

ГРНТИ 68.33.29

DOI:10.51886/1999-740X_2026_3_95

Д.С. Харитонов^{1*}, Е.В. Мамыкин¹, П.Е. Назарова¹**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ
ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО (*LINUM USITATISSIMUM* L.)
В РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ**¹ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства

им. А.И. Бараева», 021601, Акмолинская обл., Шортандинский район,

п. Шортанды-1, ул. Бараева, 15, Казахстан, *e-mail: danil.xaritonov@inbox.ru

Аннотация. Проведено трёхлетнее сравнительное изучение эффективности применения минеральных удобрений при возделывании льна масличного сорта «Кустанайский янтарь» на чернозёме южном карбонатном в условиях Шортандинского района Акмолинской области при двух технологиях подготовки почвы – традиционной и нулевой – в четырёхпольном плодосменном севообороте. Установлено, что традиционная обработка в первые два года обеспечивала более интенсивное потребление нитратного азота и преимущество в накоплении сухой биомассы, особенно в контрольных вариантах и при ранних фазах развития растений. При нулевой технологии наблюдалась тенденция к большему сохранению нитратов в почве к уборке и более высокая вариабельность показателей роста. К третьему году различия в накоплении биомассы и урожайности между технологиями в вариантах с оптимизированным минеральным питанием статистически нивелировались. В нулевой технологии при локальном рядковом внесении фосфора (P20) в сочетании с азотом урожайность достигла 15,8-16,2 ц/га, что сопоставимо с показателями традиционной технологии (16,5-17,9 ц/га).

Ключевые слова: лён масличный (*Linum usitatissimum* L.), нулевая технология, традиционная обработка почвы, минеральные удобрения, нитратный азот, подвижный фосфор, урожайность, чернозём южный, Северный Казахстан.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур при одновременной минимизации антропогенной нагрузки на почвенные ресурсы является одной из ключевых задач современного земледелия, особенно в условиях возрастающей изменчивости климата, деградации пахотных земель и необходимости рационального использования энергетических и водных ресурсов [1-3].

В этом контексте особую актуальность приобретает разработка и совершенствование ресурсосберегающих агротехнологий, способных обеспечивать стабильную урожайность при сохранении и воспроизводстве почвенного плодородия [4, 5]. Важнейшим элементом таких систем является обработка почвы, которая кардинальным образом влияет на водный, воздушный, питательный и биологический режимы аг-

роценоза. Сравнительная оценка эффективности традиционной (отвальной) и нулевой (No-Till) технологий в сочетании с различными системами минерального питания для конкретных почвенно-климатических зон и культур представляет значительный научный и практический интерес [6].

Лён масличный (*Linum usitatissimum* L.) – важная техническая культура, имеющая большое значение для производства растительного масла, кормов и других продуктов. Его продуктивность в значительной степени определяется точным соответствием агротехнологии биологическим требованиям, особенно в критические периоды начального роста, когда растение чувствительно к обеспеченности влагой и элементами питания [7]. Переход на нулевую технологию возделывания изменяет физико-химические и биологические свойства почвы, что требует адаптации

всей системы земледелия, и в первую очередь – корректировки системы применения удобрений [8]. Однако вопросы, связанные с особенностями динамики азота и фосфора, формированием биомассы и конечной урожайностью льна масличного в зависимости от способа обработки почвы и схемы питания в условиях Северного Казахстана, остаются недостаточно изученными в среднесрочной перспективе.

Научная новизна настоящего исследования заключается в проведении комплексного трёхлетнего мониторинга, в ходе которого в едином эксперименте изучалась сопряжённая динамика нитратного азота и подвижного фосфора в почве, накопление сухой биомассы по фазам развития и урожайность льна масличного при применении традиционной и нулевой технологий обработки в сочетании с различными способами и нормами внесения минеральных удобрений в плодосменном севообороте.

Цель исследования: состояла в сравнительной оценке влияния указанных агроприёмов на агрохимические свойства чернозёма южного, рост, развитие и продуктивность льна масличного в условиях Шортандинского района Акмолинской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевые исследования проводились в течение трёх лет (2023-2025 гг.) на базе ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». Опыт был заложен в Шортандинском районе Акмолинской области (координаты: N51°36'35,62"; E71°02'31,70").

Почва опытного участка – чернозём южный карбонатный. Пахотный слой (0-20 см) характеризуется содержанием гумуса 3,4%, тяжёлым суглинистым гранулометрическим составом и слабощелочной реакцией среды (рН – 7,3).

В качестве объекта изучения использовался сорт льна масличного

«Кустанайский янтарь». Исследования проводились в четырёхпольном севообороте (горох – пшеница – лён – пшеница); лён высевался после пшеницы. Опыт включал сравнение двух технологий возделывания: традиционной и нулевой.

Опыт заложен в четырёхкратной повторности, размещение делянок систематическое. Площадь учётной делянки составляла 210 м² (4,3×50 м). Агротехнические приёмы (срок сева, глубина заделки семян, норма высева) применялись в соответствии с зональными рекомендациями для региона.

