

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА»

На правах рукописи

Топеха

ТОПЕХА РУСЛАН ВАСИЛЬЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛБЫ
В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

4.1.1 – Общее земледелие и растениеводство

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
Рендов Николай Александрович
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Омск 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. Биологические особенности и технология возделывания полбы (обзор литературы)	8
2. Условия, объекты и методика проведения исследований	18
2.1. Климатическая характеристика и погодные условия зоны	18
2.2. Почвенные условия	22
2.3. Объекты и методика проведения исследований	23
3. Оптимизация нормы высева полбы	29
4. Эффективность удобрений на посевах полбы.....	40
5. Выбор оптимального расхода рабочей жидкости при опрыскивании посевов полбы гербицидом	47
6. Выбор оптимального срока обработки посевов полбы гербицидом.....	53
7. Эффективность средств химизация на посевах полбы	59
8. Эффективность боронования посевов полбы.....	73
Заключение	76
Рекомендации производству	78
Акт внедрения научно-технической разработки.....	79
Библиографический список	80
Приложения	101
Приложение А Сумма осадков за вегетационный период.....	102
Приложение Б Сумма среднесуточных температур за вегетационный период.....	103
Приложение В1 Урожайность полбы при различных нормах высева (2021 г.).....	104
Приложение В2 Урожайность полбы при различных нормах высева (2022 г.).....	105
Приложение В3 Урожайность полбы при различных нормах высева (2023 г.).....	106

Приложение Г1 Урожайность зерна полбы при разном уровне удобрений (2020 г.).....	107
Приложение Г2 Урожайность зерна полбы при разном уровне удобрений (2021 г.).....	108
Приложение Г3 Урожайность зерна полбы при разном уровне удобрений (2022 г.).....	109
Приложение Д1 Урожайность зерна полбы в зависимости от нормы расхода рабочей жидкости (2020 г.).....	110
Приложение Д2 Урожайность зерна полбы в зависимости от нормы расхода рабочей жидкости (2021 г.).....	111
Приложение Д3 Урожайность зерна полбы в зависимости от нормы расхода рабочей жидкости (2022 г.).....	112
Приложение Е1 Урожайность зерна полбы в зависимости от срока обработки полбы гербицидом (2020 г.).....	113
Приложение Е2 Урожайность зерна полбы в зависимости от срока обработки полбы гербицидом (2021 г.).....	114
Приложение Е3 Урожайность зерна полбы в зависимости от срока обработки полбы гербицидом (2022 г.).....	115
Приложение Е4 Урожайность зерна полбы в зависимости от срока обработки полбы гербицидом (2023 г.).....	116
Приложение Ж1 Урожайность полбы при разном уровне химизации (2020 г.).....	117
Приложение Ж2 Урожайность полбы при разном уровне химизации (2021 г.).....	118
Приложение Ж3 Урожайность полбы при разном уровне химизации (2022 г.).....	119
Приложение Ж4 Урожайность полбы при разном уровне химизации (2023 г.).....	120
Приложение И1 Урожайность зерна полбы в зависимости от срока боронования (2020 г.).....	121

Приложение И2 Урожайность зерна полбы в зависимости от срока боронования (2021 г.).....	122
Приложение И3 Урожайность зерна полбы в зависимости от срока боронования (2022 г.).....	123
Приложение К1 Структура урожая полбы (2021 г.).....	124
Приложение К2 Структура урожая полбы (2022 г.).....	125
Приложение К3 Структура урожая полбы (2023 г.).....	126

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Наиболее распространенным видом пшеницы в древнейшие времена была полба (Фляксбергер К.А., 1928). В дальнейшем она постепенно была вытеснена из культуры мягкой и твердой пшеницами (Удачин Р.А., 2002; Столетова Е.А., 1924; Минкевич И.А., 1965).

У полбы отмечают выдающуюся неприхотливость, скороспелость, засухоустойчивость, холодостойкость, невосприимчивость к ржавчине и мучнистой росе (Прянишников Д.Н., 1938; Якушкин И.В., 1953; Пшеница..., 1957; Носатовский А.И., 1965; Прокопьев М.П., 1965; Hanlet P., 1975; Пшеницы..., 1976; Сурин Н.А., 2016; Хмелева Е.В., 2016; Гилев С.Д., 2017; Тюнин В.А., 2017).

В последние годы возрос интерес к использованию полбы в пищу из-за ее лечебных свойств: укрепления иммунитета, нормализации уровня сахара в крови, снижения риска развития анемии, инфекционных и онкологических заболеваний (Туганаев А.В., 2008; Муслимов М.Г., 2012), нормализации сердечно-сосудистой и нервной системы (Suchowilska E., 2010; Daskalova N., 2013; Chang S.M., 2014; Использование древних..., 2014; Влияние полбяной..., 2014).

Высокая ценность, востребованность и значимость полбы в питании человека стимулировали необходимость возрождения этой культуры (Gutierrez M., 2012).

Цель исследований: выявить оптимальные приемы возделывания полбы в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Задачи исследований: определить оптимальные нормы высева полбы, сроки обработки и расходы рабочей жидкости при опрыскивании посевов гербицидом, эффективность удобрений и других средств химизации.

Научная новизна: в условиях южной лесостепи Западной Сибири впервые изучен комплекс основных приемов возделывания полбы. Определены оптимальные нормы высева, виды и нормы удобрений, расход рабочей жидкости и оптимальные сроки опрыскивания посевов полбы гербицидом. Выявлены эффективные средства химизации.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в совершенствовании и обосновании приемов возделывания полбы в южной лесостепи Западной Сибири, основанных на оптимальных нормах высева, применения минеральных удобрений, расхода рабочей жидкости в лучшие сроки обработки посевов гербицидом и использования комплекса средств химизации.

Методология и методы исследований

Методология исследований базировалась на изучении научной литературы, проведении полевых опытов, лабораторных исследований, фенологических наблюдений и учетов, статистической обработке полученных данных и анализа их результатов.

Положения, выносимые на защиту:

- элементы технологии возделывания полбы сорта Руно с применением оптимальных норм высева, удобрений, расхода рабочей жидкости, срока обработки гербицидом и средств химизации, позволяющие повысить продуктивность культуры;
- экономическая целесообразность интенсификации технологии возделывания полбы.

Степень достоверности результатов исследований подтверждена математической обработкой данных, полученных в 2020–2023 гг. в полевых и лабораторных опытах.

Апробация результатов работы.

Результаты исследований ежегодно докладывались и обсуждались на заседаниях кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Омский ГАУ, на научно-практических конференциях: «Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК» 24 февраля 2022 г. (г. Курган); «Инновационные решения и тренды развития технологий продуктов здорового питания» 25 ноября 2022 г. (г. Омск); «Аграрная наука в условиях глобальных вызовов мирового продовольственного кризиса: проблемы, тенденции, пути решений» 8 декабря 2022 г. (г. Омск); «Итоги и перспективы развития сибирского земледелия» 2 марта 2023 г. (г. Омск).

По результатам исследований опубликовано 9 научных работ, в том числе 5 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

В основу диссертационной работы положены собственные исследования автора, проведенные в 2020–2023 гг.

Объем и структура работы. Диссертационная работа изложена на 126 страницах, состоит из введения, 8 глав, заключения, рекомендаций производству, списка литературы из 197 источников, в том числе 20 на иностранных языках, и 25 приложений.

Личный вклад автора. Диссертационная работа выполнена на основе личных экспериментальных материалов, полученных в опытах 2020–2023 гг. на опытном поле Омского ГАУ имени П.А. Столыпина в южной лесостепи Западной Сибири. Автор принимал участие в разработке программы исследований, проводил полевые опыты, обработку полученных результатов, подготовку к публикации основных положений диссертации.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору Рендову Николаю Александровичу за всестороннюю помощь в проведении опытов и подготовке диссертационной работы. Искренняя признательность профессорско-преподавательскому составу и учебно-вспомогательному персоналу кафедры агрономии, селекции и семеноводства Омского ГАУ.

1 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛБЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Наиболее распространенным видом пшеницы в древнейшие времена была полба. Ее культура была связана с месопотамской, вавилонской, древнеегипетской и древнегреческой цивилизациями (Фляксбергер К.А., Древнеегипетская..., 1928). Самые древние остатки полбы были обнаружены на раскопках храмов в Египте, которые датировались III–IV тысячелетиями до нашей эры (Schweinfurth G., Arabische..., 1912). Есть сведения, что в Египте полбу выращивали во времена Птолемея (Столетова Е.А., Полба... 1924–25). В дальнейшем полба постепенно была вытеснена из культуры мягкой и твердой пшеницей (Минкевич И.А., Растениеводство..., 1965; Удачин Р.А., 2002; Столетова Е.А., 1924).

В западной части России полба появилась в I тысячелетии н.э. (Дорофеев В.Ф., Пшеницы..., 1987). О посевах полбы под Москвой упоминается в документах XVII века (Любомиров Д.О., О культуре..., 1927–28). Еще в 1913 году на территории Казанской и Симбирской губерний четверть посевов занимала полба, но постепенно уменьшалась или исчезла вовсе (Удачин Р.А., Полба..., 2002).

На территории бывшего Советского Союза выделяли три экологические группы полбы: волжскую, закавказскую лесную, закавказскую горностепную. На Северном Кавказе полба встречалась в V веке до нашей эры. В XVII веке полбу возделывали в Волжско-Камском бассейне, в XIX веке – в Литве, Белоруссии, Поволжье. В середине XX века ее посевы были сосредоточены в Азербайджане, Армении, Грузии, Дагестане, Чувашии (Пшеница..., 1957).

Полба обыкновенная, эммер – *Triticum dicossum* Schübl. по морфологическим признакам легко отличается от других видов пшениц. Колосья ее сжатые, двурядная сторона шире однорядной. Колос при надавливании распадается на отдельные колоски. В колоске два зерна. Отрицательные признаки: трудная

вымолачиваемость, ломкий колос, более низкая урожайность, чем у твердой пшеницы (Пшеницы мира, 1976).

Зерна полбы обычно в целых колосках (с цветковыми и колосковыми чешуйками). Чешуи с отчетливыми ребрами или килем по поверхности (Смирных И.Г., Практикум..., 2002). По плотности колоса полба близка к твердой пшенице, но имеет узкий колос. Колоски двурядные. В СССР возделывалась преимущественно белоколосая остистая разновидность (Якушкин И.В., Растениеводство..., 1953).

Предполагается, что вид *Triticum dicossum* состоит из 4 подвидов, для них характерно пленчатое зерно (Смекалова Т.Н., Новый..., 2019). Зерна обычно в целых колосках (с цветковыми и колосковыми чешуйками). Чешуи с отчетливыми ребрами и килем по поверхности (Смирных И.Г., Практикум..., 2002).

Отличают полбу выдающаяся неприхотливость, непоражаемость шведской мухой (Прянишников Д.Н., Растения..., 1938; Hanlet P., Bericht..., 1975). Полба не требовательна к видам почв и условиям произрастания (Носатовский А.И., Пшеница..., 1965), для нее характерна широкая экологическая пластичность, скороспелость, засухоустойчивость и холодостойкость (Влияние полбяной..., 2014; Хмелева Е.В., Изучение..., 2016; Воробейников Г.А., Продуктивность..., 2017). Обращалось внимание на невосприимчивость полбы к ржавчине и мучнистой росе (Вавилов Н.И., Пшеницы..., 1931; Гилев С.Д., Урожайность..., 2017, Гилев С.Д., Полба..., 2018), высокую устойчивость к пыльной головне (Кривченко В.И., Устойчивость..., 1973).

Подчеркнута высокая засухоустойчивость полбы, выращенной в Поволжье (Стефановский Л.Л., Полба..., 1950), неприхотливость к условиям выращивания, а урожайность в меньшей степени снижается на бедных почвах (Пельцих Л.А., О некоторых..., 1968). В Удмуртии создали такой сорт, как Полба 3 (Прокопьев М.П., О полбе..., 1965).

Отмечалась способность корневой системы полбы резко изменяться под влиянием условий произрастания (Camberato J.J., Spring..., 1990; Dhanavath S., Nutritional..., 2017). Хотя больше всего гибель растений полбы происходила

в начальные периоды жизни – всходы-выход в трубку (Leonova I.N., Comparative..., 2013; Benedetti P., Taste..., 2016). Несмотря на устойчивость растений полбы к неблагоприятным условиям, выявлено, что для роста ее корневой системы необходимо достаточное увлажнение почвы (Lachman J., Antioxidant activity..., 2012). Иначе значительная часть кондиционных семян после посева может не сформировать всходы. Отсюда возможна зависимость полноты всходов от метеорологических условий, свойств и влажности почвы, а также приемов агротехники (Chand S.M., Gibberellic..., 2014; Daskalova N., Chromosome..., 2016; Evaluation of three..., 2018).

Пленчатость полбы, составляющая около 25 % от массы зерна, считалась отрицательным качеством, так как на удаление оболочки необходимо шелушительное оборудование, энергозатраты и время. Сегодня же эта особенность полбы рассматривается как преимущество по сравнению с голозерной пшеницей. Дело в том, что белок, витамины, минеральные и балластные вещества у полбы находятся в трех слоях: плодовой, семенной оболочках и эндосперме. У мягкой же пшеницы – только в первых двух слоях: плодовой и семенной оболочках. Поэтому здесь в белой муке остается, в основном, крахмал (Kunz P., Backgualitet..., 2000; Schober T., Charakterisierung..., 2001).

Полба превосходит яровую мягкую пшеницу по содержанию растительного белка (Прокопьев М.П., О полбе..., 1965), достигающего до 23,9 % (Конарев В.Г. Каталог..., 1972). Хотя сведения по этому вопросу различаются. Например, для условий Предкамской зоны Татарстана отмечается его содержание в 16–23 % (Петров С.В., Формирование..., 2014). Здесь же приводились меньшие показатели – 13,1–14,5 % (Влияние приемов..., 2018). В культуре полбы встречаются сорта с высоким содержанием лизина (Мойса И.И., Содержание..., 1974). Основная роль в повышении качества зерна принадлежит азотному удобрению (Захаров А.А., Влияние..., 1975).

Следует отметить и такую особенность полбы: если массовая доля сырого белка в пшеничной муке 10,8 %, то в полбяной – 13,6 % (Крюкова Е.В., Исследование..., 2014). Зерно полбы крупнее зерна пшеницы и превосходит обычные

пшеницы по содержанию белка, богатого незаменимыми аминокислотами (Исследование свойств..., 2016).

В условиях Красноярского края полба сорта Руно проявила себя как среднеспелый сорт, устойчивый к засухе, к твердой и пыльной головне, бурой, желтой и стеблевой ржавчинам, мучнистой росе, фузариозу колоса. Содержание белка составило 16,93 % (Сурин Н.А., Биологические..., 2016).

Полба широко используется в нетрадиционной медицине в рационе пациентов, страдающих избыточным весом (Naliano M., I faro..., 1994). В полбяной муке повышенная концентрация глутаминовой кислоты, нормализующей обмен веществ в организме человека, усиливающий обмен жиров (Юков В.В., Волжская..., 2005). Регулярное употребление в пищу полбы способствует укреплению иммунитета, нормализации уровня сахара в крови, снижает риск развития анемии, инфекционных и онкологических заболеваний (Туганаев А.В., Природа..., 2008; Муслимов М.Г., Полба..., 2012).

В полбяной муке повышенная концентрация глутаминовой кислоты, нормализующей обмен веществ в организме человека, аргинина, являющегося донором азота, триптофана, способствующего биосинтезу никотиновой кислоты – витамина РР, низкий уровень метионина, усиливающего обмен жиров в организме, изолейцина, входящего в состав природных белков, пролина – предшественника глутаминовой кислоты и валина – одного из исходных веществ в биосинтезе пантотеновой кислоты (Юков В.В., Состав..., 2005).

Питание полбой полезно для повышения иммунитета организма и нормализует работу сердечно-сосудистой системы, благотворно для нервной системы (Micotoxin profiles..., 2010; Daskalova N., Impact..., 2013; Chand S.M., Gibberellic..., 2014; Темирбекова С.К., Использование..., 2014). Потребление полбы и продуктов переработки из нее снижает угрозу возникновения онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний (Крюкова Е.В., Исследование..., 2014).

В Индии, Турции и Иране из полбы готовят вкуснейшие гарниры к мясным и рыбным блюдам. В США и Германии готовят всевозможные соусы

и десерты. Диетические супы из полбы входят в состав меню западных курортных гостиниц и ресторанов (Баженова И.А., Исследование..., 2004).

Высокая ценность, востребованность и значимость полбы в питании человека стимулировали необходимость возрождения этой культуры (Gutierrez M., Indirect, 2012).

Высокая стекловидность и большое содержание клейковины (39 %) приближают полбу к твердым пшеницам (Тарутин П.П., Полба..., 1958; Ткаченко Т., Полба..., 1996). Содержание железа в чистом зерне полбы более чем на 15 % превышает показатели твердой пшеницы, а содержание цинка максимальное среди всех злаков (Боровик А.Н., Сорт..., 2009).

В 1 кг зерна полбы содержится 1,05 кг к.е., а у мягкой пшеницы – 0,99, переваримого протеина 105,89 г против 99,67 г, обменной энергии – 2524,5 и 2293,56 ккал, а β -каротина, соответственно, 0,30 и 0,14 г (Юков В.В., Волжская..., 2005). Зерно полбы превосходит обычные пшеницы не только по содержанию белка, но и по незаменимым кислотам (Боровик А.Н., Сорт..., 2009; Исследование свойств..., 2016). Содержание белка в зерне полбы доходит до 23,9 % (Каталог образцов..., 1972). Тогда как даже у сильных сортов мягкой пшеницы – 14–16 % (Колмаков Ю.В., Эффективность..., 2003).

В связи с преимуществами качества полбяной муки предлагается ряд мер по улучшению рецептов при изготовлении хлебобулочных и мучных кондитерских изделий (Астахов И.Ю., Химический..., 2015). Разработан ряд технологических приемов использования полбы в получении макаронных изделий хорошего качества (Чугунова О.В., Агронимические..., 2015; Малютина Т.Н., Исследование..., 2016). Целесообразно более широкое использование муки полбы в продукции как экономически выгодного источника важнейших нутриентов – высококачественных белка и углеводов при производстве хлебобулочных и макаронных изделий. По своим технологическим свойствам полба сравнима с рисом и пшеницей (Александрова И.Т., Технологические..., 2016).

Ценной биологической особенностью полбы является ее скороспелость (Хмелева Е.В., Изучение..., 2016; Воробейников Г.А., Продуктивность..., 2017). В условиях Татарстана она созревала на 8–12 суток раньше яровой мягкой пшеницы Саратовская 29 (Шакирова Г.И., Пигменты..., 2003; Богатырева Т.Г., Использование..., 2013). Для Челябинской области вегетационный период сорта Руно составлял 86 суток (Тюнин В.А., Ценная..., 2017). В условиях Красноярского края различия по годам – от 77 до 92 суток (Сурин Н.А., Биологические..., 2016). Для сравнения, у твердой пшеницы в южной лесостепи Омской области длина вегетационного периода составляла 94 суток (Савицкая В.А., Твердая..., 1980).

Влияние сроков посева сказывается на полноте всходов и в дальнейшем на изреживаемости ценоза (Daskalova N., Chromosome..., 2016). В условиях Предкамской зоны Республики Татарстан оптимальный срок посева полбы по всем предшественникам – по мере наступления физической спелости почвы (Влияние фона..., 2017). При опоздании с посевом на 14 суток полнота всходов на неудобренном фоне снижалась с 72,0 до 64,9 % (Влияние приемов..., 2018). Для фотосинтетической деятельности растений полбы благоприятные условия создаются при раннем посеве (Особенности фотосинтетической..., 2019). Благо, что полба созревает на 8–12 дней раньше яровой пшеницы Саратовской 29 (Богатырева Т.Г., Использование..., 2013).

При выборе оптимальной нормы высева полбы существуют два подхода. Часть авторов ведут расчеты из числа высеваемых однозернянок (Совершенствование технологии..., 2014). В этом случае оптимальной нормой признаются 6 млн/га. Хотя в этой же зоне позднее рекомендуется 4 млн/га (Продуктивность пшеницы..., 2017). Если же расчеты ведутся по числу двузернянок, то оптимальной нормой рекомендуется 3,5 млн/га (Зеленев А.В., Создание..., 2019; Зиннатуллин Д.Х., Совершенствование..., 2019) или 2,5–3,5 млн/га (Смутнев П.А., Перспективы..., 2019).

В Нижнем Поволжье максимальная урожайность зерна полбы сорта Руно достигалась при высеве 3,5 млн всхожих зерен на 1 га – 1,92 т/га (Зеленев А.В., Создание..., 2012).

При разработке технологии возделывания полбы особое внимание обращается на применение удобрений. Самыми эффективными минеральными удобрениями для полбы признаются фосфорные. Наибольший экономический эффект дает гранулированный суперфосфат (Артюшенко А.В., Полба..., 1973). Причина подобной рекомендации – в низком уровне содержания подвижного фосфора в почве (Сдобникова О.В., Фосфорные..., 1985).

В отношении норм внесения удобрений следует учитывать результаты не только на посевах полбы, но и в целом для яровой пшеницы. Прежде всего для лесостепи Западной Сибири лучшим способом внесения удобрений признан рядовой при посеве (Комплексное..., 2011).

Хотя внесение удобрений не приводит к значительному изменению численности сорняков в посевах, но их масса, как правило, увеличивается (Воробьев С.А., Севообороты..., 1979). Отсюда, с применением удобрений возрастает роль гербицидов (Милащенко Н.З., Эффективность..., 1970; Юркин С.Н., Повышение..., 1979; Ионин П.Ф., Борьба..., 1992; Емельянов Ю.Я., Эффективность..., 2012). Более того, применение азотных удобрений без борьбы с сорняками неэффективно (Москвитин А.С., Влияние..., 2010).

Наибольшая окупаемость азотного удобрения достигается от сравнительно невысоких доз – N_{30} (Асеев В.Ф., Эффективность..., 1975; Эффективность удобрения..., 2015; Шарков И.Н., Влияние..., 2020). Энергозатраты на производство 1 т зерна наименьшие при минимальной дозе N_{10} (Влияние различных..., 2022). Применение минеральных удобрений в умеренных дозах активизирует жизнедеятельность микроорганизмов (Карягина Л.А., Микробиологические..., 1983). Сочетание применения умеренных доз минеральных удобрений, гербицидов, фунгицидов и ретардантов не угнетает, а в некоторой степени стимулирует развитие почвенных микроорганизмов (Биологическая активность..., 2019).

Отдача от внесения минеральных удобрений под полбу невысокая, так как она слабо реагирует на внесение макроэлементов, независимо от влагообеспеченности почвы (Влияние приемов..., 2018). Отсюда увеличение себестоимости и снижение уровня рентабельности (Петров С.В., Совершенствование..., 2014). Однако в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан оптимальный фон минерального питания составляет внесение NPK в расчете получения 2 т зерна полбы (Совершенствование технологии..., 2014). Хотя позднее эта планка поднята до 3 т (Влияние фона..., 2017).

