фосфорной кислотой и обеспечивает более высокую урожайность сельскохозяйственных культур. Внесение удобрений способствовало повышению содержания подвижного фосфора в почве на всех удобренных вариантах опыта на 10-40 мг/кг (Мязин, Гамазин, 2005).

Внесение фосфорных удобрений на естественном фоне повысило содержание P_2O_5 на 9,3%, а на высоком – 13,6% (Рымарь, Мухина, 2002).

Работы Т.А. Singh и др., (1966) показали, что при прямом посеве кукуруза поглощала поверхностно внесенный фосфор так же хорошо, как и при его заделке на глубину семян. Различия в концентрациях фосфора и калия в побегах озимой пшеницы при различных системах обработки почвы как в засушливые, так и в благоприятные годы были незначительными (Cannell, Grahame, 1977).

Дозы внесения фосфора и калия под рапс при прямом посеве практически не отличаются по эффективности от показателей на варианте со вспашкой (Дёлгер, 2005).

Почвы Белгородской области обладают значительными запасами калия (Авраменко, Лукин, 2001).

По данным П.Д. Кошкина (1997), содержание подвижного калия в почве изменялось незначительно, но тем не менее по вспашке его было заметно больше, чем при мелкой обработке.

Применение бесплужной обработки почвы улучшает калийный режим почв как на удобренном, так и на удобренном фоне (Моргун, Шикула, 1984).

Исследованиями В.И. Куракова и др. (2004) установлено, что при внесении удобрений содержание в почве калия увеличивается незначительно, что связано с его переходом в обменную форму.

Анализ литературных данных показывает, что среди исследователей нет единого мнения по поводу влияния способов обработки и минеральных удобрений на пищевой режим почвы, что требует уточнения данного вопроса в конкретных почвенно-климатических условиях.

1.4. Формирование урожая и качества продукции под действием способов обработки почвы и доз удобрений

Урожайность сельскохозяйственных культур является главным показателем, характеризующим эффективность применения тех или иных агротехнических приемов. Имеющиеся литературные данные по влиянию способов обработки почвы на урожайность носят противоречивый характер. В то же время поиск путей увеличения урожайности сельскохозяйственных культур при снижении энергетических затрат актуален в настоящее время для науки и практики земледелия.

По мнению Н.И.Владикиной с соавторами (2006), ежегодная отвальная обработка почвы приводит к более активной минерализации органического вещества и, как следствие, к повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

В исследованиях А.К. Киреева (2000) безотвальная обработка пласта приводила к снижению урожайности озимой пшеницы в 2,5-3,0 раза по сравнению с отвальной обработкой. Применение ежегодных поверхностных обработок достоверно снижало урожайность гороха до 1,45 т/га, недобор зерна составил 0,18 т/га (Федорова, Воронцов, 1995).

На снижение урожайности зерна гороха при отказе от вспашки также указывают И.Ф. Каргин с соавторами (2001), В.А. Гулидова (2003), А.М. Пестряков (2007).

В то же время Е.W. Russell (1945) считает, что вспашка дает более высокие урожаи в сравнении с культивацией только в тех случаях, когда она обеспечивала более эффективную борьбу с сорняками.

По мнению Н.Р. Асыки (2003), преимущества безотвальной обработки проявляются лишь при полном проведении всего комплекса послеуборочной обработки почвы.

За годы исследований, проводимых С.И. Смуровым (1993, 1999), отвальная обработка не имела преимуществ по урожайности гороха. Самый высокий показатель был получен при обработке почвы культиватором КПЭ-3,8 на глубину 14-16 см, где прибавка составила 1,9-2,9 ц/га. По остальным бесплужным обработкам превышение или снижение урожайности находилось в пределах ошибки опыта. Аналогичные результаты были получены в работах В.Н. Самыкина и В.Д. Соловиченко (2010). Согласно их данным, среди изучаемых способов основной обработки почвы наибольшее влияние на увеличение урожайности оказывали безотвальные способы обработки.

О.В. Григоров с соавторами (2006) утверждают, что наибольшая урожайность гороха была получена по чизельному рыхлению на 40-42 см, а при рыхлении почвы культиватором КПЭ-3,8 (14-16 см) она была ниже показателя по чизелю, но выше, чем по вспашке.

По данным Ф.Т. Моргуна и Н.К. Шикулы (1984), в базовых хозяйствах в среднем за 4-5 лет бесплужная обработка почвы в сравнении со вспашкой обеспечивала прибавку урожайности гороха на 0,39 т/га.

В опытах А.И. Пупонина (1984) в среднем за пять лет безотвальные обработки почвы имели преимущества по урожайности культур перед традиционной системой отвальной обработки. Несколько снижалась урожайность при нулевой обработке. Подобные данные получены в исследованиях К.И. Саранина и Н.А. Старовойтова (1980), Ф.Т. Моргуна с соавторами (1983), Е.Х. Баймишевой и Г.И. Казаковым (1999), М.В. Литвиненко (1999).

Как утверждают Н.С. Алметов (1997) и П.Д. Кошкин (1997), в условиях засушливой осени дискование и плоскорезная обработка почвы обеспечивали более качественную её подготовку к посеву, а следовательно, и более дружное появление всходов.

С.С. Сдобников (2000) отмечает преимущество ярусной вспашки в повышении урожайности всех видов возделываемых в севообороте культур в засушливые годы и в относительно засушливых районах. Кроме этого, он указывает на то, что выводы Н.К. Шикулы о преимуществах «безотвалки» по урожаям строятся на результатах проведенных им опытов после вспашки. Поэтому преимущества создаются не за счет системы безотвальной обработки, а за счет сочетания по годам отвальной и безотвальной обработок.

В то же время И.В. Антонов (2005) говорит о наибольшей урожайности зерна гороха при осуществлении комбинированной обработки – 1,98 т/га, против 1,87 т/га – на вспашке.

В работах Х.Ш. Таргонова и Ф.Х. Бжинаева (1998), С.И. Смурова (2001), О.П. Чеботарева (2003), Н.Ф. Гончарова (2002) безотвальная обработка относительно вспашки не приводила к снижению урожайности гороха на зерно.

Опыт земледелия в различных почвенно-климатических условиях показывает, что в сочетании с рациональным применением удобрений и пести-

цидов использование технологии минимальной и нулевой обработки почвы повышает эффективное плодородие почвы и создает условия для получения высоких урожаев (Crovetto, 1996; Koller, 2001).

По данным С. Данкверта и Л. Орловой (2003), при переходе на консервирующую технологию обработки почвы урожайность зерновых культур не только значительно увеличивается, но и стабилизируется.

По результатам исследований А.Я. Рассадина и С.А. Клычниковой (2000) применение поверхностной обработки почвы не снижает урожайность яровых зерновых, а в засушливые годы, напротив, даже повышает на 0,15-0,2 т/га.

В лесостепи на черноземе обыкновенном и типичном применение минимальной обработки почвы не способствовало снижению урожайности гороха в севообороте (Максютов и др., 2001; Глогова, Нанков, 2002).

В опытах R.A. Arnott, C.R. Clement (1972) не было получено подтверждения того, что при отсутствии вспашки снижается урожайность озимой пшеницы вследствие уплотнения почвы или снижения минерализации азота.

Ряд исследователей (Аллен, 1985; Захаренко, 1997; Кёллер, 1998, 2002; Асыка, 2003) указывают, что применение энергосберегающих технологий обработки почвы позволит получить тот же уровень урожайности, что и традиционными методами.

Как считают П.П. Колмаков и А.М. Нестеренко (Минимальная обработка ..., 1981); Р. Дерпш и К. Мория (2005), урожайность культур при прямом посеве зависит от почвенно-климатических условий, качества посева и практически не отличается от урожайности, полученной при обычных обработках, а в ряде случаев бывает и выше. Нулевая обработка почвы в США повысила величину и качество урожая (Шоу, Джексен, 1977).

В исследованиях Ю. Люфта на чистых от сорняков полях при посеве по нулевой обработке был получен высокий урожай озимой пшеницы в сравнении со вспашкой (Скорняков, 1989). Аналогичные результаты были получены в опытах П.П. Васюкова и В.И. Цыганкова (2008).

В работах Г. Ферха (2006) урожайность озимой пшеницы при прямом посеве была сравнима со вспашкой, а вот прямой посев рапса привел к её снижению. Напротив, по данным В. Милюткина и А. Цирулева (2006), прямой посев способствовал получению хороших урожаев ярового рапса, особенно в засушливые годы.

А.Е. Hood и др. (1963), D.B. Davies, R.Q. Cannell (1975) утверждают, что урожайность озимой пшеницы при прямом посеве была значительно ниже, чем на вспашке. На второй и третий годы фактическая урожайность на участках с прямым посевом была выше урожайности на вспаханных делянках, хотя разница была недостоверной.

Результаты исследований B.D. Soane, J.B. Rodgers (1974) показали, что урожайность ячменя и озимой пшеницы была значительно ниже на участках с прямым посевом относительно традиционных методов возделывания даже при высоких дозах азота (113 и 128 кг./га).

В среднем за семь лет урожайность озимой пшеницы в эксперименте И.И. Гридасова (1997) при прямом посеве в стерню была самой низкой – 4,85 т/га против вспашки и плоскорезной обработки – соответственно 5,11 и 5,0 т/га. Аналогичное было установлено в исследованиях Н.А. Максюткова (1998).

Ряд зарубежных исследователей (Ellis и др., 1976; Barber, Stande, 1976; Lunch, Gunn, 1976; Lunch, Harper, 1977) указывают, что оставление соломы на поверхности почвы стимулирует развитие вредных патогенов, что отрицательно сказывается на развитии проростков высеянных семян. Кроме этого, Т. Таннебергер (2005) указывает, что высокая стерня затеняет всходы в последующих посевах.

В работах Е.Х. Баймишевой и Г.И. Казакова (2000), В.М. Новикова (2000) системы основной обработки почвы не оказали сильного влияния на рост растений и формирование урожаев гороха при слабой засоренности посевов. По данным Н.В. Шелухиной (2010), J.R. Finney, J.A. Knight (1973),

R.Q. Cannell и др. (1979), существенных различий по вариантам опыта с обработкой почвы в отношении урожайности гороха также обнаружено не было.

Кроме этого, в исследованиях П.П. Колмакова и А.М. Нестеренко (Минимальная обработка ..., 1981) было установлено, что содержание протеина в зерне овса и озимой пшеницы было несколько более высоким при нулевой обработке почвы, чем при традиционной культурной вспашке.

Имеющиеся данные О.В. Григорова и его соавторов (2006) указывают на несущественные отклонения в содержании белка в зерне гороха в зависимости от вариантов основной обработки почвы (вспашка, чизельное рыхление, рыхление культиватором КПЭ-3,8).

Таким образом, мнения авторов по вопросам влияния обработки почвы на урожайность культур, и в частности гороха, противоречивы, что требует их уточнения в конкретных почвенно-климатических условиях и в зависимости от системы обработки почвы. Кроме этого, исследований на горохе крайне мало.

Удобрения являются одним из быстродействующих, реально осозаемых средств повышения урожайности всех культур (Асыка, 2003).

Усредненные дозы удобрений зачастую не только не повышают урожайность, но и отрицательно сказываются на реализации генетического потенциала сорта. Под зернобобовые культуры минеральных удобрений вносят меньше, чем под другие сельскохозяйственные культуры. Вопросы их применения изучены еще недостаточно, и в литературе можно встретить много противоположных мнений, особенно по эффективности минерального азота (Колесников, 2007).

По мнению одних авторов (Прянишников, 1961), минеральный азот не способствует повышению урожайности гороха. В исследования F.B. Ellis и др. (1976) отзывчивость пшеницы на внесение различных доз азота (0-200 кг/га) не зависела от способов основной обработки почвы.

Другие исследователи считают, что азотные туки положительно влияют на продуктивность посевов гороха (Федоров, Подъепольская, 1951; Трепачев, 1980; Система ведения, 1996; Жерукова и др., 2004; Demolon, 1956).

В работах зарубежных исследователей (Аллен, 1985; Holmes, Lockhart, 1970) урожайность зерновых культур на вспаханных делянках достигала максимума при более низких дозах азотных удобрений, в то время как отзывчивость культур на внесение азота при минимальной обработке и прямом посеве продолжала быстро расти.

По свидетельству Ю.Е. Огурцова (2006), внесение NPK (60) в сравнении с контролем способствовало увеличению урожайности зерна гороха на 0,88 т/га и была оптимальной. Аналогичную дозу минеральных удобрений рекомендует для серой лесной почвы и И.Ф. Каргин с соавторами (2001).

Работы Е.В. Агафонова с соавторами (2002) показали, что под горох можно ограничиться внесением только фосфорных удобрений. Это подтверждается опытами Х.А. Хамакова (2006), в которых повышенные дозы фосфорных удобрений способствовали увеличению урожаев зерна гороха.

Для получения максимального урожая гороха с высоким качеством зерна О.Ю. Строганова (2000) рекомендует внесение $N_{20}P_{60}K_{90}$, а в исследованиях G.S. Bahl и др. (1996) лучшим вариантом оказалась доза $N_{40}P_{30}$.

По данным С.И. Баршадской и её соавторов (2003), на обыкновенном черноземе для формирования урожая зерна гороха 2,8-2,9 т/га необходимо внесение $N_{12}P_{15}K_{15}$.

Наибольшее действие на урожай гороха, по данным Остробородовой, Данилова (1999), оказало полное удобрение в дозе $N_{30}P_{55}K_{35}$ (прибавка составила 43,5% по сравнению с неудобренным вариантом).

В среднем за три года исследований С.Н. Зидулина с соавторами (1999) минеральные удобрения способствовали получению прибавки урожая зерна гороха в сравнении с контролем на 11,0 – 25,6% . Аналогичные результаты были получены в работах Л.В. Карповой и Е.В. Заинчиковской (2007): за счет

применения фосфорно-калийного удобрения ($N_0P_{60}K_{40}$) дополнительная урожайность зерна гороха в среднем за 2 года составила 9,2%, или 0,23 т/га.

Как показали опыты Р.С. Шакирова (1999), внесение минеральных удобрений под горох, рассчитанных на планируемую урожайность 3,5 т/га, оказалось выгодным.

Исследования, проведенные С.В. Мамедовым (2002), позволяют рекомендовать минеральные удобрения под горох на повышенном и высоком уровне плодородия в последствии, а на среднем – вносить рекомендуемые дозы непосредственно под горох.

F.Blumenschein (2002) рекомендует вместо внесения удобрений усилить борьбу с засоренностью полей. По его мнению, внесение азотных и органических удобрений негативно влияет на горох и сою.

Важным результатом применения удобрений является улучшение качества продукции. Внесение на посевах зернобобовых культур удобрений способствует увеличению содержания переваримого протеина и аминокислот (Голопятов и др., 1983; Молчанов и др., 2004).

Опыты, проведенные В.Л. Поляковой (1967) в условиях Белоруссии, показали наилучшее сочетание фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{60}$, что способствовало увеличению содержания белка на 1,1-2,0%.

В исследованиях С.И. Войтенко и В.С. Прокопенко (1986) азотные удобрения увеличивали содержание сырого протеина на 0,1-1,7% и повышали эффективность внесения других удобрений. В работах В.Н. Самыкина и В.Д. Соловиченко (2010) внесение комплексных минеральных удобрений также способствовало увеличению содержания сырого протеина в зерне гороха от 2,5 до 3,9%, в зависимости от варианта обработки почвы. Кроме этого, ими было установлено, что внесение удобрений увеличивало содержание нитратов в зерне гороха: наибольшее их содержание отмечалось при безотвальной обработке почвы (48,3-62,2 мг/кг), минимальная – снижала данный показатель до 47,1-54,5 мг/кг. На вспашке содержание нитратов составило 46,0-54,0 мг/кг.

Напротив, в исследованиях A.S. Voisin и др. (2002) внесение азотных удобрений стимулировало вегетативный рост гороха, однако не влияло на урожай зерна и содержание в нем белка. С.Н. Зидулин с соавторами (1999) отмечают несущественное повышение питательной ценности зерна гороха под действием минеральных удобрений. Работами М.В. Кашукоева и Х.А. Гажева (2006) установлено, что самое низкое содержание белка было в варианте с азотными удобрениями.

Следовательно, противоречивые мнения исследователей по вопросам влияния обработки почвы и удобрений на урожайность и качество зерна гороха заставляют продолжить дальнейшее их изучение.

По мнению Г.Н. Черкасова и др. (2014), противоречивость в оценке эффективности нулевых и поверхностных способов обработки почвы говорит о том, что их использование не может быть повсеместным, а главная проблема нулевой обработки – неустойчивость её действия по годам и низкая адаптация к многообразным почвенно-климатическим условиям страны. Кроме этого, до конца не ясна возможность применения таких обработок под некоторые культуры, в том числе и под горох.

Таким образом, обзор литературных данных о влиянии способов основной обработки и доз минеральных удобрений на агрофизические свойства почвы, её засоренность, пищевой режим, урожайность и качество получаемой продукции свидетельствует, что мнения авторов не всегда совпадают, а иногда и противоречивы. Кроме того, исследований по многим интересующим нас вопросам, в том числе о влиянии рассматриваемых факторов на продуктивность посевов гороха в юго-западной части ЦЧЗ, крайне мало или они вовсе отсутствуют, что подчеркивает актуальность выбранной темы.

2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Агроклиматическая характеристика зоны и метеорологические условия в годы проведения исследований

Учеты и наблюдения проводились на черноземных почвах в юго-западной части Центрально-Черноземной зоны Российской Федерации на территории Белгородской области. По почвенно-географическому районированию территория ЦЧЗ, как и Белгородская область, относится к зоне лесостепи (за исключением юго-восточной части), подзоне типичных и выщелоченных черноземов. Эти подтипы черноземов занимают 76,1% пашни ЦЧЗ, немного количественно изменяясь в массивах в ту или иную сторону в зависимости от почвенно-климатических условий, рельефа территории, гидрографической сети (Ахтырцев, Соловиченко, 1984).

П.Г. Адерихин и А.П. Щербаков (1974), исходя из характера почвенного покрова и климатических особенностей, подразделяют Центрально-Черноземную зону на 12 природных почвенно-климатических районов. По их классификации Белгородская область, входящая в Белгородско-Костринский район, на большей территории представлена типичными мощными, среднемощными и выщелоченными черноземами. Преобладающие почвы данного природного района имеют высокое естественное плодородие. По запасу питательных веществ они стоят в ряду лучших почв черноземной зоны. Механический состав почвы преимущественно легкоглинистый или тяжелосуглинистый, изредка среднесуглинистый. Наиболее распространенные почвообразующие породы – карбонатные лёссовидные глины и суглинки, мел и мергель, встречаются третичные глины.

Климат зоны в целом характеризуется умеренной континентальностью, увеличивающейся с северо-запада на юго-восток.

По среднемноголетним данным метеостанции Белгород, вегетационный период продолжается 187-190 дней. Переход температуры воздуха через 0°C происходит в третьей декаде марта и второй декаде ноября, через 10°C – в конце апреля и сентября, через 5°C – в первых числах апреля и конце октября. Число дней с температурой выше 0°C в среднем составляет 231, выше 5°C – 190, выше 10°C – 154 дня. Среднегодовая температура воздуха – $6,0^{\circ}\text{C}$, самый жаркий месяц – июль, самый холодный – январь. Максимальная температура воздуха достигает $+40^{\circ}\text{C}$, минимальная -37°C .

Среднегодовое количество осадков – 450-540 мм, а за период активной вегетации – 320 мм. Две трети осадков в году выпадает в виде дождя, одна треть в виде снега. Число дней с атмосферной засухой и суховейными явлениями составляет в апреле 1,7; в мае – 9,8; в июне – 13,1; июле – 1,01 и в августе – 9,4. Сумма эффективных температур выше 10°C составляет 2507° . Гидротермический коэффициент, в среднем за период вегетации (апрель-июль), равен 0,8.

Господствующее направление ветров: зимой – восточное, летом – западное. Число дней с сильным ветром (более 15 м/сек) за вегетационный период составляет 13,9. Средняя скорость ветра в теплый период года составляет 2,5-4,5 м/сек.

Устойчивый снежный покров в центральных районах Белгородской области образуется во второй декаде декабря, разрушается в середине марта. Высота снежного покрова колеблется в широких пределах, обычно составляет по области 12-19 см (Григорьев, 1996).

В целом почвенно-климатические условия Центрально-Черноземной зоны благоприятны для возделывания многих сельскохозяйственных культур, в том числе и гороха.

Характеристика погодных условий в годы проведения исследований представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Метеорологические условия за годы проведения исследований

Год	Месяц	Средне- месячная t, °C	Среднемноголетняя t, °C	Отклонение	Осадки, мм	Осадки средне- многолетние, мм	% к среднемного- летним
2010	1	-12,3	-8,0	-4,3	47	33	142
	2	-4,9	-7,7	+2,8	66	31	213
	3	-1,2	-2,2	+1,0	18	35	51
	4	9,0	7,1	+1,9	15	37	40
	5	17,1	14,3	+2,8	72	40	180
	6	21,4	17,8	+3,6	34	56	61
	7	24,8	19,1	+5,7	20	78	26
	8	24,2	18,3	+5,9	10	68	15
	9	15,4	12,8	+2,6	72	48	150
	10	5,3	6,3	-1,0	33	47	70
	11	6,6	-0,1	+6,7	47	41	115
	12	-2,8	-5,3	+2,5	78	40	195
2011	1	-6,5	-8,0	+1,5	17	33	51
	2	-11,9	-7,7	-4,2	14	31	45
	3	-1,0	-2,2	+1,2	15	35	43
	4	8,5	7,1	+1,4	27	37	73
	5	18,0	14,3	+3,7	48	40	120
	6	20,4	17,8	+2,6	109	56	195
	7	23,0	19,1	+3,9	70	78	90
2013	1	-4,8	-8,0	+3,2	55	33	167
	2	-2,4	-7,7	+5,3	18	31	58
	3	-2,8	-2,2	-0,6	58	35	166
	4	10,1	7,1	+3,0	4	37	11
	5	19,9	14,3	+5,6	9	40	23
	6	20,9	17,8	+3,1	54	56	96
	7	20,5	19,1	+1,4	18	78	23

Согласно этим данным наступление весны в 2010 году соответствовало среднемноголетнему периоду, и посев был произведен 14 апреля. Количество выпавших осадков за первые два месяца весны составило 46% от нормы, что на фоне повышенного температурного режима замедляло появление всходов. Так, на вспашке и мелкой обработке почвы они появились на 14-е сутки, а при прямом посеве – на 17-е. Май также характеризовался повышенной температурой, но большее количество выпавших осадков способствовало росту и развитию посевов. В июне недостаточное количество выпавших осадков (61% от нормы) наряду с повышенным температурным режимом воздуха ус-

корило развитие исследуемой культуры (8 июля произошло полное созревание гороха), что отрицательно сказалось на его продуктивности.

2011 год характеризовался ранней весной, но из-за дождливой погоды в первой декаде апреля начало посевных работ было сдвинуто на более поздние сроки. Посев исследуемой культуры был проведен 20 апреля. В целом март и апрель характеризовались повышенной температурой и недостаточным количеством осадков (58% от среднегодового значения), что затрудняло появление всходов, особенно на варианте с прямым посевом. В последнем случае появление всходов было зафиксировано на 22-е сутки. В мае и июне количество осадков превысило среднегодовые показатели, что совместно с повышенным температурным режимом оказало положительное влияние на рост и развитие культуры. В июле погодные условия также складывались благоприятно для формирования высокой урожайности гороха. В связи с этим созревание зерна произошло на 20 дней позже, чем в 2010 году, и соответствовало оптимальному сроку для зоны проведения исследований.

Март 2013 года характеризовался пониженным температурным режимом и большим количеством выпавших осадков. Благодаря большому запасу продуктивной влаги в почве и наличию достаточного количества тепла в апреле были получены дружные всходы на седьмые сутки в первых двух вариантах обработки почвы. При прямом посеве всходы появились с запозданием на три-четыре дня. В последующие два весенних месяца наблюдались повышенная температура воздуха, особенно в мае, а также катастрофически малое количество осадков (13 мм). Сложившиеся погодные условия можно характеризовать как засушливые. В связи с этим рост культуры был несколько замедлен. В июне осадков выпало в пределах нормы, но сохраняющаяся повышенная температура воздуха ускорила развитие гороха, что отрицательно повлияло на формирование урожая. Полное созревание зерна произошло 6 июля.

Таким образом, из приведенного выше анализа можно сделать заключение, что период исследований охватывал различные по погодным услови-

ям годы: от весьма благоприятных для роста и развития гороха (2011) до крайне засушливых (2010, 2013). Это позволило объективно оценить влияние изучаемых факторов.

2.2. Схема опыта и методика его проведения

Программа исследований включала проведение полевых опытов и лабораторных исследований. Территория ООО «Пчелка», на базе которого проводились наши исследования в течение 2010, 2011 и 2013 годов, находится в Ивнянском районе, в северной части Белгородской области.

Почва опытного участка – чернозем типичный среднемошный среднегумусный тяжелосуглинистый. Мощность пахотного слоя – 20-25 см; содержание гумуса – 5,35%; сумма поглощенных оснований – 32,1 мг–экв./100 г почвы; степень насыщенности почв основаниями – около 90 %; pH солевой вытяжки – 5,9-6,4; содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) – соответственно 190 и 142 мг/кг.

Все работы проводились в зерновом севообороте:

1. Горох
2. Озимая пшеница
3. Кукуруза на зерно
4. Ячмень

Опыт двухфакторный по схеме 3х3.

Изучали три способа основной обработки почвы (фактор А):

1. Вспашка на глубину 24-25 см, которой предшествовало дисковое лущение на глубину 4-6 см (контроль).
2. Мелкая обработка почвы на глубину 12-14 см дисковой бороной БДМ 4х4, которой предшествовало дисковое лущение на глубину 4-6 см.

3. Нулевая обработка почвы. Для борьбы с сорной растительностью в послеуборочный период (по мере появления сорняков) однократно применялся гербицид Раундап с нормой внесения 5 л/га.