Для оценки содержания элементов минерального питания с каждой опытной делянки отбирались почвенные образцы. Для определения содержания азота образцы отбирались из слоя 0–40 см, а для определения содержания фосфора – из слоя 0-20 см. После воздушно-сухого высушивания образцы подвергали химическому анализу [9].

Содержание нитратного азота (N-NO₃) определялось дисульфифеноловым методом по Грандваль-Ляжу. Оценка обеспеченности почвы азотом проводилась согласно грациям О.В. Сдобниковой [10].

Количественное определение подвижных форм фосфора (P₂O₅) выполнялось по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205). Метод основан на экстракции элементов 1%-ным раствором углекислого аммония (NH₄)₂CO₃ при соотношении почва:раствор = 1:20.

Фенологический мониторинг за ростом и развитием растений льна проводился ежедневно. Началом фазы считали момент её проявления у 10% растений в посеве, а полной фазой – когда она отмечалась у 75% растений [11].

Для оценки динамики ростовых процессов, накопления биомассы и изучения потребления элементов питания параллельно с отбором почвенных проб

проводился отбор растений. В каждом опытном варианте растения отбирались в трёх повторениях с учётной площади 1 м² в соответствующие фенологические фазы.

В фазу полной спелости, перед уборкой, со всех вариантов опыта отбирались растения с площади 1 м² также в трёхкратной повторности. Образцы были отобраны для проведения структурного анализа урожая и определения химического состава соломы и маслосемян. Верхняя часть каждого снопа была обернута бумагой для сохранения естественной структуры. После маркировки снопы подвесили для воздушной сушки в хорошо вентилируемом помещении. После полного просушивания был проведён детальный структурный анализ.

Содержание основных элементов питания (азота, фосфора) в вегетативных органах и маслосеменах льна определяли в условиях лаборатории биохимии. Азот определяли методом Кьельдаля [12]. Фосфор – колориметрическим методом [13].

Учёт урожая льна проводился методом прямого комбайнирования с использованием комбайна «Winters-teiger Delta». Обмолот и взвешивание проводился раздельно по каждой учётной деланке. С обмолоченной массы с каждой деланки отбирались средние зерновые пробы массой 1 кг для последующего определения влажности, засорённости, массы 1000 семян и (для льна) масличности. Окончательный урожай рассчитывали в пересчёте на стандартные показатели влажности и чистоты.

Обработка результатов исследований методом дисперсионного анализа по Доспехову [14], проводилась в компьютерной программе «Snedecor» [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За трёхлетний период исследований (2023-2025 гг.) агрометеорологи-

ческие условия вегетационных сезонов отличались значительной контрастностью, что оказало существенное влияние на формирование урожая льна масличного. 2023 год характеризовался экстремально засушливыми условиями: средняя температура за вегетацию (21,1°C) на 2,6°C превысила норму при дефиците осадков (32,7 мм), составившем лишь 24% от среднемноголетнего количества. В 2024 году, напротив, сложились избыточно увлажнённые условия с количеством осадков 309,1 мм (183% от нормы) и температурным фоном, близким к обычному. Наиболее сбалансированным и благоприятным был 2025 год, температура (19,2°C) незначительно превышала норму, а осадки (82,9 мм), хотя и были ниже среднего, распределялись относительно равномерно в течение сезона.

Изменение содержания нитратного азота в почве служит важнейшим показателем, отражающим процессы превращения и перемещения соединений азота в агроэкосистемах. Эта динамика формируется в результате взаимодействия процессов его поступления, трансформации и выбытия, скорость протекания которых регулируется почвенными и климатическими факторами, а также хозяйственной деятельностью. Нарушение баланса между стадиями цикла может приводить как к снижению продуктивности агроценозов, так и к негативным экологическим последствиям, таким как загрязнение гидросферы [16].

Содержание доступного азота в почве под льном с 2023 по 2025 год чётко показывает, насколько сильно результат зависит от выбранной технологии и системы удобрений. В первый год на нулевой технологии, к уборке накопилось заметно больше нитратов – до 13,6-13,8 мг/кг (рисунок 1), тогда как в традиционной системе показатели были ниже – от 7,1 до 10 мг/кг (рисунок 2).

Во многих вариантах уровень азота в 2024 году значительно уменьшился. Особенно это заметно в традиционном контроле без удобрений, где к уборке содержание снизилось до 2,5 мг/кг. В то же время, отдельные агроприёмы – такие, как заблаговременное внесение фосфора под пар или сочетание фосфора с азотом по диагнос-

тике – способствовали поддержанию азота в почве на более стабильном уровне из года в год.

К 2025 году во многих вариантах, особенно при нулевой технологии, значения стабилизировались на уровне 4-6 мг/кг, что свидетельствует о вероятной адаптации системы.