Обширные опыты, проведенные в Татарстане на серой лесной почве, где мы вправе ожидать более благоприятный водный режим, показали: полба обеспечивала прибавку урожая от внесения удобрений (NPK на 3 т/га) после зернового предшественника 0,31 т/га, при уровне рентабельности 36,3 % (Влияние фона..., 2017).

Позднее за 2021–2023 гг. в этой же зоне по сорту Руно на контроле без удобрений получена урожайность зерна 2,40 т/га (Семенов П.Г., Особенности..., 2024). Максимальная прибавка (0,36 т/га) достигнута на фоне $N_{27}P_{10}K_{14}$.

Внесение удобрений не повышало содержания белка в зерне, но обеспечивало наибольшую рентабельность – 90,9% (контрольный вариант превышен на 34,4 %).

Следует иметь в виду, что в целом по пшенице окупаемость азота в Западной Сибири выше при внесении N_{30} – 17,9 кг/га. Дальнейшее повышение нормы азота до N_{60} снижало окупаемость азота – 14,3 кг/га и до N_{90} – 11,6 кг /га (Эффективность удобрения..., 2015).

Следует учитывать, что применение удобрений, особенно азотных, повышает качество зерна пшеницы (Немченко В.В., Влияние..., 1975; Захаров А.А., Влияние..., 1975; Храмцов И.Ф., Система..., 1997; Колмаков Ю.В., Элементы..., 2012; Паршутин Е.Н., Влияние..., 2012). Отсюда рекомендации для посевов яровой пшеницы в южной лесостепи Омской области вносить на 1 га 35–40 кг действующего вещества удобрений (Ермохин Ю.И., О плодородии..., 2015).

Интенсивная технология (удобрения, гербициды, инсектициды, фунгициды) позволяет получить высокую урожайность в сочетании с хорошим качеством (Галеев Р.Р., Урожайность..., 2018).

Следует помнить, что сочетание обработки почвы с применением средств химизации не должно приводить к загрязнению окружающей среды (Тышкевич Г.Л., Экология..., 1991). В современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур без эффективной защиты нельзя рассчитывать на рентабельное производство (Эпифитотиология..., 1998). В настоящее время серьезной альтернативы гербицидам в борьбе с сорняками не существует (Альбит повышает..., 2006).

Предполагается, что эффективность гербицидов может повышаться при добавлении альбита как антидота, особенно с комплексными гербицидами (Альбит в качестве..., 2007).

При эффективности гербицидов на уровне 80–85 % обеспечивается снижение числа сорняков до экономического порога вредоносности (Спиридонов Ю.Я., Засоренность..., 1977). Наибольшая же прибавка урожая от пестицидов наблюдается на удобренном фоне (Ладонин В.Ф., Проблемы..., 2000). При этом удобрения способствуют уменьшению расхода воды на формирование 1 т зерна (Дробышев А.П., Севообороты..., 2011). В условиях Предкамья Республики Татарстан применение удобрений $N_{27}P_{10}$ и $N_{27}P_{10}K_{14}$ снижало расход воды на формирование 1 т зерна на 53–43 м³ по сравнению с контролем (Семенов П.Г., Особенности..., 2024).

Особое внимание обращается на необходимость применения смесей противомятликовых и противодвудольных гербицидов (Кулагин О.В., Смеси..., 2006; Кулагин О.В., Эффективность..., 2011; Москвитин А.С., Влияние..., 2010; Доронин В.Г., Эффективность..., 2012; Немченко В.В., Борьба..., 2012). При этом желательно за один проход опрыскивателя (Ледовский Е.Н., Эффективность..., 2013). Либо применять препараты типа Пума Плюс (Касьяненко В.А., Пума Плюс..., 2013).

Внесение удобрений не приводит к значительному изменению численности сорняков в посевах, но их масса, как правило, возрастает (Воробьев С.А., Севообороты..., 1979). Отсюда наибольший эффект от удобрений достигается лишь при обеспечении защиты культур от сорняков (Емельянов Ю.Я., Эффективность..., 2012).

Для лесостепи Зауралья приведены данные о снижении засоренности многолетними двудольными сорняками на 90 % и малолетними двудольными – на 89–90 %. На фоне же N_{40} снижение засоренности до 93 % (Немченко В.В., Борьба, 2012). Ранее же отмечалось, что применение удобрений повышает качество зерна пшеницы (Немченко В.В., Влияние..., 1975).

При выборе оптимального срока обработки посевов полбы гербицидами в условиях Западной Сибири приходится ориентироваться на результаты по яровым зерновым культурам (пшеница, ячмень, овес). Очень важно в самом начале вегетации снять влияние сорняков на культурные растения с помощью гербицидов (Милащенко Н.З., Эффективность..., 1975; Ионин П.Ф., Борьба..., 1992).

Чаще признается, что более высокие прибавки урожая яровой пшеницы от гербицидов отмечены при их использовании в фазу кущения. Более раннее (начало кущения) и более позднее (выход в трубку) их применение уменьшало прибавки (Яровая..., 1988; Захаренко А.В., Теоретические..., 2000).

Выбор нормы расхода рабочей жидкости при опрыскивании посевов зерновых культур гербицидами зависит, с одной стороны, от эффективности подавления сорняков, с другой – от экономической целесообразности. При этом в хозяйствах стремятся уменьшить затраты на подвоз воды к месту обработки и увеличить выработку на опрыскиватель. По рекомендациям же фирмы, производящей гербицид Пума Плюс, КЭ, предлагается применять расход рабочей жидкости – 150–300 л/га. Отсюда необходимость определить оптимальную величину для конкретной зоны и культуры полбы. Важно соотнести затраты на увеличение расхода рабочей жидкости и получаемый уровень урожайности зерна полбы.

2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты проводились на опытном поле Омского ГАУ в 2020–2023 гг., расположенном в южной лесостепи Омской области. Местность представляет собой пониженную равнину со слабой расчлененностью и дренированностью территории (Агрофизическая..., 1976; Система..., 2020).

Для южной лесостепи Западной Сибири отмечается наличие лесных, степных сообществ растительности, болот, лугов и солончаков. Из древесной растительности преобладают березовые и осиново-березовые леса, которые располагаются в виде колков.

Для южной лесостепи характерны пониженные равнины с выделением повышенных участков. Поверхность же зоны осложнена различными формами мезо- и микрорельефа, хотя при общей равнинности проявляются слабая дренированность и расчлененность территории (Агрофизическая..., 1976).

В Омской области южная лесостепь занимает 18,7 % общей площади, но здесь размещается 50 % посевов региона (Мищенко Л.Н., Почвы ..., 2007; Научные ..., 2007; Рейнгард Я.Р., Деградация ..., 2009). Однако в последние десятилетия по мере сокращения посевных площадей в северных зонах доля посевных площадей в южной лесостепи растет.

2.1 Климатическая характеристика и погодные условия зоны

Климат южной части лесостепной зоны Западной Сибири формируется под воздействием притока холодных арктических масс воздуха с севера и теплых, сухих с территории Казахстана и Средней Азии. Это приводит к резким, быстрым изменениям погоды и общей неустойчивости климата (Агроклиматический..., 1959; Мезенцев В.С., Атлас..., 1961; Иванов В.К., Климат, 1974; Рейнгард Я.Р., Деградация, 2009; Система..., 2020).

Изменения основных метеозаэментов представляем по данным ГМС Омск. Для температурного режима характерны суровая холодная зима, короткое жаркое лето, непродолжительные весна и осень и резкие колебания температуры воздуха при амплитуде колебаний до 80–90°С, с максимумом в июле (+38...41°С) и минимумом в январе (–45...50°С). Переход среднесуточной температуры воздуха через 0°С наблюдается в конце первой – во второй декаде апреля. Сумма активных температур составляет 2093°С.

Годовое количество осадков, по среднемноголетним данным, составляет 381 мм, в том числе за вегетационный период – 207 мм (Таблица 1).

При этом наблюдается крайне неравномерное распределение осадков по годам и в течение года.

Таблица 1 – Сумма осадков и среднесуточные температуры воздуха (среднемноголетние данные ГМС, Омск)

Месяц	Сумма осадков, мм	Среднесуточная температура, °С	Месяц	Сумма осадков, мм	Среднесуточная температура, °С
Январь	19	–17,6	Июль	67	19,4
Февраль	14	–16,3	Август	53	16,4
Март	13	–8,8	Сентябрь	31	10,5
Апрель	21	3,3	Октябрь	29	2,4
Май	34	12,0	Ноябрь	26	–7,8
Июнь	53	17,7	Декабрь	21	–14,5
			Итого	381	

Летние осадки чаще всего выпадают в виде кратковременных и несущественных дождей до 5 мм. Ранее отмечено, что такие осадки и даже менее 10 мм за декаду неэффективны, поскольку увлажняют лишь 3–5 см почвы и мало влияют на улучшение снабжения растений влагой (Лисунов В.В., Климат,

2002). При ливнях характерно неравномерное распределение осадков на территории, а зимние осадки составляют не более трети от годовых.

По среднегодовым данным, за вегетационный период выпадает 207 мм осадков (Таблица 2, приложения А, Б). За 4 года исследований только в 2022 г. эта сумма была повышена всего на 10 мм, а в остальные уступала норме 27–76 мм. Выше уже отмечено, что в Сибири урожайность пшеницы зависит не столько от суммы осадков, сколько от характера их распределения в течение лета (Азиев К.Г., Сорта, 1981). В этом плане от недостатка осадков полба страдала уже в начальные периоды. Так, за май недобор выпадающей влаги ощущался во все годы опытов. При норме 34 мм выпадало от 11 до 27 мм. Немного лучше обстановка с осадками была в июне: осадков выпало на 3–10 мм меньше нормы.

В июле недостаток осадков продолжал ощущаться в 2021 и особенно в 2020 г. В августе трех из четырех лет вновь осадков выпадало меньше нормы.

Естественно только в 2022 г. сумма осадков превысила норму, хотя в первую половину вегетации и здесь растения полбы ощущали их недостаток.

Таблица 2 – Сумма осадков за вегетационные периоды, мм (ГМС, Омск)

Месяц	Норма	Год			
		2020	2021	2022	2023
Май	34	20	13	11	27
Июнь	53	44	45	50	43
Июль	67	14	33	116	65
Август	53	53	43	40	45
Сумма	207	131	134	217	180

Сумма же среднесуточных температур за период вегетации полбы при норме 1968^{°С} превышена на 109–259^{°С} (Таблица 3).

Таблица 3 – Сумма среднесуточных температур воздуха, °С (ГМС, Омск)

Месяц	Норма	Год			
		2020	2021	2022	2023
Май	360	522	520	456	396
Июнь	532	485	508	520	556
Июль	583	637	619	596	678
Август	493	583	573	505	513
Сумма	1968	2227	2220	2077	2143

В итоге при норме ГТК в 1,05 только в 2022 г. его величина была близка – 1,04. В остальные же годы она уступала на 0,21–0,46 (Таблица 4).

Таблица 4 – Гидротермический коэффициент (по данным ГМС, Омск)

Месяц	Норма	Год			
		2020	2021	2022	2023
Май	0,94	0,38	0,25	0,24	0,68
Июнь	1,00	0,91	0,89	0,96	0,77
Июль	1,15	0,22	0,53	1,95	0,96
Август	1,08	0,91	0,75	0,79	0,88
За вегетацию	1,05	0,59	0,60	1,04	0,84

Погодные условия охарактеризованы как слабозасушливые в 2022 г. – ГТК = 1,04, как засушливые в 2023 г. – ГТК = 0,84 и как очень засушливые в 2020 и 2021 гг. – ГТК = 0,59, 0,60 (Журина Л.Л., Агрометеорология, 2021).

2.2 Почвенные условия

После выделения из черноземов их полугидроморфных аналогов лугово-черноземных почв, которые формировались при уровне грунтовых вод в 3–6 м, в лесостепной зоне Омской области их площадь составила более 1,5 млн га (Мищенко Л.Н., Диагностика, 2002; Мищенко Л.Н., Почвы..., 2007).

Полевые опыты на опытном поле Омского ГАУ проводились на лугово-черноземной среднесуглинистой малогумусовой среднесуглинистой почве. Грунтовые воды залегают на глубине 3,7–4,5 м. Вскипание от НС1 с 59 см. Описание почвенного разреза проводится по данным кафедры агрохимии и почвоведения ОмГАУ.

А_{пах} Темно-серый, однородный, свежий, рыхлый, пылевато-комковатый, 0–20 см среднесуглинистый, корни растений. Переход в *гор.* *АВ* постепенный по цвету.

АВ Серый, неоднородный, с буроватым оттенком, свежий, уплотненный, комковато-пылеватый, среднесуглинистый, корни растений. Переход в *гор.* *В₁* ясный по цвету.

В_{1к} Бурый, неоднородный, с частыми потеками гумуса, свежий, уплотненный, непрочно-комковатый, среднесуглинистый, карбонатный, корни растений. Переход в *гор.* *В_{2к}* постепенный по цвету.

В_{2к} Бурый, неоднородный, с редкими потеками гумуса, влажный, плотный, комковатый, среднесуглинистый, карбонатный, встречаются редкие корни растений. Переход в *гор.* *В_{3к}* постепенный по цвету.

В_{3к} Светло-бурый, однородный, влажный, плотный, крупнокомковатый, среднесуглинистый, с буровато-серыми овальными пятнами карбонатов в виде белоглазки. Переход в *гор.* *С_к* постепенный по цвету.

С_к Почвообразующая порода, желто-палевый, однородный, влажный, 83–100 см плотный, пылеватый, среднесуглинистый, карбонатный, с темно-бурыми кристаллами гипса.

В 2020 г. на участке опытного поля, где в дальнейшем до 2023 г. проводились опыты по изучению технологии возделывания полбы, были определены показатели плотности почвы, максимальной гигроскопичности и влажности устойчивого завядания, которые использовались при расчете запасов продуктивной влаги (Таблица 5).

Таблица 5 – Плотность почвы, максимальная гигроскопичность и влажность устойчивого завядания

Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см ³	Максимальная гигроскопичность, %	Влажность устойчивого завядания, %
0–10	1,12	5,96	8,0
10–20	1,18	6,00	8,0
20–30	1,20	5,98	8,0
30–40	1,24	5,92	7,9
40–50	1,26	5,22	7,0
50–60	1,26	4,10	5,5
60–70	1,28	3,73	5,0
70–80	1,28	3,73	5,0
80–90	1,28	3,70	5,0
90–100	1,28	3,70	5,0

2.3 Объекты и методы проведения исследований

Объектами наших исследований являлись: полба, почва, удобрения, средства химизации, сорняки.

Опыт 1. Оптимизация нормы высева полбы (в расчете на двузернянки)

- 1) 1,5 млн всхожих семян на 1 га;
- 2) 2,0 млн всхожих семян на 1 га;
- 3) 2,5 млн всхожих семян на 1 га;
- 4) 3,0 млн всхожих семян на 1 га.

Опыт 2. Эффективность удобрений на посевах полбы

- 1) Контроль без удобрений;
- 2) аммофос ($N_{12}P_{52}$);
- 3) аммиачная селитра (N_{34});
- 4) аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34});
- 5) аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{17}).

Опыт 3. Оптимизация сроков обработки посевов полбы гербицидом

- 1) 2–3 листа у полбы;
- 2) фаза кущения у полбы;
- 3) 2–3 узла у полбы.

Опыт 4. Оптимизация норм расхода рабочей жидкости при опрыскивании посевов полбы гербицидом

- 1) 50 л/га;
- 2) 100 л/га;
- 3) 200 л/га.

Опыт 5. Оценка эффективности средств химизации на посевах полбы

- 1) гербицид (Пума Плюс, КЭ – 1,4 л/га) – Г;
- 2) гербицид + Альбит, тпс (40 мл/га) – ГА;
- 3) комплексная химизация (Пума Плюс, КЭ – 1,4 л/га) + Альбит, (40 мл/га) + Изагри Вита (2 л/га) – в фазу кущения и Изагри Вита (2 л/га) в фазу бутонизации.

Опыт 6. Эффективность боронования посевов полбы

- 1) контроль 1 – без боронования;
- 2) контроль 2 – Пума Плюс, КЭ – 1,4 л/га в фазу кущения полбы;
- 3) довсходовое боронование;
- 4) послеवсходовое боронование.

Опыты проводились в севообороте: чистый пар – яровая мягкая пшеница – полба – яровая мягкая пшеница. Основная обработка почвы – вспашка на 20 – 22 см (ПН-4-35). Весной - боронование – (БЗСС -1,0), перед посевом культивация на 5-7 см (КПС – 4), посев полбы сорта Руно сеялкой La Росса (Рисунок 1) на глубину 5-7 см и послепосевное прикатывание (ЗККШ – 6А).



Рисунок – 1 Посев сеялкой La Росса

Повторность в опытах четырехкратная, площадь делянок в опытах 1-5 – 60 м² (20 x 30), в опыте 6-4 м² (2 x 2). Кроме опыта 2, с применением минеральных удобрений, использованы два фона удобренности: без удобрений и аммофос (N₁₂P₅₂) одновременно с посевом.

Опрыскивание посевов полбы гербицидом Пума Плюс, КЭ и другими средствами химизации проводили ранцевым опрыскивателем в утренние часы (8-10) и вечерние (19-21) (Рисунок 2).



Рисунок – 2 Опрыскивание посевов полбы ранцевым опрыскивателем

Для боронования посевов полбы применяли бороны БЗСС-1,0 пассивной стороной зуба. Довсходовое боронование проводили в период формирования проростков полбы около длины семени. В 2020 г. это наступило на четвертые сутки после посева, а в 2021-2022 гг. – на пятые.

Послевсходовое боронование проводили после формирования полных всходов полбы. В 2020 г. они появились через семь суток, а в 2021-2022 гг. через восемь суток после посева.

Характеристика средств химизации, применяемых в опытах:

1. Гербицид Пума Плюс, КЭ (МЦПА - 2 этилгексильный эфир) + феноксапроп-П-этил+мефенпир-диэтил.

2. Альбит, тпс – комплексный биопрепарат, универсальный регулятор роста со свойствами фунгицида и комплексного удобрения.

3. Изагри Вита – жидкое удобрение с микроэлементами и аминокислотами для некорневой подкормки растений. Состав удобрения (содержание действующих веществ, объемные проценты):

цинк, растворимый в воде – 2,51 %;
медь, растворимая в воде – 1,92 %;
марганец, растворимый в воде – 0,37 %;
молибден, растворимый в воде – 0,22 %;
бор, растворимый в воде – 0,16 %;
железо, растворимое в воде – 0,40 %;
кобальт, растворимый в воде – 0,11 %;
никель, растворимый в воде – 0,006 %;
калий, растворимый в воде – 0,06 %;
магний, растворимый в воде – 2,28 %;
сера, растворимая в воде – 9,34;
азот, общий – 3,20 %.

4. Аммофос ($N_{12}P_{52}$).

5. Аммиачная селитра (N_{34}).

Полевые опыты сопровождались наблюдениями и учетами:

1. Фенологические наблюдения и учет структуры урожая проводили по методике ГСИ (Методика..., 1989).

2. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом. Отбор образцов почвы проводили через 10 см до глубины 1 м в трехкратной повторности. Сроки отбора образцов – при посеве и перед уборкой урожая (Доспехов Б.А., 1985).

3. Плотность почвы определяли перед посевом по десятисантиметровым слоям (Качинский Н.А., 1965).

4. Биологическую активность почвы выявляли методом аппликации для слоя почвы 0-20 см в четырехкратной повторности. Экспозиция – 90 суток (Востров И.С., 1961).

5. Нитратный азот определяли для слоя почвы 0-20 см по Грандваль-Ляжу (ГОСТ 26488 – 85), подвижный фосфор и обменный калий по Чирикову (ГОСТ 26204 – 91).

6. Засоренность посевов учитывали перед уборкой урожая количественно-весовым методом (Методика..., 1969), долю сорняков в агрофитоценозе – по методу Н.З. Милащенко, 1981.

7. Урожайность зерна полбы определялась при обмолоте учетной площади (30 м²) комбайном Сампо 130 с переводом на стопроцентную чистоту и четырнадцатипроцентную влажность.

8. Из посевных свойств семян полбы определяли массу 1000 семян, энергию прорастания и всхожесть, из технологических – содержание белка.

9. Экономическая оценка изучаемых мероприятий проводилась на основе технологических карт возделывания полбы по методике отдела экономики СибНИИСХ (Кошелев Б.С., 2003).

3 ОПТИМИЗАЦИЯ НОРМЫ ВЫСЕВА ПОЛБЫ

Расчет норм высева полбы проводили исходя из числа высеваемых двузернянок от 1,5 до 3 млн/га на двух фонах удобренности – без удобрений и с внесением 1 ц аммофоса ($N_{12}P_{52}$) одновременно с посевом сеялкой La Rossa. Глубина заделки семян и удобрения – 5–7 см. После посева прикатывание – ЗККШ – 6А. Срок посева – 10–14 мая. Полные всходы наблюдались через 8 суток (2021, 2022 гг.) и 12 суток (2023 г.).

В опытах 2021–2023 гг. использованы 4 нормы высева полбы – 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 млн всхожих двузернянок. Опыты показали, что прорастание полбы обеспечивает появление двух проростков от каждой двузернянки. Это уже отмечалось при определении всхожести семян в лабораторных условиях (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Прорастание двузернянок полбы

В дальнейшем каждый из проростков может дойти до поверхности почвы (Рисунок 4).

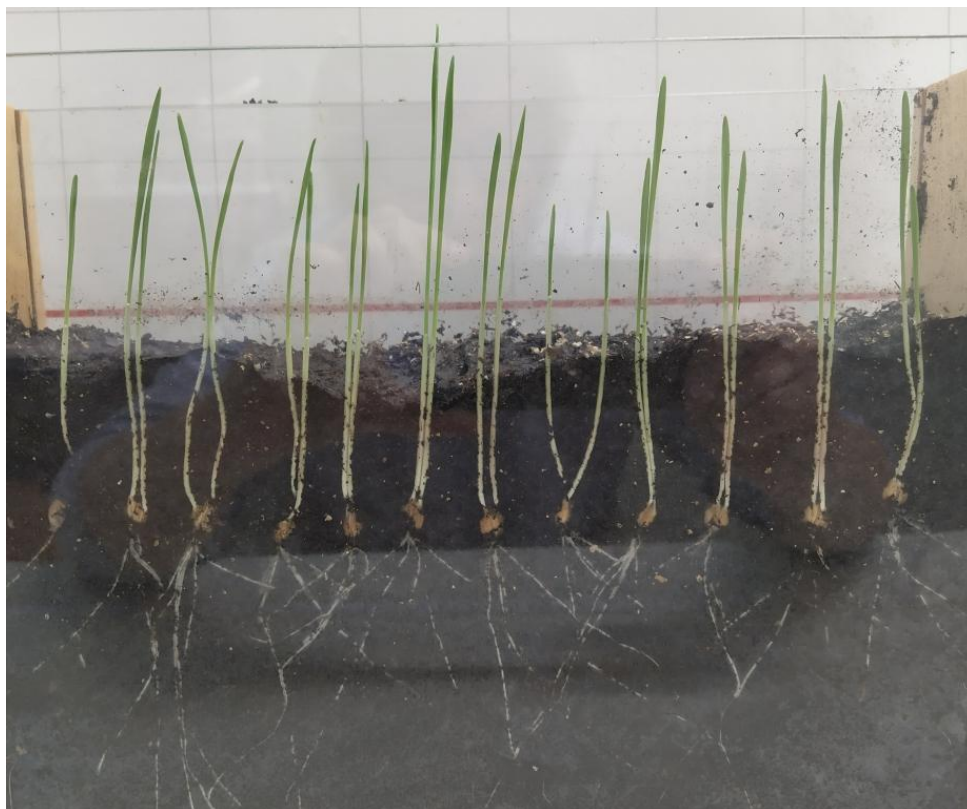


Рисунок 4 – Всходы двузернянок полбы

В полевых условиях по 10 двузернянок располагали на глубину 4, 6 и 8 см.