Схема опыта также включала следующие варианты с минеральными удобрениями (фактор В):

1. Контроль – без применения удобрений.
2. Расчетная доза минеральных удобрений на планируемую урожайность 3,5 т/га: $N_{50}P_{70}K_{40}$.
3. Двойная доза минеральных удобрений: $N_{100}P_{140}K_{80}$.

Повторность опыта в пространстве и во времени трёхкратная. Общая площадь элементарной делянки составляла 162 м², учетной – 100 м².

Минеральные удобрения вносились по делянкам вручную. Посев осуществлялся сеялкой-культиватором Bourgault. При посеве варианта с нулевой обработкой почвы на данную сеялку-культиватор устанавливали килевидные сошники. В опыте использовали сорт гороха германской селекции – Мадонна.

Агротехника возделывания культуры общепринятая в зоне и области.

Защитные мероприятия гороха от вредителей и сорняков накладывались фоном. В фазу 3-5 листьев развития культуры применялся гербицид Пульсар с нормой расхода препарата 0,75 л/га. В фазу бутонизации и образования бобов использовали инсектицид Альтерр (0,1 л/га).

Уборку урожая проводили сплошным методом с учетной площади (100 м²). Учет урожая поделяночный, весовой.

Исследования проводились согласно существующим методикам, принятым в опытах по общему земледелию, полевым и лабораторным исследованиям.

В ходе исследований были осуществлены следующие наблюдения, учеты и анализы согласно общепринятым методикам:

– Фенологические наблюдения за прохождением основных фаз роста и развития гороха.

– Влажность почвы – термостатно-весовым методом. Образцы почвы отбирались буром до глубины 100 см по слоям 0-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-100 см в период посева и уборки гороха (Доспехов, 1987).

– Плотность почвы определяли методом режущего кольца в слоях 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см во время посева и уборки гороха (Доспехов, 1987).

– Определение структуры почвенных агрегатов проводили путем отбора почвенных образцов в период уборки гороха по слоям 0-10, 10-20, 20-40 см с последующим просеиванием через набор сит по методу Н.И. Савинова (Доспехов, 1987).

– Твердость почвы определяли при помощи плотномера конструкции Ю.Ю. Ревякина в слое почвы 0-30 см.

– Активность почвенных микроорганизмов определяли путем закладки льняного полотна в период вегетации культуры по слоям почвы 0-10, 10-20 и 20-30 см (Методика почвенной микробиологии ..., 1991).

– Отбор почвенных проб на пищевой режим проводился в слоях 0-10, 10-20, 20-40 см в момент посева и уборки гороха. Анализ почвы проводился по следующим показателям: азот легкогидролизуемый (методические указания), подвижный фосфор и обменный калий – по Чирикову (ГОСТ 26204–94).

– Засоренность посевов гороха – на постоянных учетных площадках размером 0,25 м² в три срока (Доспехов, 1987).

– Структурный анализ урожая производился путём отбора снопов с пробных площадок площадью 1 м² каждая по три на делянке в трёх повторениях. Определяли: густоту всходов, высоту стеблей, количество бобов на одном растении, количество зерен в одном бобе, массу тысячи зерен.

– В растительных образцах (зерне), отобранных во время уборки урожая, определяли следующие показатели: азот (ГОСТ 13496.4–93), нитраты – ионометрическим методом (ГОСТ 13496.19–93) и сырой протеин – расчетным методом.

- Расчет экономической эффективности был осуществлен в соответствии с разработанными технологическими картами.
- Биоэнергетическая оценка осуществлена в соответствии с методическими рекомендациями (Энергетическая эффективность возделывания ..., 1985).
- Математическая обработка данных была осуществлена при помощи метода дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

3. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ПОД ГОРОХОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ЕЁ ОБРАБОТКИ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ

Агрофизические свойства почвы являются одним из важнейших факторов управления её плодородием и продуктивностью растений.

Создание оптимальных условий для роста и развития культур – важнейшая задача. Правильный выбор дозы удобрений и способов основной обработки определяет оптимальные параметры агрофизических свойств почвы и создает благоприятные условия для формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

По вопросу изменения агрофизических свойств почвы под влиянием различных способов её обработки и удобрений в литературе нет единого мнения.

Так, по данным одних авторов (Долотин, 2001; Кирюшин, 2006), безотвальное рыхление с оставлением стерни улучшает агрофизические свойства почвы (плотность, влагонакопление, структурность).

По мнению других, применение минимальной обработки почвы отрицательно сказывалось на её водном режиме (Рассадин и Клычникова, 2000) и увеличивало плотность (Максютов, 1998).

Результаты исследований агрофизических свойств почвы (плотности, влажности и других) А.Ф. Витера с коллегами (Обработка почвы как фактор ..., 2011) показали, что все изучаемые безотвальные приемы обработки почвы не приводят к ухудшению агрофизических свойств чернозема обыкновенного.

В многолетнем стационарном опыте А.В. Дедова с соавторами (2013) существенных различий между изучаемыми вариантами обработки почвы по плотности чернозема обыкновенного в период вегетации гороха не наблюдалось.

На незначительные различия агрофизических свойств почвы под воздействием обработок указывают также С.Н. Шевченко и В.А. Корчагин (2008), Г.И. Уваров и др. (2008).

3.1. Влияние способов обработки почвы и доз минеральных удобрений на запасы продуктивной влаги

Белгородская область расположена в зоне неустойчивого увлажнения, поэтому для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур немаловажное значение имеет наличие достаточного количества доступной влаги в почве.

Следовательно, одной из важнейших задач земледелия является максимальное накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги, что достигается за счет применения соответствующих агротехнических мероприятий в целом и приемов обработки почвы в частности.

Согласно результатам наших исследований запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на вспашке без применения минеральных удобрений на момент посева составили 160 мм (табл. 2, приложения 1-6).

Таблица 2 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в зависимости от её обработки и минеральных удобрений, мм (2010, 2011, 2013 гг.)

Минеральные удобрения, дозы (фактор В)	Способы основной обработки почвы (фактор А)					
	вспашка (контроль)		мелкая		нулевая	
	посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	160	71	160	70	161	72
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	162	68	162	73	162	69
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	161	70	162	69	162	74
НСП ₀₅ А	20	6				
НСП ₀₅ В и АВ	4	4				

Использование ресурсосберегающих способов обработки почвы, так же как и внесение различных доз удобрений, практически не оказало влияния на их величину.

К моменту уборки урожая произошло снижение запасов продуктивной влаги в почве по всем изучаемым вариантам (до 74-68 мм), и статистически достоверные различия отмечались только между расчетной и двойной доза-

ми удобрений: при мелкой обработке почвы запасы были выше при расчетной, а при нулевой – при двойной.

Следовательно, выбор способа основной обработки почвы не имел значения в накоплении продуктивной влаги в метровом слое почвы под посевами гороха. Внесение удобрений сказалось на запасах продуктивной влаги только в период уборки на вариантах с ресурсосберегающими обработками почвы.

3.2. Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления гороха под влиянием способов обработки почвы и доз удобрений

Водопотребление – это расход воды культурами в течение вегетации. Водопотребление является показателем потребности растений в воде и эффективности её использования. Последнее зависит как от биологических особенностей культуры, так и от условий внешней среды.

По результатам исследований В.И. Каргина с соавторами (2011), самое низкое водопотребление было характерно для вариантов с отвальной обработкой. Использование мелкой обработки почвы снизило эффективность использования влаги на 7,3-13,4%. Без обработки почвы расход влаги по сравнению со вспашкой (контролем) увеличился в 3,2 раза.

Как показали результаты наших исследований, суммарное водопотребление посевов гороха за годы проведенных исследований не зависело от выбора способа основной обработки почвы и доз внесенных минеральных удобрений (табл. 3, приложение 7).

Все установленные нами различия находились в пределах наименьшей существенной разницы. Исключение составила вспашка: при расчетной дозе удобрений суммарное водопотребление гороха было существенно выше, чем при двойной их дозе.

Таблица 3 – Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления гороха в зависимости от изучаемых в опыте факторов (2010, 2011, 2013 гг.) (слой почвы 0-100 см)

Минеральные удобрения, дозы (фактор В)	Суммарное водопотребление, м ³ /га			Коэффициент водопотребления, м ³ /т		
	В	М	Н	В	М	Н
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	2246	2240	2233	1054	1437	1705
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	2315	2252	2283	954	1279	1504
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	2222	2284	2235	954	1136	1281
HCP ₀₅ A	146			178		
HCP ₀₅ B и AB	70			128		

Способы основной обработки почвы (фактор А): В – вспашка (контроль); М – мелкая обработка; Н – нулевая обработка

Иное было установлено при анализе коэффициента водопотребления, который зависел от изучаемых в опыте факторов. На вспашке он был наименьшим (954-1054 м³/т). Применение энергосберегающих способов обработки почвы существенно увеличивало рассматриваемый показатель – на 19-36% при мелкой и на 34-62% – при нулевой обработке почвы. Причем разница между энергосберегающими способами обработки почвы была статистически значимой при дозе удобрений N₀P₀K₀ и N₅₀P₇₀K₄₀. Максимальный коэффициент водопотребления гороха наблюдался в варианте с нулевой обработкой.

Внесение минеральных удобрений способствовало снижению коэффициента водопотребления на всех вариантах обработки почвы, а в вариантах с ресурсосберегающими – существенному. Наиболее экономично растения гороха использовали влагу при усилении фона удобренности, причем разницы между расчетной и двойной дозами на вспашке установлено не было, в то время как при энергосберегающих обработках отличия были математически доказаны на 5% уровне значимости.

Следовательно, наиболее экономично растения гороха расходовали влагу при отвальной обработке почвы и внесении минеральных удобрений.

3.3. Изменение плотности почвы в зависимости от способов её обработки и доз удобрений

Плотность почвы является одним из важных агрофизических её свойств, характеризующим в определенной мере эффективное плодородие. Значение плотности почвы в земледелии многообразно, но особенно важна она в регулировании водного режима. Водопропускная и водопоглотительная способность почвы прежде всего зависит от состояния рыхлости, т.е. плотности почвы.

В современном земледелии поставлена задача ликвидации стока и полное использование годовой суммы осадков на создание урожая. Успешное решение этой задачи во многом зависит от поддержания оптимальной плотности почвы различными путями, в том числе и при помощи её обработки.

Несоответствие плотности почвы конкретным почвенно-климатическим условиям (чрезмерная рыхлость или большое уплотнение) быстро приводит к ухудшению её водного режима и проявлению действия засухи или заболачивания.

С плотностью почвы также связаны её воздушный и тепловой режимы, условия жизни почвенной микрофлоры и, как следствие, накопление в доступной форме элементов питания.

При оптимальной плотности процесс синтеза органического вещества проходит более продуктивно и растения затрачивают меньше питательных элементов на создание единицы сухой массы (Докучаев, 1936).

В наших исследованиях было установлено, что использование различных способов обработки почвы закономерно проявляется в дифференциации различных слоев почвы по плотности (табл. 4, приложение 8).

Так если на момент посева плотность верхнего 10 см слоя между обработками не отличалась и находилась в пределах $0,79-0,90 \text{ г/см}^3$ в зависимости от варианта удобрения, что очевидно является следствием процессов вос-

становления равновесной плотности почвы за зимне-весенний период, то с увеличением глубины в слоях 10-20 и 20-30 см при использовании ресурсосберегающих обработок плотность существенно повышалась – соответственно на 0,07-0,13 и 0,04-0,08 г/см³, что подчеркивает характер действия этих приемов. Плотность подпахотного слоя, не претерпевающего какого-либо воздействия, выравнивалась по всем вариантам и составляла 1,01-1,05 г/см³.

Таблица 4 – Плотность почвы под горохом в зависимости от способа её обработки и доз удобрений, г/см³ (2010, 2011, 2013 гг.)

Минеральные удобрения, дозы (фактор В)	Слой почвы, см	Способы основной обработки почвы (фактор А)					
		вспашка (контроль)		мелкая		нулевая	
		посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	0-10	0,79	0,85	0,81	0,87	0,90	0,98
	10-20	0,91	0,97	0,98	1,08	1,01	1,10
	20-30	0,97	1,09	1,05	1,13	1,03	1,13
	30-40	1,02	1,09	1,02	1,09	1,04	1,08
	0-40	0,92	1,00	0,97	1,04	1,00	1,07
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	0-10	0,79	0,87	0,81	0,88	0,89	1,00
	10-20	0,89	0,98	0,96	1,08	1,02	1,10
	20-30	0,98	1,09	1,03	1,13	1,05	1,13
	30-40	1,03	1,10	1,04	1,08	1,05	1,07
	0-40	0,92	1,01	0,96	1,04	1,00	1,08
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	0-10	0,81	0,88	0,81	0,88	0,89	0,98
	10-20	0,91	0,99	0,99	1,10	1,02	1,08
	20-30	0,99	1,10	1,03	1,14	1,05	1,13
	30-40	1,01	1,09	1,03	1,07	1,05	1,07
	0-40	0,93	1,02	0,97	1,05	1,00	1,07
НСП ₀₅ А	0-10	0,12	0,09				
НСП ₀₅ В и АВ	0-10	0,03	0,04				
НСП ₀₅ А	10-20	0,06	0,07				
НСП ₀₅ В и АВ	10-20	0,03	0,03				
НСП ₀₅ А	20-30	0,02	0,05				
НСП ₀₅ В и АВ	20-30	0,03	0,02				
НСП ₀₅ А	30-40	0,06	0,07				
НСП ₀₅ В и АВ	30-40	0,05	0,03				
НСП ₀₅ А	0-40	0,05	0,05				
НСП ₀₅ В и АВ	0-40	0,02	0,02				

К моменту уборки на фоне общего увеличения плотности по всем вариантам отсутствие обработки значимо увеличивало плотность верхнего 10 см слоя почвы относительно контроля на $0,10-0,13 \text{ г/см}^3$ ($\text{НСР}_{05} = 0,09 \text{ г/см}^3$). В слое 10-20 см плотность также существенно повышалась и по мелкой обработке почвы: до $1,08-1,10 \text{ г/см}^3$ при мелкой и нулевой обработках; и только в нижележащих слоях 20-30 и 30-40 см плотность выравнивалась по всем вариантам обработки и составляла соответственно по слоям $1,09-1,14$ и $1,07-1,10 \text{ г/см}^3$.

Однако, несмотря на наблюдающуюся дифференциацию слоев почвы по плотности в зависимости от способов обработки почвы, следует отметить, что она была оптимальной для роста и развития гороха как на момент посева, так и на момент его уборки. Использование различных фонов удобренности не оказало достоверного влияния на величину изучаемого показателя.

3.4. Структурно-агрегатный состав почвы в зависимости от способов её обработки и доз удобрений

Структура почвы является одним из важнейших показателей агрофизических характеристик почвенного профиля. Именно структура оказывает наибольшее влияние на такие параметры, как движение воды в профиле почвы, передача тепла, аэрация, плотность, и в конечном итоге – на эффективное плодородие.

В своем опыте мы также изучали структурно-агрегатное состояние десятисантиметрового слоя почвы в зависимости от изучаемых факторов (табл. 5, приложение 9).

Как показали результаты наших исследований, наиболее благоприятная структура почвы наблюдалась при её обработке. Так, на вспашке коэффициент структурности десятисантиметрового слоя почвы колебался от 6,26 до 7,93. При отсутствии обработки нижнего слоя почвы (20-40 см) произошло снижение данного показателя до 5,41–4,74. Это происходило на фоне

уменьшения микроструктуры (<0,25 мм) и увеличения глыбистой фракции (>10 мм). При этом доля агрономически ценной фракции на всех фонах удобренности с увеличением глубины снижалась на 3-6%, но была наибольшей по сравнению с другими способами обработки. Максимальное значение отмечено в слое 0-10 см без внесения удобрений: 88,80%.

Таблица 5 – Влияние способа обработки и удобрений на структурно-агрегатный состав почвы, в % к общей массе воздушно-сухой почвы (2010, 2011, 2013 гг.)

Минеральные удобрения, дозы (фактор В)	Слой почвы, см	Способы основной обработки почвы (фактор А)											
		вспашка (контроль)				мелкая				нулевая			
		Содержание фракции, %											
		>10 мм	0,25-10 мм	<0,25 мм	К*	>10 мм	0,25-10 мм	<0,25 мм	К*	>10 мм	0,25-10 мм	<0,25 мм	К*
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	0-10	3,1	88,8	8,1	7,93	4,5	85,7	9,8	6,02	18,0	78,5	3,5	3,64
	10-20	3,8	86,5	9,6	6,41	16,9	77,5	3,9	3,44	29,3	68,1	2,6	2,13
	20-40	9,6	83,3	7,1	4,97	27,1	68,9	4,0	2,22	23,9	71,4	4,7	2,50
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	0-10	3,8	86,7	9,4	6,53	5,2	84,8	10,0	5,59	16,9	79,4	3,7	3,86
	10-20	5,6	86,5	7,8	6,42	21,6	73,2	5,3	2,75	26,5	70,5	3,0	2,39
	20-40	9,9	84,4	5,7	5,41	23,4	72,8	3,8	2,67	26,5	70,1	3,6	2,32
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	0-10	3,5	86,2	10,2	6,26	6,3	83,8	9,8	5,19	17,9	78,0	4,0	3,55
	10-20	4,1	86,3	9,6	6,28	19,7	76,4	3,9	3,24	21,2	75,9	2,9	3,15
	20-40	11,6	82,6	5,8	4,74	24,0	72,9	3,2	2,68	24,7	71,8	3,5	2,55

Примечание: * – коэффициент структурности

Коэффициент структурности верхнего слоя почвы, обрабатываемого дисковой бороной, был немного меньше, чем на вспашке, – на 2-3%. С увеличением глубины отбора проб величина данного показателя уменьшалась до 3,44-2,75 в слое почвы 10-20 см и до 2,68-2,22 в слое 20-40 см в зависимости

от доз удобрений, что также происходило на фоне уменьшения микроструктуры и увеличения глыбистой фракции. Наибольшая доля макроструктуры (0,25-10 мм) отмечена в верхнем 10 см слое почвы на всех фонах удобренности: 83,85-85,75%. С увеличением глубины отбора проб происходило её снижение на 9-14 и 13-20% соответственно в слоях 10-20 и 20-40 см в зависимости от доз удобрений (Котлярова, 2012).

При отказе от обработки почвы коэффициент структурности почвенных агрегатов был наименьшим по всем изучаемым слоям. Как и в предыдущих случаях, здесь наблюдается уменьшение содержания микроструктуры и увеличение глыбистой фракции. При этом закономерность распределения агрономически ценной фракции структурно-агрегатного состава почвы аналогична мелкой обработке почвы: снижение относительно верхнего слоя почвы составило 3-13 и 8-12% соответственно в слоях 10-20 и 20-40 см.

Анализ данных показывает, что обработка почвы положительно влияет на коэффициент структурности почвы, в то время как отказ от неё приводит к увеличению глыбистой фракции и уменьшению доли агрономически ценной макроструктуры почвенных агрегатов. Выбор различных доз удобрений не оказал значительного влияния на структуру пахотного слоя почвы.

3.5. Твердость почвы в зависимости от способов её обработки

Твердость почвы оказывает механическое сопротивление росту и развитию корневой системы растений, нередко обуславливает снижение всхожести семян, влияет на водный, воздушный и тепловой режимы почвы, тяговые сопротивления почвообрабатывающих машин и орудий (Доспехов, 1987).

В настоящее время идут острые дискуссии между сторонниками традиционных и энергосберегающих приемов обработки почвы. Исследования ученых из различных регионов страны показали, что эффективность ресурсосберегающей минимальной обработки в различных зонах неодинакова и во

многом зависит от степени окультуренности почвы, ее механического состава, засоренности полей, погодных условий и т.д. (Усовершенствование и новые методы ..., 2009).

В результате опытов, проведенных Г.И. Уваровым (2005), было установлено, что отвальная обработка почвы способствовала снижению твердости чернозема типичного.

Результаты наших исследований показали, что твердость изучаемого слоя почвы зависела от выбора способа её обработки (табл. 6, приложение 10).

Таблица 6 – Твердость почвы в зависимости от способов её обработки, кг/см² (2010, 2011, 2013 гг.)

Слой почвы, см	Способы основной обработки почвы (фактор А)		
	вспашка (контроль)	мелкая	нулевая
0-10	3,2	4,5	7,6
10-20	15,9	21,3	24,2
20-30	22,1	31,4	33,0
0-30	13,7	19,1	21,6

Примечание: НСР₀₅ (0-10)=0,8; НСР₀₅ (10-20)=1,4; НСР₀₅ (20-30)=2,9

На контрольном варианте твердость верхнего 10 см слоя была наименьшей по опыту – 3,2 кг/см², в то время как при мелкой и нулевой обработках она была существенно выше – соответственно на 1,3 и 4,4 кг/см².

С увеличением глубины отбора проб происходило увеличение твердости почвы на всех исследуемых вариантах обработки. Так, на вспашке в слое 10-20 см она увеличилась на 12,7, а в слое 20-30 – на 18,9 кг/см² относительно верхнего 10 см слоя. Использование энергосберегающих способов обработки почвы существенно увеличивало анализируемый показатель относительно контроля.

Следует отметить, что в двух последних вариантах обработки почвы отмечаются достоверные отличия в сторону увеличения твердости почвы при от-

сутствии её обработки по всем исследуемым слоям. Следовательно, уменьшение интенсивности обработки почвы достоверно увеличивало её твердость.

Таким образом, изучение агрофизических свойств почвы при возделывании гороха показало, что на их изменчивость система применения удобрений практически не оказывала влияния, в то время как система обработки почвы имела решающее значение. Положительное влияние минеральных удобрений было выявлено лишь на расход влаги при создании единицы урожая – при увеличении их использования коэффициент водопотребления снижался. Система основной обработки почвы оказывала существенное влияние и на коэффициент водопотребления, и на такие агрофизические свойства, как плотность, в частности её дифференциацию по слоям почвы, твердость и структуру.

Следует подчеркнуть, что с уменьшением интенсивности обработки эти показатели ухудшались.

4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ЕЁ ОБРАБОТКИ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ

4.1. Микробиологическая активность почвы в зависимости от способов её обработки

Биологическая активность почвы – один из важнейших показателей её плодородия. Процессы разложения растительных остатков, синтез и минерализация гумуса, превращение труднодоступных форм питательных веществ в усвояемые для растений формы, ход аммонификации, нитрификации и фиксации свободного азота воздуха обусловлены деятельностью почвенных микроорганизмов. Почвенно-климатические условия оказывают определенное влияние на жизнедеятельность последних, а следовательно, и на интенсивность микробиологических процессов, их динамику. Наибольшая часть данных процессов протекает в пахотном слое почвы и во многом зависит от его состояния.

Согласно данным исследований А.Ф. Витера и его соавторов (Обработка почвы как фактор..., 2011), наилучшие показатели по общему количеству микроорганизмов и их групповому составу, ферментативной активности, содержанию в почве подвижных питательных веществ, гуминовых кислот и выделению почвой углекислоты отмечены по вспашке на глубину 20-22 см и 25-27 см в сравнении с безотвальной рыхленим. Дальнейшее увеличение глубины отвальной обработки не усиливало микробиологическую деятельность в почве.

В свое время В.Р. Вильямс (1951) выдвинул теорию, согласно которой большое положительное значение для активизации биогенности почвы придавалось вспашке с оборотом пласта и углублению пахотного слоя. Перемешивание почвы, по предположению В.Р. Вильямса, приводит к активизации микробиологических процессов в нижнем горизонте, и в то же самое время в

условиях аэрации восстанавливается численность микроорганизмов в перемещенном нижнем слое. Это предположение нашло подтверждение в ряде опубликованных исследований по микробиологии почвы (Мишустин, 1956; Захаров, 1960).

При сравнении степени разложения льняного полотна по слоям почвы в исследованиях Г.И. Уварова и В.Д. Соловиченко (2010) выделялась высокая активность бактерий в слое 10-20 см. По мнению авторов, вероятно, в этом слое имеется необходимое количество органики, тепла и влаги для жизнедеятельности микроорганизмов. При сравнении способов основной обработки, по их данным, можно выделить минимальную, при которой наблюдается наибольшая биологическая активность.

В наших исследованиях мы изучали активность почвенных микроорганизмов в зависимости от способов основной обработки почвы по степени разложения льняного полотна (табл. 7, приложение 11). Согласно полученным данным наибольшая интенсивность разложения клетчатки за вегетационный период была отмечена на вспашке: в верхнем 10 см слое почвы – сильная, а в слоях 10-20 и 20-30 см она снизилась соответственно на 8 и 18% (средняя интенсивность).

Таблица 7 – Интенсивность разложения клетчатки в зависимости от способов основной обработки почвы, % (2010, 2011, 2013 гг.)

Слой почвы, см	Способы основной обработки почвы (фактор А)		
	вспашка (контроль)	мелкая	нулевая
0-10	50	44	31
10-20	42	22	17
20-30	32	13	12
0-30	41	26	20

Примечание: $HCP_{05}(0-10)=4$; $HCP_{05}(10-20)=2$; $HCP_{05}(20-30)=2$

Замена отвальной глубокой обработки почвы мелкой привела к существенному снижению рассматриваемого показателя: в верхнем 10 см слое –

на 6% (средняя интенсивность разложения клетчатки), в нижних слоях 10-20 и 20-30 см – соответственно на 20 и 19% (слабая интенсивность). Хуже всего разложение клетчатки происходило в варианте с нулевой обработкой почвы. Следует отметить, что в последнем варианте было установлено достоверное снижение по сравнению с мелкой обработкой в слоях 0-10 и 10-20 см. В слое 20-30 см различия находились в пределах ошибки опыта, что связано с отсутствием механического воздействия на исследуемый слой в этих двух вариантах обработки почвы.

Таким образом, изучаемые в опыте способы основной обработки почвы оказали неодинаковое влияние на интенсивность разложения клетчатки. Наибольшая интенсивность отмечалась по отвальной обработке почвы. При использовании энергосберегающих вариантов обработки активность почвенных микроорганизмов была существенно ниже. Стоит также отметить, что с увеличением глубины отбора проб наблюдалось снижение интенсивности разложения клетчатки по всем изучаемым вариантам обработки почвы.

Учитывая описанное ранее ухудшение агрофизических свойств почвы с глубиной и при замене вспашки ресурсосберегающими способами обработки, можно предположить, что биологическая активность почвы во многом зависит от её агрофизического состояния, что подтверждается коэффициентом корреляции. Так, между плотностью исследуемого слоя почвы как в период посева, так и в период уборки культуры связь была сильной отрицательной (-0,984 в обоих случаях), т.е. увеличение плотности почвы снижает её микробиологическую активность. Аналогичное было установлено и при анализе твердости: коэффициент корреляции в данном случае равнялся -0,999. Напротив, увеличение доли агрономически ценной фракции почвенных агрегатов положительно сказывалось и на жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, причем в сильной степени ($r=1,0$).

4.2. Агрохимическая характеристика почвы при выращивании гороха в зависимости от варианта обработки почвы и доз удобрений

Рост и развитие растений зависят от многих факторов, в том числе и от содержания в почве питательных веществ в виде усвояемых растениями соединений в достаточном количестве. Это зависит прежде всего от плодородия самой почвы, которая является частью среды обитания растений. Последние потребляют многие известные нам элементы минерального питания как в больших, так и в малых дозах. Считается, что наибольшее значение для формирования количества и качества урожая имеют такие элементы, как азот, фосфор и калий.

Установлено, что обработка почвы ускоряет процессы нитрификации, происходящие в ней, в результате чего азот становится доступным для растений. Но наряду с этим нитратные формы азота становятся подвижными вследствие потери связи с почвенно-поглощающим комплексом и легко мигрируют с почвенным раствором по профилю, что нередко приводит к их вымыванию из почвы.

Обработка почвы также оказывает определенное влияние и на содержание в почвенном профиле подвижного фосфора и обменного калия.

Единого мнения среди ученых по влиянию способов обработки почвы на содержание в ней доступных элементов питания нет.

Так, в результате длительных наблюдений С.В. Рымаря (2007) установлено, что наиболее благоприятные условия для минерализации элементов питания растений создаются по вспашке на глубину 20-22 см, нежели по плоскорезной обработке.

Работами А.М. Пестрякова (2007) установлено, что содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия было выше при использовании комбинированных систем обработки почвы, включавших глубокую вспашку

Исследования А.В. Румянцева и Л.В. Орловой (2005) указывают на накопление подвижного фосфора и обменного калия в поверхностном слое почвы при минимальных и нулевых обработках.

Не отмечают при переходе к минимальным системам обработки почвы ухудшения пищевого режима С.Н. Шевченко с В.А. Корчагиным (2008).

В работах В.В. Никитина и С.И. Попова (2011) содержание азота в пахотном слое почвы на удобренных вариантах практически не зависело от выбора способа её обработки (вспашки, безотвальной и минимальной), а вот в нижележащих слоях больше всего азота было по вспашке. Кроме этого, распределение P_2O_5 и K_2O на вспашке было более равномерным, нежели при остальных вариантах обработки: наибольшее содержание при этом отмечено в слое 0-10 см.

Как показали результаты исследований В.И. Турусова и его коллег (2013), механические обработки почвы (отвальная, безотвальная, плоскорезная) существенно не влияли на изменение содержания легкогидролизуемого азота, общего фосфора и калия. Наибольший эффект сопряженного взаимодействия обработки почвы и применения удобрений в условиях юго-востока Центрального Черноземья достигался при отвальной системе обработки почвы и на глубину 20-22 и 25-27 см.

4.2.1. Содержание легкогидролизуемого азота в почве в зависимости от изучаемых в опыте факторов

Одним из основных элементов питания растений является азот. Усвояемые растениями соединения минерального азота (в основном это аммиачный и нитратный азот) очень подвижны, т.к. легко диссоциируются в почвенном растворе и свободно мигрируют по почвенному профилю с нисходящими и восходящими токами воды. Кроме этого, их количество в почве сильно колеблется вследствие протекающих в ней биологических процессов.

Поэтому говорить о степени обеспеченности растений аммиачным и нитратным азотом можно только на момент отбора проб.

Большая часть почвенного азота находится в органической форме и становится доступной для растений лишь после процессов его минерализации. Азот, который претерпел процесс минерализации, называется легкогидролизуемым и в короткий период может перейти в доступную для растений форму. Поэтому для характеристики степени обеспеченности почв азотом определяют содержание его легкогидролизующей формы.

Л.М. Державин с коллегами (2005) установили, что эффективность азотных удобрений зависит от их дозы, способа внесения и глубины заделки.

Наши наблюдения за содержанием легкогидролизующего азота в почве на момент посева показали, что без внесения удобрений в слое 0-10 см наибольшее его содержание отмечено при нулевой обработке почвы – 176 мг/кг, а при вспашке и мелкой обработке – соответственно 160 и 161 мг/кг (рис. 1, приложение 12). В слое 10-20 см происходит выравнивание содержания по всем вариантам обработки почвы: 153-156 мг/кг, а вот в слое 20-40 см наибольшее содержание легкогидролизующего азота отмечено при мелкой обработке – 160 мг/кг, в то время как на вспашке и нулевой обработке – 148 и 147 мг/кг.

При внесении минеральных удобрений содержание легкогидролизующего азота по всем вариантам обработки почвы находилось примерно на одинаковом уровне (143-177 мг/кг). Чуть ниже его содержание было отмечено при нулевой обработке почвы с расчетной дозой удобрений (143-150 мг/кг).

Глубокая обработка почвы выравнивает содержание данного элемента питания по слоям с сохранением минимальной дифференциации. Без обработки почвы снижение содержания азота с глубиной более заметно и только при двойной дозе удобрений происходит выравнивание его содержания по слоям почвы. При мелкой обработке дифференциация более выражена с пре-

вышением, особенно в верхнем 0-10 см слое, как при расчетной, так и при двойной дозах удобрений.

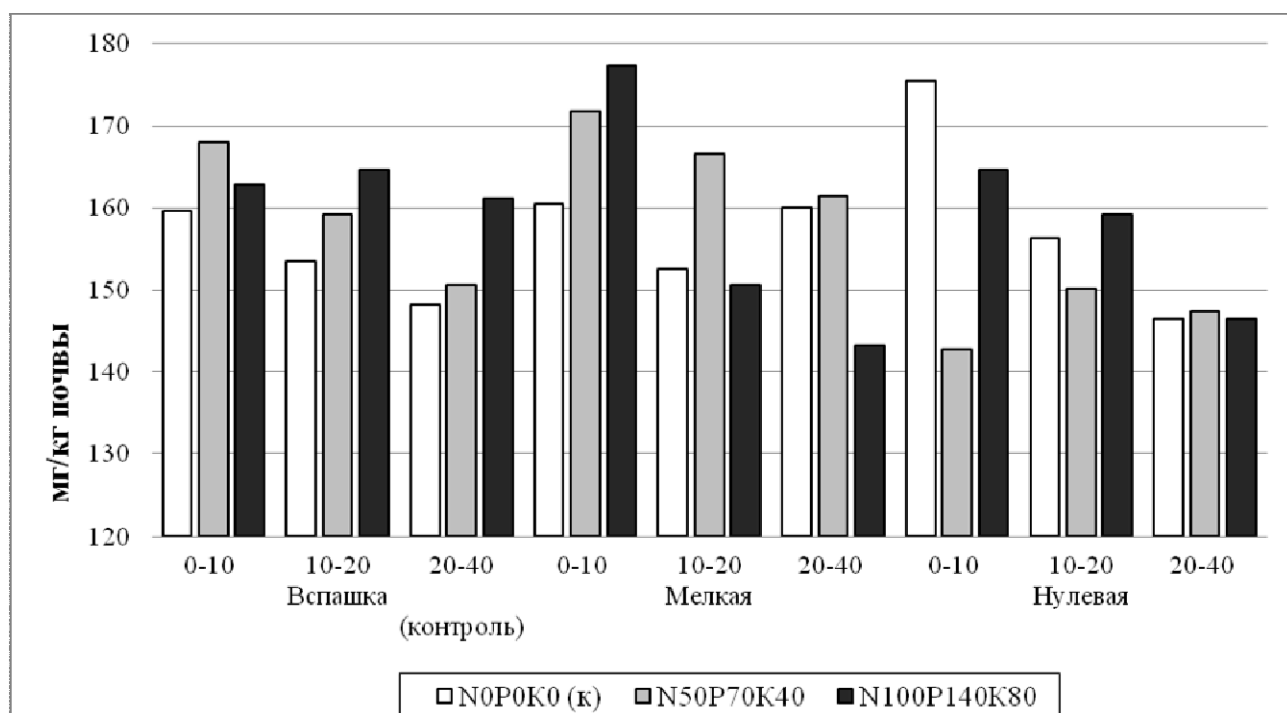


Рисунок 1 – Содержание легкогидролизуемого азота в почве в период посева, мг/кг (2010, 2011, 2013 гг.).

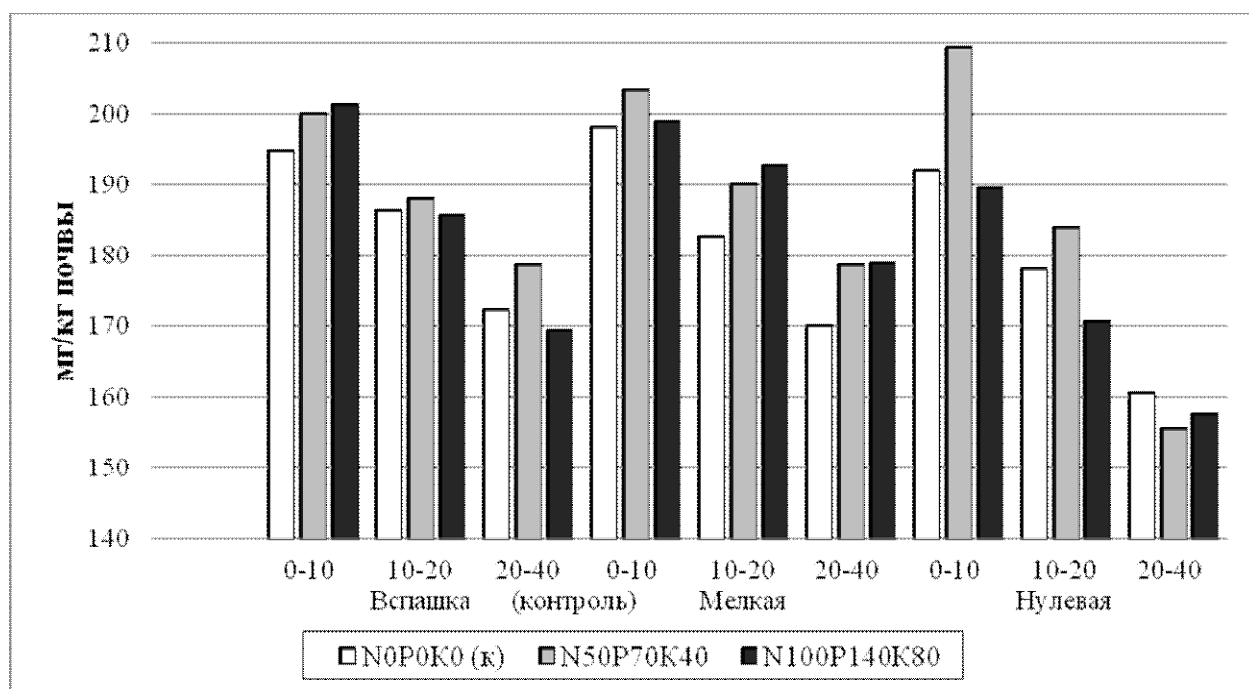


Рисунок 2 – Содержание легкогидролизуемого азота в почве в период уборки, мг/кг (2010, 2011, 2013 гг.).

К уборке произошло увеличение содержания легкогидролизуемого азота по всем изучаемым слоям и вариантам опыта до 156-209 мг/кг, что свидетельствует о способности к азотфиксации и замечательном свойстве бобовых, в том числе и гороха, обеспечивать азотом не только себя, но и последующие культуры севооборота (рис. 2, приложение 12).

Однако четко прослеживается тенденция к дифференциации содержания легкогидролизуемого азота по слоям почвенного профиля. Так, в слое 0-10 см содержание легкогидролизуемого азота по всем способам обработки почвы было примерно на одном уровне: 195-201, 198-204 и 190-209 мг/кг соответственно при вспашке, мелкой и нулевой обработках почвы. В слое 10-20 см произошло снижение его содержания, причем большее при отказе от обработки – на 14-25 мг/кг, в то время как при глубокой и мелкой обработках снижение соответственно составило 9-15 и 6-15 мг/кг. В слое 20-40 см на вспашке и мелкой обработке почвы отмечено одинаковое содержание легкогидролизуемого азота: 170-179 мг/кг в обоих случаях, а вот при нулевой его содержание снизилось до 161-156 мг/кг.

Очевидно, описанная тенденция распределения легкогидролизуемого азота по слоям почвы во многом зависит от распределения корневой массы, в том числе и клубеньков, по профилю пахотного слоя.

На это указывает и К.Н. Чернявский (2007). В его исследованиях наиболее равномерное распределение корневой системы гороха по слоям почвы наблюдалось при вспашке. При безотвальной обработке наибольшая их масса развивалась в слое 0-20 см, а при мелкой – в слое 0-10 см.

Применение различных доз удобрений не оказало значительного влияния на изменение содержания легкогидролизуемого азота по всем вариантам обработки почвы и исследуемым слоям.

4.2.2. Содержание подвижного фосфора в почве в зависимости от способов её обработки и доз удобрений

Фосфор является одним из трех основных элементов питания растений. Он необходим им для осуществления процессов фотосинтеза, переноса других питательных веществ и передачи энергии, а также выполняет ряд других немаловажных функций в жизни растений.

Горох – фосфоролюбивая культура. Так, если вынос фосфора одной тонной основной продукции с соответствующим количеством побочной у зерновых культур составляет 12-15 кг, то у гороха он равен 16-20 кг (Технология производства ..., 2007).

Проведенный обзор литературных данных выявил, что мнения исследователей по поводу влияния способов обработки почвы и доз минеральных удобрений на содержание подвижного фосфора не совпадают.

Анализ полученных нами данных свидетельствует, что к моменту посева вне зависимости от способа основной обработки почвы наблюдается единая тенденция снижения содержания подвижного фосфора с глубиной (рис. 3, приложение 13). Причем, если при вспашке его содержание оправданно увеличивается с увеличением дозы вносимых удобрений, то при использовании ресурсосберегающих обработок трудно выявить какую-либо закономерность содержания элемента в зависимости от количества вносимых удобрений, тогда как характер влияния данных обработок сходен. Так, например, в слое 0-10 см, как и на вспашке, наибольшее содержание P_2O_5 отмечено при двойной дозе. Следует отметить, что при нулевой обработке его значение максимально – 331 мг/кг и достоверно превысило данный показатель на вспашке на 65 мг/кг ($НСР_{05}=19$ мг/кг). При мелкой обработке почвы содержание подвижного фосфора примерно такое же, как и на вспашке, и составило 265 мг/кг. При этом нет отличий между контролем и расчетной дозой при всех вариантах обработки почвы, чего нельзя сказать о двойной, при ко-

торой установлено существенное превышение – на 50, 46 и 93 мг/кг ($HCp_{05}=27$ мг/кг) соответственно при вспашке, мелкой и нулевой обработках почвы. В слое 10-20 см наибольшее содержание P_2O_5 при ресурсосберегающих обработках отмечено в варианте без удобрений (225 мг/кг при мелкой и 265 мг/кг при нулевой обработках), наименьшее – при расчетной дозе (165 и 195 мг/кг соответственно). В слое 20-40 см с увеличением доз вносимых удобрений происходит снижение содержания P_2O_5 со 179 до 127 мг/кг при мелкой и со 186 до 175 мг/кг при нулевой обработках. При этом при мелкой обработке почвы оно более значительно.

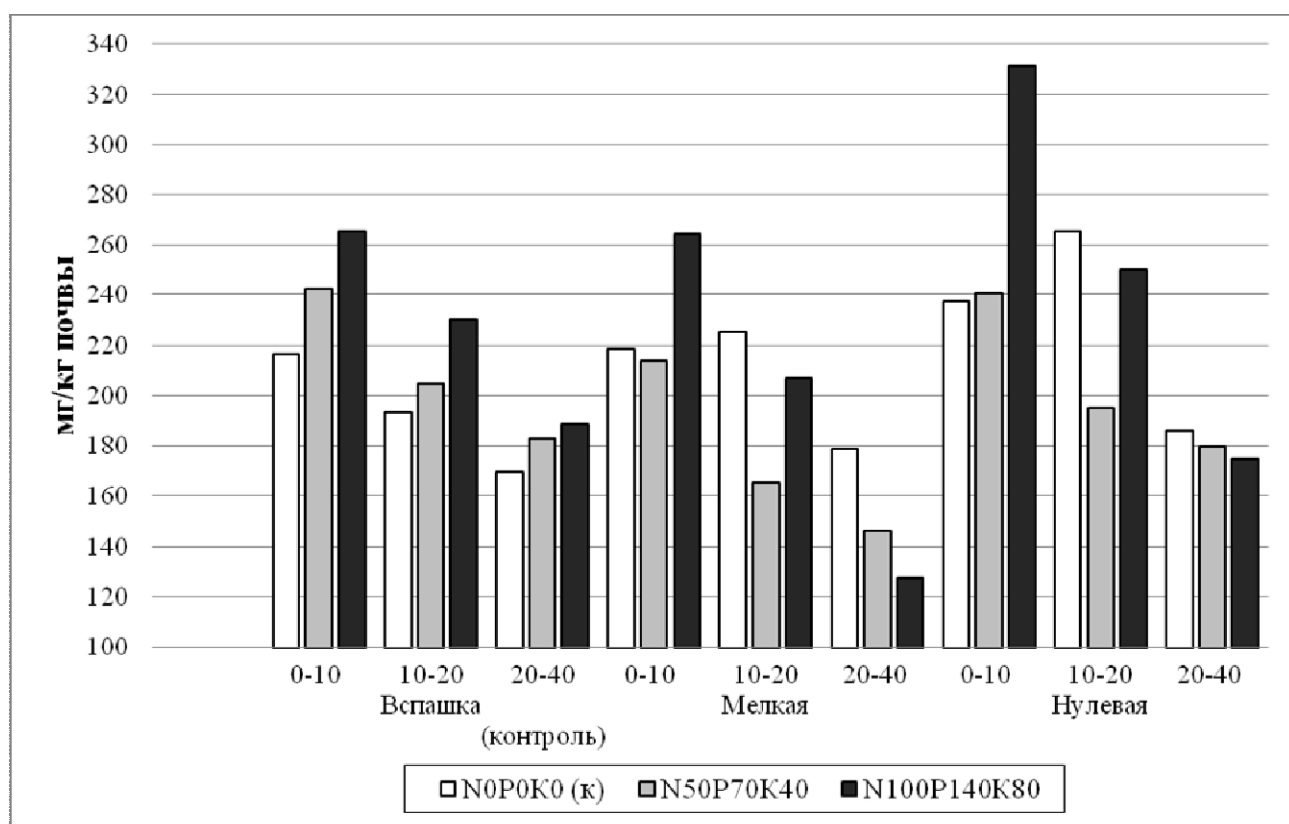


Рисунок 3 – Содержание подвижного фосфора в почве в период посева, мг/кг (2010, 2011, 2013 гг.).

Таким образом, к моменту посева на вспашке происходит более равномерное предсказуемое распределение подвижного фосфора по слоям почвы в зависимости от применяемой дозы удобрений. При использовании ресурсосберегающих обработок, наоборот, хаотичное распределение данного элемен-

та по слоям почвы вне всякой связи с количеством применяемых удобрений указывает на отсутствие их влияния с глубиной, но аналогичный характер этого распределения – на сходное влияние самих обработок.

К уборке произошло снижение содержания подвижного фосфора в исследуемых слоях почвы по всем вариантам опыта (рис. 4, приложение 13). Наибольшее снижение отмечено на вспашке в верхнем слое почвы: на 83-122 мг/кг в зависимости от доз удобрений. Немного меньше – в слое 10-20 см: на 83-111 мг/кг, а вот в слое 20-40 см снижение составило 75-99 мг/кг.

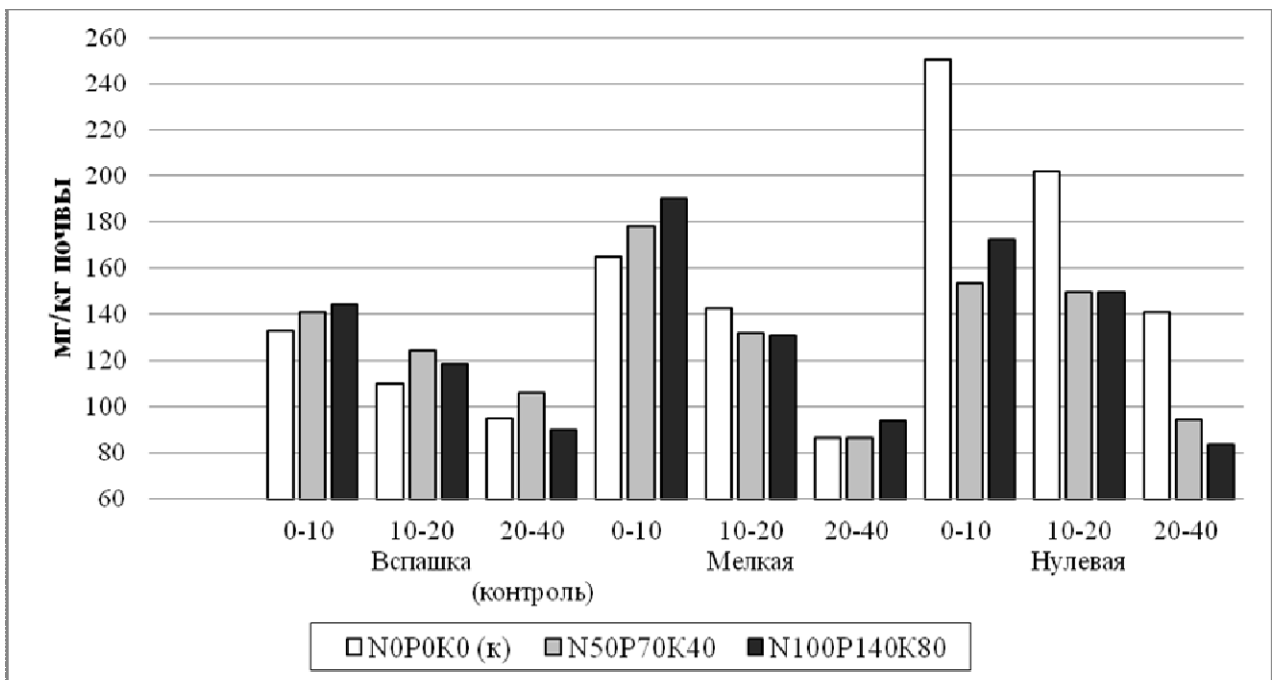


Рисунок 4 – Содержание подвижного фосфора в почве в период уборки, мг/кг (2010, 2011, 2013 гг.).

Использование ресурсосберегающих способов обработки почвы уменьшало степень снижения подвижного фосфора. Так, в исследуемом 0-40 см слое снижение на вспашке составило 80-110 мг/кг в зависимости от фона удобренности, в то время как при мелкой и нулевой – соответственно на 43-77 и 32-116 мг/кг. Очевидно, при глубокой отвальной обработке создаются благоприятные условия для выноса фосфора с урожаем культуры.

Корреляционный анализ показал положительную связь между выносом фосфора урожаем исследуемой культуры и его убылью из почвы в средней степени (коэффициент корреляции в данном случае равнялся 0,360).

4.2.3. Обеспеченность почвы обменным калием в зависимости от варианта её обработки и доз удобрений

Для растений калий так же необходим, как азот и фосфор. Известно, что калий способствует образованию углеводов, уменьшает степень полегания растений, повышает стойкость растений к холоду и устойчивость к заболеваниям. Для своего роста и развития различные растения требуют определенного количества калия: одни меньше, другие больше. Так, для формирования 1 тонны основной продукции при соответствующем количестве побочной гороху требуется 30-37 кг калия (Технология производства ..., 2007). Недостаток данного элемента питания растений негативно сказывается на величине и качестве будущего урожая сельскохозяйственных культур.

Содержание калия в почвах больше, нежели фосфора, и зависит от её механического состава и почвообразующей породы. По данным В.Г. Минеева (1980), черноземные почвы характеризуются высокой обеспеченностью подвижным калием вследствие больших его запасов в материнской породе.

Согласно данным агрохимического анализа почвы опытного участка содержание обменного калия перед началом проведения исследований составляло 142 мг/кг, что соответствует высокому его содержанию.

В наших исследованиях при посеве содержание обменного калия было максимальным в верхнем десятисантиметровом слое почвы по всем вариантам опыта и находилось в пределах 178-278 мг/кг (рис. 5, приложение 14). Исключением была вспашка без применения минеральных удобрений, где в слое 0-10 см отмечено наименьшее содержание обменного калия (82 мг/кг), а наибольшее – в слое 10-20 см (126 мг/кг). При увеличении глубины отбора

проб отмечается снижение содержания рассматриваемого нами элемента питания на всех вариантах до 155-88 мг/кг в слое 10-20 и до 124-67 мг/кг в слое 20-40 см.