Первые всходы появились с глубины 4 см: в 2020 г. через 6 суток, в 2021–2022 гг. – через 7 суток. Полнота всходов в среднем за 3 года составила 95 %.

С глубины 6 см всходы появились в 2020 г. через 6 суток, в 2021–2022 гг. – через 7 суток. Полнота всходов в среднем за 3 года составляла 90 %.

С глубины 8 см всходы полбы появились через 9 суток при полноте всходов 70 %.

В среднем за 3 года полнота всходов растений полбы при высеве 1,5 млн всхожих семян составила 91,6 % по неудобренному фону и 90,8 % по удобренному (Таблица 6). По мере увеличения высеваемых семян полнота всходов уменьшалась до 82,0 и 81,7 %.

Менее всего изменялась полнота всходов в 2021 г. – с 96,7 до 92,7 % на неудобренном фоне и с 94,0 до 91,7 % на удобренном. В 2022 г. результаты снижались более заметно – с 95,3–95,7 % до 77,4–77,3 %.

В условиях 2023 г. уровень результатов полноты всходов был значительно ниже – от 82,7 до 76,0 %.

Таблица 6 – Полнота всходов полбы, %

Норма высева, млн/га	Фон удобрения	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
1,5 (контроль)	0	96,7	95,3	82,7	91,6
	N ₁₂ P ₅₂	94,0	95,7	82,7	90,8
2,0	0	95,0	92,0	81,5	89,5
	N ₁₂ P ₅₂	92,5	91,0	81,2	88,2
2,5	0	94,4	84,6	80,8	86,6
	N ₁₂ P ₅₂	92,0	84,4	80,6	85,7
3,0	0	92,7	77,4	76,0	82,0
	N ₁₂ P ₅₂	91,7	77,3	76,0	81,7

В среднем за 3 года просматривается тенденция снижения полноты всходов по мере увеличения нормы высева. На неудобренном фоне – от 91,6 до 82,0 % и на удобренном – от 90,8 до 81,7 %. Различия между фонами удобренности невелики, но ежегодно выше на неудобренном.

К уборке урожая доля сохранившихся растений полбы существенно различалась по годам. Если при высеве 1,5 млн/га в 2021 г. выживаемость составляла 91,3 и 90,7 %, то в 2023 г. только 70,0 – 69,7 % (Таблица 7). В среднем за 3 года результаты по фонам удобренности были близки – 83,3–83,2 %.

Таблица 7 – Выживаемость растений полбы, %

Норма высева, млн/га	Фон удобрения	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
1,5 (контроль)	0	91,3	88,7	70,0	83,3
	N ₁₂ P ₅₂	90,7	89,3	69,7	83,2
2,0	0	90,0	87,0	67,5	81,5
	N ₁₂ P ₅₂	89,5	87,5	67,1	81,4
2,5	0	88,8	82,4	63,2	78,1
	N ₁₂ P ₅₂	88,4	82,0	62,4	77,6
3,0	0	88,0	76,0	62,7	75,6
	N ₁₂ P ₅₂	88,0	75,0	62,1	75,1

По мере увеличения нормы высева отмечено снижение выживаемости растений, вплоть до 75,6 – 75,1 %. Влияние же фона удобренности было минимальным – от 0,1 до 0,5 %.

Наиболее резкие изменения по годам исследований отмечены по доле сорняков в агрофитоценозе полбы. Минимальным засорение было в 2021 г. (Таблица 8). На неудобренном фоне доля сорняков снижалась от 2,42 % при норме высева 1,5 млн/га до 2,27 % – при 3,0 млн/га. Зафиксирована тенденция увеличения доли сорняков на фоне аммофоса – на 0,20–0,24 %.

В 2022 г. доля сорняков была выше – 3,80–3,56 % на неудобренном фоне и 4,87–3,94 % по аммофосу. Опять же выявлено увеличение показателей при использовании удобрения.

В 2023 г. сложились специфические условия. Если через неделю после опрыскивания посевов гербицидом Пума Плюс, КЭ посеvy полбы визуальнo были чистыми от сорняков, то после выпадения обильных осадков появились их новые всходы, прежде всего мари белой и щирицы запрокинутой. При их буйном развитии доля сорного компонента к уборке урожая в варианте с высевом 1,5 млн всхожих семян полбы составила 22,96 %. По мере увеличения нормы высева доля сорняков снижалась всего до 21,31 %. На удобренном фоне показатели были еще выше – 25,01 – 23,44 %.

Таблица 8 – Доля сорняков в агрофитоценозе полбы, %

Норма высева, млн/га	Фон удобрения	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
1,5 (контроль)	0	2,42	3,80	22,96	9,73
	N ₁₂ P ₅₂	2,66	4,87	25,01	10,85
2,0	0	2,37	3,60	21,67	9,21
	N ₁₂ P ₅₂	2,57	4,58	23,67	10,27
2,5	0	2,28	3,59	21,60	9,16
	N ₁₂ P ₅₂	2,52	4,56	23,50	10,19
3,0	0	2,27	3,56	21,31	9,05
	N ₁₂ P ₅₂	2,50	3,94	23,44	9,96

В итоге в среднем за 3 года исследований только при посеве 3 млн всхожих семян на 1 га доля сорняков удерживалась на низком уровне, т.е. ниже 10 % (Милащенко Н.З., 1981).

Учет урожайности зерна полбы показал преимущество высева 2,0 млн всхожих двузернянок на 1 га. На неудобренном фоне получено в среднем за 3 года 2,14 т/га (Таблица 9). Как уменьшение, так и увеличение нормы высева приводило к существенному снижению показателей. Несмотря на невысокие различия, ежегодно прибавки урожайности зерна были существенными (Приложения В₁, В₂, В₃). Применение аммофоса также способствовало, пусть и невысокому, увеличению урожайности зерна, но ежегодно существенному.

Таблица 9 – Урожайность зерна полбы, т/га

Норма высева, млн/га (А)	Фон удобрения (В)	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
1,5 (контроль)	0	2,22	1,92	1,58	1,91
	N ₁₂ P ₅₂	2,35	2,09	1,65	2,03
2,0	0	2,38	2,40	1,64	2,14
	N ₁₂ P ₅₂	2,49	2,60	1,68	2,26
2,5	0	2,22	2,05	1,58	1,95
	N ₁₂ P ₅₂	2,31	2,30	1,61	2,07
3,0	0	2,20	1,95	1,52	1,89
	N ₁₂ P ₅₂	2,26	2,21	1,58	2,02
НСР05	частные различия	0,14	0,27	0,04	
	Фактор А	0,07	0,013	0,02	
	Фактор В	0,10	0,19	0,03	

Анализ структуры урожая полбы в зависимости от нормы высева в среднем за 3 года показал, что по всем показателям преимущество за использованием 2 млн всхожих двузернянок на 1 га (Таблица 10). На неудобренном

фоне высота растений полбы составила 74,92 см. При использовании аммофоса увеличение на 4,93 см.

Длина колоса полбы достигала 5,09 см с увеличением на 0,31 см от аммофоса. Число колосков в колосе составляло 10,82 шт. с увеличением от аммофоса на 1,015 шт. Число зерен в колосе достигало 18,88 шт. с увеличением от аммофоса на 1,39 шт. И в итоге масса зерна в колосе составила 0,96 г с увеличением от удобрения на 0,09 г.

Таблица 10 – Структура урожая полбы при разных нормах высева (2021–2023 гг.)

Показатель	Фон удобрения	Норма высева, млн/га			
		1,5 (контроль)	2,0	2,5	3,0
Высота растений, см	0	73,13	74,92	74,05	68,74
	N ₁₂ P ₅₂	78,23	79,86	77,33	77,85
Длина колоса, см	0	4,70	5,09	4,90	4,48
	N ₁₂ P ₅₂	5,21	5,40	5,08	4,80
Число колосков в колосе	0	10,39	10,82	10,13	9,34
	N ₁₂ P ₅₂	11,32	11,97	10,81	10,15
Число зерен в колосе, шт	0	18,47	18,88	17,61	16,46
	N ₁₂ P ₅₂	19,98	20,27	18,81	17,73
Масса зерна в колосе, г	0	0,81	0,96	0,81	0,72
	N ₁₂ P ₅₂	0,91	1,05	0,89	0,81

Как увеличение, так и снижение нормы высева приводило к уменьшению всех показателей структуры урожая. При этом подобная картина просматривалась ежегодно (Приложения К1–3).

Наблюдения за влажностью почвы показали, что запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при посеве полбы (Таблица 11) были на удовлетворительном уровне или близки к этому (Вадюнина А. Ф., Методы..., 1986).

Таблица 11 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при посеве полбы, мм

Норма высева, млн/га	Фон удобрения	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
1,5 (контроль)	0	99,9	83,9	117,1	100,3
	N ₁₂ P ₅₂	96,4	86,7	113,5	98,9
2,0	0	102,7	90,4	117,9	103,7
	N ₁₂ P ₅₂	94,7	89,1	116,8	100,2
2,5	0	99,1	91,7	110,9	100,6
	N ₁₂ P ₅₂	94,6	93,0	109,8	99,1
3,0	0	100,6	87,2	113,0	100,3
	N ₁₂ P ₅₂	96,0	88,1	113,0	99,0

К уборке урожая запасы колебались от плохих (2022 г.) до очень плохих (2021 и 2023 гг.) (Таблица 12). При этом влияние как нормы высева, так и фона удобрения было минимальным.

Таблица 12 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уборкой урожая полбы, мм

Норма высева, млн/га	Фон удобрения	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
1,5 (контроль)	0	39,3	79,4	27,4	48,7
	N ₁₂ P ₅₂	35,1	83,7	26,9	48,6
2,0	0	33,1	81,1	27,1	47,1
	N ₁₂ P ₅₂	28,3	80,5	26,9	45,2

Норма высева, млн/га	Фон удобрения	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
2,5	0	30,4	78,9	26,4	45,2
	N ₁₂ P ₅₂	29,5	79,5	26,6	45,2
3,0	0	24,8	80,1	27,0	44,0
	N ₁₂ P ₅₂	27,6	83,0	27,6	46,1

С учетом величины урожайности зерна, запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы при посеве и уборке урожая, а также количества выпадающих осадков за вегетационный период был рассчитан коэффициент водопотребления (Таблица 13). Оптимальным вариантом оказалась норма высева 2 млн двузернянок на 1 га. На удобренном фоне расходовалось 1014 т воды на 1 т зерна и на неудобренном – 1086 т. Как снижение, так и увеличение нормы высева приводило к большему расходу воды.

Таблица 13 – Коэффициент водопотребления полбы (2021–2023 гг.)

Норма высева, млн/га	Фон удобрения	Продуктивная влага, т/га		Урожайность зерна, т/га	Коэффи- циент во- допотреб- ления
		посев	уборка		
1,5 (контроль)	0	1003	487	1,91	1191
	N ₁₂ P ₅₂	989	486	2,03	1114
2,0	0	1037	471	2,14	1086
	N ₁₂ P ₅₂	985	452	2,26	1014
2,5	0	1006	463	1,95	1180
	N ₁₂ P ₅₂	1003	452	2,07	1115
3,0	0	1001	450	1,89	1222
	N ₁₂ P ₅₂	990	461	2,02	1132

Примечание. Осадки за вегетационные периоды (2021–2023 гг.) – 1758 т/га.

При расчете зависимости урожайности зерна полбы от полноты всходов коэффициент r составил на неудобренном фоне 0,387 и на фоне аммофоса 0,268 (Таблица 14).

Таблица 14 – Зависимость урожайности зерна полбы от полноты всходов, выживаемости и доли сорняков в агрофитоценозе (2021–2023 гг.)

Норма высева, млн/га	Фон удобрения	Полнота всходов, %	Выживаемость, %	Доля сорняков, %	Урожайность зерна, т/га
1,5 (контроль)	0	91,6	83,3	9,73	1,91
	N ₁₂ P ₅₂	91,1	83,0	10,85	2,03
2,0	0	89,5	81,5	9,21	2,14
	N ₁₂ P ₅₂	88,2	81,4	10,27	2,26
2,5	0	86,6	78,1	9,16	1,95
	N ₁₂ P ₅₂	85,8	77,6	10,19	2,07
3,0	0	82,0	75,6	9,05	1,89
	N ₁₂ P ₅₂	81,7	75,0	9,96	2,02
	0	$r = 0,387$	$r = 0,381$	$r = 0,175$	
	N ₁₂ P ₅₂	$r = 0,268$	$r = 0,386$	$r = 0,098$	

Следует отметить и факт высокой зависимости выживаемости растений полбы от доли сорняков в агрофитоценозе. На неудобренном фоне $r = -0,175$ и на фоне аммофоса $r = -0,098$.

При расчете экономической эффективности изучаемых норм высева полбы учитывали затраты на высеваемые семена, средства химизации и технологические (Таблица 15).

По мере увеличения нормы высева полбы росли прямые затраты на 1 га. На неудобренном фоне с 24003 до 26334 руб. Использование аммофоса увеличило затраты по разным нормам высева от 2663 до 2915 руб. на 1 га.

Максимальная стоимость зерна с 1 га получена при высеве 2 млн/га по неудобренному фону – 38520 руб. и 40680 руб. по аммофосу. Как уменьшение, так и увеличение нормы высева приводило к снижению стоимости зерна с 1 га.

Таблица 15 – Экономическая эффективность норм высева полбы (2021–2023 гг.)

Показатель	Фон удобрения	Норма высева, млн/га			
		1,5	2,0	2,5	3,0
Урожайность зерна, т/га	0	1,91	2,14	1,95	1,89
	N ₁₂ P ₅₂	2,03	2,26	2,07	2,02
Прямые затраты на 1 га, руб.	0	24003	25071	25650	26334
	N ₁₂ P ₅₂	26918	27634	28214	28905
Стоимость зерна с 1 га, руб.	0	34380	38520	35100	34020
	N ₁₂ P ₅₂	36540	40680	37260	36360
Себестоимость 1 т зерна, руб.	0	10473	11715	13154	13933
	N ₁₂ P ₅₂	12275	12227	13630	14310
Условно чистый доход с 1 га, руб.	0	10377	13449	9450	7686
	N ₁₂ P ₅₂	9622	13046	9046	7454
Уровень рентабельности, %	0	43,2	53,6	36,8	29,2
	N ₁₂ P ₅₂	35,7	47,2	32,1	25,8

Себестоимость 1 т зерна была минимальной при высеве 1,5 млн/га по неудобренному фону – 10473 руб. По мере увеличения нормы высева она возрастала до 13933 руб. На фоне аммофоса себестоимость возрастала до 12227–14310 руб.

Условно чистый доход по неудобренному фону достигал максимума при высеве 2 млн/га – 13449 руб. и на фоне аммофоса – 13046 руб. Как уменьшение, так и увеличение нормы высева приводило к уменьшению чистого дохода.

В итоге для засушливых лет исследований максимальный уровень рентабельности достигнут при высеве 2 млн всхожих зерен на 1 га – 53,6 % по неудобренному фону. При внесении при посеве 1 ц аммофоса уровень рентабельности снижался на 6,4 %.

4 ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ ПОЛБЫ

В опытах за контроль принят вариант без удобрений. При посеве одновременно вносили удобрения: аммофос ($N_{12}P_{52}$), аммиачную селитру (N_{34}), смесь аммофоса ($N_{12}P_{52}$) с аммиачной селитрой (N_{34}) и аммиачной селитрой (N_{17}).

Определение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы проводили при посеве, в фазу кущения и перед уборкой урожая в трех вариантах: контроль – без удобрений, аммофос ($N_{12}P_{52}$) и аммиачная селитра (N_{34}).

При посеве запасы влаги были на удовлетворительном уровне в 2020 и 2021 гг. или близком к этому в 2022 г. (Таблица 16).

Таблица 16 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм

Вариант	Год			Среднее
	2020	2021	2022	
При посеве				
Контроль – без удобрений	121,2	94,5	87,0	100,9
Аммофос ($N_{12}P_{52}$)	125,8	98,7	93,5	106,0
Аммиачная селитра (N_{34})	124,0	91,7	86,7	101,8
В фазу кущения				
Контроль – без удобрений	57,9	35,1	50,9	48,0
Аммофос ($N_{12}P_{52}$)	64,0	28,3	54,8	49,0
Аммиачная селитра (N_{34})	54,7	29,5	50,4	44,9
При уборке				
Контроль – без удобрений	73,7	27,1	78,3	59,7
Аммофос ($N_{12}P_{52}$)	79,5	26,0	75,9	60,5
Аммиачная селитра (N_{34})	74,7	27,2	76,6	59,5

В фазу кущения полбы во все три года запасы продуктивной влаги опускались до очень плохого уровня.

К уборке урожая также отмечали плохой уровень запасов влаги в 2020 и 2022 гг. и очень плохой – в 2021 г.

Полнота всходов полбы во все годы опытов превышала 90 %. В контрольном варианте без применения удобрений всходило 92,0–92,5 % от высеянных всхожих семян (Таблица 17).

Таблица 17 – Полнота всходов полбы, %

Удобрения	Год			Среднее
	2020	2021	2022	
Контроль – без удобрений	92,5	92,0	92,0	92,2
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂)	91,5	91,5	92,0	91,7
Аммиачная селитра (N ₃₄)	90,5	89,5	91,5	90,5
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₃₄)	91,0	90,5	91,5	91,0
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₁₇)	91,0	91,0	92,0	91,3

Установлено слабое влияние вносимых при посеве минеральных удобрений на уровень полноты всходов. Можно лишь говорить о тенденции снижения. Менее всего это отмечено при внесении 1 ц/га аммофоса. В среднем за 3 года разница всего 0,5 %.

Заметнее снижение полноты всходов на фоне внесения 1 ц/га аммиачной селитры – 1,7 %. В варианте с использованием аммофоса и аммиачной селитры по 1 ц/га полнота всходов снижалась всего на 1,2 %, а с уменьшением доли азотного удобрения в 0,5 ц/га разница уменьшалась до 0,9 %.

Приведенные данные позволяют говорить о слабом влиянии минеральных удобрений в предлагаемых нормах на полноту всходов полбы.

Дальнейшее наблюдение за развитием растений полбы показало: уровень их выживаемости за годы исследований превышал 80 % (Таблица 18). Так, в

контрольном варианте к уборке урожая выживало 82,0–82,5 % от высеванных всхожих семян.

Таблица 18 – Выживаемость растений полбы при разном уровне удобрения, %

Удобрения	Год			Среднее
	2020	2021	2022	
Контроль – без удобрений	82,5	82,0	82,0	82,2
Аммофос ($N_{12}P_{52}$)	81,5	81,5	82,0	81,7
Аммиачная селитра (N_{34})	80,5	79,5	81,7	80,6
Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34})	81,0	81,0	81,6	81,2
Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{17})	81,0	81,1	81,9	81,3

Учитывая тот факт, что посеы полбы ежегодно обрабатывали в фазу кущения гербицидом Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га), можно констатировать слабое уменьшение показателя выживаемости культурных растений на фоне внесенных минеральных удобрений.

За 3 года опытов в контрольном варианте без применения удобрений выживало в среднем 82,2 % растений от высеванных всхожих зерновок. Из минеральных удобрений менее всего уменьшало выживаемость растений полбы внесение аммофоса – на 0,5 %. При внесении 1 ц/га аммиачной селитры разница более заметна – 1,6 %, а от ее совместного применения с аммофосом различие уменьшалось до 0,9–1,0 %.

Учет засоренности посевов полбы показал: на фоне гербицида в варианте без применения удобрений доля сорняков в агрофитоценозе колебалась в пределах слабой степени засорения – 2,42–4,65 % (Таблица 19).

Внесение аммофоса уже способствовало увеличению доли сорняков на 0,62 % в среднем за 3 года. Колебания по годам составили от 0,36 до 0,87 %.

Сорняки наиболее активно реагировали на внесение аммиачной селитры. Рост их доли составил 0,83 %, это проявлялось ежегодно.

Таблица 19 – Доля сорняков в агрофитоценозе полбы при разном уровне удобрения, %

Удобрения	Год			Среднее
	2020	2021	2022	
Контроль – без удобрений	2,42	3,64	4,65	3,75
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂)	3,05	4,51	5,01	4,19
Аммиачная селитра (N ₃₄)	3,27	4,79	5,15	4,40
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₃₄)	3,23	4,77	5,04	4,35
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₁₇)	3,09	4,76	5,03	4,29

По мере увеличения доли азота в удобрениях наметился процесс усиления засоренности посевов. Если в аммофосе азота содержится 12 кг, то при добавлении аммиачной селитры 0,5 ц – уже 29 кг и 1 ц – 46 кг. Сорняки реагировали на это увеличением их долей в агрофитоценозе с 4,19 до 4,35 %.

В условиях трех лет опытов ГТК составлял 0,59 (2020 г.), 0,60 (2021 г.) и 1,04 (2022 г.), растения полбы слабо реагировали на внесение удобрений. Если в контрольном варианте без применения удобрений получено 2,67 т зерна с 1 га, то максимальные сборы отмечены при внесении 1 ц аммофоса и 1 ц аммиачной селитры – 2,81 т/га. Прибавка по сравнению с контролем – всего 0,14 т/га (Таблица 20). Хотя различия по вариантам невелики, но во все годы были существенными (Приложения Г1, Г2 и Г3).

Таблица 20 – Урожайность зерна полбы при разном уровне удобрения, т/га

Удобрения	Год			Среднее
	2020	2021	2022	
Контроль – без удобрений	2,57	2,58	2,85	2,67
Аммофос ($N_{12}P_{52}$)	2,68	2,68	2,95	2,77
Аммиачная селитра (N_{34})	2,64	2,64	2,90	2,73
Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34})	2,71	2,73	2,98	2,81
Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{17})	2,69	2,69	2,96	2,78
	НСР ₀₅ 0,03	0,04	0,04	

При определении структуры урожая полбы следует отметить увеличение ряда ее показателей при использовании удобрений. Различия невелики, но выявлены наиболее полно при внесении аммофоса ($N_{12}P_{52}$) с добавлением аммиачной селитры (N_{34}). По сравнению с контролем высота растений увеличивалась на 1,1 см, длина колоса – на 0,27 см, число колосков в колосе – на 0,27 шт., число зерен в колосе – на 0,53 шт. и масса зерна в колосе – на 0,063 г (Таблица 21).