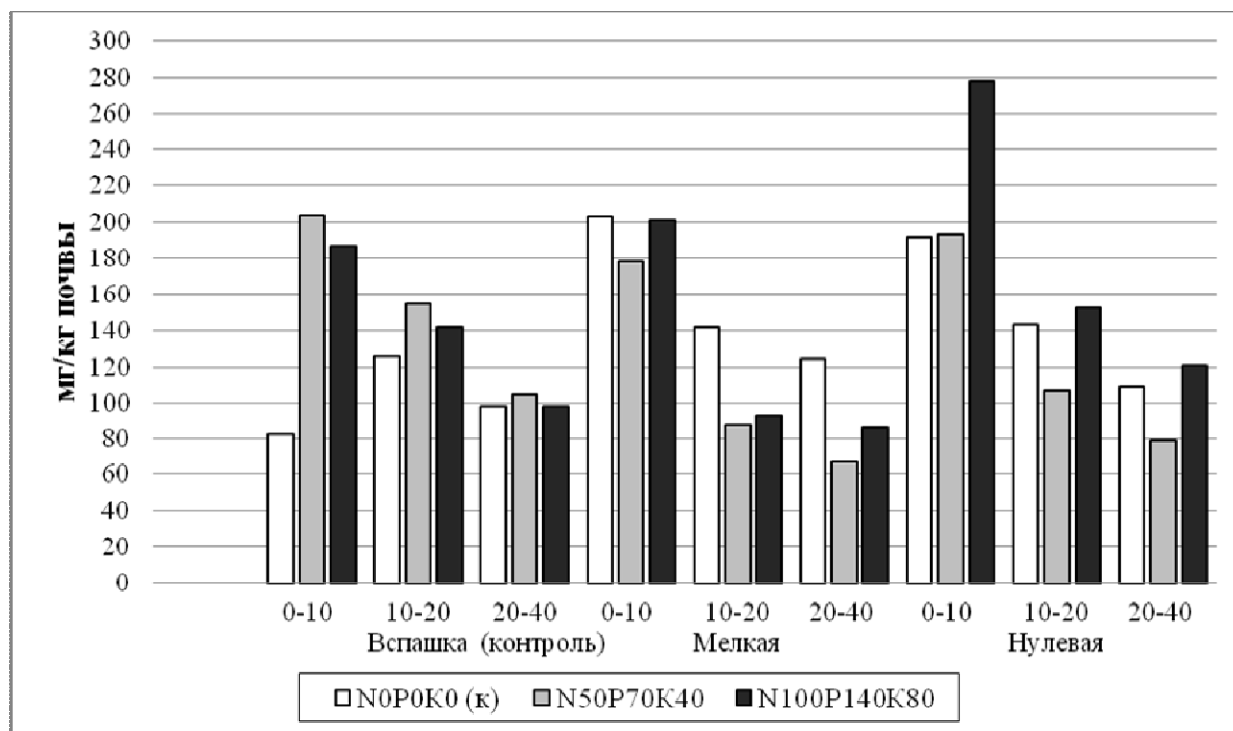


Рисунок 5 – Содержание обменного калия в почве в период посева, мг/кг (2010, 2011, 2013 гг.).

Необходимо отметить, что на вспашке данное снижение происходит более равномерно по исследуемым слоям почвы, нежели при ресурсосберегающих способах обработки. В последнем случае происходит концентрация обменного калия в верхнем слое почвы (0-10 см) и резкое снижение в нижележащих слоях. Данный факт, скорее всего, связан с тем, что внесенный с удобрениями калий концентрируется в верхнем десятисантиметровом слое почвы, поскольку в первом случае проводимая мелкая обработка не затрагивает нижние слои почвенного профиля, а во втором она и вовсе отсутствует. А как известно, миграция калия по почвенному профилю затруднена вследствие его связи с почвенно-поглощающим комплексом.

К уборке культуры описанная выше тенденция по распределению обменного калия по исследуемому почвенному профилю в зависимости от изучаемых факторов сохранилась, в том числе и на вспашке без удобрений (рис. 6, приложение 14). А вот при отсутствии обработки почвы без применения удобрений произошло относительное выравнивание в слоях почвы 10-20 и 20-40 см: соответственно 170 и 157 мг/кг.

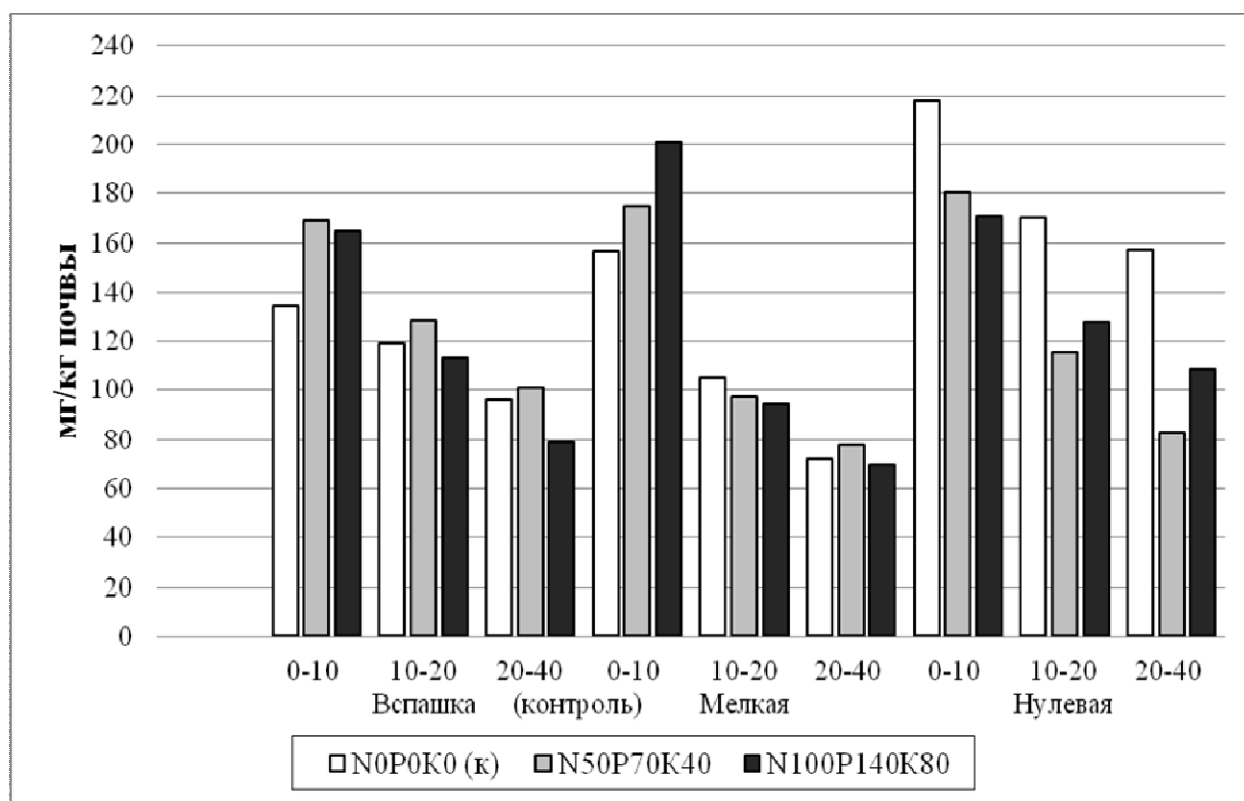


Рисунок 6 – Содержание обменного калия в почве в период уборки, мг/кг (2010, 2011, 2013 гг.).

Что касается содержания обменного калия, то к уборке на вспашке без внесения минеральных удобрений в слое 0-10 см произошло его увеличение на 64%, а при их внесении – снижение, причем большее (на 34 мг/кг) при расчетной дозе. Это может быть связано с меньшей урожайностью культуры без применения удобрений, в то время как при их внесении урожайность увеличилась и в большей степени при расчетной дозе. В слое 10-20 см произошло снижение содержания обменного калия на 7, 27 и 29 мг/кг соответственно без внесения удобрений, при расчетной и двойной дозах. В слое 20-

40 см наблюдается стабилизация содержания рассматриваемого элемента питания в первых двух вариантах применения удобрений, а в третьем – снижение на 19 мг/кг.

Отсутствие удобрений при мелкой обработке почвы снизило содержание калия во всех изучаемых слоях почвы на 46, 37 и 52 мг/кг. Внесение удобрений привело к его стабилизации, очевидно, за счет компенсации выноса применением минеральных удобрений.

В третьем варианте обработки почвы без применения удобрений наблюдается увеличение содержания калия относительно его содержания перед посевом исследуемой культуры во всех анализируемых слоях почвенного профиля на 27, 27 и 48 мг/кг соответственно в слое 0-10, 10-20 и 20-40 см. Данный факт, скорее всего, связан с низкой урожайностью гороха, а за счет деятельности почвенных микроорганизмов и постоянно происходящих процессов в почве, связанных с трансформацией элементов минерального питания растений, и произошло данное увеличение.

При внесении удобрений в верхнем десятисантиметровом слое наблюдалось снижение содержания обменного калия, причем больше при двойной их дозе: на 107 мг/кг против 13 мг/кг при расчетной. В нижележащих слоях почвы расчетная доза удобрений стабилизировала вынос, а при двойной произошло снижение на 25 мг/кг в слое 10-20 и на 12 мг/кг в слое 20-40 см.

Таким образом, применение различных способов основной обработки почвы под горох повлияло на содержание и распределение по профилю, а также динамику обменного калия в почве от посева к уборке. В период посева отмечается увеличение содержания элемента в верхнем 0-10 см слое при снижении интенсивности обработки, особенно при двойной дозе удобрений, и затем резкое снижение его содержания в нижележащих слоях в отличие от вспашки, при которой снижение содержания K_2O с глубиной более равномерно.

Кроме этого, по глубокой отвальной обработке с применением удобрений наблюдается снижение содержания элемента к уборке. Такой же эффект отмечен при использовании двойной дозы на нулевой обработке. Применение удобрений по мелкой обработке и использование удобрений в расчетной дозе на нулевой обработке приводило к стабилизации содержания обменного калия в почве к уборке гороха. Это, очевидно, указывает на эффективность использования культурой данного элемента при различной интенсивности обработки и степени удобрённости.

5. ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ

История земледелия свидетельствует, что среди многочисленных явлений, оказывающих отрицательное влияние на сельскохозяйственное производство, засоренность посевов занимает одно из главных мест. Сорные растения ограничивают эффективное плодородие почвы, приводят к снижению урожайности и качества получаемой продукции (Приемы борьбы с сорняками..., 2003; Фатьянов, Котлярова, 2004).

Основным источником засоренности является пахотный слой почвы. На одном квадратном метре пашни в среднем сосредотачивается от 30 до 50 тысяч всхожих семян сорных растений, что ограничивает получение высоких урожаев (Фисюнов, Крез, 1982).

Сорняки являются сильными конкурентами в борьбе за свет, влагу и элементы питания. Из-за своего многообразия, меньшей требовательности к условиям произрастания, высокой приспособленностью к различным условиям среды обитания они постоянно причиняют вред культурным растениям: потребляют больше влаги и элементов питания, развивают более мощные вегетативные органы, опережают их в росте, затеняют. Все это приводит к ухудшению условий произрастания культур: снижается фотосинтез, растения полегают, нарушается почвенная микробиологическая деятельности. Сильнее всего отрицательное действие сорняков проявляется на посевах сельскохозяйственных культур с низкой конкурентной способностью, в том числе и гороха.

Сорные растения не только угнетают рост и развитие культурных растений, но являются средой обитания для болезней и вредителей, способствуя их размножению и распространению, затрудняют уход за посевами, уборку и очистку урожая.

Влияние сорняков на урожайность культурных растений зависит от их видового состава и степени засоренности. В посевах зерновых и зернобобо-

вых культур более опасны двудольные сорняки, а наиболее вредоносны – многолетние (Фатьянов, Котлярова, 2004).

О влиянии способов обработки почвы на засоренность посевов существуют различные мнения.

По данным Н.В. Шелухиной (2010), вспашка обеспечивает наименьшее количество сорняков по сравнению с другими приемами обработки почвы.

Применение под горох поверхностной обработки путем дискования на глубину 6-8 см, а также её исключение приводило к существенному увеличению засоренности посевов сорняками, особенно многолетними, озимыми и зимующими их видами (Черкасов, Пыхтин, 2006; Анисов, 2011).

По мнению Алёхина В.Т. (2014), переход к ресурсосберегающим технологиям обусловлен такими важными аргументами, как экономичность, энергосбережение, сохранение влаги, защита почв от эрозии, снегозадержание и т.д., но он имеет и ряд негативных последствий, одним из которых является увеличение засоренности посевов, что, в свою очередь, приводит к дополнительным затратам на борьбу с ними.

Аналогичные результаты были получены в опытах СИБНИИСХ, где при безотвальной обработке в слое 0-10 см накапливается на 30% семян сорняков больше, чем при отвальной. Численность щетинников при безотвальной обработке увеличилась в 4 раза, а корнеотпрысковых сорняков – в 2 раза (Зинченко, 2006). Это подтверждают и А.О. Сагитов с К.М. Толеубаевым (2011), В.А. Касьяненко (2011), Ю.В. Попов с соавторами (2012).

Другого мнения придерживаются И.А. Чуданов с Л.Ф. Лигастаевой (1999). В их исследованиях осенняя безотвальная обработка почвы культиваторами на глубину 8-10 см имела преимущество в борьбе с сорняками по сравнению со вспашкой.

Как показали результаты исследований В.И. Бровкина и Н.А. Сафровой (2000), количество сорняков в начале вегетации в вариантах со вспашкой было почти вдвое меньше, чем в вариантах с безотвальной поверхност-

ной обработкой, но в конце вегетации в результате обработки гербицидами засоренность была невысокой и примерно одинаковой по всем вариантам обработки.

Кроме того, имеются данные В.В. Матвеева и др. (2003) об отсутствии существенных различий в количестве сорняков в зависимости от способов основной обработки почвы.

Удобрения также оказывают своё прямое и косвенное влияние на агрофитценоз в целом и сорные растения в частности.

В работах С.Н. Зидулина и В.В. Ракитиной (2001) внесение минеральных удобрений увеличивало засоренность посевов гороха.

Ряд исследователей (Канцалиев, 1996; Tomaso, 1995) указывают на то, что при внесении удобрений конкурентоспособность культурных растений возрастает и они способны сами подавлять рост и развитие сорняков.

В нашем опыте учет засоренности посевов проводился перед обработкой их гербицидом (фаза 3-5 листьев у гороха), на 15-е сутки после обработки и перед уборкой урожая.

Учет засоренности посевов малолетними сорняками показал, что их количество перед обработкой посевов гербицидом не зависело от дозы минеральных удобрений (табл. 8, приложение 15). Что касается способов основной обработки почвы, то на вспашке их количество было наименьшим. В видовом составе преобладали такие сорняки, как горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), овсюг (*Avena fatua* L.), щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv), куриное просо (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv). Встречалась пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.).

Использование мелкой и нулевой обработок почвы привело к существенному увеличению количества малолетних сорняков относительно контроля соответственно в 2,0-2,1 и 1,4-1,5 раза.

Таблица 8 – Засоренность посевов гороха малолетними сорняками в зависимости от изучаемых в опыте факторов, шт./м² (2010, 2011, 2013 гг.).

Способ основной обработки почвы (фактор А)	Минеральные удобрения, дозы (фактор В)								
	N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)			N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀			N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀		
	Фаза учета засоренности посевов								
	До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры	До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры	До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры
Вспашка (контроль)	17,3	2,3	5,3	17,7	2,0	4,7	18,3	2,3	5,0
Мелкая	37,3	2,7	6,3	37,0	2,7	6,2	36,7	3,0	6,3
Нулевая	25,7	6,0	9,3	26,3	5,7	8,7	26,0	5,7	8,7
НСР ₀₅ А, шт./м ²	7,5	3,2	4,1						
НСР ₀₅ В и АВ, шт./м ²	1,1	0,4	0,8						

Большее количество сорняков во втором варианте обработки почвы по сравнению с третьим, связано с тем, что дисковые орудия создают провокационный фон для прорастания семян сорняков. При мелкой обработке почвы видовой состав сорного компонента был представлен горчицей полевой, марью белой, яруткой полевой, фиалкой полевой (*Viola arvensis* L.), овсюгом, щетинником зеленым, куриным просом. Встречался в небольшом количестве подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.). Учет сорняков на участках без обработки почвы установил изменение видового состава в сторону увеличения зимующих видов. Кроме указанных выше, здесь в большем количестве произрастали фиалка полевая и ярутка полевая. Данное обстоятельство связано со свободным развитием корневой системы зимующих сорняков на последнем варианте, в то время как при мелкой обработке, и особенно на вспашке, происходило их истощение и механическое уничтожение.

После обработки посевов гербицидом произошло снижение количества сорняков по всем изучаемым вариантам опыта. Наименьшее их количество было отмечено по вспашке, чуть больше – по мелкой обработке. Отказ от обработки способствовал существенному увеличению засоренности посевов относительно контроля – в 2,5-2,8 раза. Плохое действие гербицида на сорняки в последнем варианте связано с их перерастанием, вызванным неравномерным появлением всходов основной культуры, чего не происходило в 1-м и 2-м вариантах обработки почвы. Влияние удобрений установлено не было.

К уборке количество малолетних сорняков несколько увеличилось по всем изучаемым вариантам опыта и достоверных различий между ними установлено не было.

Таким образом, количество малолетних сорняков в посевах гороха не зависело от дозы внесенных минеральных удобрений, а вот влияние способа основной обработки почвы имело значение, но снижалось по мере роста и развития культуры на фоне использования гербицида. Так, до обработки посевов гербицидом ресурсосберегающие способы обработки приводили к существенному увеличению засоренности посевов по сравнению со вспашкой, после обработки – достоверное превышение отмечалось только на нулевой обработке почвы, а перед уборкой – статистически значимых отличий установлено не было. Очевидно, гербицидные обработки в период вегетации культуры эффективны для контроля малолетних сорняков независимо от способа основной обработки почвы. Необходимо отметить, что при сравнении энергосберегающих способов обработки почвы статистически значимое преимущество до применения на посевах гербицидов имела нулевая обработка, а после применения – эффективнее мелкая обработка (Котлярова, 2012).

При учете количества многолетних сорняков в посевах гороха было установлено, что до обработки посевов гербицидом на вспашке их количество было наименьшим (табл. 9, приложение 16), а при мелкой обработке – существенно превышало контрольный вариант. В видовом составе присутство-

вали выюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) и осот полевой (*Sonchus arvensis* L.). Использование третьего варианта обработки почвы существенно увеличило засоренность посевов гороха многолетними сорняками – в 2,1-2,2 раза. Кроме выше перечисленных видов многолетних сорняков здесь также встречались бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg).

Влияние различных вариантов применения удобрений установлено не было.

Таблица 9 – Засоренность посевов гороха многолетними сорняками в зависимости от обработки и удобрений, шт./м² (2010, 2011, 2013 гг.)

Способ основной обработки почвы (фактор А)	Минеральные удобрения, дозы (фактор В)								
	N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)			N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀			N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀		
	Фаза учета засоренности посевов								
	До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры	До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры	До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры
Вспашка (контроль)	2,7	1,3	2,3	2,7	1,3	2,3	3,0	1,3	2,0
Мелкая	3,3	1,8	3,0	3,3	2,0	3,3	3,3	2,0	3,5
Нулевая	6,0	3,5	6,0	5,7	3,3	6,0	6,3	3,3	6,3
НСР ₀₅ А, шт./м ²	2,2	0,6	1,2						
НСР ₀₅ В и АВ, шт./м ²	0,7	0,3	0,6						

В период после обработки посевов гербицидами произошло снижение количества многолетних сорняков по всем вариантам опыта. Наименьшее их количество отмечено на вспашке, при мелкой – чуть больше НСР₀₅, за исключением варианта без применения удобрений, где различия находились в пределах ошибки опыта. Отказ от обработки существенно увеличивал нали-

чие многолетних сорняков в посевах гороха – в 2,5-2,7 раза по сравнению с контролем.

К моменту уборки в вариантах с мелкой и нулевой обработками почвы наблюдался возврат численности многолетних сорняков до первоначального уровня, в то время как на вспашке их количество было ниже и наименьшим. Различия между вариантами опыта в данный период учета были аналогичные различиям после обработки посевов гербицидом, с той лишь разницей, что отличия между вспашкой и мелкой обработкой почвы достоверны только при двойной дозе минеральных удобрений.

Следовательно, даже при использовании гербицидов наиболее эффективна в борьбе с многолетними сорняками глубокая отвальная обработка почвы.

Таким образом, количество многолетних сорняков в посевах гороха не зависело от системы применения минеральных удобрений во все фазы учета засоренности, а зависело от выбора способа обработки почвы. Наиболее благоприятную фитосанитарную обстановку во все фазы учета обеспечивала вспашка. Мелкая обработка занимала промежуточное положение, существенно отличаясь от нулевой во все фазы учета, от вспашки – после обработки гербицидами (за исключением варианта без применения минеральных удобрений) и перед уборкой при двойной их дозе.

Учет воздушно-сухой массы сорняков показал, что на контрольном варианте обработки почвы она была наименьшей (табл. 10, приложение 17). Применение второго варианта её обработки несколько увеличило рассматриваемый показатель, который находился в пределах ошибки опыта. При нулевой системе основной обработки почвы сухая масса сорняков существенно превышала данный показатель первых двух вариантов обработки (Котлярова, 2013).

Влияние различных доз минеральных удобрений установлено не было.

Таким образом, воздушно-сухая масса сорняков зависела от способа основной обработки почвы и не зависела от варианта внесения удобрений.

При прямом посеве она была более чем на порядок выше по сравнению с мелкой обработкой и вспашкой.

Таблица 10 – Сухая масса сорняков перед уборкой гороха в зависимости от обработки и удобрений, г/м² (2010, 2011, 2013 гг.)

Способ основной обработки почвы (фактор А)	Минеральные удобрения, дозы (фактор В)		
	N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀
Вспашка (контроль)	3,0	2,9	2,9
Мелкая	4,9	4,7	5,6
Нулевая	61,0	62,4	61,3
НСР ₀₅ А, г/м ²	8,2		
НСР ₀₅ В и АВ, г/м ²	2,7		

Следовательно, фон удобренности не оказал существенного влияния на изменение количественно-видового состава сорной растительности в посевах гороха, а вот выбор способа обработки почвы имел значение. Применение вспашки обеспечило наименьший уровень засоренности посевов гороха в количественном и весовом отношении. Преобладающим компонентом здесь выступали малолетние сорняки, которые хорошо уничтожались гербицидом избирательного действия. Замена вспашки энергосберегающими способами обработки, особенно отказ от нее, привели к существенному увеличению количества и массы сорного компонента в посевах с преобладанием зимующих и многолетних сорняков.

6. УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГОРОХА ПОД ВЛИЯНИЕМ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ

Урожайность возделываемой культуры является одним из главных критериев эффективности применения той или иной технологии её выращивания.

Формирование урожая и его качества происходит в определенных условиях внешней среды, от которых зависит характер и интенсивность физиолого-биохимических процессов, протекающих в растениях. В результате этих процессов последние накапливают белки, жиры, крахмал, сахара, витамины и другие вещества, характеризующие качество урожая, которое может изменяться в широких пределах в зависимости от условий выращивания.

Растения, в том числе и горох, максимально реализуют свой генетический потенциал лишь в условиях полного удовлетворения своих биологических потребностей, что может быть достигнуто при благоприятном сочетании почвенно-климатических и технологических факторов, которые в определенной мере зависят от технологии возделывания (Лукашевич, Турко, 1999).

Обработка почвы является одним из важнейших элементов технологии возделывания культур, которая должна быть направлена не только на создание оптимальных условий для роста и развития растений, но и обеспечивать эффективное ведение сельскохозяйственного производства в целом.

В настоящее время складывающиеся экономические условия порой вынуждают сельхозтоваропроизводителей идти по пути снижения затрат на производство продукции растениеводства, что зачастую приводит к упрощению существующих технологий возделывания культур.

Академик М.К. Сулейменов (2010) указывает, что технологии минимальной и особенно нулевой обработки почвы проявляют себя неодинаково в разных почвенно-климатических условиях. По мнению А.О. Сагитова и К.М. Толеубаева (2011), ссылки на зарубежный опыт применения минимальных обработок почвы и в особенности нулевых, не всегда объективны, по-

скольку нельзя слепо переносить тот или иной практический опыт с одних агроэкологических и экономических условий в другие.

По мнению В.Д. Соловиченко и его соавторов (2011), система обработки почвы должна быть дифференцированной в зависимости от технологической группы почв и возделываемых культур. При этом под яровые зерновые культуры эффективны нулевая или минимальная обработки; под сахарную свеклу – вспашка и глубокое безотвальное рыхление; под озимые культуры – поверхностная обработка.

6.1. Структура урожая, урожайность и качество зерна гороха в зависимости от изучаемых в опыте факторов

На основе анализа многочисленных литературных источников нами установлено, что единого мнения среди исследователей о влиянии изучаемых в опыте факторов на урожайность гороха нет.

За годы исследований (1989-1997) В.А. Гулидовой (2003) наибольшая урожайность гороха (2,38 т/га) была получена при обработке почвы чизельным плугом на глубину 25-27 см.

В среднем за 20-летний период в многофакторном стационарном опыте А.Ф. Витера с коллегами (Обработка почвы ..., 2011) плоскорезная обработка почвы в севообороте под горох снизила эффективность удобрений почти на 0,30 т/га. Наибольшая их эффективность достигалась по вспашке на глубину 20-22 см.

В исследованиях Е.Х. Баймишевой и Г.И. Казакова (2000), В.М. Новикова (2000), Н.В. Шелухиной (2010) системы основной обработки почвы не оказали сильного влияния на рост растений и формирование урожаев гороха.

Освоение технологии прямого посева в засушливой зоне Ставропольского края не привело к снижению урожайности полевых культур, в том числе и гороха, в сравнении со вспашкой (Кулинцев, Дридигер, 2014).

Различные варианты обработки почвы (вспашка на глубину 25-27 см, чизельная обработка – 40-42 см и обработка противоэрозионным культиватором – 14-16 см) существенного влияния на урожайность гороха не оказали (Шелухина, Матерка, Гурова, 2013).

В связи с неоднозначностью существующих мнений по этому вопросу исследования в данном направлении представляют значительный интерес.

Оценка элементов структуры урожая гороха, полученного в нашем опыте, представлена в таблице 11 и приложении 18.

Таблица 11 – Структурный анализ урожая гороха в зависимости от способов обработки почвы и доз минеральных удобрений (2010, 2011, 2013 гг.)

Минеральные удобрения, дозы (фактор В)	Густота всходов, млн. шт./га	Высота стеблей, см	Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество зерен в 1 бобе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Вспашка (фактор А, контроль)					
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	1,03	41,6	3,0	4,3	140
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	1,05	44,2	3,5	4,7	147
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	1,06	47,2	3,5	4,4	145
Мелкая обработка					
N ₀ P ₀ K ₀	1,02	36,1	2,5	3,4	130
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	1,04	38,2	3,0	3,8	135
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	1,05	41,5	3,4	4,2	140
Нулевая обработка					
N ₀ P ₀ K ₀	0,84	32,8	2,0	3,0	125
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	0,88	37,1	2,6	3,5	131
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	0,85	40,6	2,9	3,9	136
НСР ₀₅ А	0,13	4,9	0,4	0,2	5
НСР ₀₅ В и АВ	0,08	1,2	0,2	0,1	2

Анализ густоты стояния растений в период полных всходов гороха выявил, что этот показатель зависел только от способов основной обработки почвы и не зависел от системы применения удобрений. Так, на контрольном вари-

анте она составила 1,03 млн/га. При мелкой обработке произошло несущественное снижение густоты стояния растений, а вот отказ от обработки почвы существенно снизил её – на 14-18%. Кроме того, при мелкой обработке появление всходов гороха происходило с запозданием на 1-2 суток по сравнению со вспашкой, в то время как в варианте с прямым посевом – на 16-18 суток.

Снижение полевой всхожести семян при отказе от обработки почвы установлено и в исследованиях Н.А. Зеленского и его коллег (2014). В варианте с прямым посевом подсолнечника по сравнению со вспашкой не только снижалась полевая всхожесть, но и сами всходы появлялись на 16 суток позднее.

За все годы исследований применение удобрений и увеличение их дозы на всех вариантах обработки обеспечивало существенный прирост высоты стеблей. Наибольшая высота стеблей отмечалась при вспашке – 41,6-47,2 см. Причем на ресурсосберегающих обработках высота стеблей гороха, в сравнении с контрольным вариантом, достигалась лишь при двойной дозе удобрений – 40,6 и 41,5 см соответственно на нулевой и мелкой обработках. На остальных вариантах опыта высота стеблей гороха была существенно ниже.

Учет количества бобов на 1 растении установил их зависимость от изучаемых факторов. Так, на контроле насчитывалось в среднем по 3 боба на растении. Внесение удобрений существенно увеличило их количество – до 3,5 боба, причем на вспашке применение двойной дозы не имело преимуществ относительно расчетной. Существенное превышение над контролем также отмечено при мелкой обработке и двойной дозе удобрений (на 0,4 боба), а при расчетной – на уровне контроля. Кроме этого, отказ от обработки почвы при использовании двойной дозы удобрений также обеспечил величину рассматриваемого показателя на уровне контроля. В остальных вариантах было установлено достоверное снижение количества зерен на одно растение.

Исследования показали, что количество зерен в одном бобе зависело от изучаемых в опыте факторов. Так, за три года исследований внесение мине-

ральных удобрений существенно увеличивало количество зерен в бобе. Максимально – на вспашке при одинарной дозе. На ресурсосберегающих обработках применение удобрений, как в расчетной, так и в двойной дозе не обеспечивали уровня данного показателя, полученного на вспашке даже без удобрений. И только двойная доза минеральных удобрений при мелкой обработке почвы позволила приблизить их к уровню контроля.

Масса 1000 зерен на вспашке без удобрений составила 140 г. Внесение минеральных удобрений существенно увеличило данный показатель – на 7 г при одинарной дозе и на 5 г – при двойной. На мелкой и нулевой системах обработки почвы масса 1000 зерен была существенно ниже контроля по всем фонам удобренности, за исключением двойной дозы при мелкой обработке почвы. В последнем случае величина рассматриваемого показателя была на уровне контроля.

Таким образом, в опыте имеются существенные различия в элементах структуры урожая гороха (густота всходов, высота стеблей, количество бобов на одном растении, количество зерен в одном бобе, масса тысячи зерен) как в зависимости от применения удобрений и их доз, так и от способа основной обработки почвы. Наиболее благоприятное влияние было отмечено при обработке почвы с оборотом пласта; снижение интенсивности обработки приводило к ухудшению показателей элементов структуры урожая, которое в незначительной степени компенсировалось за счет применения удобрений.

Различия в показателях структуры урожая между вариантами опыта отразились на уровне продуктивности гороха. Результаты наших исследований показали, что урожайность гороха зависела как от способа основной обработки почвы, так и от системы удобрений (табл. 12). При этом доля участия исследуемых факторов в изменчивости урожайности гороха неодинакова: если вклад обработки почвы составляет 18,89%, то удобрений – всего лишь 2,98%.

Таблица 12 – Урожайность гороха в зависимости от обработки почвы и доз удобрений, т/га

Минеральные удобрения, дозы (фактор В)	Урожайность зерна, т/га			
	2010 г.	2011 г.	2013 г.	средн.
Вспашка (фактор А, контроль)				
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	2,51	3,36	1,27	2,38
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	3,04	3,64	1,46	2,71
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	2,78	3,49	1,39	2,55
Мелкая обработка				
N ₀ P ₀ K ₀	1,74	2,53	0,93	1,73
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	1,96	2,81	1,05	1,94
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	2,45	3,13	1,16	2,25
Нулевая обработка				
N ₀ P ₀ K ₀	1,65	2,12	0,73	1,50
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	1,76	2,25	0,90	1,64
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	2,14	2,37	1,08	1,86
HCP ₀₅ фактор А	0,48	0,15	0,04	0,47
HCP ₀₅ фактор В и АВ	0,41	0,12	0,03	0,10

Наибольшая урожайность в вариантах без применения удобрений получена на вспашке. Применение мелкой обработки привело к существенному ее снижению – на 0,65 т/га; отказ от обработки почвы – к получению наименьшей урожайности: по сравнению с контролем она была ниже на 37 %.

Применение удобрений способствовало существенному увеличению урожайности относительно неудобренных вариантов на всех способах обработки почвы. Тем не менее, использование различных доз минеральных удобрений не позволило на мелкой и нулевой обработках достичь урожайности, полученной на контроле: при дозе N₅₀P₇₀K₄₀ она была ниже на 18 и 31%, при N₁₀₀P₁₄₀K₈₀ – на 5 и 22%. В отличие от мелкой и нулевой обработок, где более эффективной была двойная доза удобрений, на вспашке максимальная урожайность была получена при расчетной дозе – 2,71 т/га.

При анализе содержания белка в зерне гороха за три года исследований была установлена зависимость данного показателя от изучаемых в опыте факторов (табл. 13, приложение 19). Так, на контрольном варианте содержание белка составило 21,57%. Внесение минеральных удобрений существенно уве-

лично его – на 1,83 и 3,54% соответственно во втором и в третьем вариантах их применения. Кроме того, существенное увеличение относительно контроля было установлено в третьем варианте применения удобрений при мелкой обработке почвы (на 3,25%). Второй вариант применения удобрений при мелкой обработке почвы, а также третий при нулевой обеспечили содержание белка в зерне гороха на уровне контроля. Во всех остальных вариантах опыта анализируемый показатель находился существенно ниже контрольного.

Таблица 13 – Качество зерна гороха в зависимости от способа обработки почвы и минеральных удобрений (2010, 2011, 2013 гг.)

Минеральные удобрения, дозы (фактор В)	Содержание белка, %	Сбор белка, т/га	Нитраты, мг/кг
Вспашка (фактор А, контроль)			
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	21,57	0,51	33,22
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	23,40	0,63	35,10
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	25,11	0,63	37,06
Мелкая обработка			
N ₀ P ₀ K ₀	19,87	0,36	27,13
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	21,80	0,43	30,29
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	24,82	0,53	33,26
Нулевая обработка			
N ₀ P ₀ K ₀	18,38	0,27	25,27
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	20,49	0,35	28,65
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	22,22	0,42	32,21
HCP ₀₅ A	1,28	0,14	3,93
HCP ₀₅ В и АВ	0,69	0,04	0,60

Сбор белка напрямую зависел от его содержания в зерне и уровня урожайности. Согласно результатам наших исследований наибольший сбор белка был получен на вспашке при внесении минеральных удобрений – 0,63 т/га. Одинаковая величина по данному показателю объясняется тем, что при большем его содержании в третьем варианте применения удобрений урожайность там была ниже, чем при расчетной дозе. Здесь же было установлено и существенное превышение над контролем. В остальных вариантах опыта от-

мечен достоверно меньший сбор белка, особенно в третьем варианте способа основной обработки почвы. Исключение составил вариант с двойной дозой удобрений при мелкой обработке, где величина анализируемого показателя находилась на уровне контроля и составила 0,53 т/га.

Нашими исследованиями предусматривалось также определение содержания нитратов в производимой продукции, на основании которых было установлено, что внесение минеральных удобрений способствовало существенному их увеличению в производимой продукции на всех вариантах обработки почвы. На вспашке содержание нитратов было наибольшим – 33,22–37,06 мг/кг в зависимости от варианта удобренности. Применение ресурсосберегающих способов обработки почвы привело к снижению их количества. Скорее всего, это происходило за счет меньшей интенсивности процессов минерализации элементов питания в почве, в частности азота. Наименьшее количество нитратов было установлено при нулевой обработке почвы – 25,27–32,21 мг/кг. Необходимо отметить, что содержание нитратов в зерне гороха на всех исследуемых вариантах опыта было многократно ниже предельно допустимой концентрации – 300 мг/кг (Котлярова, 2012).

Таким образом, на величину урожайности и показатели качества зерна оказали влияние изучаемые в опыте факторы. Как выбор способа основной обработки почвы, так и уровень использования минеральных удобрений определяли продуктивность гороха, хотя и в разной степени. Наилучшие показатели продуктивности гороха получены на вспашке при применении расчетной дозы удобрений – $N_{50}P_{70}K_{40}$.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГОРОХА

Одним из определяющих критериев целесообразности применения того или иного агротехнического приема является экономическая эффективность. Любой агротехнический прием считается экономически целесообразным только в том случае, когда выручка от реализации полученной продукции, помимо возмещения затрат на её производство, обеспечивает получение дополнительной прибыли. Мы в своих опытах произвели расчет экономической эффективности изучаемых приемов.

Сравнительная оценка изучаемых элементов технологий выращивания гороха на зерно приведена в сумме за три года по стоимости реализованной продукции, производственным затратам, прибыли и уровню рентабельности на основе технологических карт и норм выработки в средних ценах 2010, 2011 и 2013 годов.

По результатам проведенных расчетов установлено, что экономическая эффективность возделывания гороха на зерно имела различия по изучаемым в опыте факторам (табл. 14).

Наименьшие общие затраты за три года исследований были зафиксированы при мелкой обработке почвы – 6425-13424 руб./га. Отказ от обработки увеличивал затраты на возделывании культуры на 294-327 руб./га, вызванные дополнительным применением гербицидов сплошного действия. При обработке почвы плугом затраты были наибольшими (7578-14553 руб./га) в связи со значительным расходом трудовых и энергетических ресурсов на осуществление данного вида обработки. Использование удобрений увеличивало общие затраты в зависимости от дозы их применения.

Несмотря на большие затраты по вспашке себестоимость продукции на этом варианте обработки почвы вследствие более высокой урожайности была наименьшей как без удобрений, так и с их применением. Применение удоб-

рений увеличивало себестоимость производимой продукции: на 34% при дозе $N_{50}P_{70}K_{40}$ и на 79% – при дозе $N_{100}P_{140}K_{80}$. Замена вспашки ресурсосберегающими способами обработки почвы также увеличивала себестоимость получаемой продукции: на 5-26% – при мелкой и на 29-53% – при нулевой, в зависимости от варианта фактора В.

Таблица 14 – Экономическая эффективность возделывания гороха на зерно в зависимости от способа основной обработки почвы и минеральных удобрений (2010, 2011, 2013 гг.)

Минеральные удобрения, дозы (фактор В)	Урожайность, т/га	Сумма от реализации продукции, руб./га	Общие затраты, руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Условный чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Вспашка (фактор А, контроль)						
$N_0P_0K_0$ (контроль)	2,38	20582	7578	3184	13004	172
$N_{50}P_{70}K_{40}$	2,71	23436	11549	4262	11887	103
$N_{100}P_{140}K_{80}$	2,55	22052	14553	5707	7499	51
Мелкая (фактор А)						
$N_0P_0K_0$ (контроль)	1,73	14961	6425	3714	8536	133
$N_{50}P_{70}K_{40}$	1,94	16777	10400	5361	6377	61
$N_{100}P_{140}K_{80}$	2,25	19458	13424	5966	6034	45
Нулевая (фактор А)						
$N_0P_0K_0$ (контроль)	1,50	12972	6752	4501	6220	92
$N_{50}P_{70}K_{40}$	1,64	14183	10694	6521	3489	33
$N_{100}P_{140}K_{80}$	1,86	16085	13738	7386	2347	17

В целом за три года исследований наибольший условный чистый доход был получен на вспашке, в т.ч. в варианте без удобрений – максимальный: 13004 руб./га (табл. 14). Применение минеральных удобрений независимо от способа основной обработки почвы снижало условный чистый доход в 1,1-1,8 раза при расчетной их дозе и в 1,7-2,6 – при двойной. Самый низкий показатель был получен при использовании прямого посева с внесением двойной

дозы удобрений (2347 руб./га): его величина была в 3,2 раза ниже по сравнению с аналогичным вариантом по вспашке.

Аналогичные результаты были установлены при анализе уровня рентабельности.

Энергетическая оценка позволяет сравнить различные варианты основной обработки почвы и используемых на их фоне минеральных удобрений вне зависимости от современных рыночных условий.

В таблице 15 приведены затраты совокупной энергии по статьям на основе данных технологических карт возделывания гороха на зерно.

Таблица 15 – Затраты совокупной энергии, израсходованной на возделывание гороха, в зависимости от способов основной обработки почвы и минеральных удобрений, МДж/га (2010, 2011, 2013 гг.)

Минеральные удобрения, дозы (фактор В)	Трудовые ресурсы	ГСМ	Минеральные удобрения	Пестициды	Сельскохозяйственные машины	Прочие	Совокупная энергия
Вспашка (фактор А, контроль)							
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	10	2672	0	1038	2890	793	7403
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	16	2848	12	1038	3053	836	7803
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	18	3011	21	1038	3063	858	8009
Мелкая обработка							
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	7	2176	0	1038	2781	720	6722
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	12	2353	12	1038	2944	763	7122
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	13	2515	21	1038	2953	785	7325
Нулевая обработка							
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	7	1526	0	2297	2341	740	6911
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	10	1702	12	2297	2504	783	7308
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	12	1864	21	2297	2514	805	7513

При возделывании гороха наибольшие затраты совокупной энергии отмечаются на вариантах со вспашкой, наименьшие – при мелкой обработке почвы (табл. 16). Снижение затрат на 681-684 МДж/га произошло в основном за счет их уменьшения на горюче-смазочные материалы и использование техники.

Несмотря на то, что применение удобрений увеличивало общие затраты энергии на возделывание культуры, это приводило к повышению энерге-

тической эффективности в вариантах с мелкой и нулевой обработками почвы. Двойная доза минеральных удобрений практически выравнивает энергетическую эффективность вспашки и мелкой обработки почвы. Тем не менее, при оценке комплексного влияния агроприемов наибольшая эффективность энергозатрат получена на вспашке при внесении одинарной дозы удобрений. Наименьшая эффективность наблюдается при возделывании культуры без обработки почвы (Котлярова, 2013).

Таблица 16 – Эффективность энергозатрат при возделывании гороха на зерно (2010, 2011, 2013 гг.)

Показатели	Вспашка (контроль)			Мелкая			Нулевая		
	$N_0P_0K_0$ (контроль)	$N_{50}P_{70}K_{40}$	$N_{100}P_{140}K_{80}$	$N_0P_0K_0$ (контроль)	$N_{50}P_{70}K_{40}$	$N_{100}P_{140}K_{80}$	$N_0P_0K_0$ (кон троль)	$N_{50}P_{70}K_{40}$	$N_{100}P_{140}K_{80}$
Затраты сово- купной энергии, МДж/га	7403	7803	8009	6722	7122	7325	6911	7308	7513
Содержание энергии в хо- зяйственно- ценной части урожаа, МДж/га	30178	34363	32334	21936	24599	28530	19020	20795	23585
Эффективность энергозатрат	4,1	4,4	4,0	3,3	3,4	3,9	2,7	2,8	3,1

Таким образом, использование нулевой обработки почвы под горох в современных рыночных условиях, учитывая дороговизну удобрений и ядохимикатов, не оправдано. Наблюдаемое снижение продуктивности культуры в данном случае не компенсируется внесением удобрений, но значительно снижает доходность производства. С экономической точки зрения наиболее выгодным является вариант обработки почвы с оборотом пласта без применения минеральных удобрений. Однако, учитывая важность применения удобрений

для сохранения плодородия почвы и повышения стабильности производства сельскохозяйственной продукции, а также результаты анализа энергетической эффективности и содержание азота, фосфора и калия в почве к моменту уборки, более предпочтительным является данный вариант обработки почвы, но с внесением расчетной дозы $N_{50}P_{70}K_{40}$ минеральных удобрений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы не зависели от изучаемых в опыте факторов и находились в пределах 160-162 мм в период посева и 68-74 мм – на момент уборки культуры. Статистически достоверные различия отмечались только в период уборки урожая на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы: при мелкой обработке запасы были выше при $N_{50}P_{70}K_{40}$ на 4 мм, а при нулевой – при $N_{100}P_{140}K_{80}$ – на 5 мм. При отвальной обработке почвы расход влаги растениями гороха снизился на 19-62% относительно ресурсосберегающих вариантов. При этом применение минеральных удобрений приводило к снижению коэффициента водопотребления на 10-13% при $N_{50}P_{70}K_{40}$ и на 10-33% – при $N_{100}P_{140}K_{80}$.

2. На плотность почвы оказали влияние только способы её обработки. В слое 0-10 см достоверное превышение по сравнению с контролем на 0,10-0,13 г/см³ установлено на момент уборки при отсутствии обработки почвы. В слое 10-20 см существенное повышение плотности отмечено при ресурсосберегающих способах обработки в оба периода проведения учета, а в слое 20-30 см – только на момент посева. Плотность почвы подпахотного слоя выравнивалась по всем вариантам и находилась в пределах 1,01-1,05 г/см³ на момент посева и 1,07-1,10 г/см³ – на период уборки гороха.

3. При обработке почвы плугом и дисковой бороной коэффициент структурности обрабатываемого слоя почвы составил 5,19-7,93. С увеличением глубины отбора проб его величина снижалась до 5,41-4,74 на вспашке, до 3,44-2,22 – при мелкой обработке почвы и до 3,86-2,13 – при нулевой. Выбор различных доз удобрений не оказал существенного влияния на изменение структуры пахотного слоя почвы. Применение вспашки приводило к существенному снижению твердости почвы: до 3,2 г/см³ – в слое 0-10 см, до 15,9 г/см³ – в слое 10-20 см и до 22,1 г/см³ – в слое 20-30 см.

4. Наибольшая интенсивность разложения клетчатки отмечена на варианте отвальной обработки почвы и составила в слое 0-10 см 50%, в слое 10-20 см она снизилась до 42%, а в слое 20-30 см – до 32%. Мелкая обработка почвы приводила к существенному снижению активности почвенных микроорганизмов до 44-13%, а нулевая – до 31-12%.

5. Глубокая обработка почвы способствовала выравниванию содержания легкогидролизуемого азота по слоям с сохранением минимальной дифференциации. Ко времени уборки урожая произошло увеличение содержания легкогидролизуемого азота по всем изучаемым слоям и вариантам опыта – до 156-209 мг/кг с сохранением тенденции уменьшения содержания элемента с глубиной почвенного профиля.

6. Распределение подвижного фосфора по слоям почвы к моменту посева на вспашке происходило относительно равномерно, а при использовании ресурсосберегающих обработок – без определенной закономерности. На момент уборки урожая наблюдалось снижение содержания подвижного фосфора: в большей степени по вспашке – на 80-110 мг/кг (в зависимости от дозы удобрений), в меньшей – при ресурсосберегающих способах обработки: на 43-77 и 32-116 мг/кг соответственно при мелкой и нулевой.

7. В период посева отмечалось увеличение содержания обменного калия в верхнем 0-10 см слое при снижении интенсивности обработки, особенно при двойной дозе удобрений, и затем – резкое снижение его содержания в нижележащих слоях в отличие от вспашки, при которой снижение содержания K_2O с глубиной происходило более равномерно. К периоду уборки по глубокой отвальной обработке с применением удобрений наблюдается снижение содержания данного элемента. Аналогичная тенденция установлена при использовании двойной дозы минеральных удобрений на нулевой обработке. Применение удобрений по мелкой обработке и использование удобрений в расчетной дозе на нулевой обра-

ботке приводило к стабилизации содержания обменного калия в почве на момент уборки урожая гороха.

8. Наиболее благоприятное фитосанитарное состояние посевов гороха обеспечивала вспашка, в то время как мелкая и в особенности нулевая обработки почвы обусловили существенное увеличение количества малолетних сорняков – в 1,4-2,8 раза, а многолетних – в 2,1-2,2 раза. Влияния удобрений на изменение количественно-видового состава сорной растительности установлено не было.

9. Наиболее благоприятное влияние на элементы структуры урожая гороха отмечено при обработке почвы с оборотом пласта: увеличивались высота растений на 14-27%, количество бобов на одном растении – на 3-50%, количество зерен в одном бобе – на 5- 43% и масса тысячи зерен – на 4-12%. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению данных показателей соответственно на 24, 45, 30 и 9%.

10. Наибольшая урожайность зерна гороха в опыте была получена на варианте вспашки при дозе минеральных удобрений $N_{50}P_{70}K_{40}$ – 2,71 т/га, немного меньше – 2,55 т/га при дозе $N_{100}P_{140}K_{80}$. Использование мелкой и нулевой обработок почвы привело к существенному снижению урожайности зерна гороха на всех вариантах применения удобрений: до 2,25–1,73 т/га – в первом случае и до 1,86–1,50 т/га – во втором.

11. Наибольший сбор белка получен на варианте вспашки при внесении минеральных удобрений вне зависимости от их дозы – 0,63 т/га. На остальных вариантах опыта отмечено существенное снижение, за исключением двойной дозы минеральных удобрений при мелкой обработке, где сбор белка был на уровне контроля и составил 0,53 т/га. Несмотря на увеличение содержания нитратов при внесении минеральных удобрений и усилении интенсивности обработки почвы их содержание в зерне гороха было существенно ниже уровня предельно допустимой концентрации – 300 мг/кг.

12. При наибольшей урожайности зерна гороха – 2,71 т/га, полученной на варианте вспашки с применением $N_{50}P_{70}K_{40}$, условно чистый доход составил 11 887 руб./га при уровне рентабельности 103%. Максимальная эффективность энергозатрат установлена на варианте вспашки с внесением расчетной дозы минеральных удобрений – 4,4, а наименьшая – при возделывании гороха без обработки почвы – 2,7–3,1.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Учитывая современную экономическую ситуацию, необходимость сохранения плодородия почв и стабильность производства сельскохозяйственной продукции, хозяйствам зерновой специализации в условиях юго-западной части ЦЧЗ при возделывании гороха на черноземе типичном целесообразно применять вспашку на глубину 24-25 см с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{50}P_{70}K_{40}$. Это позволит повысить урожайность зерна гороха на 14% и увеличить сбор белка на 23%. Условный чистый доход при этом может достигать 11 887 руб./га, а уровень рентабельности – 103%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авраменко, П.М. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв Белгородской области [Текст] / П.М. Авраменко, С.В. Лукин. – Белгород, 2001. – 40 с.
2. Агафонов, Е.В. Влияние минеральных и бактериальных удобрений на урожайность гороха на обыкновенном карбонатном черноземе [Текст] / Е.В. Агафонов, М.Ю. Стукалов, Л.Н. Агафонова // Реферативный журнал (биология). – 2002. – № 2. – С. 50.
3. Адерихин, П.Г. Азот в почвах Центрально-Черноземной полосы [Текст] / П.Г. Адерихин, А.П. Щербаков. – Воронеж, 1974. – С. 6-150.
4. Азаров, В.Б. Агроэкологическая роль минимализации основной обработки почв в земледелии ЦЧЗ [Текст] / В.Б. Азаров [и др.] // Материалы IX Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 12-14 мая 2005 г. – Белгород: БелГСХА, 2005. – С. 38-39.
5. Азаров, В.Б. Особенности фосфатного режима чернозема в зависимости от интенсивности его использования [Текст] / В.Б. Азаров, В.Д. Соловченко, П.Г. Акулов // Материалы V Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 23-25 мая 2001 г. – Белгород: БелГСХА, 2001. – С. 6.
6. Азаров, В.Б. Регулирование плотности чернозема типичного в технологиях возделывания ячменя [Текст] / В.Б. Азаров, Г.И. Уваров, М.В. Бондаренко // Материалы VIII Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 30 марта - 1 апреля 2004 г. – Белгород: БелГСХА, 2004. – С. 5-6.

7. Акулов, П.Г. Объемная масса чернозема в зависимости от типа севооборота, способа основной обработки почвы и уровня удобренности [Текст] / П.Г. Акулов [и др.] // Материалы Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения, посвященная 25-летию БГСХА», 27-31 октября 2003 г. – Белгород: БелГСХА, 2003. – С. 12-13.

8. Алёхин, В.Т. Пути оптимизации защиты зерновых культур [Текст] / В.Т. Алёхин // Защита и карантин растений. – 2014. – № 8. – С. 3-8.

9. Аллен, Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы [Текст] / Х.П. Аллен; пер. с англ. М.Ф. Пушкарева. – М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с

10. Алметов, Н.С. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность зерновых и картофеля [Текст] / Н.С. Алметов // Земледелие. – 1997. – № 2. – С. 35-36.

11. Анисов, А.Н. О задачах филиала ФГУ «Россельхозцентр» в освоении системы биологизации земледелия Белгородской области [Текст] / А.Н. Анисов // Белгородский агромир. – 2011. – № 4 (64). – С. 8-11.