Поскольку запасы влаги определяли по трем вариантам – контроль, аммофос и аммиачная селитра, то здесь и проведем анализ расхода влаги на формирование 1 т зерна полбы (Таблица 22).

Различия по исследуемым вариантам невелики, однако зафиксирована тенденция сокращения расхода влаги с 778 т на контроле без удобрений до 765 т на аммофосе и 764 т на аммиачной селитре. В Нечерноземье России даже в засушливые годы коэффициент водопотребления для яровой пшеницы достигал 500 (Кирюшин, В.И., 1996).

Таблица 21 – Структура урожая полбы при разном уровне удобрений (2020–2022 гг.)

Вариант	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число колосков в колосе, шт	Число зерен в колосе, шт	Масса зерна в колосе, г
Контроль – без удобрений	83,9	5,03	11,03	22,10	0,883
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂)	84,9	5,13	11,23	22,50	0,944
Аммиачная селитра (N ₃₄)	84,9	5,14	11,13	22,40	0,941
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₃₄)	85,0	5,18	11,30	22,63	0,946
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₁₇)	84,9	5,13	11,23	22,57	0,945

Таблица 22 – Коэффициент водопотребления полбы в зависимости от фона удобрений (2020–2022 гг.)

Удобрения	Продуктивная влага, т/га		Урожайность зерна, т/га	Коэффициент водопотребления
	при посеве	при уборке		
Контроль – без удобрений	1009	597	2,67	778
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂)	1060	605	2,77	765
Аммиачная селитра (N ₃₄)	1018	595	2,73	764

Примечание: осадки за вегетационный период в среднем за 2020–2022 гг.

– 1664 т/га

В среднем за 3 года исследований при увеличении урожайности зерна полбы от применяемых удобрений на 0,06–0,14 т/га стоимость продукции воз- растала на 1500–3500 руб., а прямые затраты – на 2516–8160 руб. (Таблица 23).

Таблица 23 – Экономическая эффективность применения удобрений на посевах полбы (2020–2022 гг.)

Показатель	Контроль – без удобрени й	Аммофос (N ₁₂ P ₅₂)	Аммиачная селитра (N ₃₄)	Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₃₄)	Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачна я селитра (N ₁₇)
Урожайность зерна, т/га	2,67	2,77	2,73	2,81	2,78
Прямые затраты на 1 га, руб.	26226	32014	28742	34386	33272
Стоимость продукции с 1 га, руб.	48060	49860	49140	50580	50040
Себестоимость 1 т зерна, руб.	9823	11558	10528	12237	11968
Условно чистый доход с 1 га, руб.	21833	17846	20340	16194	16768
Уровень рентабельности, %	83,2	55,7	71,0	47,1	50,4

При современном уровне цен на минеральные удобрения себестоимость 1 т зерна полбы увеличивалась на 705–2414 руб. В итоге условно чистый доход с 1 га снижался на 1493– 5639 руб. Минимальные потери в рентабельности бы- ли отмечены при внесении аммиачной селитры (N₃₄).

5 ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РАСХОДА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ОПРЫСКИВАНИИ ПОСЕВОВ ПОЛБЫ ГЕРБИЦИДОМ

В полевых опытах были испытаны три нормы расхода жидкости при опрыскивании посевов полбы в фазу кущения гербицидом Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га) – 50, 100 и 200 л/га.

При посеве 2,5 млн всхожих двузернянок полбы на 1 га к уборке урожая выживало в варианте с применением 50 л/га рабочей жидкости в среднем за 3 года на неудобренном фоне 72,8 % растений (Таблица 24). Близкий результат и на фоне аммофоса — 72,5 %.

Таблица 24 – Выживаемость растений полбы, %

Расход рабочей жидкости, л/га	Фон удобрения	Год			Среднее
		2020	2021	2022	
50	0	76,8	72,0	69,6	72,8
	N ₁₂ P ₅₂	76,0	71,6	70,0	72,5
100	0	77,2	72,8	70,8	73,6
	N ₁₂ P ₅₂	76,4	72,4	71,6	73,5
200	0	78,0	73,6	72,0	74,5
	N ₁₂ P ₅₂	77,2	73,2	72,8	74,4

По мере увеличения расхода рабочей жидкости выживаемость растений полбы возрастала. Так, при использовании 100 л/га показатели увеличились до 73,6–73,5 %, а при 200 л/га – до 74,5–74,4 %. Значит, увеличение расхода рабочей жидкости способствовало сохранению большего числа растений полбы к уборке урожая.

Особый интерес представляет реакция сорных растений на увеличение расхода рабочей жидкости. За все годы наблюдений (2020–2022 гг.) доля сорняков была в пределах 10 %, соответствуя слабой степени засоренности (Милащенко Н.З., 1981).

На неудобренном фоне доля сорняков снижалась с 4,06 до 3,23 % (Таблица 25). При этом подобная тенденция проявлялась ежегодно.

Таблица 25 – Доля сорняков в агрофитоценозе полбы в зависимости от расхода рабочей жидкости, %

Расход рабочей жидкости, л/га	Фон удобрения	Год			Среднее
		2020	2021	2022	
50	0	3,03	4,48	4,68	4,06
	N ₁₂ P ₅₂	3,41	5,10	4,96	4,49
100	0	2,73	4,29	4,15	3,72
	N ₁₂ P ₅₂	3,28	4,62	4,99	4,30
200	0	2,42	3,64	3,63	3,23
	N ₁₂ P ₅₂	3,05	4,51	4,17	3,91

На фоне аммофоса следует отметить ежегодное увеличение доли сорняков. В среднем за 3 года в варианте с применением 50 л/га рабочей жидкости это составило 4,49 % (выше, чем на неудобренном фоне, на 0,43 %). По мере увеличения расхода рабочей жидкости доля сорняков в агрофитоценозе сокращалась на 0,19 и 0,58 %.

Наблюдения за водным режимом почвы показали, что запасы продуктивной влаги при посеве полбы в 2020–2022 гг. находились на удовлетворительном уровне (Таблица 26).

Перед уборкой урожая запасы продуктивной влаги ежегодно были на плохом уровне. При этом наметилась тенденция большего иссушения

на фоне аммофоса. Различия невелики (3,1–4,6 мм в 2020 г., 6,0–10,1 мм в 2021 г. и 2,9–9,3 мм в 2022 г.), но просматривались ежегодно.

Таблица 26 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм

Расход рабочей жидкости, л/га	Фон удобрения	При посеве			При уборке		
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
50	0	128,0	109,1	81,1	82,0	88,1	88,2
	N ₁₂ P ₅₂	125,6	108,6	81,0	78,1	78,3	85,3
100	0	128,2	107,9	82,1	82,6	83,7	86,2
	N ₁₂ P ₅₂	129,0	110,2	82,0	79,5	77,7	77,1
200	0	127,3	109,2	82,7	76,5	85,6	83,9
	N ₁₂ P ₅₂	126,6	110,4	82,5	71,9	75,5	74,6

Наблюдаемые различия в запасах продуктивной влаги, уровне доли сорняков в агрофитоценозе и выживаемости растений полбы сказались в конечном счете на урожайности зерна (Таблица 27, Приложения Д1, Д2, Д3).

Увеличение расхода рабочей жидкости с 50 до 100 л/га способствовало формированию дополнительно 0,13 т зерна с 1 га на неудобренном фоне и 0,09 т на фоне аммофоса. При использовании 200 л/га рабочей жидкости дополнительный урожай возрастал до 0,16 и 0,17 т/га, подобная тенденция наблюдалась ежегодно.

При дефиците влаги в почвах южной лесостепи важно иметь представление о коэффициенте водопотребления полбы, то есть о расходе влаги на формирование 1 т зерна (Таблица 28).

На неудобренном фоне при посеве в метровом слое почвы содержалось 1061 т продуктивной влаги в варианте с расходом рабочей жидкости 50 л/га. К уборке в почве оставалось 861 т. При урожайности зерна 2,46 т/га и количестве осадков за вегетационные периоды в 1664 т/га расход воды на формирование 1 т зерна полбы составил 758 т. По мере увеличения расхода рабочей жидкости расход влаги сокращался на 30–31 т.

Таблица 27 – Урожайность зерна полбы в зависимости от расхода рабочей жидкости, т/га

Расход рабочей жидкости, л/га	Фон удобрения	Год			Среднее
		2020	2021	2022	
50	0	2,86	2,28	2,24	2,46
	N ₁₂ P ₅₂	3,18	2,33	2,36	2,62
100	0	2,95	2,37	2,44	2,59
	N ₁₂ P ₅₂	3,23	2,43	2,48	2,71
200	0	2,99	2,39	2,48	2,62
	N ₁₂ P ₅₂	3,34	2,50	2,54	2,79
НСР ₀₅		0,113	0,029	0,098	

Таблица 28 – Коэффициент водопотребления в зависимости от расхода рабочей жидкости (2020–2022 гг.)

Расход рабочей жидкости, л/га	Фон удобрения	Продуктивная влага, т/га		Урожайность зерна, т/га	Коэффициент водопотребления
		посев	уборка		
50	0	1061	861	2,46	758
	N ₁₂ P ₅₂	1051	806	2,62	729
100	0	1061	842	2,59	727
	N ₁₂ P ₅₂	1071	781	2,71	721
200	0	1064	820	2,62	728
	N ₁₂ P ₅₂	1065	740	2,79	713

Примечание: Осадки за вегетационные периоды (2020–2022 гг.) – 1664 т/га.

На фоне аммофоса использование влаги было экономнее. Если при расходе 50 л/га сэкономилось 29 т воды, то при 100 и 200 л/га – 6–15 т.

Рассчитывая зависимости уровня урожайности от выживаемости растений полбы, отметим, что на неудобренном фоне коэффициент γ составил 0,929 и на фоне аммофоса – 0,999.

При сопоставлении расхода рабочей жидкости и урожайности зерна коэффициент γ на неудобренном фоне составил 0,959 и на удобренном 0,975. Ме-

жду расходом рабочей жидкости и долей сорняков в агрофитоценозе тесная связь. По неудобренному фону $r = - 996$ и удобренному – 999.

Чем меньше доля сорняков в агрофитоценозе, тем выше выживаемость растений полбы, r на неудобренном фоне = – 0,998, на удобренном = – 0,974.

В конечном счете оптимальная норма расхода рабочей жидкости определяется при расчете ее экономической эффективности (Таблица 29). При росте урожайности зерна по мере увеличения расхода рабочей жидкости возрастали и прямые затраты на 1 га. На неудобренном фоне плюс 707 и 754 руб. По аммофосу разница – 324 и 410 руб.

Таблица 29 – Экономическая эффективность норм расхода рабочей жидкости при опрыскивании посевов полбы гербицидом (2020–2022 гг.)

Показатель	Фон удобрения	Расход рабочей жидкости, л/га		
		50	100	200
Урожайность зерна, т/га	0	2,46	2,59	2,62
	N ₁₂ P ₅₂	2,62	2,71	2,79
Прямые затраты на 1 га, руб.	0	25433	26140	26187
	N ₁₂ P ₅₂	28380	28704	28790
Стоимость зерна с 1 га, руб.	0	44280	46620	47160
	N ₁₂ P ₅₂	47160	48780	50220
Себестоимость 1 т зерна, руб.	0	10339	10093	9995
	N ₁₂ P ₅₂	10832	10592	10319
Условно чистый доход с 1 га, руб.	0	18847	20480	20973
	N ₁₂ P ₅₂	18780	20076	21430

Показатель	Фон удобрения	Расход рабочей жидкости, л/га		
		50	100	200
Уровень рентабельности, %	0	74,1	78,3	80,1
	N ₁₂ P ₅₂	66,2	69,9	74,4

Однако возрастала и стоимость зерна с 1 га, соответственно на 2340 и 2880 руб. по неудобренному фону и на 1620–3060 руб. по аммофосу. В результате стоимость 1 т зерна сокращалась на 276–344 руб. по неудобренному фону и на 240–513 руб. по аммофосу.

Условно чистый доход с 1 га возрастал по неудобренному фону на 1633–2126 руб. и на 1296–2650 руб. по аммофосу.

В итоге уровень рентабельности был выше на неудобренном фоне и возрастал по мере увеличения расхода рабочей жидкости с 74,1 до 80,1 %. На фоне аммофоса показатели ниже, но также возрастали с 66,2 до 74,4 %.

Увеличение расхода воды при использовании гербицидов, естественно, приводит не только к росту материальных затрат, но и к снижению производительности опрыскивателей. Однако фирмы, производящие гербициды, настаивают на требовании выдерживать рекомендуемые расходы рабочей жидкости для конкретных препаратов. Так, для гербицида Пума Плюс, КЭ рекомендуют 100–300 л/га, а для целого ряда гербицидов против двудольных сорняков до 200–300 л/га.

6 ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА ОБРАБОТКИ ПОСЕВОВ ПОЛБЫ ГЕРБИЦИДОМ

Прежде чем выбирать оптимальный срок обработки посевов полбы гербицидами, необходимо определить видовой состав сорняков. Из ранних яровых в опытах представлена марь белая (*Chenopodium album* L.). Из поздних яровых – щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.). Из мятликовых – куриное просо (*Echinochloa crus galli* L.) и просо сорное (*Panicum miliaceum ruderales*).

При наличии в посевах полбы как двудольных, так и мятликовых сорняков был выбран гербицид Пума Плюс, КЭ. Если этот препарат уберут из продажи, то реально использовать смеси противодвудольных и противомятликовых гербицидов.

Рекомендуется ряд компонентов. Например, Пума Супер 100, КЭ + Элант, КЭ (Кулагин О.В., Смеси..., 2006); Магнум, ВДГ + Прима, СЭ + Ластик Экстра, КЭ (Кулагин О.В., Эффективность..., 2011); Пума Супер 100, КЭ + Эфир 2,4 Д (Москвитин А.С., Влияние..., 2010).

Прежде всего, обратим внимание на влияние гербицида Пума Плюс, КЭ на растения полбы. За основу возьмем рекомендуемый срок применения гербицидов на зерновых культурах – фазу кущения. На неудобренном фоне за 2020-2022 гг. выживаемость колебалась от 84,0 до 78,4 % (Таблица 30). Близкие результаты и на фоне аммофоса – 82,8–79,2 %.

При обработке гербицидом в более ранний срок выживаемость снижалась до 80,0–76,8 % и 80,4–76,0 % – в более поздний. На фоне аммофоса подобные тенденции.

В специфических условиях 2023 г. уровень выживаемости при первом сроке обработки составил всего 64,8–65,2 %. Сдвиг срока обработки на фазу кущения позволил увеличить уровень выживаемости до 68,0–69,4 % и на 2–3 узла у растений полбы – до 71,2–71,6 %.

По средним данным за 4 года оптимальным сроком обработки осталась фаза кущения. Выживаемость составила 74,5–77,6 %.

Таблица 30 – Выживаемость растений полбы при разных сроках обработки посевов гербицидом, %

Срок обработки	Фон удобрения	Год				Среднее
		2020	2021	2022	2023	
2–3 листа полбы	0	80,0	78,0	76,8	64,8	74,9
	N ₁₂ P ₅₂	79,2	78,4	76,8	65,2	74,9
Кущение полбы	0	84,0	79,6	78,4	68,0	77,5
	N ₁₂ P ₅₂	82,8	80,0	79,2	68,4	77,6
2–3 узла полбы	0	80,4	76,4	76,0	71,2	76,0
	N ₁₂ P ₅₂	79,6	77,2	77,2	71,6	76,4

Гораздо контрастнее выглядели данные по засоренности посевов полбы. В условиях 2020–2022 гг. масса сорных растений была минимальной при обработке посевов гербицидом в фазу кущения (Таблица 31). На удобренном фоне сформировалось 22,0–25,8 г/м² и 27,5–33,6 г/м² – на фоне аммофоса.

При более раннем сроке обработки посевов гербицидом отмечалось увеличение массы сорняков, но всего на 3,2–5,0 г/м², а при более позднем на 0,9–2,5 г/м².

Резко изменилась ситуация в 2023 г., когда уже после опрыскивания посевов гербицидом через неделю после первого срока применения выпали обильные осадки, приведя к появлению массовых всходов сорняков, прежде всего *Chenopodium album* L. и *Amaranthus retroflexus* L. При этом наиболее интенсивное развитие сорные растения получили на первых сроках обработки посевов гербицидом – от 146,0–168,0 г/м² по удобренному фону и до 167,0–185,0 г/м² – на фоне аммофоса.

Такое положение с формированием сорного компонента привело к существенному уменьшению массы растений полбы (Таблица 32).

Таблица 31 – Масса сорных растений перед уборкой урожая, г/м²

Срок обработки	Фон удобрения	Год				Среднее
		2020	2021	2022	2023	
2–3 листа полбы	0	25,2	30,8	30,8	168,0	63,70
	N ₁₂ P ₅₂	30,1	36,3	34,4	185,0	71,45
Кущение полбы (контроль)	0	22,0	25,8	25,5	146,0	54,82
	N ₁₂ P ₅₂	27,5	33,6	30,4	167,0	64,62
2–3 узла полбы	0	22,9	27,7	28,0	85,0	40,90
	N ₁₂ P ₅₂	29,0	34,4	36,0	94,0	48,35

Таблица 32 – Масса растений полбы перед уборкой урожая, г/м²

Срок обработки	Фон удобрения	Год				Среднее
		2020	2021	2022	2023	
2–3 листа полбы	0	801,0	640,0	638,4	470,0	637,3
	N ₁₂ P ₅₂	850,8	670,0	664,0	480,0	662,2
Кущение полбы (контроль)	0	890,0	697,2	694,0	490,0	692,8
	N ₁₂ P ₅₂	897,8	706,0	704,8	500,0	702,3
2–3 узла полбы	0	820,0	656,0	653,0	555,0	671,0
	N ₁₂ P ₅₂	858,8	677,6	672,2	570,0	694,6

Следует отметить, что в условиях 2023 г. наибольшее угнетение от сорняков получили растения при раннем сроке применения гербицида, когда на 1 м² сформировалось 470 г по неудобренному фону и 480 г по фону аммофоса. При более поздних сроках обработки гербицидом растения формировали до 555 г/м² по неудобренному фону и 570 г/м² – по фону аммофоса.

С учетом всех данных за 4 года опытов все же выявлено преимущество срока обработки посевов полбы в фазу кущения. На удобренном фоне сформировалось 692,8 г/м² культурных растений и 702,3 г/м² на фоне аммофоса.

При обработке посевов в фазу 2–3 листьев масса растений полбы уступала 55,5 г/м² по удобренному фону и 40,1 г/м² по фону аммофоса. Перенесение гербицидной обработки к образованию 2–3 узлов на стеблях полбы снижало массу ее растений на 21,8 г/м².

Первые три года четко обозначилось преимущество варианта с применением гербицида в фазу кущения. Доля сорного компонента в агрофитоценозе полбы была минимальной (Таблица 33).

Таблица 33 – Доля сорняков в агрофитоценозе полбы, %

Срок обработки	Фон удобрения	Год				Среднее
		2020	2021	2022	2023	
2–3 листа полбы	0	3,05	4,59	4,60	26,33	9,64
	N ₁₂ P ₅₂	3,42	5,14	4,72	27,82	10,27
Кущение полбы (контроль)	0	2,41	3,57	3,76	22,95	8,17
	N ₁₂ P ₅₂	2,97	4,59	4,38	25,04	9,24
2–3 узла полбы	0	2,72	4,05	4,11	13,28	6,04
	N ₁₂ P ₅₂	3,27	4,83	5,08	14,16	6,83

На удобренном фоне – 2,41–3,76 % и на удобренном – 2,97–4,59 %. Отмечена тенденция более активного использования удобрения сорными растениями. Уход с обработкой гербицидом в фазу образования 2–3 узлов у растений полбы приводил к увеличению доли сорняков.

В 2023 г. ситуация существенно изменилась. При обработке посевов гербицидом в период образования 2–3 листьев у растений полбы доля сорняков составила 26,33–27,62 %. С уходом обработки в более поздние сроки доля сорня-

ков снижалась. В фазу кущения полбы она составляла 22,95–25,04 % и при образовании 2–3 узлов – 13,28–14,16 %.

В среднем за 4 года такая тенденция также проявилась. Однако для традиционных погодных условий оптимальным сроком обработки посевов гербицидом для подавления сорняков остается фаза кущения полбы.

Учет урожайности зерна полбы показал, что в обычных условиях преимущество срока обработки гербицидом у фазы кущения (Таблица 34, Приложение Е1–4). Хотя возможными сроками были как более ранние, так и поздние. Снижение урожайности было минимальным.

Естественно, в 2023 г. отмечено явное преимущество более поздних сроков, что снивелировало уровень урожайности в среднем за 4 года. Слабее показатели при обработке посевов гербицидом в период образования 2–3 листьев у растений полбы.

Таблица 34 – Урожайность зерна полбы в зависимости от срока обработки посевов гербицидом, т/га

Срок обработки	Фон удобрения	Год				Среднее
		2020	2021	2022	2023	
2–3 листа полбы	0	2,71	2,24	2,21	0,90	2,01
	N ₁₂ P ₅₂	2,96	2,38	2,28	0,91	2,13
Кущение полбы (контроль)	0	2,82	2,57	2,51	1,24	2,28
	N ₁₂ P ₅₂	3,15	2,67	2,69	1,26	2,44
2–3 узла полбы	0	2,71	2,50	2,48	1,49	2,29
	N ₁₂ P ₅₂	3,06	2,62	2,53	1,53	2,43
НСР ₀₅		0,04	0,06	0,04	0,03	

При расчете экономической эффективности гербицида Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га) результаты двух сроков его применения – в фазу кущения и образования 2–3 узлов на стеблях полбы – идентичные (Таблица 35). Однако

выравнивание показателей произошло за счет преимуществ в 2023 г. по урожайности зерна.

Таблица 35 – Экономическая эффективность сроков обработки гербицидом посевов полбы (2020–2023 гг.)

Показатель	Фон удобрения	2–3 листа полбы	Кущение полбы	2–3 узла полбы
Урожайность зерна, т/га	0	2,01	2,28	2,29
	N ₁₂ P ₅₂	2,13	2,44	2,43
Прямые затраты на 1 га, руб.	0	24106	25931	25931
	N ₁₂ P ₅₂	27022	28510	28510
Стоимость зерна с 1 га, руб.	0	36180	41400	41400
	N ₁₂ P ₅₂	38340	43920	43920
Себестоимость 1 т зерна, руб.	0	10003	11274	11274
	N ₁₂ P ₅₂	11747	11684	11684
Условно чистый доход с 1 га, руб.	0	12074	15469	15469
	N ₁₂ P ₅₂	11318	15410	15410
Уровень рентабельности, %	0	50,1	59,7	59,7
	N ₁₂ P ₅₂	41,9	54,1	54,1

В среднем за 4 года уровень рентабельности применения гербицида составил 59,7 %. При его использовании в ранний срок показатель снижался до 50,1 %.

На фоне аммофоса рентабельность снижалась на 8,2 % в варианте с применением гербицида при образовании 2–3 листа у полбы и на 5,6 % в фазу кущения и образования 2–3 узлов на стеблях полбы.