12. Антонов, И.В. Влияние систем основной обработки почвы на урожайность и качество зерна гороха [Текст] / И.В. Антонов // Главный агроном. – 2005. – № 11. – С. 39-40.

13. Асыка, Н.Р. Избранные статьи и рекомендации по земледелию за 2001-2002 годы [Текст] / Н.Р. Асыка. – Белгород, 2003.

14. Ахтырцев, Б.П. Влияние сельскохозяйственного использования на водно-физические свойства выщелоченных черноземов Среднерусской лесостепи [Текст] / Б.П. Ахтырцев, И. А. Лепелин // Почвоведение. – 1985. – № 8. – С. 91-94.

15. Ахтырцев, Б.П. Почвенный покров Белгородской области: структура, районирование и рациональное использование [Текст] / Б.П. Ахтырцев, В.Д. Соловиченко. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1984. – 267 с.

16. Баздырев, Г.И. Борьба с сорняками в современных системах земледелия [Текст] / Г.И. Баздырев // Земледелие. – 1999. – № 2. – С. 31.
17. Баздырев, Г.И. Влияние факторов интенсификации земледелия на засоренность и урожайность зерновых культур на склоновых землях [Текст] / Г.И. Баздырев, Б.В. Антипов // Проблемы с сорной растительностью. – М., 1986. – С. 3-13.
18. Баздырев, Г.И. Комплексное применение средств интенсификации земледелия на склоновых землях Нечерноземной зоны [Текст] / Г.И. Баздырев // Борьба с сорняками при возделывании сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 44-56.
19. Баймишева, Е.Х. Влажность почвы и урожайность гороха в зависимости от систем удобрения и способов основной обработки почвы [Текст] / Е.Х. Баймишева, Г.И. Казаков // Материалы 46-й научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и аспирантов. – Самара, 1999. – С. 26-27.
20. Баймишева, Е.Х. Влияние способов основной обработки и удобрения почвы на ее биологическую активность и урожайность гороха [Текст] / Е.Х. Баймишева, Г.И. Казаков // Реферативный журнал (биология). – 2000. – № 6. – С. 28.
21. Бакиров, Ф.Г. Влияние ресурсосберегающих систем обработки на агрофизические и почвозащитные свойства чернозема южного и урожайность зерновых [Текст] / Ф.Г. Бакиров // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 19-21.
22. Балтян, К.И. О прочности структуры пахотного слоя дерново-подзолистых почв и теории культурной вспашки [Текст] / К.И. Балтян, П.У. Бахтин, В.Н. Димо, С.К. Хвыля // Почвоведение. – 1951. – № 11. – С. 12.
23. Бараев, А.И. Научные основы земледелия северных областей Казахстана и степных районов Сибири [Текст] / А.И. Бараев // Тр. ВНИИЗХ. – М., 1971. – С. 5-21.

24. Бараев, А.И. Плоскорезная обработка почвы в степных районах [Текст] / А.И. Бараев. – М.: Колос, 1973.
25. Бараев, А.И. Роль науки в освоении целинных и залежных земель [Текст] / А.И. Бараев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1974. – № 5. – С. 5-14.
26. Барсуков, Л.Н. Изменение условий плодородия в различных прослойках пахотного слоя в зависимости от обработки [Текст] / Л.Н. Барсуков, К.М. Забавская // Почвоведение. – 1953. – № 12. – С. 5.
27. Баршадская, С.И. Влияние удобрений на продуктивность ярового гороха, качества зерна, накопление биологического азота [Текст] / С.И. Баршадская, И.Б. Молчанов, В.И. Брежнева // Технология, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: межвузовский сборник научных трудов. – зерноград, 2003. – С. 17-21.
28. Бахтин, П.У. Вопросы агрономической физики [Текст] / П.У. Бахтин. – М., 1957.
29. Безуглов, В.Г. Влияние обработки почвы и пестицидов на фитосанитарное состояние посевов [Текст] / В.Г. Безуглов, В.Н. Шептухов, Р.М. Гафуров, А.В. Долгих // Земледелие. – 2004. – № 2. – С. 33-34.
30. Богданов, С.М. О новой системе И.Е. Овсинского [Текст] / С.М. Богданов // Земледельческая газета. – 1909. – № 10. – С. 3-4.
31. Борин, А.А. Какая обработка почвы лучше? [Текст] / А.А. Борин, И.Г. Мельцаев // Земледелие. – 1995. – № 4. – С. 32.
32. Бровкин, В.И. Экономия энергозатрат при обработке почвы под ячмень [Текст] / В.И. Бровкин, Н.А. Сафронова // Земледелие. – 2000. – № 4. – С. 9.
33. Булыгин, С.Ю. «No-till» – во всем нужен взвешенный подход [Текст] / С.Ю. Булыгин // Белгородский агромир. – 2010. – № 6. (59). – С. 15-16.

34. Васюков, П.П. Минимальная обработка почвы при возделывании озимой пшеницы по различным предшественникам [Текст] / П.П. Васюков, В.И. Цыганков // Земледелие. – 2008. – № 5. – С. 27-28.
35. Вильямс, В.Р. Земледелие с основами почвоведения [Текст] / В.Р. Вильямс. – М.: Гос. изд. с.-х. литературы, 1949. – 568 с.
36. Вильямс, В.Р. Общее земледелие с основами почвоведения [Текст] / В.Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 447 с.
37. Вильямс, В.Р. Собрание сочинений: в 4 т. [Текст] / В.Р. Вильямс. – М.: Сельхозиздат, 1951. – 4 т. – 576 с.
38. Витер, А.Ф. Повышение почвенного плодородия различными обработками [Текст] / А.Ф. Витер // Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на плодородие почв: науч. тр. – Каменная Степь, 1985. – С. 94-101.
39. Владыкина, Н.И. Продуктивность севооборота в зависимости от систем основной обработки почвы [Текст] / Н.И. Владыкина, Л.А. Ленточкина, А.М. Ленточкин // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 13-15.
40. Войтенко, С.И. Окупаемость удобрений [Текст] / С.И. Войтенко, В.С. Прокопенко // Зерновое хозяйство. – 1986. – № 2. – С. 28-29.
41. Гармашов, В.М. Влияние основной обработки на агрофизические показатели чернозема обыкновенного [Текст] / В.М. Гармашов // Земледелие. – 2004. – № 6. – С.12.
42. Гармашов, В.М. Засоренность посевов при различных способах обработки почвы в зернопропашном севообороте [Текст] / В.М. Гармашов, А.Ф. Витер // Земледелие. – 2008. – № 5. – С. 37-38.
43. Гармашов, В.М. Минимализация обработки почвы в Центрально-Черноземной зоне [Текст] / В.М. Гармашов, А.Л. Качанин // Земледелие. – 2007. – №. 6. – С. 8-10.
44. Герасименко, Е. При отказе от плуга действуют особые требования к защите растений [Текст] / Е. Герасименко, В. Шайкин, И. Зайцева, А. Бандарь // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 48-50.

45. Глогова, Л. Продуктивность ярового гороха в зависимости от агротехники [Текст] / Л. Глогова, М. Нанков // Реферативный журнал (биология). – 2002. – № 7. – С. 19.

46. Голопятов, М.Т. Влияние минерального питания на урожай и качество зернобобовых культур [Текст] / М.Т. Голопятов, В.А. Емельянов, В.И. Летуновский // Сб. науч. тр. ВНИИЗБК. – Орёл, 1983. – С. 26-35.

47. Гончаров, Н.Ф. Действие различных систем обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур [Текст] / Н.Ф. Гончаров // Материалы VI Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 26-28 марта 2002 г. – Ч.1. – Белгород: БелГСХА, 2002. – С. 3-4.

48. Григоров, О.В. Продуктивность сортов гороха и бобов в зависимости от способа основной обработки почвы [Текст] / О.В. Григоров, О.А. Подлегаев, Н.И. Гурова // Материалы X Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 15-19 мая 2006 г. – Том 1. – Белгород: БелГСХА, 2006. – С. 63.

49. Григорьев, Г.Н. Климат [Текст] / Г.Н. Григорьев // География Белгородской области. – БГУ, 1996. – 144 с.

50. Гридасов, И.И. Урожай и качество зерна пшеницы при систематическом применении удобрений в севообороте [Текст] / И.И. Гридасов, В.М. Андреева, В.Н. Кравченко // Агротехника сельскохозяйственных культур и повышение эффективности земледелия: тр. Оренбургского НИИСХ. – Уфа, 1982. – С. 9-18.

51. Гридасов, И.И. Технологические и экономические преимущества минимальной обработки почвы [Текст] / И.И. Гридасов // Земледелие. – 1997. – № 1. – С. 6-7.

52. Гулидова, В.А. Снижение засоренности посевов в зернопропашном севообороте [Текст] / В.А. Гулидова // Земледелие. – 1997. – № 5. – С. 25-26.
53. Гулидова, В.А. Экономия затрат энергии при возделывании гороха [Текст] / В.А. Гулидова // Земледелие. – 2003. – №. 1. – С. 21.
54. Гуреев, И.И. Минимализация обработки почвы и уровень её допустимости [Текст] / И.И. Гуреев // Земледелие. – 2007. – № 4. – С. 25-28.
55. Данкверт, С. Ресурсосберегающие технологии: самарский опыт [Текст] / С. Данкверт // Новое сельское хозяйство. – 2003. – № 3. – С. 31-32.
56. Данкверт, С. Ресурсосберегающие технологии: самарский опыт [Текст] / С. Данкверт, Л. Орлова // Новое сельское хозяйство.– 2003. – №.3.– С. 28-30.
57. Дебрук, Ю. Гумус – основа почвенного плодородия [Текст] / Ю. Дебрук // Новое сельское хозяйство. – 2004. – № 1. – С. 34-36.
58. Дебрук, Ю. Метод эффективной подготовки пашни к посеву [Текст] /Ю.Дебрук // Новое сельское хозяйство. – 2003. – № 3. – С. 32-33.
59. Дедов, А.В. Совершенствование основной обработки почвы в ЦЧР / А.В. Дедов, Т.А. Трофимова, Д.А. Болучевский [Текст] // Земледелие. – 2013. – № 6. – С. 5-7.
60. Дёлгер, Д. При возделывании рапса можно отказаться от плуга [Текст] / Д. Дёлгер // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 60-63.
61. Державин, Л.М. Сохранение и повышение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения – основа обеспечения продовольственной безопасности России [Текст] / Л.М. Державин, И.В. Колокольцева, Т.А, Яковлева // Проблемы борьбы с засухой: сборник научных трудов. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – Т. 2. – С. 112-118.
62. Дерпш, Р. Влияние обработки на почву, сельскохозяйственные культуры и экосистему. Опыт Южной Америки [Текст] / Р. Дерпш, К. Мория // Сборник авторских статей. АГРО-Союз. – Днепрпетровск, 2005. – 82 с.

63. Дитмар Шмидт. Отказ от плуга возможен на любых почвах и культурах [Текст] / Дитмар Шмидт // Новое сельское хозяйство. – 2008. – № 1. – С. 56-59.
64. Докучаев, В.В. Наши степи прежде и теперь [Текст] / В.В. Докучаев. – М.: Сельхозгиз, 1936. – 116 с.
65. Долаберидзе, С. Ресурсосбережение как философия [Текст] / С. Долаберидзе // Новое сельское хозяйство. – 2008. – № 4. – С. 64.
66. Долотин, И.И. Сохранение влаги – залог урожая [Текст] / И.И. Долотин // Зерновое хозяйство. – 2001. – № 1. – С. 9-10.
67. Доманов, М.Н. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений в Центральном Черноземье: дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / М.Н. Доманов. – Белгород, 1999. – 161 с.
68. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
69. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
70. Драганская, М.Г. Способы обработки почвы и засоренность посевов яровых культур [Текст] / М.Г. Драганская, А.Т. Куриенко // Земледелие. – 1998. – № 5. – С. 24-25.
71. Дудкин, В.М. Севооборот и удобрение – основные факторы управления формированием урожая [Текст] / В.М. Дудкин, А.С. Акименко, И.В. Дудкин, Ю.Б. Логачёв // Земледелие. – 2002. – № 2. – С. 25-26.
72. Дудкин, И.В. Засоренность посева яровых культур и видовой состав сорняков при разных способах обработки почвы [Текст] / И.В. Дудкин // Материалы XII Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 19-23 мая 2008 г. – Белгород: БелГСХА, 2008. – С. 38.

73. Дудкин, И.В. Обработка почвы и потенциальная засоренность посевов [Текст] / И.В. Дудкин, З.М. Шмат // Земледелие. – 2007. – №. 6. – С. 38-39.
74. Ермолаев, О.Т. Оптимизация фосфатного режима при возделывании зерновых в засушливых условиях: автореф. дис. ... д-ра.с/х наук / О.Т. Ермолаев. – Минск, 1990.
75. Жерукова, Б.Х. Влияние клубеньковых бактерий и уровня минерального питания на продуктивность зернобобовых и биологическую активность почвы [Текст] / Б.Х. Жерукова, М.Х. Тхагапсоева, А.Л. Базиева // Зерновое хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 5-7.
76. Захаренко, А.В. Обработка почвы и засоренность посевов [Текст] / А.В. Захаренко // Земледелие. – 1997. – № 1. – С. 20-22.
77. Захаров, И.С. Влияние отвальной и безотвальной вспашки на микрофлору обыкновенного чернозема Молдавии [Текст] / И.С. Захаров // Тр. института микробиологии АН СССР. Вып. 7. – 1960.
78. Зеленский, Н.А. Урожайность подсолнечника при различных технологиях обработки почвы [Текст] / Н.А. Зеленский, Г.М. Зеленская, А.Ю. Шуркин // Защита и карантин растений. – 2014. – № 9. – С. 44-47.
79. Зидулин, С.Н. Продуктивность сортов гороха разного типа [Текст] / С.Н. Зидулин, В.В. Ракитина // Зерновое хозяйство. – 2001. – № 1 (4). – С. 23-25.
80. Зидулин, С.Н. Эффективность возделывания гороха и чины после занятого и сидерального пара [Текст] / С.Н. Зидулин, Н.Н. Ельчанинова, С.С. Чудин, В.В. Ракитина // Зерновое хозяйство. – 1999. – № 2. – С. 17-19.
81. Зинченко, В.А. Химическая защита растений: средства, технологии и экологическая безопасность [Текст] / В.А. Зинченко. – М.: КолосС, 2006. – 232 с.
82. Исаев, А.П. Энергосберегающие приемы технологии возделывания гороха [Текст] / А.П. Исаев // Земледелие. – 1997. – № 5. – С. 23-24.

83. Исайкин, И.И. Плуг – сорнякам друг [Текст] / И.И. Исайкин, М.К. Волков // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 23-24.
84. Йоахим Бишофф. Сколько влаги может удержать ваша почва? [Текст] / Йоахим Бишофф // Новое сельское хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 50-51.
85. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье [Текст] / Г.И. Казаков. – Самара: СамВен, 1997. – 156 с.
86. Калинин, А. Бесплужные технологии – неотвратимое будущее [Текст] / А. Калинин // Новое сельское хозяйство. – 2004. – № 2. – С. 62.
87. Калинин, А. При определении системы обработки почвы надо мыслить системно [Текст] / А. Калинин // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 2. – С. 38-42.
88. Канцалиев, В.Т. Обработка почвы, засуха, урожай [Текст] / В.Т. Канцалиев // Земледелие. – 1993. – № 7. – С. 22.
89. Канцалиев, В.Т. Списывать плуг еще рано [Текст] / В.Т. Канцалиев // Земледелие. – 1996. – № 4. – С. 23-24.
90. Каргин, В.И. Как повысить эффективность использования почвенной влаги [Текст] / В.И. Каргин, А.А. Ерофеев, Д.Н. Говоров, Р.А. Захаркина // Защита и карантин растений. – 2011. – № 7. – С. 45-47.
91. Каргин, И.Ф. Продуктивность гороха в зависимости от применения удобрений при различных способах основной обработки серой лесной почвы [Текст] / И.Ф. Каргин, Н.П. Мандров, С.Д. Лябин // Реферативный журнал (биология). – 2001. – № 3. – С. 29.
92. Карпова, Л.В. Продуктивность зернобобовых на разных фонах питания [Текст] / Л.В. Карпова, Е.В. Заинчиковская // Зерновое хозяйство. – 2007. – №№ 3-4. – С. 36-37.
93. Касьяненко, В.А. Ключ к решению проблемы однодольных сорняков [Текст] / В.А. Касьяненко // Защита и карантин растений. – 2011. – № 8. – С. 1-14.

94. Качанин, А.Л. Обработка почвы и ее плодородие [Текст] / А.Л. Качанин [и др.] // Материалы VII Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 25-28 марта 2003 г. – Ч.1. – Белгород: БелГСХА, 2003. – С. 20-21.

95. Качанин, А.Л. Роль обработки почвы в регулировании сорного компонента агрофитоценоза [Текст] / А.Л. Качанин, Н.А. Нужная // Материалы VI Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 26-28 марта 2002 г. – Ч.1. – Белгород: БелГСХА, 2002. – С. 14-15.

96. Кашуков, М.В. Содержание, сбор белка и жира с семян сои и гороха [Текст] / М.В. Кашуков, Х.А. Гажев // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 7. – С. 24-26.

97. Кёллер, К. Без плуга – с прибылью [Текст] / К. Кёллер // Новое сельское хозяйство. – 1998. – Спецвыпуск. – С. 24-27.

98. Кёллер, К. Консервирующая обработка почвы и прямой посев [Текст] / К. Кёллер // Новое сельское хозяйство. – 2002. – № 1. – С. 22-26.

99. Кильдюшкин, В.М. Совершенствование систем основной обработки почвы [Текст] / В.М. Кильдюшкин, В.К. Бугаевский // Земледелие. – 2007. – № 2. – С.24-25.

100. Киреев, А.К. Фитосанитарная роль основной обработки почвы [Текст] / А.К. Киреев // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 20-21.

101. Кирюшин, В.И. Минимализация обработки почвы: итоги дискуссии [Текст] / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2007. – № 4. – С. 28-30.

102. Кирюшин, В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия [Текст] / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12-14.

103. Колесников, С.А. Урожайность гороха в зависимости от агротехнических приемов на обыкновенном черноземе Западного Предкавказья [Текст] / С.А. Колесников // Достижение науки и техники АПК. – 2007. – № 11. – С. 45-47.

104. Колмаков, П.П. Излишнюю обработку почвы заменить гербицидами [Текст] / П.П. Колмаков, А.М. Нестеренко // Теоретические вопросы обработки почвы. – Л., 1969. – Вып. 2. – С. 112-119.

105. Корнманн, М. Составление севооборотов имеет особое значение при отказе от плужной обработки [Текст] / М. Корнманн, В. Шмидт, О. Нитцше // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 5. – С. 56-59.

106. Костычев, П.А. Избранные труды [Текст] / П.А. Костычев. – М., 1951. – 335 с.

107. Косьянчук, В.П. Разноглубинная обработка окультуренной почвы [Текст] / В.П. Косьянчук, В.М. Мирошин // Земледелие. – 1999. – №. 4. – С. 29.

108. Котлярова Е.Г. Влияние способа обработки почвы и фона питания на засоренность посевов гороха [Текст] / Е.Г. Котлярова, С.М. Лубенцов, С.А. Линков // Научное обозрение. – 2013. – № 9. – С. 23–25.

109. Котлярова, Е.Г. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания гороха на зерно [Текст] / Е.Г. Котлярова, С.М. Лубенцов // Земледелие. – 2013 – № 8. – С. 34–35.

110. Котлярова, О.Г. Влияние основной обработки на агрофизические свойства чернозема типичного в посевах гороха [Текст] / О.Г. Котлярова, Е.Г. Котлярова, С.М. Лубенцов // Земледелие – 2012. – № 4. – С. 27–28.

111. Котлярова, О.Г. Динамика сорной растительности в посевах гороха в зависимости от интенсивности обработки почвы и минерального питания / О.Г. Котлярова, Е.Г. Котлярова, С.М. Лубенцов [Текст] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 7. – С. 51–53.

112. Котлярова, О.Г. Ландшафтная система земледелия Центрально-Черноземной зоны [Текст] / О.Г. Котлярова. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 1995. – 294 с.

113. Котлярова, О.Г. Особенности технологии на склонах [Текст] / О.Г. Котлярова, М.И. Сальников // Земледелие. – 1985. – № 3. – С. 40-42.

114.Котлярова, О.Г. Почвозащитная система в интенсивном земледелии Центрально-Черноземной зоны [Текст] / О.Г. Котлярова. – Воронеж: Центр.-Черн. кн. изд-во, 1990. – 268 с.

115.Котлярова, О.Г. Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения [Текст] / О.Г. Котлярова, А.И. Титовская, А.Г. Титовский // Материалы IV Международной научно-практической конференции, 23-26 мая 2000 г. – Белгород, 2000. – С. 70-71.

116.Котлярова, О.Г. Продуктивность гороха в зависимости от основной обработки почвы и минеральных удобрений [Текст] / О.Г. Котлярова, Е.Г. Котлярова, С.М. Лубенцов // Кормопроизводство. – 2012. – № 10. – С. 18-19.

117.Котоврасов, И.П. Улучшение механической обработки почвы в севообороте: лекция (для студ. стац. и заочн. образования) [Текст] / И.П. Котоврасов. – Киев: Укр. с/х акад., 1985. – 32 с.

118.Кочетков, И.С. Урожайность сельскохозяйственных культур и засоренность посевов на склоновых землях в зависимости от способа их обработки [Текст] / С.И. Кочетков // Известия ТСХА. – 1987. – Вып. 1. – С. 53-59.

119. Кошкин, П.Д. Эффективность различных систем основной обработки почвы [Текст] / П.Д. Кошкин // Земледелие. – 1997. – № 2. – С. 21-23.

120.Кулинцев, В.В. Эффективность использования пашни и урожайность полевых культур при возделывании по технологии прямого посева [Текст] / В.В. Кулинцев, В.К. Дридигер // Достижение науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 16-18.

121.Кураков, В.И. Изменение агрохимических показателей чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в севообороте [Текст] / В.И. Кураков, Е.В. Попов, В.В. Ситников // Материалы Международной научно-практической конференции «Научные и практические основы сохранения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения в

адаптивно-ландшафтном земледелии». – Белгород: Крестьянское дело. – 2004. – С. 75-79.

122. Кушенов, Б.М. Продуктивность кормовых севооборотов в зависимости от обработки почвы [Текст] / Б.М. Кушенов // Земледелие. – 2000. – № 6. – С. 15.

123. Лаломова, Т.В. Обеспечение высокой эффективности и экологической безопасности приемов использования удобрений и других средств [Текст] / Т.В. Лаломова // Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова. – М., 2003. – №. 118. – С. 289-292.

124. Лежнев, Г. Орудия для закрытия влаги. Какие лучше? [Текст] / Г. Лежнев, П. Носков // Земледелие. – 1972. – № 2. – С. 20.

125. Листопадов, И.Н. Минимализация, а не упрощение [Текст] / И.Н. Листопадов // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 25-27.

126. Листопадов, И.Н. Плодородие почвы в интенсивном земледелии [Текст] / И.Н. Листопадов, И.М. Шапошникова. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 135 с.

127. Литвиненко, М.В. Динамика содержания продуктивной влаги в агрофитоценозе гороха в связи со способами обработки почвы и последствием удобрений [Текст] / Литвиненко М.В. // Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур в современных условиях: сб. науч. тр. – Ставрополь: Ставропольская гос. с./х. акад, 1999. – С. 139-142, 187-188.

128. Ломакин, М.М. Выбор модели оптимальной системы основной обработки почвы (компьютерные технологии) [Текст] / М.М. Ломакин // Пути интенсификации сельского хозяйства. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 1995. – С. 23-36.

129. Лукашевич, Н.П. Возделывание гороха в Республике Беларусь [Текст] / Н.П. Лукашевич, С.А. Турко // Зерновые культуры. – 1999. – № 1. – С. 37-40.

130.Макаров, Р.Ф. Влияние удобрений на урожайность и засоренность посевов [Текст] / Р.Ф. Макаров, В.В. Архипова // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 3. – С. 68-69.

131.Максютов, Н.А. Зональные особенности основной обработки почвы в Оренбургской области [Текст] / Н.А. Максютов, Г.А. Кремер, В.М. Жданов // Земледелие. – 2001. – № 1. – С. 17-18.

132.Максютов, Н.А. Когда эффективна минимальная обработка почвы? [Текст] / Н.А. Максютов // Земледелие. – 1998. – № 1. – С. 24-25.

133. Мальцев, Т.С. Система безотвального земледелия [Текст] / Т.С. Мальцев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 128 с.

134.Мамедов, С.В. Урожайность и качество зерна гороха при различных классах обеспеченности чернозема элементами питания [Текст] / С.В. Мамедов // Материалы VI Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 26-28 марта 2002 г. – Ч.1. – Белгород: БелГС-ХА, 2002. – С. 49-50.

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

136. Медведев, В.В. Эффективность нулевой обработки почвы с применением гербицидов Раундап и Харнес [Текст] / В.В. Медведев, Т.Е. Лындина, В.Ф. Пащенко, И.Н. Дорожко // Земледелие. – 1999. – № 2. – С. 32-33.

137.Методика почвенной микробиологии и биохимии [Текст] / Под ред. профессора Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во Московского университета, 1991. – 277 с.

138. Миллз, Дж. Химическая вспашка почвы [Текст] / Дж. Миллз // Растениеводство. – 1966. – № 1. – С. 16.