7 ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ПОСЕВАХ ПОЛБЫ

При определении содержания нитратного азота в слое почвы 0–20 см при посеве полбы показано низкое содержание – в пределах до 10 мг/кг (Таблица 36). При этом не отмечено влияние внесенного с посевом аммофоса. Если в среднем за 3 года в варианте, где предполагалось в дальнейшем использовать гербицид, содержание нитратного азота в слое почвы 0–20 см составляло 9,2 мг/кг, то при дальнейшем использовании комплексной химизации и внесенного аммофоса – 9,7 мг/кг. Значит, не преодолен рубеж в 10 мг/кг. Столь же невелики и различия в слое почвы 20–40 см.

Таблица 36 – Содержание нитратного азота в почве, мг/кг

Вариант	Период отбора почвы	Слой почвы, см	Год			Среднее
			2021	2022	2023	
Гербицид	Посев	0–20	9,5	9,8	8,3	9,2
		20–40	6,4	6,3	5,7	6,1
	Перед уборкой	0–20	9,8	10,2	10,4	10,1
		20–40	7,5	7,2	7,1	7,3
Комплексная химизация + N ₁₂ P ₅₂	Посев	0–20	9,8	9,9	9,5	9,7
		20–40	6,6	6,5	5,9	6,3
	Перед уборкой	0–20	10,9	12,6	13,1	12,2
		20–40	8,5	7,9	8,1	8,2

Перед уборкой урожая, когда растения полбы уже израсходовали часть азота из почвы и внесенного с аммофосом, показатели по нитратному азоту были на грани низких и средних в слое почвы 0–20 см, с некоторым преимуществом комплексной химизации.

Содержание подвижного фосфора при посеве в слое почвы 0–20 см в варианте с дальнейшим применением только гербицида колебалось от 25 до 30 мг/кг (Таблица 37). На фоне внесенного аммофоса показатели возрастали до 27–35 мг/кг. В слое почвы 20–40 см различия менее выражены – от 23,0 до 25,3 мг/кг.

Таблица 37 – Содержание подвижного фосфора в почве, мг/кг

Вариант	Период отбора почвы	Слой почвы, см	Год			Среднее
			2021	2022	2023	
Гербицид	Посев	0–20	28	30	25	27,7
		20–40	23	24	22	23,0
	Перед уборкой	0–20	34	35	33	30,6
		20–40	24	25	26	25,0
Комплексная химизация + N ₁₂ P ₅₂	Посев	0–20	35	33	27	31,7
		20–40	26	25	25	25,3
	Перед уборкой	0–20	39	37	37	37,7
		20–40	26	28	28	27,3

Перед уборкой урожая преимущество по содержанию подвижного фосфора в пользу варианта с комплексной химизацией и применением аммофоса более заметно. В слое почвы 0–20 см это плюс 7,1 мг/кг и в слое 20–40 см плюс 23 мг/кг. Естественно, при таких различиях, трудно ожидать существенных изменений в развитии растений полбы.

В опытах за 2021–2023 гг. использовали норму высева 4 млн всхожих зерен на 1 га. Полнота всходов ежегодно превышала 80 % (Таблица 38). Принципиально на этот показатель могло повлиять лишь внесение аммофоса при посе-

ве полбы. Используемая сеялка La Rossa обеспечивала расположение гранул аммофоса при их минимальном соприкосновении с семенами. В результате снижение полноты всходов полбы было минимальным – 0,25–0,50 %.

Таблица 38 – Полнота всходов полбы при разном уровне химизации, %

Средства химизации	Фон удобрения	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
Гербицид	0	88,75	87,50	81,50	85,92
	N ₁₂ P ₅₂	88,25	87,00	81,00	85,42
Гербицид + альбит	0	89,25	87,25	81,75	86,08
	N ₁₂ P ₅₂	89,00	87,00	81,50	85,83
Комплексная химизация	0	89,00	87,50	81,50	86,00
	N ₁₂ P ₅₂	88,75	87,00	81,25	85,67

Уровень результатов полноты всходов был близок в 2021 и 2022 гг., в среднем 88,83 и 87,21 %. Только в 2023 г. он уменьшился до 81,25–81,75 %.

В среднем за 3 года показатели вариантов были близки – от 85,42 до 86,08 %.

Дальнейшее развитие растений полбы зависело в большей степени от уровня засорения посевов. В 2021 и 2022 гг. масса сорных растений при использовании гербицида Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га) в фазу кущения полбы составляла всего 27,8–31,7 г/м² (Таблица 39). В 2023 г. при обильных осадках через неделю после обработки посевов гербицидом масса сорных растений, преимущественно мари белой и щирицы запрокинутой, составила 84,3–88,7 г/м² на фоне аммофоса (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Обработка посевов полбы гербицидом (2021 г.)

Таблица 39 – Масса сорных растений в посевах полбы перед уборкой урожая, г/м²

Средства химизации	Фон удобрения	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
Гербицид	0	30,6	31,7	87,6	49,97
	N ₁₂ P ₅₂	36,6	36,0	97,9	56,83
Гербицид + альбит	0	27,9	28,9	88,7	48,50
	N ₁₂ P ₅₂	38,9	32,9	93,1	54,97
Комплексная химизация	0	29,3	27,8	84,3	47,13
	N ₁₂ P ₅₂	35,6	32,8	92,2	53,53

Развитие массы сорняков, естественно, привело к угнетению растений полбы. Если в 2021–2022 гг. на 1 м² формировалось 639–717 г, то в 2023 г. только 321–362 г (Таблица 40).

В конечном счете это отразилось на формировании доли сорняков в агрофитоценозе полбы. Если в 2021–2022 гг. показатели на неудобренном фоне составили в варианте с применением только гербицида – 4,52–4,73 % (Таблица 41), то в 2023 – 21,44 %, или в среднем за 3 года – 10,23 %. На фоне аммофоса

доля сорняков возростала до 5,03–5,07 % за первые два года и до 22,36 % в 2023 г.

Таблица 40 – Масса растений полбы перед уборкой урожая, г/м²

Средства химизации	Фон удобрения	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
Гербицид	0	646	639	321	535,33
	N ₁₂ P ₅₂	686	680	340	508,66
Гербицид + альбит	0	659	659	335	554,00
	N ₁₂ P ₅₂	689	688	351	576,00
Комплексная химизация	0	699	695	341	578,33
	N ₁₂ P ₅₂	717	712	362	597,00

Таблица 41 – Доля сорняков в агрофитоценозе полбы, %

Средства химизации	Фон удобрения	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
Гербицид	0	4,52	4,73	21,44	10,23
	N ₁₂ P ₅₂	5,07	5,03	22,36	10,82
Гербицид + альбит	0	4,06	4,20	20,93	9,73
	N ₁₂ P ₅₂	5,34	4,56	20,96	10,29
Комплексная химизация	0	4,04	3,85	19,82	9,24
	N ₁₂ P ₅₂	4,73	4,40	20,30	9,81

При добавлении к гербициду альбита доля сорняков уменьшалась до 9,73 % по неудобренному фону и до 10,29 % по аммофосу.

В вариантах с комплексной химизацией в среднем за 3 года доля сорняков была ниже 10 % как на неудобренном фоне, так и на фоне аммофоса.

Следует отметить, что применение аммофоса активнее использовали сорные растения во все годы исследования без исключения.

К уборке урожая в 2021–2022 гг. в варианте применения гербицида выживаемость растений полбы на неудобренном фоне составляла 71,0–72,5 % (Таблица 42). Близкие значения и по аммофосу – 71,25–72,25 %. По мере усиления уровня химизации выживаемость растений полбы возрастала до 72,5–73,5 %.

Таблица 42 – Выживаемость растений полбы при разном уровне химизации, %

Средства химизации	Фон удобрения	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
Гербицид	0	72,50	71,00	35,50	59,67
	N ₁₂ P ₅₂	72,25	71,25	35,00	59,50
Гербицид + альбит	0	73,00	71,75	35,25	60,00
	N ₁₂ P ₅₂	72,75	72,25	35,75	60,25
Комплексная химизация	0	73,50	72,50	36,25	60,75
	N ₁₂ P ₅₂	73,25	73,00	35,75	60,67

При высоком уровне засорения в 2023 г. выживаемость растений полбы снижалась до 35,25–36,25 % на неудобренном фоне и до 35,0–35,75 % на фоне аммофоса.

Отмеченные изменения в формировании агрофитоценоза полбы сказались на уровне урожайности зерна (Таблица 43, Приложения Ж1–3). В среднем за 3 года опытов на фоне применения только гербицида Пума Плюс, КЭ получено 2,26 т зерна с 1 га. При добавлении к гербициду альбита прибавка всего 0,08 т/га.

На фоне применения комплексной химизации получено дополнительно 0,13 т/га. Столь же слабая реакция полбы и на внесение аммофоса.



Рисунок 6 – Состояние растений полбы в фазу молочно-восковой спелости по сравнению с растениями твердой пшеницы при одинаковом сроке посева (2021 г.)

Таблица 43 – Урожайность зерна полбы в зависимости от уровня химизации, т/га

Средства химизации	Фон удобрения	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
Гербицид	0	2,55	2,54	1,68	2,26
	N ₁₂ P ₅₂	2,68	2,62	1,72	2,34
Гербицид + альбит	0	2,72	2,56	1,74	2,34
	N ₁₂ P ₅₂	2,76	2,69	1,78	2,41
Комплексная химизация	0	2,75	2,63	1,80	2,39
	N ₁₂ P ₅₂	2,80	2,75	1,82	2,46
	НСР ₀₅	0,08	0,06	0,06	

Расчет зависимостей урожайности зерна полбы при разном уровне применения средств химизации от полноты всходов показал, что коэффициент r на неудобренном фоне составил 0,610 и на фоне аммофоса – 0,678.

Более тесная зависимость урожайности зерна от выживаемости растений полбы: на неудобренном фоне $r = 0,938$ и на фоне аммофоса $r = 0,998$. Обратная связь урожайности зерна с долей сорняков в агрофитоценозе. На неудобренном фоне $r = -0,992$ и на фоне аммофоса $r = -0,998$.

При анализе структуры урожая полбы следует отметить, что усиление уровня химизации сказалось на отдельных показателях.

Так, высота растений полбы увеличивалась на 1,46–3,46 см. При этом и применение аммофоса приводило к ее росту на 1,16–2,70 см (Таблица 44).

Таблица 44 – Структура урожая полбы при разном уровне химизации (2021–2023 гг.)

Показатель	Фон удобрения	Уровень химизации		
		Гербицид	Гербицид + альбит	Комплексная химизации
Высота растений, см	0	76,17	77,63	79,63
	N ₁₂ P ₅₂	77,33	80,33	82,10
Длина колоса, см	0	4,76	4,84	4,96
	N ₁₂ P ₅₂	4,90	4,95	5,16
Число колосков в колосе	0	9,72	9,86	10,37
	N ₁₂ P ₅₂	10,06	10,07	11,00
Число зерен в колосе, шт	0	17,61	17,80	19,56
	N ₁₂ P ₅₂	18,24	18,30	20,77
Масса зерна в колосе, г	0	0,683	0,718	0,801
	N ₁₂ P ₅₂	0,725	0,767	0,957

Длина колоса возрастала по мере усиления уровня химизации на 0,08–0,20 см и применения аммофоса на 0,11–0,20 см. Число колосков в колосе от применения средств химизации увеличивалось на 0,14–0,65 шт. Наиболее выражено влияние комплексной химизации на число зерен в колосе, увеличение – 1,95 шт. Еще заметнее рост этого показателя на фоне аммофоса – 2,53 шт.

Исходя из данных по структуре урожая, масса 1000 семян полбы при использовании гербицида составила 38,42 г, гербицида и альбита – 40,55 г и комплексной химизации – 41,07 г (Таблица 45). На фоне аммофоса этот показатель возрастал в зависимости от уровня химизации: на 0,75 г – при использовании только гербицида, на 1,71 г – смеси гербицида и альбита и на 2,64 – при комплексной химизации.

Таблица 45 – Масса 1000 семян полбы при разном уровне химизации, г

Год	Фон удобрения	Уровень химизации		
		Гербицид	Гербицид + альбит	Комплексная химизации
2021	0	38,64	39,45	39,80
	N ₁₂ P ₅₂	41,11	42,04	43,80
2022	0	39,77	40,91	41,84
	N ₁₂ P ₅₂	39,65	40,93	43,69
2023	0	36,85	41,30	41,58
	N ₁₂ P ₅₂	36,76	43,81	43,93
Среднее	0	38,42	40,55	41,07
	N ₁₂ P ₅₂	39,17	42,26	43,71

При проведении опыта по изучению эффективности средств химизации наблюдения за водным режимом почвы осуществлялись в вариантах

с применением только гербицида и комплексной химизации по неудобренному фону и с применением аммофоса. Определение влажности почвы проводили при посеве и перед уборкой урожая.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при посеве полбы были в удовлетворительных пределах (Вадюнина А. Ф., Методы..., 1986), то есть от 90 до 130 мм (Таблица 46). К уборке урожая 2021 г. в почве оставались 13,3–23,0 мм, это соответствует очень плохим запасам. В 2023 г. отмечено 25,9–26,9 мм, что также очень плохие запасы. Лишь в 2022 г. они соответствовали плохим запасам – 79,6–85,3 мм.

Таблица 46 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в зависимости от уровня химизации, мм

Уровень химизации	Фон удобрения	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
При посеве					
Гербицид	0	94,9	90,1	110,8	98,6
	N ₁₂ P ₅₂	94,7	95,5	107,0	99,1
Комплексная химизация	0	99,1	90,2	121,9	103,7
	N ₁₂ P ₅₂	94,6	92,6	115,1	100,8
При уборке					
Гербицид	0	23,0	80,3	26,0	43,1
	N ₁₂ P ₅₂	22,0	85,3	26,3	44,5
Комплексная химизация	0	16,8	83,5	26,9	42,4
	N ₁₂ P ₅₂	13,3	79,6	25,9	39,6

С учетом запасов влаги при посеве и уборке урожая, осадков за вегетационные периоды 2021–2023 гг. и урожайности зерна был рассчитан коэффициент водопотребления полбы (Таблица 47).

Таблица 47 – Расчет коэффициента водопотребления полбы, т (2021–2023 гг.)

Уровень химизации	Фон удобрения	Продуктивная влага, т/га		Урожайность зерна, т/га	Коэффициент водопотребления
		посев	уборка		
Гербицид	0	986	431	2,26	1023
	N ₁₂ P ₅₂	991	445	2,34	985
Комплексная химизация	0	1037	424	2,39	992
	N ₁₂ P ₅₂	1008	396	2,46	963

Примечание. Осадки за вегетационные периоды (2021–2023 гг.) – 1758 т/га.

При использовании только гербицида по неудобренному фону коэффициент водопотребления полбы составил 1023. На фоне аммофоса сокращение до 985. При комплексной химизации показатели были минимальны 992 и 963.

Оценка уровня микробиологической активности почвы проводилась по степени разложения льняного полотна в почве за период от посева до уборки полбы (Таблица 48). Низкий уровень показателей от 19,7 до 34,3 % мы связываем с недостаточным увлажнением почвы в годы исследований. При более высокой обеспеченности влагой в период вегетации 2022 г. (ГТК = 1,04) степень разложения полотна достигала 31,4–34,3 %. При ГТК 0,60–0,84 в 2021 и 2023 гг. степень разложения была минимальной – 19,7–24,5 %.

Таблица 48 — Разложение льняного полотна в зависимости от уровня химизации, %

Вариант	Фон удобрения	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
Гербицид	0	20,6	31,4	24,0	25,3
	N ₁₂ P ₅₂	21,5	32,0	23,0	25,5
Комплексная химизация	0	21,3	34,3	24,5	26,7
	N ₁₂ P ₅₂	19,7	32,1	22,3	24,7

По наблюдениям за посевными и технологическими свойствами семян полбы: показатели колебались в узких пределах. В среднем за 3 года в варианте с применением только гербицида энергия прорастания составила 71,7 % (Таблица 49). При комплексной химизации получены близкие результаты – 71,5 %. Не отмечено влияние аммофоса на величину энергии прорастания.

Таблица 49 – Посевные и технологические свойства семян полбы

Показатель	Год	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Натура, г/л	Клейковина, %
Гербицид	2021	73,5	91,2	512	24,0
	2022	71,6	89,0	488	24,1
	2023	70,0	83,4	373	20,2
	среднее	71,7	87,9	457,7	22,8
Гербицид и N ₁₂ P ₅₂	2021	73,4	91,0	511	24,1
	2022	71,5	88,9	488	24,2
	2023	70,1	83,6	373	20,3
	среднее	71,7	87,8	457,3	22,9
Комплексная химизация	2021	73,3	91,0	511	24,0
	2022	71,2	89,0	489	24,3
	2023	70,1	83,6	374	20,3
	среднее	71,5	87,9	458,0	22,9
Комплексная химизация и N ₁₂ P ₅₂	2021	73,4	91,1	512	24,1
	2022	71,1	89,0	489	24,5
	2023	70,1	83,5	374	20,4
	среднее	71,5	87,9	458,3	23,0

Всхожесть сформировавшихся семян полбы также слабо реагировала на применяемые средства химизации. Колебания в узких пределах – 87,8– 87,9 %. Хотя по годам различия были значительными. На фоне гербицида: от 83,4 % в 2023 г. до 91,2 % в 2021 г. Подобные расхождения отмечались и по другим вариантам.

Натура зерна полбы также слабо реагировала на фон химизации. Различия по вариантам минимальные – 457,3–458,3 г/л. Значительные отклонения отмечены по годам. Если в 2021 г. она составляла 511–512 г/л, то в 2023 г. – 373–374 г/л.

Содержание клейковины также минимально различалось по вариантам химизации – 22,8–23,0 %. Только в 2023 г. показатели составляли 20,2–20,4 %, а в предшествующие – 24,0–24,5 %.

При современном уровне цен на средства химизации в опытах оптимальным вариантом оказалось применение гербицида Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га). Уровень рентабельности составил 62,7 % (Таблица 50).

Таблица 50 – Экономическая эффективность применения средств химизации на посевах полбы (2021–2023 гг.)

Показатель	Фон удобрения	Гербицид	Гербицид + альбит	Комплексная химизация
Урожайность зерна, т/га	0	2,26	2,34	2,39
	N ₁₂ P ₅₂	2,34	2,41	2,46
Прямые затраты на 1 га, руб.	0	25009	26179	31367
	N ₁₂ P ₅₂	27190	28702	33890
Стоимость продукции с 1 га, руб.	0	40680	42120	43020
	N ₁₂ P ₅₂	42120	43380	44280
Себестоимость 1 т зерна, руб.	0	11066	11187	13124
	N ₁₂ P ₅₂	11620	11910	13777
Условно чистый доход с 1 га, руб.	0	15671	15941	11653
	N ₁₂ P ₅₂	14930	14678	10390
Уровень рентабельности, %	0	62,7	60,9	37,2
	N ₁₂ P ₅₂	54,9	51,1	30,7

Дополнительное использование альбита приводило к снижению этого показателя на 1,9 %, а применение комплексной химизации к снижению уровня рентабельности на 25,5 %.

Внесение аммофоса ($N_{12}P_{52}$) при посеве полбы снижало уровень рентабельности на 7,8–9,8 % и 6,5 %, хотя и оставалось выгодным.

8 ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОРОНОВАНИЯ ПОСЕВОВ ПОЛБЫ

Одной из доступных мер по защите зерновых культур от сорняков может стать боронование (Милащенко Н.З., Борьба..., 1978).

В опыте использовались до- и послевсходовое боронование. Довсходовое боронование проводили в период, когда проростки сорняков находились в фазе «белых нитей», а размер проростков полбы не превышал длину ее семян. Практически это наступало на четвертые – пятые сутки после посева.

К этому времени в почве зафиксированы проростки ряда малолетних ранних яровых сорняков (гречиха татарская – *Fagopyrum tataricum* L.; марь белая – *Chenopodium album* L.; сурепка полевая – *Brassica campestris* L.; горец вьюнковый – *Polygonum convolvulus* L.; овсюг – *Avena fatua* L.).

Несмотря на то, что полные всходы полбы отмечались уже 20 мая, к этому времени появлялись всходы и малолетних позднеяровых сорняков (щирца запрокинутая – *Amaranthus retroflexus* L.; куриное просо – *Echinochloa crus galli* L.; просо сорное – *Panicum miliaceum ruderales*).

При учете засоренности посевов полбы перед уборкой урожая в контрольном варианте, где не проводились мероприятия по подавлению сорняков, ежегодно отмечалась их доля в агрофитоценозе, близкая к 10 % (Таблица 51). На фоне внесенного при посеве аммофоса этот показатель превысил 10 % в течение двух лет из трех и в среднем составил 10,16 %.

При довсходовом бороновании удавалось снизить долю сорняков в среднем за 3 года на неудобренном фоне до 5,89 %. Сорные растения усиливали свою долю на фоне удобрения до 6,16 %.

Боронование посевов при сформировавшихся всходах полбы слабее подавляло всходы сорняков. Их доля достигала 7,78–8,55 % (меньше контрольного варианта всего на 1,79–1,61 %). При этом наиболее устойчивыми к этому мероприятию оказались просо сорное и куриное.

Таблица 51 – Доля сорняков в агрофитоценозе полбы в зависимости от приемов ухода за посевами, %

Приемы ухода за посевами	Фон удобрения	Год			Среднее
		2020	2021	2022	
Контроль – без боронования	0	8,77	9,94	9,99	9,57
	N ₁₂ P ₅₂	8,89	10,61	10,98	10,16
Довсходовое боронование	0	5,46	5,59	6,01	5,89
	N ₁₂ P ₅₂	5,87	6,17	6,45	6,16
Послевсходовое боронование	0	7,05	8,21	8,09	7,78
	N ₁₂ P ₅₂	8,30	8,58	8,76	8,55
Пума Плюс, КЭ – 1,4 л/га	0	3,21	4,52	4,73	4,15
	N ₁₂ P ₅₂	3,55	5,07	5,03	4,55

Наиболее полное подавление сорняков ежегодно отмечалось при использовании гербицида Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га) в фазу кущения полбы. Доля сорняков на неудобренном фоне составляла 3,21–4,73 %. Сорные растения усиливали свои позиции на фоне аммофоса, где их доля возрастала до 3,55–5,07 %.

В конечном счете, уровень засоренности посевов полбы отразился на урожайности зерна (Таблица 52). В этом плане применение боронования посевов было выгоднее применять в довсходовый период, это обеспечивало увеличение сбора зерна на 0,14 т/га по неудобренному фону и на 0,16 т/га по удобренному. При этом прибавки были ежегодно существенными.

Таблица 52 – Урожайность зерна полбы в зависимости от приемов ухода за посевами, т/га

Приемы ухода за посевами	Фон удобрения	Год			Среднее
		2020	2021	2022	
Контроль – без боронования	0	2,20	2,22	2,30	2,24
	N ₁₂ P ₅₂	2,30	2,29	2,40	2,33

Приемы ухода за посевами	Фон удобрения	Год			Среднее
		2020	2021	2022	
Довсходовое боронование	0	2,37	2,38	2,39	2,38
	N ₁₂ P ₅₂	2,48	2,49	2,51	2,49
Послевсходовое боронование	0	2,26	2,25	2,30	2,27
	N ₁₂ P ₅₂	2,36	2,35	2,33	2,35
Пума Плюс, КЭ – 1,4 л/га	0	2,57	2,58	2,85	2,67
	N ₁₂ P ₅₂	2,68	2,68	2,95	2,77
	НСР ₀₅	0,044	0,059	0,046	

При послевсходовом бороновании результаты слабее. Прибавки в среднем за 3 года – 0,03–0,02 т/га, чаще несущественные.

Использование в фазу кущения полбы гербицида Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га) обеспечивало ежегодные существенные прибавки урожайности зерна – от 0,36 до 0,55 т/га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. За годы проведения опытов погодные условия охарактеризованы как слабозасушливые в 2022 г. (ГТК = 1,04), засушливые в 2023 г. (ГТК = 0,84) и очень засушливые в 2020 и 2021 гг. (ГТК = 0,59 и 0,60).

2. Оптимальная норма высева полбы за 2021–2023 гг. – 2,0 млн всхожих двузернянок на 1 га. Урожайность зерна – 2,14 т/га, при уровне рентабельности 53,6 %. Внесение аммофоса ($N_{12}P_{52}$) при посеве обеспечило увеличение сбора зерна на фоне низкой влагообеспеченности вегетационных периодов на 0,12 т/га. При этом уровень рентабельности снижался до 47,2 %.

3. Оценивая эффективность применения удобрения в засушливых условиях при современном уровне цен, следует констатировать снижение условно чистого дохода на 1493– 5639 руб. с 1 га и уровня рентабельности на 12,2 – 36,1%. Минимальные потери в этих показателях отмечены при внесении аммиачной селитры (N_{34}).

4. Срок обработки посевов полбы гербицидом Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га) в условиях 2020–2023 гг. целесообразно было сдвигать до фазы кущения и вплоть до образования 2–3 узлов у культуры.

5. Оптимальная норма расхода рабочей жидкости при опрыскивании посевов полбы гербицидом Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га) - 200 л/га. Уровень рентабельности 80,1 % на удобренном фоне и 74,4 % на фоне аммофоса.

6. В засушливых условиях 2021–2023 гг. оказалось экономически целесообразнее из средств химизации применять гербицид Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га). Уровень рентабельности – 62,7 %. По мере увеличения применяемых средств химизации уровень рентабельности снижался до 30,7 %, оставаясь экономически выгодным.

7. Применение комплексной химизации на посевах полбы не приводило к снижению посевных свойств семян, а также натуре и содержания клейковины в зерне.

8. При уходе за посевами полбы эффективнее использовать довсходовое боронование. Снижение доли сорняков на 3,68–4,00% и прибавка в урожайности зерна – 0,14–0,16 т/га.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

При возделывании полбы сорта Руно в условиях южной лесостепи Западной Сибири рекомендуется использовать норму высева 2 млн всхожих двузернянок на 1 га, обрабатывать посевы в фазу кущения гербицидом Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га) с расходом рабочей жидкости – 200 л/га, что позволит получить урожайность зерна 2,35 т/га и уровень рентабельности 64,5%. Вносить при посеве аммиачную селитру, в дозе N_{34} , что обеспечивает урожайность зерна 2,73 т/га и уровень рентабельности 71,0%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический справочник по Омской области: справочник / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. – Ленинград: ГИМИЗ, 1959. – 228 с.
2. Агротехнический метод защиты растений: учеб. пособие / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Ю. И. Чулкин [и др.] ; под ред. А.Н. Каштанова. – М.: Маркетинг; Новосибирск: ООО: ЮКЭА, 2000. – 336 с.
3. Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири / Академия наук СССР, Сиб. отд-ние. Ин-т почвоведения и агрохимии; под. ред. В. П. Панфилова. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. – 540 с.
4. Азиев К. Г. Сорта, семеноводство и технология производства семян / К. Г. Азиев // Яровая пшеница в Сибири. – М.: Россельхозиздат, 1981. – С. 5–42.
5. Алабушев А. В. Стабилизация производства зерна в условиях изменения климата / А. В. Алабушев // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 4. – С. 8–13.
6. Александрова И. Т. Технологические свойства полбы Иркутской области / И. Т. Александрова, О. С. Дуния // Техника и технологии продуктов питания: Наука. Образование. Достижения. Инновации : II Международная научно-практическая конференция, посвященная 50-летию кафедры «Технология продуктов из растительного сырья», Улан-Удэ, 30 июня – 04 июля 2016 года / Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления. – Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2016. – С. 18–21.
7. Алехин В. Т. Хозяйственная и экономическая эффективность альбита / В. Т. Алехин, В. М. Слободянюк, А. К. Злотников // Защита и карантин растений. – 2005. – № 9. – С. 26–27.
8. Альбит в качестве антидота при использовании с гербицидами / В. В. Гамуев, А. В. Рябчинский, А. К. Злотников [и др.] // Защита и карантин растений. – 2007. – № 7. – С. 25–26.

9. Альбит повышает эффективность применения гербицидов / А. К. Злотников, В. Р. Сергеев, Н. А. Кудрявцев [и др.] // Земледелие. – 2006. – № 1. – С. 34–36.
10. Альбит способствует ускоренному развитию сельскохозяйственных культур / А. К. Злотников, В. К. Гинс, Л. Ф. Пухова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2005. – № 11. – С. 27–28.
11. Амиров М.Ф. Яровая твердая пшеница в лесостепи Поволжья / М. Ф. Амиров, А. М. Амиров. – Казань: Бриг. 2018. – 290 с.
12. Антидотная активность регулятора роста Альбит при сочетании с различными функциональными группами пестицидов / Е. И. Хрюкина, А. К. Злотников [и др.] // Биопрепарат Альбит для повышения урожая и защиты растений: опыты, рекомендации, результаты применения. – М.: Агрорус. – 2009. – С. 106–112.
13. Артюшенко А. В. Полба как крупяная и фуражная культура / А. В. Артюшенко // Труды Кустанайской государственной областной сельскохозяйственной опытной станции. – 1973. – Т. 1. – С. 22–29.
14. Асеев В. Ф. Эффективность применения минеральных удобрений под пшеницу в южной части Тюменской области / В. Ф. Асеев, Н. Х. Губайдуллин // Агрехимия. – 1975. – № 7. – С. 59-64.
15. Астахов И. Ю. Химический состав и технологические свойства полбяной муки / И. Ю. Астахов, П. П. Курочкин, Д. Д. Игнатов // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1(2). – С. 59-62.
16. Баженова И. А. Исследование технологических свойств зерна полбы (*Triticum dicossum* Schrank.) и разработка кулинарной продукции с его использованием: специальность 05.18.15 «Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания»: дис. ... на соискание ученой степени канд. техн. наук / Баженова Ирина Анатольевна. – Санкт-Петербург, 2004. – 143 с.

17. Березовский М. Влияние удобрений на эффективность гербицидов / М. Березовский, Г. Баздырев // Химия в сельском хозяйстве. – 1972. – № 12. С. 42–44.
18. Биологическая активность лугово-черноземных почв Омского Прииртышья / О. Ф. Хамова, Л. В. Юшкевич, Н. А. Воронкова [и др.]. – Омск : Омскбланкиздат, 2019. – 94 с.
19. Богатырева Т. Г. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий / Т. Г. Богатырева, Е. В. Иунихина, А. В. Степанова // Хлебопродукты. – 2013. – № 2. – С. 40–42.
20. Богданов Н. И. Черноземы и лугово-черноземные почвы Западно-Сибирской провинции: автореф. дисс. ... д-ра биол. наук: 06.01.03 / Богданов Николай Ильич. – Новосибирск, 1976. – 40 с.
21. Боровик А. Н. Сорт пшеницы полбы яровой (*T. Dicocum Schrank*) Руно / А.Н. Боровик, Н.С. Акулов // V съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 200-летию со дня рождения Чарльза Дарвина. – М., 2009. – С. 190–195.
22. Вавилов Н. И. Пшеницы Абиссинии и их положение в общей системе пшениц / Н. И. Вавилов: Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1931. – 233 с.
23. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв: учебное пособие для вузов / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
24. Васин В. Г. Растениеводство / В. Г. Васин, А. В. Васин, Н. Н. Ельчанинова. 2-е изд., доп. и перераб. – Самара, 2009. – 527 с.
25. Влияние полбяной муки на качество сдобного печенья / Е. В. Крюкова, Д. В. Гращенков, Н. В. Лейберова [и др.] // Кондитерское производство. – 2014. – № 3. – С. 15–17.
26. Влияние приемов агротехники на урожай и качество зерна пшеницы полбы (двузернянка) в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шай-

хутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибяттов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5(51). – С. 103–108.

27. Влияние различных способов и форм применения азотных удобрений на урожайность зерновых культур / Н. В. Гоман, И. А. Бобренко, В. И. Попова [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3(47). – С. 15–23.

28. Влияние фона питания, сроков сева и предшественников на рост и развитие и урожай пшеницы двузернянки (полба) в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Д. Х. Зиннатуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12, № 4(47). С. 100–105.

29. Воробейников Г. А. Продуктивность полбы и мягкой яровой пшеницы / Г. А. Воробейников, С. В. Кондрат // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 30–31.

30. Воробьев С. А. Севообороты интенсивного земледелия / С. А. Воробьев. – М.: Колос. 1979. – 368 с.

31. Востров И. С. Определение биологической активности почвы различными методами / И. С. Вострецов, А. Н. Петрова // Микробиология. – 1961. – Т. 30. – № 4. – С. 665–672.

32. Галеев Р. Р. Урожайность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от уровня интенсификации производства в лесостепи Приобья / Р. Р. Галеев, И. С. Самарин // Вестник Новосибирского ГАУ. – 2018. – № 1(46). – С. 9–15.

33. Гамзиков Г. П. Агрохимия азота в агроценозах / Г. П. Гамзиков. – Новосибирск: Изд.-во ИИЦ ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии, 2013. – 790 с.

34. Гладков Д. В. Влияние норм расхода рабочего раствора гербицида Диален Супер на эффективность опрыскивания посевов ярового ячменя в условиях Зауралья: специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство»: дис. ... на соискание ученой степени канд. с.-х. наук / Гладков Денис Викторович. – Курган, 2006. – 189 с.

35. Груздев Г. С. Сорняки – враги урожая, знайте и уничтожайте их / Г. С. Груздев, Г. И. Баздырев // Земледелие. – 1984. – № 1. – С. 63.
36. Доронин В. Г. Защита яровой мягкой пшеницы от листостебельных болезней / В. Г. Доронин, Е. Н. Ледовский, С. В. Кривошеев // Земледелие. – 2016. – № 6. – С. 43–46.
37. Доронин В. Г. Эффективность защиты зерновых культур на юге Западной Сибири / В. Г. Доронин, Е. Н. Ледовский, В. И. Дмитриев // Защита и карантин растений. – 2012. – № 10. – С. 22–24.
38. Дорофеев В. Ф. Пшеницы Закавказья / В. Ф. Дорофеев // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1992. – Т.47, вып. 1. С. 3–20.
39. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
40. Дробышев А. П. Севообороты и эффективность использования атмосферных осадков / А. П. Дробышев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3(77). – С. 46–49.
41. Дулов М. И. Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья при применении ресурсосберегающих технологий возделывания / М. И. Дулов, А. П. Троц // Сельскохозяйственная биология. – 2007. – Т. 42, № 5. – С. 100–104.
42. Емельянов Ю. Я. Эффективность гербицидов в сочетании с удобрениями на урожайность пшеницы после кукурузы / Ю. Я. Емельянов, А. Н. Копылов, Е. В. Кириллова // Повышение эффективности почвозащитных ресурсосберегающих систем земледелия : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения В. Г. Холмова, Омск, 10 ноября 2011 года / под общ. ред. академика И. Ф. Храмцова. – Омск: Вариант-Омск, 2012. – С. 131–134.
43. Ермохин Ю. И. О плодородии почвы и применении минеральных удобрений в Омской области / Ю. И. Ермохин, О. Д. Шойкин // Омский научный вестник. – 2015. – № 1(138). – С. 93–96.

44. Живаев Д. А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Д. А. Живаев, Г. Е. Гришин // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 28–29.
45. Журавлев М. З. Водный режим чернозема лесостепи Западной Сибири / М. З. Журавлев // Тр. Омского СХИ. Т. XXXVI. – Омск, 1959. – 142 с.
46. Журина Л. Л. Агрометеорология: учебник / Л. Л. Журина, А. П. Лосев. – СПб.: Квадро, 2012. – 368 с.
47. Захаренко А. В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия: монография / А. В. Захаренко. – М.: ТСХА, 2000. – 470 с.
48. Захаренко В. А. Проблема резистентности вредных организмов к пестицидам — мировая проблема / В. А. Захаренко // Вестник защиты растений. – 2001. – № 1. – С. 3–7.
49. Захаров А. А. Влияние минеральных удобрений на урожай и технологические качества яровой пшеницы в зависимости от предшественников / А. А. Захаров, А. Е. Пшеничный // Агрохимия. – 1975. – № 7. – С. 52–58.
50. Зеленев А. В. Создание перспективных сортов яровой полбы в Нижнем Поволжье / А. В. Зеленев, П. А. Смутнев, И. Н. Маркова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 2(54). – С. 82–89. – DOI 10.32786/2071-9485-2019-02-9.
51. Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области) / РАСХН, Сиб. отд-ние, СибНИИСХ. – Новосибирск. 2003. – 412 с.
52. Зиннатуллин Д. Х. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы полбы (*Triticum Dicoccum Schuebl*) в северной части лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Зиннатуллин Дамир Халимуллович. – Казань, 2019. – 20 с.
53. Злотников А. К. Применение биопрепарата для повышения устойчивости растений к засухе и другим стрессорам / А. К. Злотников, К. М. Злотников // Агро XXI. – 2007. – № 10-12. – С. 37–38.

54. Злотников А. К. Фунгицидные свойства регулятора роста Альбит / А. К. Злотников, В. Т. Алехин, Г. В. Волкова // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 38–41.
55. Иванов В. К. Климат Омска: результаты 40-летних наблюдений метеорологической станции Омского сельскохозяйственного института им. С. М. Кирова / В. К. Иванов. – Омск: ОмСХИ, 1974. – 54 с.
56. Иванов В. К. Климат Омской области / В. К. Иванов. – Омск: ОмГиз, 1947. – 30 с.
57. Ионин П. Ф. Борьба с сорняками при интенсификации земледелия Западной Сибири / П. Ф. Ионин. – Омск: ОмСХИ, 1992. – 256 с.
58. Использование древних видов пшеницы для укрепления иммунной системы детского организма / С. К. Темирбекова, Э. Ф. Ионов, Н. Э. Ионова [и др.] // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2014. – № 1–2 (10–11). – С. 46–48.
59. Исследование свойств полбы / С. В. Зверев, И. А. Панкратьева, Л. В. Чиркова [и др.] // Хлебопродукты. – 2016. – № 1. – С. 66–67.
60. Карпова Л. В. Влияние удобрений на формирование плотности агроценоза, посевные качества и биохимический состав семян яровой пшеницы / Л. В. Карпова, А. В. Строгонова // Нива Поволжья. – 2019. – № 4(53). – С. 2–8.
61. Карпова Л. В. Эффективность применения комплексных жидких удобрений в хелатной форме на фоне естественного и минерального питания растений яровой пшеницы / Л. В. Карпова, Г. А. Карпова, А. В. Строгонова // Нива Поволжья. – 2020. – № 4(57). – С. 51–57.
62. Карягина Л. А. Микробиологические основы повышения плодородия почв / Л. А. Карягина. – Минск: Наука и техника, 1983. – 181 с.
63. Касьяненко В. А. Пума плюс – новый препарат для одновременного контроля злаковых и двудольных сорняков / В. А. Касьяненко // Защита и карантин растений. – 2013. – № 12. – С. 46.
64. Каталог образцов пшениц мировой коллекции ВИР с характеристикой содержания белка и аминокислот / В. Г. Конарев [и др.]. – Л., 1972. – 110 с.

65. Качинский Н. А. Физика почв / Н. А. Качинский. – М.: Сельхозизд, 1965. – Ч. 1. – 323 с.
66. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 367 с.
67. Клевенская И. Л. Микрофлора почв Западной Сибири / И. Л. Клевенская, Н. Н. Наплекова, Н. И. Гантимурова. – Новосибирск: Наука, 1970. – 228 с.
68. Клевенская И. Л. Микрофлора черноземов Сибири / И. Л. Клевенская // Микрофлора почв северной и средней части СССР. – М.: Наука, 1966. – С. 250–273.
69. Кобылянский В. Д. Агробиологическая оценка образцов голозерной полбы в условиях Красноярской лесостепи / В. Д. Кобылянский, Н. А. Сурин, Н. М. Попова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10–3. – С. 601–605.
70. Козина Е. И. Влияние совместного применения гербицидов и удобрений на засоренность поля и структуру урожая пшеницы / Е. И. Козина, Н. Е. Богданова. – Бюл. ВИУА. – 1980. – № 54. – С. 47–50.
71. Колмаков Ю. В. Элементы агротехники получения качественного зерна пшеницы / Ю. В. Колмаков, П. В. Поползухин, Л. В. Юшкевич // Повышение эффективности почвозащитных ресурсосберегающих систем земледелия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию со дня рождения В. Г. Холмова. – Омск, 2012. – С. 216–220.
72. Колмаков Ю. В. Эффективность зернопроизводства пшеницы в Омской области при контроле качества зерна и продуктов его переработки: монография / Ю. В. Колмаков, В. И. Капис, В. М. Распутин. – Омск : [Сфера], 2003. – 132 с.
73. Комплексное использование средств химизации при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири: рекомендации / составители А. Н. Власенко [и др.]; Россельхозакадемия, СибНИИЗ и Х. – Новосибирск, 2011. – 39 с.

74. Кошелев Б. С. Организационно-экономические основы производства зерна в Западной Сибири: монография / Б. С. Кошелев. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2001. – 456 с.
75. Кривченко В. И. Устойчивость зерновых злаковых культур к возбудителям головневых болезней: дис. ... д-ра с.-х. наук / В. И. Кривченко – Л., 1973. – 287 с.
76. Крюкова Е. В. Исследование химического состава полбяной муки / Е. В. Крюкова, Н. В. Лейберова, Е. И. Лихачева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые биотехнологии. – 2014. – Т. 2, № 2. – С. 75–81.
77. Кулагин О. В. Смеси гербицидов на яровой пшенице / О. В. Кулагин, П. И. Кудашкин // Защита и карантин растений. – 2006. – № 1. – С. 34.
78. Кулагин О. В. Эффективность комплексного применения пестицидов / О. В. Кулагин, П. И. Кудашкин // Защита и карантин растений. – 2011. – № 6. – С. 23–24.
79. Ладонин В. Ф. Комплексное применение гербицидов и удобрений в интенсивном земледелии : монография / В. Ф. Ладонин, А. М. Алиев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.
80. Ладонин В. Ф. Проблемы комплексного применения средств химизации в земледелии / В. Ф. Ладонин // Земледелие. – 2000. – № 3. – С. 12–13.
81. Ледовский Е. Н. Эффективность применения систем гербицидов и фунгицидной обработки в четырехпольном зернопаровом севообороте в южной лесостепи Западной Сибири: специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство»: дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук / Евгений Николаевич Ледовский. – Омск, 2013. – 193 с.
82. Лисунов В. В. Климат и урожай / В. В. Лисунов, А. А. Онучин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2002. – № 1–2. – С. 17–23.
83. Любомиров Д.О. О культуре полбы в России до середины XVIII века / Д.О. Любомиров // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1927-28 гг. – Т. 18. – Вып. 1.– С. 67–96.

84. Мальцев М. И. Биологическая активность эродированных черноземов в агроландшафтах лесостепи Алтайского Приобья / М. И. Мальцев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2(160). – С. 32–37.
85. Малютина Т. Н. Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы / Т. Н. Малютина, В. Ю. Туренко // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – № 4(70). – С. 166–171.
86. Мезенцев В. С. Атлас увлажнения и теплообеспеченности Западно-Сибирский равнины / В. С. Мезенцев. – Омск: ОмСХИ, 1961. – 69 с.
87. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – Вып. 2. – 176 с.
88. Методика и техника учета сорняков: науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1969. Вып. 26. – 196 с.
89. Методика определения влажности зерна. – ГОСТ 13586.5 – 2015.
90. Методика определения нитратного азота по Грандваль-Ляжу. – ГОСТ 26488 – 85.
91. Методика определения подвижных форм фосфора и обменного калия по Чирикову. – ГОСТ 26204 – 91.
92. Методика определения энергии прорастания и всхожести семян по ГОСТ Р 52325 – 2005.
93. Милащенко Н. З. Система мер борьбы с сорной растительностью в севооборотах / Н. З. Милащенко, А. Ф. Неклюдов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1981. – № 1. – С. 8–16.
94. Милащенко Н. З. Эффективность гербицидов на паровых полях при плоскорезной обработке почвы / Н. З. Милащенко, М. С. Раскин, П. Ф. Ионин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1975. – № 6. – С. 1–7.
95. Минкевич И. А. Растениеводство: учебное пособие / И. А. Минкевич – М.: Высшая школа. – 1965. – 534 с.

96. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е. Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 342 с.
97. Мищенко Л. Н. Диагностика и классификация почв Западной Сибири и их сельскохозяйственное использование: учебное пособие / Л. Н. Мищенко, А. И. Семенкин, В. И. Убогов. – Омск: Издательство ОмГАУ, 2002. – 68 с.
98. Мищенко Л. Н. Почвы Западной Сибири: учебное пособие / Л. Н. Мищенко, А. Л. Мельников. – Омск: Издательство ОмГАУ, 2007. – 284 с.
99. Мойса И. И. Содержание белка и лизина в зерне некоторых видов пшеницы и их диких сородичей / И. И. Мойса // Научн.-техн. бюл. ВНИИР, 1974. – Вып. 7. – С. 15–20.
100. Москвитин А. С. Влияние азотных удобрений и гербицидов на засоренность посевов и урожайность яровой пшеницы / А.С. Москвитин // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 28–29.
101. Муслимов М. Г. Полба – ценная зерновая культура / М. Г. Муслимов, А. Б. Исмаилов // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 3. – С. 40–42.
102. Наплекова Н. Н. Аэробное разложение целлюлозы микроорганизмами в почвах Западной Сибири / Н. Н. Наплекова. – Новосибирск: Наука, 1974. – 250 с.
103. Научные основы земледелия равнинных ландшафтов Западной Сибири / Л. В. Березин, В. Л. Ершов, Ю. Б. Мощенко [и др.] ; Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. – Омск : Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2007. – 310 с.
104. Неклюдов А. Ф. Севооборот – основа урожая / А. Ф. Неклюдов. – Омск: Ом. кн. изд-во, 1990. – 128 с.
105. Немченко В. В. Борьба с сорняками в ресурсосберегающем земледелии лесостепи Зауралья / В. В. Немченко, А. С. Филиппов, А. И. Цыпышев // Повышение эффективности почвозащитных ресурсосберегающих систем земледелия: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения В. Г. Холмова, Омск, 10 ноября 2011 года

/ под общ. ред. академика И.Ф. Храмцова. – Омск: Вариант-Омск, 2012. – С. 114–119.