139. Милюткин, В. Рапс в прямом посеве [Текст] / В. Милюткин, А. Цирулев // Новое сельское хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 46-47.
140. Минаева, Н.Н. Минимализация обработки почвы под посевы гороха [Текст] / Н.Н. Минаева // Вестник аграрной науки. – 2001. – № 9 – С. 78.
141. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: МГУ, 1980. – 56 с.
142. Минимальная обработка почвы [Текст] / Под ред. А.И. Бараева. – М.: Колос, 1981. – 240 с.
143. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и плодородие почвы [Текст] / Е.Н. Мишустин. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 248 с.
144. Молчанов, И.Б. Влияние различных фонов минерального питания на продуктивность посевов гороха на обыкновенном черноземе Западного Предкавказья [Текст] / И.Б. Молчанов, С.И. Баршадская, К.Ф. Мигуля // Эволюция научных технологий в растениеводстве: сб. науч. тр., посвящ. 90-летию КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: КНИИСХ, 2004. – С. 123-129.
145. Моргун, Ф.Т. Почвозащитное бесплужное земледелие [Текст] / Ф.Т. Моргун, Н.К. Шикула. – М.: Колос, 1984. – 279 с.
146. Моргун, Ф.Т. Почвозащитное земледелие [Текст] / Ф.Т. Моргун, Н.К. Шикула, А.Г. Татарико. – Киев: Урожай, 1983. – 240 с.
147. Мязин, Н.Г. Влияние длительного применения удобрений на агрохимические показатели почвенного плодородия и урожайность озимой пшеницы [Текст] / Н.Г. Мязин, Е.С. Гамазин // Материалы IX Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 12-14 мая 2005 г. – Белгород: БелГСХА, 2005. – С. 22.
148. Небавский, В.А. Технология нулевой обработки почвы и прямого посева: история, особенности и мотивация для внедрения [Текст] / В.А. Небавский // Белгородский агромир. – 2010. – №6 (59). – С. 9-10.

149.Небавский, В.А. Экономическая эффективность применения ресурсосберегающих технологий в сельскохозяйственном производстве (растениеводстве) для северной и центральной зон Краснодарского края [Текст] / В.А. Небавский, С.А Чернявская // Белгородский агромир. – 2010. – №6 (59). – С.11-14.

150.Никитин, В.В. Флуктуация элементов питания удобрений при разных способах основной обработки почвы [Текст] / В.В. Никитин, С.И. Попов // Белгородский агромир. – 2011. – № 1 (61). – С. 26-29.

151.Новиков, В.М. Развитие растений и продуктивность гороха при различных системах обработки почв в севообороте [Текст] / Новиков В.М. // Реферативный журнал (биология). – 2000. – № 7. – С.35.

152.Новиков, В.М. Способы обработки почвы и засоренность посевов [Текст] / В.М. Новиков, А.П. Исаев // Земледелие. – 1996. – № 6. – С. 9-11.

153.Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия [Текст] / А.Ф. Витер [и др.]. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2011. – 208 с.

154.Огурцов, Ю.Е. Влияние удобрений и основной обработки почвы на урожайность сортов гороха [Текст] / Ю.Е. Огурцов // Материалы X Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 15-19 мая 2006 г. Том 1. – Белгород: БелГСХА, 2006. – С. 55.

155. Орлов, В.В. Нулевая обработка и водный режим почв [Текст] / В.В. Орлов // Земледелие. – 2000. – № 6.– С. 42-44.

156. Орлова, Л. Бесплужная технология – жизненно необходима [Текст] / Л. Орлова // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 2. – С. 62-63.

157. Остробородова, И.А. Биоэнергетическая оценка возделывания гороха [Текст] / И.А. Остробородова, А.Н. Данилов // Реферативный журнал (биология). – 1999. – № 12. – С. 30.

158.Пестряков, А.М. На принципах разноглубинности и многовариантности [Текст] / А.М. Пестряков // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 19-21.

159.Плескачев, Ю.Н. О минимализации предпосевной обработки каштановых почв [Текст] / Ю.Н. Плескачев // Зерновое хозяйство. – 1999. – № 1. – С. 36.

160.Полякова, В.Л. Вопросы агротехники возделывания гороха в условиях средней зоны Белоруссии: автореф. дис. ... канд. с/х наук [Текст] / В.Л. Полякова. – Минск, 1967. – 21 с.

161.Попов, Ю.В. Интеграция методов защиты зерновых культур [Текст] / Ю.В. Попов, Е.И. Хрюкина, В.Ф. Рукин // Защита и карантин растений. – 2012. – № 7. – С. 45-48.

162.Порсев, И.Н. Агроприемы, оптимизирующие фитосанитарное состояние яровой пшеницы [Текст] / И.Н. Порсев, Е.Ю. Торопова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 8. – С. 23-26.

163.Приемы борьбы с сорняками на посевах зерновых культур в современных агротехнологиях [Текст] / С.И. Тютюнов [и др.]. – Белгород, 2003. – 56 с.

164.Примак, И.Д. Изменение показателей плодородия в кормовом севообороте под влиянием удобрений и обработки почвы в лесостепной зоне Украины [Текст] / И.Д. Примак, А.С. Кузьменко, П.Д. Клименко, Г.И. Наволоцкий // Ресурсосберегающие технологии обработки почв: сб. науч. тр. ВНИИЗиЗПЭ. – Курск, 1989. – С. 124-132.

165.Прокопович, В.Н. Изменение физических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в связи с длительным применением различных систем удобрений [Текст] / В.Н. Прокопович // Доклады ТСХА. – 1979. – Вып. 248. – С. 107-111.

166.Прянишников, Д.Н. Азот в жизни растений и земледелии СССР [Текст] / Д.Н. Прянишников. – М. – Л.: АН СССР, 1945. – 197 с.

167.Прянишников, Д.Н. Агрохимия [Текст] / Д.Д. Прянишников. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 200 с.

168. Пупонин, А.И. Научные основы засоренности почвы [Текст] / А.И. Пупонин, А.В. Захаренко // Земледелие. – 1999. – № 3. – С. 29-30.
169. Пупонин, А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Не-черноземной зоны [Текст] / А.И. Пупонин. – М.: Колос, 1984. – 181 с.
170. Пыхтин, И.Г. Систематические отвальные и безотвальные обработ-ки в севообороте и бессменных посевах [Текст] / И.Г. Пыхтин, Е.В. Шутов // Земледелие. – 2004. – № 3. – С. 18-19.
171. Рассадин, А.Я. Ресурсосбережение на обработке весеннего поля [Текст] / А.Я. Рассадин, С.А. Клычникова // Земледелие. – 2000. – № 3. – С. 22-23.
172. Ревут, И.Б. Физика почв [Текст] / И.Б. Ревут. – Л., 1972.
173. Реклебен, И. И при основной обработке почвы возможно исполь-зование прецизионного земледелия [Текст] / И. Реклебен, Э. Изеньзее // Но-вое сельское хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 46-48.
174. Румянцев, А.В. Влияние ресурсосберегающих технологий на пло-дородие почвы [Текст] / А.В. Румянцев, Л.В. Орлова // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 22-23.
175. Румянцев, В.И. Земледелие с основами почвоведения [Текст] / В.И. Румянцев. – М.: Колос, 1979. – 367 с.
176. Рымарь, В.Т. Система воспроизводства плодородия почв в ланд-шафтном земледелии [Текст] / В.Т. Рымарь [и др.] // Материалы V Междуна-родной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйст-венного производства на современном этапе и пути их решения», 23-25 мая 2001 г. – Белгород: БелГСХА, 2001 – С. 188-189.
177. Рымарь, В.Т. Теория и практика использования агрохимических средств в современном земледелии Центрально-Черноземных областей России [Текст] / В.Т. Рымарь, С.В. Мухина // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Белгород: Крестьянское дело, 2002. – С. 148-155.

178. Рымарь, С.В. Длительное применение основной обработки и плодородие чернозема обыкновенного [Текст] / С.В. Рымарь // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 22-23.

179. Рябов, Е.Н. Дороже золота [Текст] / Е.Н. Рябов // Земледелие. – 1989. – № 1. – С. 9.

180. Сагитов, А.О. Почвозащитное земледелие и защита растений [Текст] / А.О. Сагитов, К.М. Толеубаев // Защита и карантин растений. – 2011. – № 6. – С. 11-13.

181. Саленков, С.Н. Современная энергосберегающая технология [Текст] / С.Н. Саленков // Земледелие. – 2001. – № 5. – С. 8-9.

182. Самыкин, В.Н. Действие удобрений и способов основной обработки почвы на урожай и качество зерна гороха в условиях Белгородской области [Текст] / В.Н. Самыкин, В.Д. Соловиченко // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию образования Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства, 15-16 июля 2010 г. – Белгород: Изд-во «Отчий край», 2010. – С.130-134.

183. Саранин, К.И. Влияние основной обработки на плодородие почвы [Текст] / К.И. Саранин, Н.А. Старовойтов // Земледелие. – 1980. – № 9. – С. 27-29.

184. Сдобников, С.С. Пахать или не пахать? [Текст] / С.С. Сдобников. – М., 2000.

185. Система ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 1996-2000) [Текст]. – Ч.1. – Ростов-на Дону: Кн. изд-во. – 1996. – 442 с.

186. Скорняков, С.М. Плуг: крушение традиции? [Текст] / С.М. Скорняков. – М.: Агропромиздат: 1989. – 176 с.

187. Смуров, С.И. Засоренность посевов и продуктивность культур в зависимости от способа основной обработки почвы [Текст] / С.И. Смуров, О.П. Чеботарев // Материалы V Международной научно-производственной

конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 23-25 мая 2001 г. – Белгород: БелГСХА, 2001. – С. 9-10.

188. Смуров, С.И. Научные основы безотвальной системы обработки почвы [Текст] / С.И. Смуров // Земледелие. – 1999. – № 2. – С. 17.

189. Смуров, С.И. Основная обработка типичного чернозема под горох [Текст] / С.И. Смуров // Материалы научной конференции БСХИ. – Белгород, 1993. – С. 19-22.

190. Соловиченко, В.Д. Плодородие и рациональное использование почв Белгородской области [Текст] / В.Д. Соловиченко. – Белгород: «Отчий край», 2005. – 292 с.

191. Соловиченко, В.Д. Биологизация земледелия Белгородской области – фундамент роста плодородия почв, продуктивности культур и сохранение экологии окружающей среды [Текст] / В.Д. Соловиченко, В.Н. Самыкин, И.В. Логвинов // Белгородский агромир. – 2011. – №4 (64). – С. 4-7.

192. Соловиченко, В.Д. Изменение структурно-агрегатного состояния черноземов при различной интенсивности их использования [Текст] / В.Д. Соловиченко, В.Б. Азаров, П.Г. Акулов, Б.Ф. Азаров, А.В. Смык, И.И. Шелганов // Материалы V Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 23-25 мая 2001 г. – Белгород: БелГСХА, 2001. – С. 5-6.

193. Соснин, Н.А. Это повышает ветроустойчивость парового поля [Текст] / Н.А. Соснин // Земледелие. – 1971. – № 6. – С. 20-21.

194. Спиркин, А.П. Влагосберегающие агроприемы [Текст] / А.П. Спиркин // Земледелие. – 1998. – № 2. – С. 16-18.

195. Стебут, А.И. Основы полевой культуры [Текст] / А.И. Стебут // Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1956. – Т. 1. – 192 с.

196.Строганова, О.Ю. Влияние условий минерального питания на функциональную активность фотосинтетического аппарата и формирование урожая семян гороха [Текст] / О.Ю. Строганова // Реферативный журнал (биология). – 2000. – № 8. – С. 25

197.Ступаков, А.Г. Агрохимическое обследование системы удобрения зерносвекловичного севооборота на черноземе выщелоченном: автореф. дис. ... д-ра с/х наук [Текст] / А.Г. Ступаков. – М., 1998. – 36 с.

198.Сулейменов, М.К. Придаст силу ниве [Текст] / М.К. Сулейменов // Казах-зерно. – 2010. – №10. – С. 5-7.

199.Суюндуков, Я.Т. Засоренность посевов при различных способах основной обработки почвы [Текст] / Я.Т. Суюндуков, М.Б. Суюндукова // Земледелие. – 2001. – № 2. – С. 26-27.

200. Таннебергер, Т. Уборка стерневых [Текст] / Т. Таннебергер // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 6. – С. 44.

201.Таргонов, Х.Ш. Преимущество – за мелкой обработкой [Текст] / Х.Ш. Таргонов, Ф.Х. Бжинаев // Земледелие. – 1998. – № 6. – С. 22.

202.Технология производства продукции растениеводства [Текст] / Под ред. проф. Г.Г. Гатаулиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2007. – 528 с.: ил.

203.Тимирязев, К.А. Земледелие и физиология растений [Текст] / К.А. Тимирязев // Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1948. – Т. 2. – 425 с.

204.Трепачев, Е.П. Биологический и минеральный азот в земледелии: сельскохозяйственная биология. – Т.15 [Текст] / Е.П. Трепачев. – М, 1980. – С. 178-189.

205.Трофимова, Т.А. Основная обработка почвы под ячмень [Текст] / Т.А. Трофимова // Зерновое хозяйство. – 1999. – № 5. – С. 28-29.

206.Туликов, А.М. Роль длительного применения удобрений и известкования почв в изменении засоренности посевов при различных способах

возделывания культур [Текст] / А.М. Туликов, В.М. Сугробов // Известия МСХА. – 1984. – № 2. – С. 32-36.

207. Турусов, В.И. Возможности минимализации обработки черноземных почв в Воронежской области [Текст] / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, В.А. Шевченко // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – Т. 28. – № 12. – С. 5-8.

208. Турусов, В.И. Изменение потенциального плодородия чернозема при различных способах основной обработки почвы [Текст] / В.И. Турусов, А.М. Новичихин, В.М. Гармашов, С.А. Гаврилова // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 12-14.

209. Уваров, Г.И. Агроэкологические проблемы плодородия почв лесостепи [Текст] / Г.И. Уваров. – Белгород, 2005. – 203 с.

210. Уваров, Г.И. Внесение удобрений как прием эффективного водосбережения [Текст] / Г.И. Уваров, Н.В. Журавлева, К.Н. Журавлев // Аграрная наука. – 2008. – № 11. – С. 21-22.

211. Уваров, Г.И. Деградация и охрана почв Белгородской области: монография [Текст] / Г.И. Уваров, В.Д. Соловиченко. – Белгород: «Отчий край», 2010. – 180 с.

212. Усовершенствование и новые методы механической обработки почвы и приемы применения удобрений в адаптивно–ландшафтных системах земледелия Центрального Черноземья. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2009. – 42 с.

213. Фатьянов, В.А. Учебно–методическое пособие по земледелию: учеб. пособие [Текст] / В.А. Фатьянов, О.Г. Котлярова. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2004. – 124 с.

214. Федоров, М.В. Влияние условий выращивания бобовых растений на образование клубеньков и урожайность растений [Текст] / М.В. Федоров, В.П. Подъепольская // Доклад АН СССР. – 1951. – Т. 77. – 121 с.

215. Федорова, В.А. Плуг – плоскорез – чизель [Текст] / В.А. Федорова, В.А. Воронцов // Земледелие. – 1995. – № 4. – С. 39-40.
216. Ферх, Г. Потенциальное использование прямого посева в условиях континентального климата [Текст] / Г. Ферх // Новое сельское хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 60-62.
217. Фисюнов, А.В. Обработка почвы и семена сорняков [Текст] / А.В. Фисюнов, В.Ф. Крез // Земледелие. – 1982. – № 5. – С. 19-21.
218. Фолкнер, Э. Ф. Безумие пахаря [Текст] / Э.Ф. Фолкнер; пер. с англ. – М.: Сельхозиздат, 1969.
219. Хамаков, Х.А. Активность симбиотического аппарата зернобобовых и урожайность в зависимости от обеспеченности почвы фосфорными удобрениями [Текст] / Х.А. Хамаков // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 27-28.
220. Чагина, Е.Г. Влияние уровня питания на водопотребление зерновых культур [Текст] / Е.Г. Чагина, Ю.И. Берхин, Н.В. Хацевич // Земледелие. – 1988. – № 3. – С. 30-32.
221. Чеботарев, О.П. Влияние удобрений на агрохимические свойства чернозема [Текст] / О.П. Чеботарев // Материалы VII Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 25-28 марта 2003 г. – Ч.1. – Белгород: БелГСХА, 2003. – С. 73-74.
222. Черкасов, Г.Н. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах [Текст] / Г.Н. Черкасов, И.Г. Пыхтин, А.В. Гостев // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 13-16.
223. Черкасов, Г.Н. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованны [Текст] / Г.Н. Черкасов, И.Г. Пыхтин // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 20-22.

224. Чернявский, К.Н. Способы обработки почвы и удобрения под горох, выращиваемый в зернопропашном севообороте на юго-западе Центрально-Черноземной зоны: дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / К.Н. Чернявский. – Белгород, 2007. – 139 с.

225. Чуданов, И.А. В поддержку предложения профессора Е.И. Шиято-го [Текст] / И.А. Чуданов // Земледелие. – 1997. – № 4. – С. 24-25.

226. Чуданов, И.А. Минимализация обработки черноземов [Текст] / И.А. Чуданов, Л.Ф. Лигастаева // Земледелие. – 2000. – № 4. – С.15-16.

227. Чуданов, И.А. Проблемы обработки черноземных почв Среднего Поволжья [Текст] / И.А. Чуданов, Л.Ф. Лигастаева // Земледелие. – 1999. – № 1. – С. 26.

228. Шакиров, Р.С. Эффективность удобрений под планируемые урожаи [Текст] / Р.С. Шакиров // Зерновое хозяйство. – 1999. – № 5. – С. 14-18.

229. Шакон, Ф. Оптимизация почвенной влаги при выращивании сельскохозяйственных культур. Важность пористости почвы [Текст] / Ф. Шакон // Бюллетень ФАО ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства. – 2005. – №79. – 122 с.

230. Шарко, И.Н. Минимизация обработки и её влияние на плодородие почвы [Текст] / И.Н. Шарко // Земледелие. – 2009. – № 3. – С. 24-27.

231. Шевченко, С.Н. Ресурсосберегающая технология обработки почвы на черноземах Среднего Поволжья [Текст] / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин // Земледелие. – 2008. – № 3. – С.26-27.

232. Шелухина, Н.В. Продуктивность смешанных и чистых посевов гороха в зависимости от способа основной обработки почвы [Текст] / Н.В. Шелухина, В.С. Матерка, Гурова Н.И. // Белгородский агромир. – 2013. – № 1 (75). – С. 34-35.

233. Шелухина, Н.В. Эффективность различных способов основной обработки почвы при возделывании зернобобовых культур [Текст] / Н.В. Шелухина // Материалы Международной научно-практической конфе-

ренции, посвященной 35-летию образования Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства, 15-16 июля 2010 г. – Белгород: Изд-во «Отчий край», 2010. – С. 176-178.

234. Шмидт, В. Бесплужная обработка: опыт Саксонии [Текст] / В. Шмидт, О. Ницше // Новое сельское хозяйство. – 2002. – № 1. – С. 27-31.

235. Шмидт, В. Стратегии борьбы против эрозии и уплотнения почвы [Текст] / В. Шмидт // Новое сельское хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 60-66.

236. Шоу, У.К. Стратегия химической борьбы с сорняками для будущего. Отдел растениеводства сельскохозяйственного исследования МСХ США // Стратегия борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками в будущем [Текст] / У.К. Шоу, Л.Л. Джексен; пер. с англ. с предисловием академика ВАСХНИЛ Ю.Н. Фадеева. – М.: Колос, 1977. – С. 208-228.

237. Шульмейстер, К.Г. Борьба с засухой и урожай [Текст] / К.Г. Шульмейстер. – 2-е изд. – М.: Агропромиздат, 1988. – 263 с.

238. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур: методические рекомендации [Текст] / Волгоградский с/х институт; сост. В.В. Коринец, А.Ф. Козловцев, З.Н. Козенко и др. – Волгоград, 1985. – 30 с.

239. Яковлев, В.Х. Высокий урожай – без осенней обработки [Текст] / В.Х. Яковлев // Земледелие. – 2001. – № 5. – С. 33.

240. Arnott, R.A. Nature, Lond [Text] / R.A. Arnott, C.R. Clement / (4843) 29 Sept. – 1972, 1227-8.

241. Bahl, G.S Beri Viraj [Text] // G.S. Bahl, N.S. Pasrieha / Punjab Agr. Univ. – 1996, 32.

242. Bakermans, W.A.P. Neth J. Agric. Sci, 18 [Text] / W.A.P. Bakermans, C.T. De Wit. – 1970, 225-46.

243. Barber, D.A. Christine Rep. A.R.S. [Text] / D.A. Barber, L.L. Stande. – Letcombe, 1976, 58-60.

244. Blumenschein, F. Erbsen – und Sojaanbau ohne Dungung [Text] / F. Blumenschein // Raps. – 2002. – № 1. – P. 34-35.
245. Cannell, R.Q. Rep. A.R.C. [Text] / R.Q. Cannell, J.P. Grahah. – Letcombe, 1977, 40-1.
246. Cannell, R.Q. Rep. A.R.C. Letcombe [Text] / R.Q. Cannell, F.B. Ellis, Christian et. al. – 1979, 13-14.
247. Crovetto, C. Stubble the soil – Madison American Society of agronomy, Inc. [Text] / C. Crovetto. – 1996. – P. 248.
248. Davies, D.B. Outl, Agriculture, 8 (Special №) [Text] / D.B. Davies, R.Q. Cannell, 1975, 216-21.
249. Demolon, A. / Croissance desvegetaux cultives / A. Demolon. – Dunod., Paris. – 1956.
250. Drew, M.C. J. Agric. Sci. Camb., 94 [Text] / M.C. Drew, L.R. Saker. – 1980, 411-23.
251. Ellis, F.B. J. Agric. Sci., 89 [Text] / F.B. Ellis, J.G. Elliott, B.T. Barnes. – 1977, 631-42.
252. Ellis, F.B. Rep. F.R.C. Letcombe [Text] / F.B. Ellis, D.C. Christian, J.P. Graham. – 1976, 45-6.
253. Ellis, F.B. Rep. A.R.C. Letcombe [Text] / F.B. Ellis, D.A. Barber, J.P. Graham. – 1974, 39-40.
254. Ellis, F.B. Soil Tillage Res [Text] / F.B. Ellis, R.K. Hows. – 1980, 35-40.
255. Finney, J.R. J. Agric. Sci, Camb., 80 [Text] / J.R. Finney, J.A. Knight. – 1973, 435-42.
256. Goss, M.J. J. Soil Sci, 29 [Text] / M.J. Goss, K.R. Hawse, W. Harris. – 1973, 475-88.
257. Holmes, J.C. Proc. Int. Conf. Till. Res. Methods Silsoc [Text] / J.C. Holmes, D.A. Lockhart. – 1970, 46-57.
258. Hood A.E. Nature, Lond (4869) [Text] / A.E. Hood, H.R. Jameson, R. Cotterell / 23 Feb. – 1963, 748.

259. Koller, K. Erfolgreicher Ackerbau ohne Slug, Frankfurt am Main: DLG – Verl [Text] / K. Koller. – 2001.
260. Lunch, J.M. Rep. A.R.C. [Text] / J.M. Lunch, S.H. Harper. – Letcombe, 1976, 54-6.
261. Lunch, J.M. Rep. A.R.C. [Text] / J.M. Lynch, K.B. Gunn. – Letcombe, 1976, 56-8.
262. No-Till – Шаг к идеальному земледелию: учебн.-метод. пособие [Текст]. – Л.: Народное образование, 2006. – 122 с.
263. Pollard, F. Proc. B.C.P.C. Conf. (Weeds) [Text] / F. Pollard, G.W. Cussans. – 1976, 1001-8.
264. Riley, D. Proc. No-Tillage Forage Symp (Ohio State Univ) [Text] / D. Riley, J. Coutts, M.A. Gowman. – 1975, 15-28.
265. Russell, E.W. Proc. Inst. Brit. Agric / Engrs [Text] / E.W. Russell. III (7). – 1945. – P. 99-111.
266. Shear, G.M. Agronomy Journ., 61 [Text] / G.M. Shear, W.W. Moschler. – 1969, 524-6.
267. Singh, T.A. Agronomy Journ [Text] / T.A. Singh, G.W. Thomas, W.W. Moschler, D.C. Martens. – 1966, 147-8.
268. Soane, B.D. Exptl. Husbandry, 27 [Text] / B.D. Soane, J.B. Rodgers. – 1974, 68-71.
269. Tomaso, J.M. Approaches for improving crop competitiveness with annual weeds as affected by soil nutrient availability [Text] / J.M. Tomaso // Weed Science. – 1995. – V. 50. – P. 530-535.
270. Triplett, G.B. Agronomy Journ, 61 [Text] / G.B. Triplett, D.M. Van Doren. – 1969, 637-9.
271. Voisin, A.S. Effect of mineral nitrogen on nitrogen nutrition and biomass partitioning between the shoot and roots of pea (*Pisum sativum* L.) [Text] / A.S. Voisin, C. Salon, N.G. Munier-Jolain, B. Ney // Plant and soil. – 2002. – №2. – P. 251-262.