106. Немченко В. В. Влияние минеральных удобрений и препарата ГУР (хлорхолинхлорид) на полегаемость, урожай и качество зерна яровой пшеницы / В. В. Немченко // Биология и агротехника полевых культур: науч. тр. ОмСХИ. – Омск, 1975. – Т. 137. – С. 87–90.

107. Носатовский А. И. Пшеница / А. И. Носатовский. – М.: Колос. – 1965. – 568 с.

108. Особенности фотосинтетической деятельности растений пшеницы *dicossum* (полба) при различных сроках посева, предшественников и фона питания / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. В. Миникаев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1(52). – С. 58–64.

109. Паршутин Е. Н. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Е. Н. Паршутин // Повышение эффективности почвозащитных ресурсосберегающих систем земледелия: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения В. Г. Холмова, Омск, 10 ноября 2011 года / под общ. ред. академика И. Ф. Храмцова. – Омск: Вариант-Омск, 2012. – С. 104–109.

110. Пельцких Л.А. О некоторых физиологических особенностях растений мягкой пшеницы и полбы / Л. А. Пельцких, В. С. Пельцких // Труды Чувашского СХИ, 1968. – Т. 7. – № 11. – С. 57–62.

111. Петров С. В. Агробиологические основы формирования урожая яровой пшеницы полбы в Предкамье Республики Татарстан: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Петров Сергей Владимирович. – Казань, 2015. – 20 с.

112. Петров С. В. Формирование урожая яровой пшеницы *DICOCCUM* (полба) в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / С. В. Петров, И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 6(36). – С. 31–38.

113. Плотников Н. А. Сорные травы Западной Сибири (краткий определитель): учебное пособие / Н. А. Плотников, Е. К. Левченко. – Омск: ОмСХИ, 1972. – 228 с.
114. Полба – перспективная культура для органического земледелия / С. Д. Гилев, И. Н. Цымбаленко, А. Н. Копылов [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 4(58). – С. 6–11.
115. Пономарева М. Л. Нетрадиционные культуры. Полба / М. Л. Пономарева // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений в Республике Татарстан. – Казань, 2013. – С.403–410.
116. Попов П. Ф. Комплексное применение минеральных удобрений и средств защиты растений на посевах зерновых культур / П. Ф. Попов, А. В. Дирконог, М. Д. Вьюнов // Земледелие. – 2003. – № 1. – С. 6–7.
117. Попова Н. М. Эколого-селекционная оценка образцов полбы / Н. М. Попова // Вестник Красноярского аграрного университета. – № 5. – С. 15–20.
118. Практикум по агрохимии: учеб. пособие / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, О. А. Емельянчик [и др.] / под ред. академика РАСХН В. Г. Минеева. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
119. Продуктивность пшеницы полбы сорта Руно при различных уровнях минерального питания, нормы высева и глубины заделки семян в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов, Р. И. Ибяттов [и др.] // Вестник Казанского ГАУ. – 2017. – № 4(47). – С. 63–67.
120. Прокопьев М. П. О полбе / М. П. Прокопьев // Земледелие. – 1965. – № 1. – С. 77–78.
121. Прокопьев М. П. Селекция полбы двузернянки в Удмурдской АССР / М. П. Прокопьев // Селекция и семеноводство. – 1965. – № 1. – С. 6.
122. Прянишников Д. Н. Растения полевой культуры (частное земледелие) / Д. Н. Прянишников, И. В. Якушкин. – М.: Сельхозгиз. – 1938. – 759 с.
123. Пшеница в СССР (под ред. П. М. Жуковского). – М.: Гос. изд-во с.-х. литературы. – 1957. – 632 с.

124. Пшеницы мира (под ред. Д. Д. Брежнева; сост. В. Ф. Дорофеев. – Л.: Колос. – 1976. – 487 с.
125. Пшеницы мира / В. Ф. Дорофеев, Р. А. Удачин, Л. В. Семенова [и др.]. – Л.: Агропромиздат. – 1987. – 401 с.
126. Растениеводство / Н. А. Майсурян, В. Н. Степанов, В. С. Кузнецов [и др.]. – М.: Колос, 1965. – 488 с.
127. Рейнгард Я. Р. Деградация почв экосистем юга Западной Сибири: монография / Я. Р. Рейнгард. – Лодзь. – Польша, 2009. – 632 с.
128. Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде. – Л.: Гидрометиздат, 1969. – 260 с.
129. Роль предшественника как элемента органического земледелия при возделывании пшеницы полбы в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А. Р. Сержанова [и др.] // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 60–62.
130. Савицкая В. А. Твердая пшеница в Сибири / В. А. Савицкая, С. С. Синицин, А. И. Широков. – М.: Колос, 1980. – 184 с.
131. Сдобникова О. В. Фосфорные удобрения и урожай / О. В. Сдобникова – М.: Агропромиздат, 1985. – 111 с.
132. Семенов П. Г. Особенности формирования урожайности яровой пшеницы двузернянки (*Triticum dicossum* Schrank) в почвенно-климатических условиях Предкамья Республики Татарстан: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 4.1.1 / Семенов Павел Геннадьевич. – Казань, 2024. – 20 с.
133. Синягин И. И. Применение удобрений в Сибири / И. И. Синягин, Н.Я. Кузнецов. – М.: Колос, 1979. – 374 с.
134. Система адаптивного земледелия Омской области / И. Ф. Храмцов, В. С. Бойко, Л. В. Юшкевич [и др.]. – Омск : ИП Макшеевой Е.А, 2020. – 522 с.
135. Смекалова Т. Н. Новый подвид пшеницы *Triticum dicossum* (Schrank) Schuebl. subsp. *nudicoscon* Kobyl. et Smekal. / Т. Н. Смекалова, В. Д. Кобылянский // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – 180(4). – С. 148–151.

136. Смирных И. Г. Практикум по растениеводству / И. Г. Смирных, С. Н. Макеев, С. И. Асташина. – Курган: Зауралье, 2002. – 316 с.

137. Смутнев П. А. Перспективы создания сортов яровой полбы для засушливых условий Нижнего Поволжья на основе использования мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова / П. А. Смутнев, И. Н. Маркова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и Высшее образование. – 2019. – № 2(54). – С. 45–48.

138. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы *Dicocum* (Полба) в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / С. В. Петров, И. С. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов [и др.] // Вестник Казанского ГАУ. – 2014. – № 3(33). – С. 139–143.

139. Спиридонов Ю. Я. Засоренность посевов и борьба с ней / Ю. Я. Спиридонов // Защита и карантин растений. – 1977. – № 2. – С. 16–18.

140. Стефановский Л. Л. Полба или двузернянка / Л. Л. Стефановский // Засухоустойчивость яровых пшениц. – М.: Сельхозгиз, 1950. – С. 191–193.

141. Столетова Е.А. Полба – эммер *Triticum dicocum* Schrank / Е. А. Столетова // Труды по прикладной ботанике и селекции. – Т. 14. – Л., 1924–25. – С. 27–111.

142. Строганова А. В. Формирование урожая, посевных качеств и урожайных свойств семян яровой пшеницы под влиянием удобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Строганова Анна Васильевна. – Пенза, 2021. – 19 с.

143. Ступина Л. А. Влияние азотных минеральных удобрений и биостимуляторов «Биовайс» и «Турмакс» на минеральное питание и урожайность яровой пшеницы в условиях Алейской степи Алтайского края / Л. А. Ступина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6(176). – С. 16–21.

144. Сурин Н. А. Биологические особенности пленчатой и голозерной полбы в условиях Красноярского края / Н. А. Сурин, Н. М. Попова // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 6. – С. 15–17.

145. Тарутин П. П. Полба и ее технологические свойства / П. П. Тарутин, М. Я. Зицерман // Технология крупяного производства. – М., 1958. С. 20–24.
146. Темирбекова С. К. Новые генетические источники устойчивости по зерновым культурам для использования в селекции / С. К. Темирбекова, И. М. Куликов, А. А. Курило // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 4. – С. 42–46.
147. Тихомирова Л. Д. Биологическая активность почвы и ее плодородие / Л. Д. Тихомирова, О. И. Гамзикова // Науч. тр. СибНИИСХ. – Омск, 1970. – Вып. 15. – С. 239–245.
148. Тихомирова Л. Д. Биологический метод определения плодородия почвы / Л. Д. Тихомирова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1972. – № 5. – С. 15–18.
149. Тихомирова Л. Д. Методика наблюдений за эффективным плодородием почвы по степени разложения целлюлозы / Л. Д. Тихомирова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1973. – № 4. – С. 35–37.
150. Ткаченко Т. Полба может выручить / Т. Ткаченко, Н. Сурков // Сельские зори. – 1998. – № 1-2. – С. 8–9.
151. Товароведение зерномучных и кондитерских товаров / Н. А. Смирнова, Л. А. Надеждина, Г. Д. Селезнева [и др.]. – М.: Экономика, 1989. – 352 с.
152. Туганаев А. В. Природа и растения Волжско-Камской Булгарии по материалам письменных и археологических источников / А. В. Туганаев, В. В. Туганаев // Ботанический журнал. – 2008. – Т. 93, № 4. – С. 610–620.
153. Тышкевич Г. Л. Экология и агрономия: монография / Г. Л. Тышкевич ; ред. А. Ф. Палий. – Кишинев : Штиинца, 1991. – 272 с.
154. Удачин Р. А. Полба, забытая в России зерновая культура / Р. А. Удачин // Земля русская. – СПб.: ПАНИ, 2002. – № 2. – С. 8–15.

155. Урожайность полбы и технологические качества зерна в зависимости от приемов возделывания / С. Д. Гилев, И. Н. Цымбаленко, Н. В. Мешкова [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 5(159). – С. 12–16.

156. Фляксбергер К. А. Древнеегипетская и современные полбы эммеры (*Triticum diccosum* Schrank) / К. А. Фляксбергер // Тр. по прикладной ботанике. Генетике и селекции. – Т. 19. – № 1. – 1928. – С. 497–518.

157. Формирование стеблестоя, рост корневой системы и урожайность агроценоза полбы (*Triticum diccosum* Schrank) в зависимости от агротехнологических приемов возделывания / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Д. К. Зиннатуллин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 5. – С. 21–25.

158. Хамова О. Ф. Влияние средств химизации на микрофлору чернозема при его интенсивном использовании в зернопропашном севообороте / О. Ф. Хамова, В. В. Леонова // Экологическое состояние почв и растений Западной Сибири и проблемы их качества: сб. науч. тр. ОмГАУ. – Омск. 1997. – С. 27–32.

159. Хмелева Е. В. Изучение показателей качества зерна полбы и разработка способа производства хлеба на его основе / Е. В. Хмелева, Д. Н. Королев, Ю. В. Пенькова // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы IV Международной научно-практической конференции, Воронеж, 17–18 мая 2016 года / Министерство сельского хозяйства РФ; Департамент аграрной политики Воронежской области; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2016. – С. 174–178.

160. Храмцов И. Ф. Основные параметры воспроизводства почвенного плодородия при длительном применении удобрений в севооборотах / И. Ф. Храмцов, Н. А. Воронкова // Плодородие почв и эффективность удобрений в севооборотах. – Омск: Литера, 2002. – С. 8–16.

161. Храмцов И. Ф. Система применения удобрений и воспроизводство плодородия почв в полевых севооборотах лесостепи Западной Сибири: специальность 06.01.04 «Агрохимия»: автореф. дис. ... на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук / Храмцов Иван Федорович. – Омск, 1997. – 32 с.

162. Ценная зерновая культура полба / В. А. Тюнин, Е. Р. Шрейдер, Н. П. Бондаренко [и др.] // АПК России. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 649–654.

163. Чесалин Г. А. Роль минерального питания в детоксикации гербицидов в растениях / Г. А. Чесалин, Н. В. Филиппова, А. А. Тимофеева // Химия в сельском хозяйстве. – 1983. – № 10. – С. 37–40.

164. Чугунова О. В. Агрономические свойства полбы как нетрадиционного сырья для производства мучных кондитерских изделий / О. В. Чугунова, Е. В. Крюкова // Научный вестник. – 2015. – № 3(5). – С. 90–100.

165. Чулкина В. А. Эпифитотииология (экологические основы защиты растений): учебное пособие / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Г. Я. Стецов; под ред. акад. А. А. Жученко; РАСХН Сиб. отделение. – Новосибирск, 1998. – 198 с.

166. Шакирова Г. И. Пигменты растений и их роль в повышении урожайности и качества продукции кормовых и зерновых культур / Г. И. Шакирова. – Казань: ФЭН, 2003. – 254 с.

167. Шарков И. Н. Влияние погодных условий вегетационного периода на урожайность яровой пшеницы и эффективность азотного удобрения в лесостепи Приобья / И. Н. Шарков, С. А. Колбин // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2020. – № 1(54). – С. 33–41.

168. Эффективность удобрения азотом яровой пшеницы и ячменя в лесостепи Западной Сибири / А. Н. Власенко, И. Н. Шарков [и др.] // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 25–27.

169. Юков В. В. Аминокислотный состав протеина волжской полбы / В.В. Юков, Е. И. Лихачева // Комбикорма. – 2004. – № 7. – С. 40–42.

170. Юков В. В. Волжская полба и продукты ее переработки / В. В. Юков // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2005. – № 1(284). – С. 23-26.

171. Юков В. В. Состав зерна волжской полбы / В. В. Юков, Е. И. Лихачева // Хлебопродукты. – 2005. – № 7. – С. 26–27.

172. Юркин С. Н. Повышение эффективности удобрений в интенсивном земледелии / С.Н. Юркин. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 198 с.

173. Юшкевич Л. В. Эффективность предпосевной обработки почвы в засушливых агроландшафтах Западной Сибири / Л. В. Юшкевич // Повышение эффективности почвозащитных ресурсосберегающих систем земледелия: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения В.Г. Холмова, Омск, 10 ноября 2011 года / под общ. ред. академика И.Ф. Храмцова. – Омск: Вариант-Омск, 2012. – С. 30–40.

174. Якубцинер М. М. Мировые ресурсы пшеницы на службе советской селекции / М. М. Якубцинер, В. Ф. Дорофеев // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1969. – Т. 41. – Вып. 1. – С. 44–65.

175. Якушкин И.В. Растениеводство (растения полевой культуры): учебник / И. В. Якушкин. – М.: ГИ сельхозлитературы, 1953. – 716 с.

176. Ямалеев А. М. Устойчивость видов пшеницы и эгилопсов с разным геномным составом к расам пыльной головни: дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук: специальность 06.01.11 / Ямалеев Альберт Магсумович. – Л., 1974. – 148 с.

177. Яровая пшеница: интенсивные технологии / В. И. Кирюшин, А. Н. Власенко, В. А. Чулкина. – Новосибирск: Новосибирское кн. изд-во. 1988. – 160 с.

178. Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum mono-coccum* L.), emmer (*Triticum dicoccum* schuebl [schrank]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties / J. Lachman, M. Orsák, V. Pivec [et al.] // Plant, Soil and Environment. – 2012. – Vol. 58, No. 1. – P. 15-21.

179. Camberato J. J. Spring wheat response to enhanced ammonium supply / J. J. Camberato, b. R. Bock // *Tillering. Agron. j.* – 1990/ – Vol. 23 (№ 3). – P. 467-473.
180. Chang C. M. Gibberellic acid-insensitive semi – dwarfs of *Triticum dicocum* have delayend aleurone function / C. M. Chang, S. G. Bhagwat, A. Gupta // *Plant Growth Regulation.* – 2014. – Vol. 75 (№ 1). – P. 89-99.
181. Comparative characteristic of *Triticum aestivum*/*Triticum durum* and *Triticum aestivum* / *Triticum dicocum* hybrid lines by genomic composition and resistance to fungal diseases under different environmental conditions / I. N. Leonova, E. A. Salina, V. K. Shummy [et al.] // *Russian Journal of Genetics.* – 2013. – Vol. 49, No. 11. – P. 1112-1118.
182. Daskalova N. Chromosome variation and HMW glutenins in synthetic hexaploid weats (*Triticum turgidum* ssp *Dicocum* (*Aegilops tauschii*)) / N. Daskalova, S. Doneva, P. Spetsov // *Cereal Research Communications.* – 2016. – Vol. 44 (№ 3). – P. 453-460.
183. Daskalova N. Impact of climate change on productivity in Central Asia / N. Daskalova, S. Doneva, P. Spetsov // *Agriculture, Ecosystems and Enviroment.* – 2013. – Vol. 178. – P. 78-99.
184. Dhanavath S. Nutritional and Nutraceutical Properties of *Triticum dicocum* Wheat and ils Health Benefits: An Overview / S. Dhanavath, U. J. S. Prasado Rao // *Journal of Food Science.* – 2017. Vol. 82 (№ 10). – P. 2243-2250.
185. Ecogeographical distribution of hulled wheat species / P. Perrino, G. Laghetti, L.F. D' Antuono [et al.] // In: *Hulled wheats*. Editors: Padulosi S., Hammer K. and Heller J. IPGRI. Rome. – Italy, 1996. – P. 101-119.
186. Ermich D. Uber einige Ergebnisse der Anwendung des Zellulosesetes in Bodendeitungsver suchen minerali-sation der Zellulose / D. Ermich. M. Under. – Zu Berlin, 1968. – 1159.
187. Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicocum* (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality / V. Petrenko, T. Sheiko,

R. Spychaj [et al.] // Romanian Agricultural Research. – 2018. – Vol. 2018, No. 35. – P. 255-264.

188. Haliano M. I faro: nuove acquisizioni in ambito pseventino e terapeutico / M. Haliano, A. De Pasquale // In: Atti del Convegno «I faro, un cereale della Salute», Poterza. Bari.– Italy, 1994.– P. 67-81.

189. Hanlet P. Bericht über eine reise nach Ostmahren und der Sippen von Kulturflanzen / P. Hanlet, K. Hammer // Kulturflanze 23.– 1975.– P. 207-215.

190. Hösel W. Anbauumfang, Verwertung, Produktionstechnik und Wirtschaftlichkeit des dinkelanbaum in Süddeutschland / W. Hösel // Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch. – München, 1989. – Heft 4. – P. 501-507.

191. Indirect selection for graun yield in spring breag wheat in diverse nurse-ries worlduide using parameters locally determined in north-west Mexico / M. Gutierrez, M. P. Reynolds, W. R. Raun et al. // The Journal of Agricultural Science. – 2012. – Vol. 150. – Is.1. – P. 23-43.

192. Kandeler E. Kinetische Eigenshaften von Proteasen und Phosphatasen in schiedliche bewirtschafteten Boden // Boden Kultur. – 1988. V. 39. – № 3. – S. 201-206.

193. Kunz P. Backgualitat und / oder Brotgualitat / P. Kunz, M. Buchman, C. Cundet // Lebendige Erde. – 2000. – № 5. – P. 10-15.

194. Mycotoxin profiles in the grain of Triticum monococcum, Triticum dicoccum and Triticum spelta after head infection with Fusarium culmorum / E. Suchowilska, M. Wiwart, W. Kandler [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2010. – Vol. 90, No. 4. – P. 556-565.

195. Schober T. Charakterisierung von Dinkelsorten mittels fundamentaler Rheologie bnd Kapillarelektrophorese. – Hohenheim: Univ. Diss., 2001 – P. 77-82.

196. Schweinfurth G. Arabische Pflanzennamen aus Ägyptens Algerien und Jemen / G. Schweinfurth. – Berlin, 1912. – 2 32 p.

197. Taste – active Components of Beers from Emmer Wheat (Triticum diccicum) Malt / P. Benedetti, S. Salvi, A. Gioto et al // Scientia Agriculturae Bohemica. – 2016. Vol. 47(№ 2). – P. 82-89.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Сумма осадков за вегетационный период, мм (ГМС Омск)

Месяц	Декада	Норма	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Май	I	10	2	8	0	0
	II	10	12	1	5	20
	III	14	6	4	6	7
Июнь	I	14	1	8	10	2
	II	17	0	22	4	7
	III	22	43	19	35	35
Июль	I	21	9	13	8	11
	II	21	2	12	13	29
	III	25	3	8	95	25
Август	I	20	0	24	16	5
	II	16	33	13	19	15
	III	17	20	6	2	25
Итого		207	131	138	213	181

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Сумма среднесуточных температур за вегетационный период, °С
(ГМС Омск)

Месяц	Декада	Норма	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Май	I	99	139	138	102	123
	II	121	202	170	165	106
	III	140	181	212	189	167
Июнь	I	160	171	150	148	246
	II	183	162	191	193	173
	III	189	152	167	179	137
Июль	I	198	214	235	185	232
	II	197	240	171	208	236
	III	188	183	213	203	210
Август	I	178	247	202	194	207
	II	169	165	178	150	152
	III	146	171	193	161	154
Итого		1968	2227	2220	2077	2143

ПРИЛОЖЕНИЕ В1

Урожайность зерна полбы при различных нормах высева, т/га (2021 г.)

Норма высева, млн/га	Фон удобрений	Повторность			
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
1,5	0	2,21	2,20	2,29	2,19
	N ₁₂ P ₅₂	2,40	2,38	2,33	2,31
2,0	0	2,46	2,34	2,36	2,38
	N ₁₂ P ₅₂	2,66	2,42	2,48	2,39
2,5	0	2,17	2,27	2,21	2,21
	N ₁₂ P ₅₂	2,25	2,23	2,38	2,39
3,0	0	2,16	2,23	2,22	2,17
	N ₁₂ P ₅₂	2,29	2,09	2,30	2,38

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	4
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,1	1	0,08	13,677941	4,3247937	+
Фактор В	0,2	3	0,07	11,174636	3,072467	+
Взаимодействия АВ	0,0	3	0,00	0,2214489	3,072467	-
Повторений	0,0	3	0,01	0,8532553	3,072467	-
Остаток (ошибки)	0,1	21	0,01			
Общая	0,4	31				

Общее среднее - 2,3047

Ошибка средней	0,0385
Относительная ошибка средней, % -	1,6695
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,1132
для фактора А -	0,0566
для фактора В -	0,0800
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ В2

Урожайность зерна полбы при различных нормах высева, т/га (2022 г.)

Норма высева, млн/га	Фон удобрений	Повторность			
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
1,5	0	1,96	2,05	1,63	2,06
	N ₁₂ P ₅₂	2,00	2,16	2,20	2,00
2,0	0	2,43	2,42	2,33	2,42
	N ₁₂ P ₅₂	2,41	2,69	2,62	2,69
2,5	0	2,05	1,99	2,10	2,05
	N ₁₂ P ₅₂	2,05	2,48	2,42	2,27
3,0	0	2,00	1,85	2,12	1,83
	N ₁₂ P ₅₂	1,84	2,21	2,42	2,38

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

А	2
В	4
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,4	1	0,39	16,878671	4,3247937	+
Фактор В	1,1	3	0,38	16,250445	3,072467	+
Взаимодействия АВ	0,0	3	0,00	0,1865661	3,072467	-
Повторений	0,1	3	0,04	1,5205202	3,072467	-
Остаток (ошибки)	0,5	21	0,02			
Общая	2,1	31				

Общее среднее - 2,1916

Ошибка средней	0,0764
Относительная ошибка средней, % -	3,4850
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,2246
для фактора А -	0,1123
для фактора В -	0,1588
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ В3

Урожайность зерна полбы при различных нормах высева, т/га (2023 г.)