272. Whybrew, J. Agriculture, 76 [Text] / J. Whybrew, 1969, 497-501.

273. Wiles T.L. Proc. Congr. Latin Amer. Weed Soe, Mar del Plata [Text] / T.L. Wiles. – 1976.

274. Wilson, B.J. Proc. 11 th B.W. C.C. [Text] / B.J. Wilson, G.W. Cussans. – 1972, 234-42.

275. Wilson, B.J. Proc. 11 th B.W. C.C. [Text] / B.J. Wilson. – 1972, 242-7.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период посева гороха в 2010 году, мм

Варианты		Слой почвы, см					
		0-10	10-20	20-30	30-50	50-70	70-100
N ₀ P ₀ K ₀	В	11,20	16,23	14,82	35,14	31,75	41,23
	М	11,01	14,41	19,05	40,41	35,05	45,73
	Н	15,50	16,27	19,25	36,19	34,78	41,50
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	В	13,87	13,08	17,05	35,15	32,18	39,87
	М	13,79	15,52	17,55	39,92	36,29	47,93
	Н	14,89	18,08	16,88	34,29	34,07	41,77
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	В	13,62	13,27	15,40	30,41	34,31	39,89
	М	11,00	19,39	18,15	36,17	34,00	45,35
	Н	14,88	16,70	19,11	36,52	34,04	43,90

Примечание: способы основной обработки почвы: В – вспашка, М – мелкая обработка, Н – нулевая обработка

Приложение 2 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период уборки гороха в 2010 году, мм

Варианты		Слой почвы, см					
		0-10	10-20	20-30	30-50	50-70	70-100
N ₀ P ₀ K ₀	В	4,93	3,17	7,94	10,61	12,40	10,86
	М	1,49	5,35	5,23	17,06	12,82	11,33
	Н	4,79	10,25	5,69	6,98	11,14	16,53
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	В	3,52	3,52	3,27	9,18	10,83	14,50
	М	4,40	7,80	10,05	12,17	11,25	14,89
	Н	4,48	7,92	6,20	6,14	8,88	12,39
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	В	9,93	3,92	5,05	8,94	12,05	14,08
	М	3,20	6,45	5,54	10,41	13,33	14,52
	Н	5,79	7,64	6,23	13,15	14,77	17,71

Примечание: способы основной обработки почвы: В – вспашка, М – мелкая обработка, Н – нулевая обработка

Приложение 3 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период посева гороха в 2011 году, мм

Варианты		Слой почвы, см					
		0-10	10-20	20-30	30-50	50-70	70-100
N ₀ P ₀ K ₀	В	10,08	13,29	13,48	33,94	34,00	38,27
	М	9,72	14,25	16,04	32,98	31,27	35,02
	Н	12,21	12,37	14,76	32,92	31,02	38,44
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	В	12,55	10,44	13,46	30,19	37,33	40,59
	М	10,20	11,48	14,86	35,24	32,37	41,23
	Н	11,71	14,45	16,78	33,06	31,40	42,37
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	В	12,15	15,03	13,44	34,94	33,29	38,72
	М	9,27	15,04	16,36	28,61	32,32	45,79
	Н	12,24	14,06	16,14	32,29	33,29	42,23

Примечание: способы основной обработки почвы: В – вспашка, М – мелкая обработка, Н – нулевая обработка

Приложение 4 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период уборки гороха в 2011 году, мм

Варианты		Слой почвы, см					
		0-10	10-20	20-30	30-50	50-70	70-100
N ₀ P ₀ K ₀	В	8,35	13,50	12,23	28,38	16,86	13,86
	М	11,18	11,81	12,40	28,30	14,25	13,65
	Н	9,88	13,28	12,38	24,85	15,20	21,51
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	В	12,48	15,03	10,49	24,38	15,63	12,58
	М	11,46	11,75	13,09	29,39	16,00	15,31
	Н	10,69	12,30	12,60	21,12	13,47	21,18
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	В	11,61	15,02	15,10	24,95	12,47	11,80
	М	11,59	11,76	10,99	23,99	15,67	17,68
	Н	9,68	13,74	13,56	21,70	15,28	22,18

Примечание: способы основной обработки почвы: В – вспашка, М – мелкая обработка, Н – нулевая обработка

Приложение 5 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период посева гороха в 2013 году, мм

Варианты		Слой почвы, см					
		0-10	10-20	20-30	30-50	50-70	70-100
N ₀ P ₀ K ₀	В	13,96	21,18	21,26	40,13	29,79	61,58
	М	12,87	16,52	19,82	35,96	39,33	51,39
	Н	14,72	16,44	17,89	36,64	38,54	52,06
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	В	12,10	15,72	18,98	40,50	42,51	58,79
	М	12,65	16,63	17,38	38,71	38,62	53,09
	Н	13,43	17,27	18,20	36,82	37,98	53,40
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	В	13,06	15,44	18,34	40,17	43,03	58,86
	М	13,34	17,02	17,99	35,62	39,79	53,34
	Н	13,71	16,74	18,15	38,20	36,45	47,65

Примечание: способы основной обработки почвы: В – вспашка, М – мелкая обработка, Н – нулевая обработка

Приложение 6 – Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от её обработки и доз минеральных удобрений в период уборки гороха в 2013 году, мм

Варианты		Слой почвы, см					
		0-10	10-20	20-30	30-50	50-70	70-100
N ₀ P ₀ K ₀	В	3,62	7,25	9,42	15,88	14,90	17,23
	М	3,77	6,77	8,41	15,56	13,37	16,32
	Н	4,59	7,43	7,51	14,08	13,37	17,12
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	В	3,73	6,35	9,23	15,00	13,13	17,76
	М	4,79	6,58	7,88	12,30	12,86	17,49
	Н	5,39	6,98	6,56	13,07	13,71	17,23
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	В	3,75	5,71	10,69	15,06	13,09	16,70
	М	4,01	7,35	8,57	11,94	13,05	16,38
	Н	4,79	6,59	7,20	12,55	13,57	16,50

Примечание: способы основной обработки почвы: В – вспашка, М – мелкая обработка, Н – нулевая обработка

Приложение 7 – Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления гороха в зависимости от изучаемых в опыте факторов

	Варианты	Суммарное водопотребление, м ³ /га				Коэффициент водопотребления, м ³ /т		
		2010 г.	2011 г.	2013 г.		2010 г.	2011 г.	2013 г.
	Вспашка (24-25 см)	2185	2640	1914		870	786	1507
N ₀ P ₀ K ₀	Мелкая обработка (12-14 см)	2275	2610	1835		1307	1032	1973
	Нулевая обработка	2260	2600	1840		1370	1226	2520
	Вспашка (24-25 см)	2330	2668	1948		752	774	1337
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	Мелкая обработка (12-14 см)	2325	2630	1800		1186	936	1714
	Нулевая обработка	2320	2730	1799		1301	1213	1999
	Вспашка (24-25 см)	2010	2700	1957		722	733	1408
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	Мелкая обработка (12-14 см)	2285	2690	1876		932	859	1617
	Нулевая обработка	2210	2680	1815		1033	1131	1680

Приложение 8 – Плотность почвы под горохом в зависимости от способа её обработки и доз удобрений, г/см³

Вариант		Слой почвы. см	2010 г.		2011 г.		2013 г.	
			посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
		0-10	0,85	0,89	0,74	0,82	0,77	0,85
	Вспашка	10-20	0,94	0,93	0,88	0,98	0,90	0,99
	(24-25 см)	20-30	0,98	1,05	0,95	1,12	0,98	1,10
		30-40	1,05	1,03	0,99	1,11	1,01	1,13
N ₀ P ₀ K ₀	Мелкая	0-10	0,78	0,78	0,81	0,94	0,84	0,89
	обработка	10-20	0,99	1,06	0,97	1,11	0,99	1,07
	(12-14 см)	20-30	1,05	1,09	1,04	1,18	1,06	1,13
		30-40	1,04	1,05	1,00	1,10	1,03	1,13
		0-10	0,94	1,04	0,87	0,96	0,90	0,95
	Нулевая	10-20	1,08	1,12	0,95	1,10	0,99	1,08
	обработка	20-30	1,06	1,11	1,00	1,15	1,03	1,12
		30-40	1,07	1,09	1,01	1,05	1,05	1,10
		0-10	0,85	0,87	0,74	0,86	0,77	0,89
	Вспашка	10-20	0,90	0,93	0,91	0,95	0,85	1,05
	(24-25 см)	20-30	0,97	1,09	1,00	1,13	0,98	1,06
		30-40	1,11	1,04	0,95	1,12	1,02	1,15
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	Мелкая	0-10	0,81	0,83	0,79	0,90	0,82	0,92
	обработка	10-20	0,95	1,00	0,97	1,11	0,97	1,14
	(12-14 см)	20-30	1,00	1,04	1,06	1,19	1,03	1,16
		30-40	1,01	1,02	1,04	1,12	1,07	1,10
		0-10	0,96	1,00	0,87	0,99	0,84	1,02
	Нулевая	10-20	1,06	1,11	0,99	1,11	1,01	1,09
	обработка	20-30	1,05	1,07	1,03	1,14	1,06	1,18
		30-40	0,97	1,07	1,10	1,05	1,09	1,08
		0-10	0,86	0,94	0,78	0,84	0,80	0,87
	Вспашка	10-20	0,88	0,99	0,92	0,98	0,94	1,00
	(24-25 см)	20-30	0,95	1,07	0,99	1,12	1,02	1,10
		30-40	1,00	1,02	0,97	1,11	1,05	1,15
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	Мелкая	0-10	0,77	0,90	0,87	0,87	0,80	0,88
	обработка	10-20	1,01	1,04	0,96	1,13	0,99	1,14
	(12-14 см)	20-30	1,05	1,09	0,99	1,16	1,06	1,16
		30-40	1,07	1,09	1,00	1,06	1,01	1,05
		0-10	1,01	1,02	0,81	0,95	0,84	0,98
	Нулевая	10-20	1,06	1,07	0,99	1,09	1,00	1,07
	обработка	20-30	1,04	1,10	1,04	1,15	1,06	1,14
		30-40	1,07	1,09	1,05	1,06	1,03	1,05

Приложение 9 – Влияние способа обработки и доз удобрений на структурно-агрегатный состав почвы, % к общей массе воздушно-сухой почвы

NPK, доза	Слой почвы, см	Год	Способы основной обработки почвы											
			Вспашка				Мелкая				Нулевая			
			> 10 мм	0,25-10 мм	< 0,25 мм	K*	> 10 мм	0,25-10 мм	< 0,25 мм	K*	> 10 мм	0,25-10 мм	< 0,25 мм	K*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N ₀ P ₀ K ₀	0-10	2010	2,66	90,94	6,40	10,04	4,34	84,89	10,77	2,56	21,38	74,64	3,98	2,94
		2011	3,15	88,11	8,74	7,08	5,17	85,80	9,01	6,09	16,82	80,17	3,01	3,05
		2013	3,42	87,35	9,23	6,09	3,91	86,53	9,56	6,42	15,90	80,59	3,51	4,15
	10-20	2010	3,54	87,99	8,47	7,33	16,82	79,34	3,79	3,85	42,99	54,97	2,04	1,22
		2011	4,01	85,39	10,60	8,01	18,50	75,85	3,81	3,67	23,12	74,10	2,78	2,22
		2013	4,00	86,15	9,85	6,22	15,50	77,12	4,02	3,37	21,90	75,14	2,96	3,02
	20-40	2010	7,51	82,43	10,06	4,69	31,67	64,12	4,21	1,79	18,81	72,91	8,28	2,69
		2011	9,60	55,89	4,51	3,71	28,97	67,02	4,01	2,93	27,93	69,16	2,91	2,78
		2013	11,74	81,45	6,81	4,39	20,66	75,59	3,75	3,10	24,89	72,26	2,85	2,60
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	0-10	2010	3,73	86,62	9,65	6,47	7,13	82,08	10,79	4,58	18,22	77,43	4,35	0,90
		2011	3,91	86,58	9,51	7,71	4,51	86,44	9,05	7,13	16,87	79,60	3,53	2,75
		2013	3,92	86,96	9,12	6,67	3,93	85,95	10,12	6,12	15,52	81,24	3,24	4,33

Продолжение приложения 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$N_{50}P_{70}K_{40}$	10-20	2010	10,79	83,33	5,88	5,00	23,46	68,09	8,46	2,13	30,01	67,07	2,92	2,04
		2011	3,51	88,66	7,83	6,58	21,82	76,08	3,10	2,89	27,22	69,88	2,90	2,40
		2013	2,59	87,56	9,85	7,04	19,40	76,35	4,25	3,23	22,37	74,58	3,05	2,93
	20-40	2010	8,70	84,34	6,96	5,38	22,84	73,38	3,78	2,50	26,82	68,15	5,05	2,14
		2011	7,68	88,29	4,03	4,42	26,92	69,20	3,87	2,41	26,80	75,10	3,10	2,53
		2013	13,44	80,54	6,02	4,14	20,47	75,68	3,85	3,00	26,01	72,21	2,78	2,47
	0-10	2010	8,60	80,26	11,14	4,06	10,09	79,26	10,65	3,82	21,01	73,21	5,78	2,73
		2011	4,02	85,93	10,05	5,97	5,47	85,75	8,78	6,17	17,01	79,90	3,09	3,02
		2013	3,97	86,47	9,56	6,39	3,41	86,54	10,05	6,43	15,83	81,05	3,12	4,28
$N_{100}P_{140}K_{80}$	10-20	2010	5,76	83,73	10,21	5,15	16,87	79,00	4,13	3,76	19,58	77,75	2,67	3,48
		2011	3,76	87,07	9,17	7,11	20,17	74,16	3,67	3,67	22,50	74,74	2,76	3,31
		2013	2,84	88,01	9,15	7,34	19,93	76,06	4,01	3,18	21,62	75,24	3,14	3,04
	20-40	2010	14,07	78,67	7,26	3,69	30,20	67,46	2,34	2,07	22,50	72,40	5,10	2,62
		2011	8,96	87,06	3,98	4,03	24,05	72,98	2,97	2,70	25,01	72,11	2,88	2,70
		2013	11,71	82,05	6,24	4,57	17,66	78,14	4,20	3,57	26,46	70,96	2,58	2,44

Приложение 10 – Твердость почвы в зависимости от способов её обработки, кг/см³

Слой почвы, см	Способы основной обработки почвы									
	Вспашка			Мелкая			Нулевая			
	2010 г.	2011 г.	2013 г.	2010 г.	2011 г.	2013 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2013 г.
0-10	3,0	3,5	3,1	4,0	4,8	4,7	7,4	8,1	7,3	7,3
10-20	15,0	16,2	16,5	20,4	21,6	21,9	23,8	24,0	24,8	24,8
20-30	21,3	22,0	23,3	30,5	31,6	32,1	34,1	30,5	34,4	34,4

Приложение 11 – Интенсивность разложения клетчатки в зависимости от способов основной обработки почвы, %

Слой почвы, см	Способы основной обработки почвы									
	Вспашка			Мелкая			Нулевая			
	2010 г.	2011 г.	2013 г.	2010 г.	2011 г.	2013 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2013 г.
0-10	52	50	48	45	46	43	32	33	29	29
10-20	42	43	40	23	21	22	16	17	17	17
20-30	32	30	33	14	14	13	13	13	11	11

Приложение 12 – Содержание легкогидролизуемого азота в почве, мг/кг

Вариант		Слой почвы, см	2010 г.		2011 г.		2013 г.	
			посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
N ₀ P ₀ K ₀	Вспашка (24-25 см)	0-10	176	232	146	179	157	174
		10-20	174	223	143	174	144	162
		20-40	168	194	140	169	137	154
	Мелкая обработка (12-14 см)	0-10	182	242	151	171	148	182
		10-20	176	215	146	165	136	168
		20-40	168	201	132	161	181	148
	Нулевая обработка	0-10	185	229	154	176	188	171
		10-20	162	221	148	165	158	148
		20-40	151	188	146	154	143	140
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	Вспашка (24-25 см)	0-10	174	222	162	196	168	182
		10-20	174	218	146	175	158	171
		20-40	160	203	143	168	150	165
	Мелкая обработка (12-14 см)	0-10	190	246	160	171	165	193
		10-20	185	215	153	165	162	190
		20-40	179	211	148	154	157	171
	Нулевая обработка	0-10	171	231	140	210	118	188
		10-20	154	216	137	176	160	160
		20-40	148	206	134	154	160	106
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	Вспашка (24-25 см)	0-10	174	215	162	202	153	188
		10-20	174	202	157	176	164	179
		20-40	165	195	154	160	164	154
	Мелкая обработка (12-14 см)	0-10	185	246	157	172	190	179
		10-20	162	238	132	169	158	171
		20-40	148	201	129	168	153	168
	Нулевая обработка	0-10	188	210	151	171	155	188
		10-20	176	210	146	146	155	157
		20-40	165	179	126	143	148	151

Приложение 13 – Содержание подвижного фосфора в почве, мг/кг

Вариант		Слой почвы, см	2010 г.		2011 г.		2013 г.	
			посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
N ₀ P ₀ K ₀	Вспашка (24-25 см)	0-10	384	182	125	90	140	128
		10-20	336	138	108	83	135	108
		20-40	315	124	78	68	116	92
	Мелкая обработка (12-14 см)	0-10	282	169	93	108	281	218
		10-20	249	163	76	70	350	195
		20-40	228	84	72	64	237	112
	Нулевая обработка	0-10	306	209	160	172	247	370
		10-20	276	179	108	96	412	332
		20-40	240	112	102	83	215	228
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	Вспашка (24-25 см)	0-10	375	124	203	166	149	133
		10-20	315	124	185	155	115	94
		20-40	315	118	133	142	100	59
	мелкая обработка (12-14 см)	0-10	306	203	155	160	181	172
		10-20	282	176	97	125	117	96
		20-40	255	109	90	83	93	68
	Нулевая обработка	0-10	336	120	240	203	146	138
		10-20	288	214	182	138	115	98
		20-40	276	93	172	112	91	78
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	Вспашка (24-25 см)	0-10	465	152	235	185	97	96
		10-20	414	124	175	142	102	90
		20-40	375	107	125	98	66	64
	Мелкая обработка (12-14 см)	0-10	399	240	185	172	210	160
		10-20	375	203	98	98	147	92
		20-40	276	127	72	74	33	80
	Нулевая обработка	0-10	537	129	172	172	285	218
		10-20	384	166	96	112	270	172
		20-40	294	77	85	90	145	85

Приложение 14 – Содержание обменного калия в почве, мг/кг

Вариант		Слой почвы, см	2010 г.		2011 г.		2013 г.	
			посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
N ₀ P ₀ K ₀	Вспашка (24-25 см)	0-10	90	128	20	137	137	139
		10-20	75	99	150	130	153	128
		20-40	60	63	118	118	117	107
	Мелкая обработка (12-14 см)	0-10	90	90	168	187	350	193
		10-20	85	82	100	94	240	139
		20-40	70	74	68	68	235	75
	Нулевая обработка	0-10	90	94	244	244	240	315
		10-20	55	80	125	130	250	300
		20-40	45	69	80	125	201	278
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	Вспашка (24-25 см)	0-10	65	94	400	307	145	107
		10-20	60	89	300	200	104	96
		20-40	55	70	168	168	90	65
	Мелкая обработка (12-14 см)	0-10	120	110	187	244	228	171
		10-20	80	76	100	130	83	85
		20-40	55	69	75	100	70	65
	Нулевая обработка	0-10	140	119	290	294	150	128
		10-20	90	88	137	162	92	96
		20-40	65	64	94	110	77	75
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	Вспашка (24-25 см)	0-10	105	75	350	269	104	150
		10-20	90	62	225	181	110	96
		20-40	80	54	137	118	77	65
	Мелкая обработка (12-14 см)	0-10	125	137	238	218	240	247
		10-20	100	88	94	110	85	85
		20-40	45	69	50	100	164	40
	Нулевая обработка	0-10	220	118	263	224	350	171
		10-20	145	103	100	118	213	162
		20-40	110	87	88	100	165	139

Приложение 15 – Засоренность посевов гороха малолетними сорняками
в зависимости от изучаемых в опыте факторов, шт./м²

Способ основной обработки почвы (фактор А)	Год	Минеральные удобрения, доза (фактор В)								
		N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)			N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀			N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀		
		Фаза учета засоренности посевов								
		До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры	До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры	До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры
Вспашка (контроль)	2010	17	1	3	16	1	3	18	2	3
	2011	12	2	6	12	2	5	11	2	5
	2013	23	4	7	25	3	6	26	3	7
Мелкая	2010	33	2	5	31	2	6	32	3	6
	2011	32	2	6	32	2	5	31	2	5
	2013	47	4	8	48	4	8	47	4	8
Нулевая	2010	21	3	6	18	2	3	18	2	5
	2011	20	7	10	21	7	11	21	7	10
	2013	36	8	12	40	8	12	39	8	11

Приложение 16 – Засоренность посевов гороха многолетними сорняками
в зависимости от изучаемых в опыте факторов, шт./м²

Способ основной обработки почвы (фактор А)	Год	Минеральные удобрения, доза (фактор В)								
		N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)			N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀			N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀		
		Фаза учета засоренности посевов								
		До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры	До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры	До обработки посевов гербицидом	После обработки посевов гербицидом	Перед уборкой культуры
Вспашка (контроль)	2010	2	1	1	2	1	1	1	1	1
	2011	2	1	2	2	1	2	3	1	2
	2013	4	2	4	4	2	4	5	2	3
Мелкая	2010	3	1	2	2	1	2	3	1	2
	2011	2	1	2	3	2	3	3	2	3
	2013	5	3	5	5	3	5	4	3	6
Нулевая	2010	7	3	5	7	3	4	7	3	6
	2011	4	3	6	4	3	7	6	3	6
	2013	7	5	7	6	4	7	6	4	7

Приложение 17 – Сухая масса сорняков перед уборкой гороха в зависимости от обработки почвы и доз минеральных удобрений, г/м²

Способ основной обработки почвы (фактор А)	Год	Минеральные удобрения, доза (фактор В)		
		N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀
Вспашка (контроль)	2010	1,2	1,2	1,4
	2011	2,1	1,8	2,1
	2013	5,8	5,8	5,3
Мелкая	2010	4,4	4,6	5,1
	2011	1,5	1,6	2,0
	2013	8,9	8,0	9,6
Нулевая	2010	72,0	68,2	61,9
	2011	53,0	55,0	57,0
	2013	58,0	64,0	65,0

Приложение 18 – Структурный анализ урожая гороха в зависимости от способов обработки почвы и доз минеральных удобрений

Минеральные удобрения, доза (фактор В)	Год	Густота всходов, млн шт./га	Высота стеблей, см	Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество зерен в 1 бобе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Вспашка (фактор А, контроль)						
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	2010	0,80	39,0	3,4	5,1	166
	2011	1,20	45,7	3,6	4,6	182
	2013	1,10	40,2	2,0	3,1	72
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	2010	0,90	42,8	3,8	5,5	174
	2011	1,30	47,7	4,5	5,0	189
	2013	0,95	42,2	2,3	3,5	79
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	2010	1,10	46,2	4,2	5,2	170
	2011	1,15	50,1	4,1	4,8	187
	2013	0,93	45,3	2,2	3,3	77
Мелкая (фактор А)						
N ₀ P ₀ K ₀	2010	0,82	34,3	3,0	4,0	153
	2011	1,12	35,2	2,9	3,8	171
	2013	1,11	38,9	1,7	2,3	65
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	2010	0,92	37,0	3,4	4,4	161
	2011	1,25	37,4	3,6	4,2	176
	2013	0,95	40,3	2,0	2,8	68
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	2010	0,85	40,6	3,8	4,8	165
	2011	1,30	41,1	4,1	4,6	181
	2013	1,00	42,9	2,5	3,1	73
Нулевая (фактор А)						
N ₀ P ₀ K ₀	2010	0,75	32,2	2,3	3,6	156
	2011	0,95	30,6	2,2	3,4	161
	2013	0,83	35,6	1,5	2,0	57
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	2010	0,80	35,0	2,8	4,1	159
	2011	1,00	38,6	3,2	4,0	173
	2013	0,85	37,6	1,7	2,4	60
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	2010	0,78	40,4	3,2	4,5	164
	2011	0,93	40,6	3,5	4,4	178
	2013	0,85	40,9	2,1	2,9	66

Приложение 19 – Качество зерна гороха в зависимости от способа обработки почвы и доз минеральных удобрений

Минеральные удобрения, доза (фактор В)	Год	Содержание белка, %	Сбор белка, т/га	Нитраты, мг/кг
Вспашка (фактор А, контроль)				
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	2010	21,87	0,54	32,45
	2011	20,68	0,70	35,41
	2013	22,15	0,28	31,80
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	2010	23,11	0,69	34,95
	2011	23,95	0,87	37,15
	2013	23,15	0,34	33,19
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	2010	24,46	0,65	36,80
	2011	25,87	0,88	39,20
	2013	25,01	0,35	35,17
Мелкая (фактор А)				
N ₀ P ₀ K ₀	2010	19,71	0,38	24,35
	2011	19,05	0,51	30,00
	2013	20,85	0,19	27,03
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	2010	22,86	0,45	26,35
	2011	21,40	0,62	34,02
	2013	21,15	0,22	30,51
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	2010	24,56	0,60	28,40
	2011	24,84	0,70	37,25
	2013	25,05	0,29	34,13
Нулевая (фактор А)				
N ₀ P ₀ K ₀	2010	18,54	0,36	21,85
	2011	17,56	0,32	28,17
	2013	19,03	0,14	25,80
N ₅₀ P ₇₀ K ₄₀	2010	20,55	0,38	24,85
	2011	19,43	0,48	31,96
	2013	21,48	0,19	29,15
N ₁₀₀ P ₁₄₀ K ₈₀	2010	22,89	0,48	28,45
	2011	21,53	0,52	34,98
	2013	24,03	0,26	33,19

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок
и передового опыта

1. **Наименование внедрённого мероприятия** «Возделывание гороха на зерно при отвальной обработке почвы»
2. **Разработка внедрена при выполнении НИР по хоздоговору**
«Влияние способов основной обработки почвы и доз минеральных удобрений на свойства чернозема типичного и урожайность гороха в юго-западной части Центрально-Черноземной зоны»
3. **Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению:** кафедрой земледелия и агрохимии ФГБОУ ВПО «БелГСХА»
4. **Наименование хозяйства (организации), его адрес:** ООО «Пчёлка», 308510, Белгородская область, Ивнянский район, п. Ивня, ул. Ленина 18.
5. **Календарные сроки внедрения (начало-окончание)**
3 апреля 2012 г. – 12 августа 2013 г.
6. **Объем внедрения мероприятий (по плану и фактически)** 90 га
7. **Экономический эффект от внедрения на единицу (га.) и на весь объем внедрения в рублях**
Производственные затраты на 1 га 12178 руб.
Стоимость продукции с 1 га 20866 руб.
Чистый доход с 1 га 8688 руб.
Чистый доход с площади внедрения 781920 руб.
8. **Долевое участие учреждения в полученном экономическом эффекте составляет** _____
9. **Фамилия, И.О. и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от учреждения и хозяйства**
доктор с.-х. наук, профессор кафедры земледелия и агрохимии Котлярова Е.Г., соискатель Лубенцов С.М., генеральный директор ООО «Пчёлка», кандидат с.-х. наук Потрясаев А.А.

Председатель комиссии:

Генеральный директор ООО «Пчёлка» _____ Потрясаев А.А.

Главный экономист _____ Гримова Л.Ю.

Ответственный за внедрение _____ Котлярова Е.Г.

_____ Лубенцов С.М.



Акт составлен «12» августа 2013 г.