Норма высева, млн/га	Фон удобрений	Повторность			
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
1,5	0	1,64	1,62	1,53	1,54
	N ₁₂ P ₅₂	1,67	1,68	1,61	1,63
2,0	0	1,65	1,68	1,64	1,60
	N ₁₂ P ₅₂	1,68	1,70	1,69	1,65
2,5	0	1,62	1,59	1,52	1,57
	N ₁₂ P ₅₂	1,66	1,59	1,58	1,61
3,0	0	1,57	1,47	1,49	1,55
	N ₁₂ P ₅₂	1,58	1,58	1,58	1,56

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	4
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существен. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,0	1	0,02	20,354586	4,3247937	+
Фактор В	0,1	3	0,02	19,695439	3,072467	+
Взаимодействия АВ	0,0	3	0,00	0,452019	3,072467	-
Повторений	0,0	3	0,00	5,2399869	3,072467	+
Остаток (ошибки)	0,0	21	0,00			
Общая	0,1	31				

Общее среднее - 1,6041

Ошибка средней	0,0151
Относительная ошибка средней, % -	0,9404
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0444
для фактора А -	0,0222
для фактора В -	0,0314
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ Г1

Урожайность зерна полбы при разном уровне удобрений, т/га (2020 г.)

Вариант	Повторность			
	1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
Контроль без удобрений	2,87	2,80	2,84	2,80
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂)	2,93	2,87	2,90	2,90
Аммиачная селитра (N ₃₄)	2,92	2,86	2,88	2,89
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₃₄)	2,97	2,99	2,92	2,90
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₁₇)	2,94	2,90	2,90	2,91

НСР_{0,05} – 0,0311

ПРИЛОЖЕНИЕ Г2

Урожайность зерна полбы при разном уровне удобрений, т/га (2021 г.)

Вариант	Повторность			
	1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
Контроль без удобрений	2,58	2,63	2,56	2,50
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂)	2,64	2,74	2,74	2,62
Аммиачная селитра (N ₃₄)	2,61	2,69	2,68	2,59
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₃₄)	2,74	2,75	2,73	2,70
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₁₇)	2,69	2,73	2,70	2,63

НСР_{0,05} – 0,0384

ПРИЛОЖЕНИЕ ГЗ

Урожайность зерна полбы при разном уровне удобрений, т/га (2022 г.)

Вариант	Повторность			
	1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
Контроль без удобрений	2,55	2,51	2,46	2,41
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂)	2,63	2,54	2,52	2,48
Аммиачная селитра (N ₃₄)	2,61	2,53	2,48	2,42
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₃₄)	2,65	2,57	2,55	2,59
Аммофос (N ₁₂ P ₅₂) + аммиачная селитра (N ₁₇)	2,63	2,57	2,62	2,50

НСР_{0,05} – 0,0369

ПРИЛОЖЕНИЕ Д1

**Урожайность зерна полбы в зависимости от нормы расхода
рабочей жидкости, т/га (2020 г.)**

Расход рабочей жидкости, л/га	Фон удобрения	Повторность			
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
50	0	2,84	2,86	2,89	2,87
	N ₁₂ P ₅₂	3,10	3,05	3,28	3,27
100	0	2,88	2,95	2,99	2,98
	N ₁₂ P ₅₂	3,17	3,10	3,34	3,31
200	0	2,90	3,00	3,00	3,07
	N ₁₂ P ₅₂	3,26	3,27	3,42	3,41

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	3
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,6	1	0,59	230,50759	4,5430771	+
Фактор В	0,1	2	0,04	16,839143	3,6823203	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,00	0,8999017	3,6823203	-
Повторений	0,1	3	0,03	11,558846	3,2873821	+
Остаток (ошибки)	0,0	15	0,00			
Общая	0,8	23				

Общее среднее - 3,0921

Ошибка средней	0,0252
Относительная ошибка средней, % -	0,8153
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0760
для фактора А -	0,0439
для фактора В -	0,0537
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ Д2

**Урожайность зерна полбы в зависимости от нормы расхода
рабочей жидкости, т/га (2021 г.)**

Расход рабочей жидкости, л/га	Фон удобрения	Повторность			
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
50	0	2,22	2,30	2,29	2,31
	N ₁₂ P ₅₂	2,25	2,35	2,37	2,34
100	0	2,30	2,40	2,38	2,39
	N ₁₂ P ₅₂	2,36	2,44	2,44	2,48
200	0	2,33	2,40	2,40	2,43
	N ₁₂ P ₅₂	2,48	2,51	2,49	2,50

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	3
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,0	1	0,03	84,300912	4,5430771	+
Фактор В	0,1	2	0,04	110,11778	3,6823203	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,00	4,8670213	3,6823203	+
Повторений	0,0	3	0,01	25,319149	3,2873821	+
Остаток (ошибки)	0,0	15	0,00			
Общая	0,1	23				

Общее среднее - 2,3817

Ошибка средней	0,0096
Относительная ошибка средней, % -	0,4014
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0288
для фактора А -	0,0166
для фактора В -	0,0204
для взаимодействия АВ -	0,0204

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЗ

**Урожайность зерна полбы в зависимости от нормы расхода
рабочей жидкости, т/га (2022 г.)**

Расход рабочей жидкости, л/га	Фон удобрения	Повторность			
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
50	0	2,24	2,26	2,26	2,22
	N ₁₂ P ₅₂	2,30	2,38	2,46	2,29
100	0	2,52	2,41	2,47	2,38
	N ₁₂ P ₅₂	2,53	2,42	2,58	2,40
200	0	2,55	2,46	2,52	2,39
	N ₁₂ P ₅₂	2,55	2,52	2,64	2,44

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	3
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,0	1	0,03	14,442348	4,5430771	+
Фактор В	0,2	2	0,10	47,958071	3,6823203	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,00	1,5178197	3,6823203	-
Повторений	0,1	3	0,02	10,031447	3,2873821	+
Остаток (ошибки)	0,0	15	0,00			
Общая	0,3	23				

Общее среднее - 2,4246

Ошибка средней 0,0223

Относительная ошибка средней, % - 0,9194

НСР (уровень значимости) 0,05

для частных различий - 0,0672

для фактора А - 0,0388

для фактора В - 0,0475

для взаимодействия АВ - -

ПРИЛОЖЕНИЕ Е1

**Урожайность зерна полбы в зависимости от срока обработки
полбы гербицидом, т/га (2020 г.)**

Срок обработки полбы гербицидом	Фон удобрения	Повторность				
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная	5-ная
2-3 листа полбы	0	2,68	2,69	2,72	2,74	2,72
	N ₁₂ P ₅₂	2,92	2,92	3,01	3,00	2,93
Кущение полбы	0	2,80	2,79	2,84	2,85	2,82
	N ₁₂ P ₅₂	3,10	3,09	3,21	3,23	3,10
2-3 узла полбы	0	2,70	2,69	2,72	2,73	2,71
	N ₁₂ P ₅₂	2,97	2,96	3,12	3,12	3,13

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	3
П	5

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия сущест. (+), несущест. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,7	1	0,71	628,94643	4,3512435	+
Фактор В	0,1	2	0,06	51,506363	3,4928285	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,01	6,5818289	3,4928285	+
Повторений	0,0	4	0,01	8,9479136	2,8660814	+
Остаток (ошибки)	0,0	20	0,00			
Общая	0,9	29				

Общее среднее - 2,9003

Ошибка средней	0,0150
Относительная ошибка средней, % -	0,5175
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0443
для фактора А -	0,0256
для фактора В -	0,0313
для взаимодействия АВ -	0,0313

ПРИЛОЖЕНИЕ Е2

**Урожайность зерна полбы в зависимости от срока обработки
полбы гербицидом, т/га (2021 г.)**

Срок обработки полбы гербицидом	Фон удобрения	Повторность				
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная	5-ная
2-3 листа полбы	0	2,24	2,30	2,22	2,17	2,25
	N ₁₂ P ₅₂	2,37	2,40	2,41	2,37	2,34
Кущение полбы	0	2,51	2,57	2,67	2,56	2,54
	N ₁₂ P ₅₂	2,69	2,73	2,73	2,65	2,57
2-3 узла полбы	0	2,50	2,53	2,46	2,48	2,53
	N ₁₂ P ₅₂	2,58	2,68	2,64	2,65	2,56

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	3
П	5

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия сущест. (+), несущест. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,1	1	0,11	61,333333	4,3512435	+
Фактор В	0,6	2	0,28	151,68659	3,4928285	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,00	0,490942	3,4928285	-
Повторений	0,0	4	0,01	2,9347826	2,8660814	+
Остаток (ошибки)	0,0	20	0,00			
Общая	0,7	29				

Общее среднее - 2,4967

Ошибка средней	0,0192
Относительная ошибка средней, % - НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0566
для фактора А -	0,0327
для фактора В -	0,0400
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ ЕЗ

Урожайность зерна полбы в зависимости от срока обработки
полбы гербицидом, т/га (2022 г.)

Срок обработки полбы гербицидом	Фон удобрения	Повторность				
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная	5-ная
2-3 листа полбы	0	2,19	2,20	2,24	2,21	2,22
	N ₁₂ P ₅₂	2,33	2,30	2,26	2,27	2,24
Кущение полбы	0	2,60	2,55	2,53	2,51	2,54
	N ₁₂ P ₅₂	2,77	2,67	2,69	2,65	2,65
2-3 узла полбы	0	2,57	2,52	2,47	2,42	2,43
	N ₁₂ P ₅₂	2,59	2,54	2,50	2,54	2,47

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	3
П	5

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия сущест. (+), несущест. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,1	1	0,05	56,218194	4,3512435	+
Фактор В	0,7	2	0,36	376,9641	3,4928285	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,01	6,319275	3,4928285	+
Повторений	0,0	4	0,01	6,7845939	2,8660814	+
Остаток (ошибки)	0,0	20	0,00			
Общая	0,8	29				

Общее среднее - 2,4557

Ошибка средней	0,0138
Относительная ошибка средней, % - НСР (уровень значимости)	0,5632
для частных различий -	0,05
для фактора А -	0,0408
для фактора В -	0,0236
для взаимодействия АВ -	0,0288
	0,0288

ПРИЛОЖЕНИЕ Е4

Урожайность зерна полбы в зависимости от срока обработки полбы гербицидом, т/га (2023 г.)

Срок обработки полбы гербицидом	Фон удобрения	Повторность				
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная	5-ная
2-3 листа полбы	0	0,89	0,90	0,91	0,88	0,92
	N ₁₂ P ₅₂	0,91	0,93	0,93	0,90	0,90
Кущение полбы	0	1,22	1,27	1,22	1,23	1,24
	N ₁₂ P ₅₂	1,22	1,27	1,26	1,27	1,27
2-3 узла полбы	0	1,49	1,53	1,49	1,50	1,44
	N ₁₂ P ₅₂	1,53	1,57	1,52	1,55	1,49

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	3
П	5

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,0	1	0,01	11,929412	4,3512435	+
Фактор В	1,8	2	0,92	2157,302	3,4928285	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,00	1,2235294	3,4928285	-
Повторений	0,0	4	0,00	2,8823529	2,8660814	+
Остаток (ошибки)	0,0	20	0,00			
Общая	1,9	29				

Общее среднее - 1,2217

Ошибка средней	0,0092
Относительная ошибка средней, % -	0,7547
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0272
для фактора А -	0,0157
для фактора В -	0,0192
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж1

Урожайность зерна полбы при разном уровне химизации, т/га (2020 г.)

Средства химизации	Фон удобрений	Повторность			
		1	2	3	4
Гербицид	0	3,27	2,95	2,99	3,32
	N ₁₂ P ₅₂	3,27	3,28	3,36	3,35
Гербицид + альбит	0	3,21	2,91	3,33	2,91
	N ₁₂ P ₅₂	3,21	3,18	3,37	3,27
Комплексная химизация	0	3,29	3,12	3,37	3,28
	N ₁₂ P ₅₂	3,54	3,48	3,54	3,43

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	3
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,2	1	0,23	16,182163	4,5430771	+
Фактор В	0,2	2	0,09	6,7114441	3,6823203	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,00	0,1657294	3,6823203	-
Повторений	0,1	3	0,03	2,4739185	3,2873821	-
Остаток (ошибки)	0,2	15	0,01			
Общая	0,7	23				

Общее среднее - 3,2596

Ошибка средней	0,0591
Относительная ошибка средней, % -	1,8136
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,1782
для фактора А -	0,1029
для фактора В -	0,1260
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж2

Урожайность зерна полбы при разном уровне химизации, т/га (2021 г.)

Средства химизации	Фон удобрений	Повторность			
		1	2	3	4
Гербицид	0	2,55	2,69	2,55	2,42
	N ₁₂ P ₅₂	2,63	2,72	2,75	2,64
Гербицид + альбит	0	2,74	2,72	2,72	2,72
	N ₁₂ P ₅₂	2,71	2,80	2,75	2,67
Комплексная химизация	0	2,74	2,74	2,75	2,78
	N ₁₂ P ₅₂	2,76	2,81	2,77	2,85

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	3
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,0	1	0,02	7,3734291	4,5430771	+
Фактор В	0,1	2	0,05	16,654847	3,6823203	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,01	2,6593357	3,6823203	-
Повторений	0,0	3	0,01	1,7540395	3,2873821	-
Остаток (ошибки)	0,0	15	0,00			
Общая	0,2	23				

Общее среднее - 2,7075

Ошибка средней	0,0278
Относительная ошибка средней, % -	1,0273
НСР (уровень значимости) 0,05	
для частных различий -	0,0838
для фактора А -	0,0484
для фактора В -	0,0593
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ ЖЗ

Урожайность зерна полбы при разном уровне химизации, т/га (2022 г.)

Средства химизации	Фон удобрений	Повторность			
		1	2	3	4
Гербицид	0	2,61	2,55	2,51	2,47
	N ₁₂ P ₅₂	2,70	2,56	2,62	2,61
Гербицид + альбит	0	2,61	2,61	2,57	2,47
	N ₁₂ P ₅₂	2,77	2,67	2,67	2,65
Комплексная химизация	0	2,63	2,67	2,60	2,61
	N ₁₂ P ₅₂	2,77	2,79	2,72	2,72

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

А	2
В	3
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,1	1	0,07	53,911129	4,5430771	+
Фактор В	0,0	2	0,02	17,51301	3,6823203	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,00	0,6335068	3,6823203	-
Повторений	0,0	3	0,01	6,8534828	3,2873821	+
Остаток (ошибки)	0,0	15	0,00			
Общая	0,2	23				

Общее среднее - 2,6317

Ошибка средней	0,0186
Относительная ошибка средней, % -	0,7078
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0561
для фактора А -	0,0324
для фактора В -	0,0397
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж4

Урожайность зерна полбы при разном уровне химизации, т/га (2023 г.)

Средства химизации	Фон удобрений	Повторность			
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
Гербицид	0	1,66	1,67	1,65	1,72
	N ₁₂ P ₅₂	1,68	1,68	1,76	1,78
Гербицид + альбит	0	1,75	1,74	1,77	1,70
	N ₁₂ P ₅₂	1,79	1,83	1,77	1,75
Комплексная химизация	0	1,80	1,84	1,78	1,80
	N ₁₂ P ₅₂	1,80	1,86	1,80	1,81

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	3
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,0	1	0,01	5,7889793	4,5430771	+
Фактор В	0,0	2	0,02	18,694427	3,6823203	+
Взаимодействия АВ	0,0	2	0,00	0,6230432	3,6823203	-
Повторений	0,0	3	0,00	0,4289292	3,2873821	-
Остаток (ошибки)	0,0	15	0,00			
Общая	0,1	23				

Общее среднее - 1,7579

Ошибка средней	0,0182
Относительная ошибка средней, % -	1,0376
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0550
для фактора А -	0,0317
для фактора В -	0,0389
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ И1

**Урожайность зерна полбы в зависимости от срока боронования, т/га
(2020 г.)**

Вариант	Фон удобрения	Повторность			
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
Без боронования	0	2,19	2,29	2,27	2,29
	N ₁₂ P ₅₂	2,35	2,46	2,40	2,44
Боронование до всходов	0	2,47	2,51	2,47	2,54
	N ₁₂ P ₅₂	2,57	2,62	2,58	2,58
Боронование после всходов	0	2,32	2,42	2,42	2,33
	N ₁₂ P ₅₂	2,42	2,53	2,49	2,46
Пума Плюс , КЭ 1,4 л/га (контроль)	0	2,57	2,62	2,67	2,64
	N ₁₂ P ₅₂	2,74	2,77	2,81	2,84

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	4
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,1	1	0,13	142,05722	4,3247937	+
Фактор В	0,6	3	0,21	225,64759	3,072467	+
Взаимодействия АВ	0,0	3	0,00	2,9583875	3,072467	-
Повторений	0,0	3	0,01	9,5669701	3,072467	+
Остаток (ошибки)	0,0	21	0,00			
Общая	0,8	31				

Общее среднее - 2,5025

Ошибка средней	0,0151
Относительная ошибка средней, % -	0,6045
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0445
для фактора А -	0,0222
для фактора В -	0,0315
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ И2

**Урожайность зерна полбы в зависимости от срока боронования, т/га
(2021 г.)**

Вариант	Фон удобрения	Повторность			
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
Без боронования	0	2,35	2,40	2,40	2,36
	N ₁₂ P ₅₂	2,46	2,44	2,39	2,43
Боронование до всходов	0	2,54	2,50	2,49	2,58
	N ₁₂ P ₅₂	2,67	2,68	2,64	2,70
Боронование после всходов	0	2,38	2,43	2,49	2,39
	N ₁₂ P ₅₂	2,47	2,49	2,56	2,50
Пума Плюс, КЭ 1,4 л/га (контроль)	0	2,71	2,78	2,70	2,65
	N ₁₂ P ₅₂	2,77	2,80	2,86	2,80

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	4
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,1	1	0,07	44,512503	4,3247937	+
Фактор В	0,6	3	0,20	124,49614	3,072467	+
Взаимодействия АВ	0,0	3	0,00	1,860463	3,072467	-
Повторений	0,0	3	0,00	0,5954262	3,072467	-
Остаток (ошибки)	0,0	21	0,00			
Общая	0,7	31				

Общее среднее - 2,5566

Ошибка средней	0,0200
Относительная ошибка средней, % -	0,7825
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0588
для фактора А -	0,0294
для фактора В -	0,0416
для взаимодействия АВ -	-

ПРИЛОЖЕНИЕ ИЗ

**Урожайность зерна полбы в зависимости от срока боронования, т/га
(2022 г.)**

Вариант	Фон удобрения	Повторность			
		1-ная	2-ная	3-ная	4-ная
Без боронования	0	2,46	2,48	2,41	2,43
	N ₁₂ P ₅₂	2,57	2,55	2,49	2,51
Боронование до всходов	0	2,51	2,50	2,51	2,51
	N ₁₂ P ₅₂	2,67	2,68	2,72	2,65
Боронование после всходов	0	2,46	2,49	2,49	2,47
	N ₁₂ P ₅₂	2,57	2,55	2,58	2,58
Пума Плюс , КЭ 1,4 л/га (контроль)	0	2,75	2,70	2,69	2,76
	N ₁₂ P ₅₂	2,85	2,91	2,83	2,78

**Результаты дисперсионного анализа 2-факторного опыта
(систематическое размещение делянок)**

Градации факторов:

A	2
B	4
П	4

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-значение		Различия существ. (+), несуществ. (-)
				F _ф	F ₀₅	
Фактор А	0,1	1	0,11	111,85819	4,3247937	+
Фактор В	0,4	3	0,14	142,60061	3,072467	+
Взаимодействия АВ	0,0	3	0,00	3,2105103	3,072467	+
Повторений	0,0	3	0,00	0,9244478	3,072467	-
Остаток (ошибки)	0,0	21	0,00			
Общая	0,6	31				

Общее среднее - 2,5972

Ошибка средней	0,0156
Относительная ошибка средней, % -	0,6017
НСР (уровень значимости)	0,05
для частных различий -	0,0460
для фактора А -	0,0230
для фактора В -	0,0325
для взаимодействия АВ -	0,0325

ПРИЛОЖЕНИЕ К1

Структура урожая полбы (2021 г.)

Показатель	Фон удобрения	Норма высева, млн/га			
		1,5	2,0	2,5	3,0
Высота растений, см	0	82,0	82,6	81,8	81,4
	N ₁₂ P ₅₂	82,4	82,9	82,1	81,6
Длина колоса, см	0	5,5	5,7	5,4	5,2
	N ₁₂ P ₅₂	5,7	5,9	5,5	5,3
Число колосков в колосе, шт	0	13,4	14,1	13,1	11,8
	N ₁₂ P ₅₂	14,0	14,7	13,2	12,0
Число зерен в колосе, шт	0	23,8	24,4	22,2	21,6
	N ₁₂ P ₅₂	25,0	25,4	24,4	22,2
Масса зерна в колосе, г	0	1,1	1,4	1,1	1,0
	N ₁₂ P ₅₂	1,2	1,5	1,2	1,1

ПРИЛОЖЕНИЕ К2

Структура урожая полбы (2022 г.)

Показатель	Фон удобрения	Норма высева, млн/га			
		1,5	2,0	2,5	3,0
Высота растений, см	0	81,4	83,5	82,7	72,1
	N ₁₂ P ₅₂	87,9	92,1	91,4	88,1
Длина колоса, см	0	5,0	5,5	5,3	4,6
	N ₁₂ P ₅₂	5,5	5,7	5,6	5,4
Число колосков в колосе, шт.	0	12,3	12,3	12,0	11,0
	N ₁₂ P ₅₂	14,3	14,6	13,6	13,2
Число зерен в колосе, шт.	0	22,2	22,7	21,9	19,3
	N ₁₂ P ₅₂	24,8	25,6	23,2	22,1
Масса зерна в колосе, г	0	0,8	0,9	0,8	0,7
	N ₁₂ P ₅₂	0,9	1,0	0,9	0,8

ПРИЛОЖЕНИЕ КЗ

Структура урожая полбы (2023 г.)

Показатель	Фон удобрения	Норма высева, млн/га			
		1,5	2,0	2,5	3,0
Высота растений, см	0	55,9	58,65	57,65	52,72
	N ₁₂ P ₅₂	64,40	64,57	58,50	57,85
Длина колоса, см	0	3,60	4,08	4,00	3,65
	N ₁₂ P ₅₂	4,42	4,60	4,15	3,69
Число колосков в колосе, шт.	0	5,47	6,05	5,28	5,22
	N ₁₂ P ₅₂	5,65	6,60	5,62	5,25
Число зерен в колосе, шт.	0	9,40	9,55	8,72	8,47
	N ₁₂ P ₅₂	10,15	9,82	8,82	8,60
Масса зерна в колосе, г	0	0,52	0,57	0,54	0,47
	N ₁₂ P ₅₂	0,62	0,65	0,58	0,52