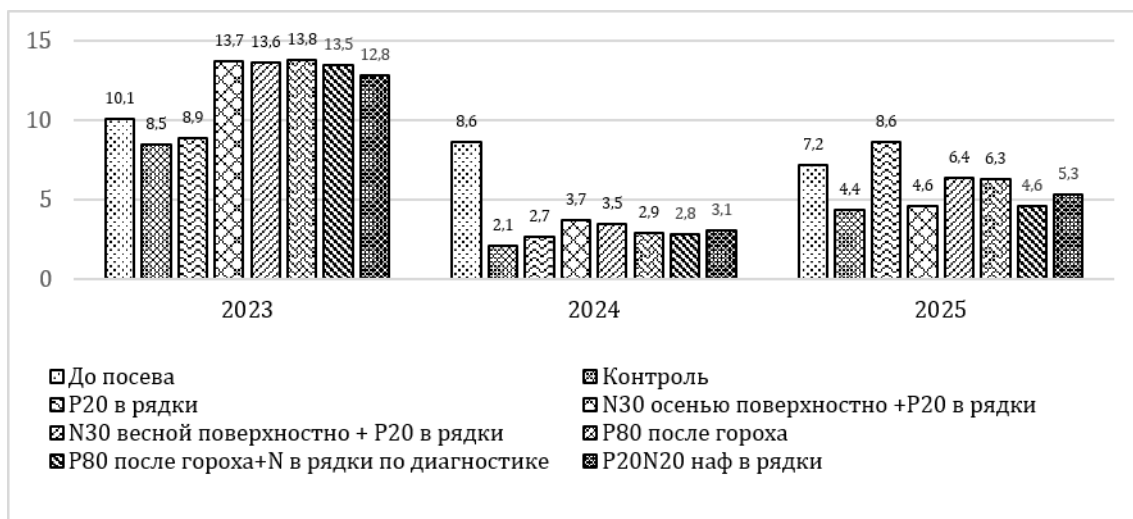


Рисунок 1 – Содержание N-NO₃ в слое (0–40 см) до посева и в уборку льна масличного, при нулевой технологии возделывания, мг/кг

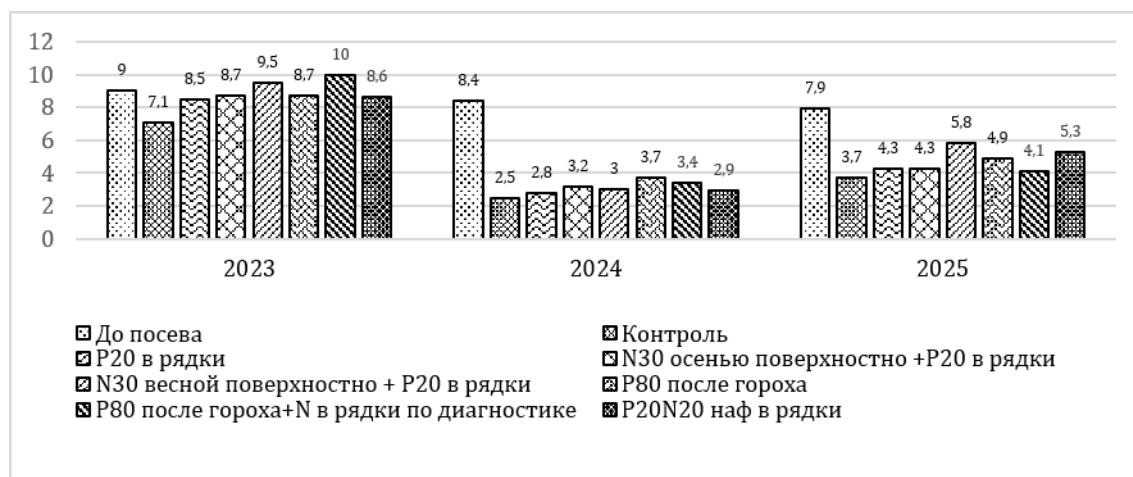


Рисунок 2 – Содержание N-NO₃ в слое (0–40 см) до посева и в уборку льна масличного, при традиционной технологии возделывания, мг/кг

Оценка фосфорного статуса почвы основывается, прежде всего, на изменчивости содержания в ней доступных для растений фосфатов. Сложный ба-

ланс между пополнением пула подвижного фосфора, его закреплением в труднодоступных соединениях и потерями регулируется комплексом почвенно-

климатических и антропогенных факторов. Следовательно, анализ этой динамики имеет фундаментальное значение как для создания ресурсосберегающих систем удобрения, так и для прогнозирования экологических последствий агрогенной нагрузки [17].

Содержание подвижного фосфора (P_2O_5) в пахотном слое (0-20 см) в посевах льна существенно варьировало

в зависимости от технологии возделывания, системы удобрения и года исследований (рисунок 3, 4). В неудобренных вариантах (контроль) при обеих технологиях отмечены выраженные сезонные колебания: прогрессирующее накопление к посеву (до 37-39 мг/кг к 2025 году) и резкое снижение к уборке (до 12-15 мг/кг), свидетельствующее об интенсивном выносе элемента.

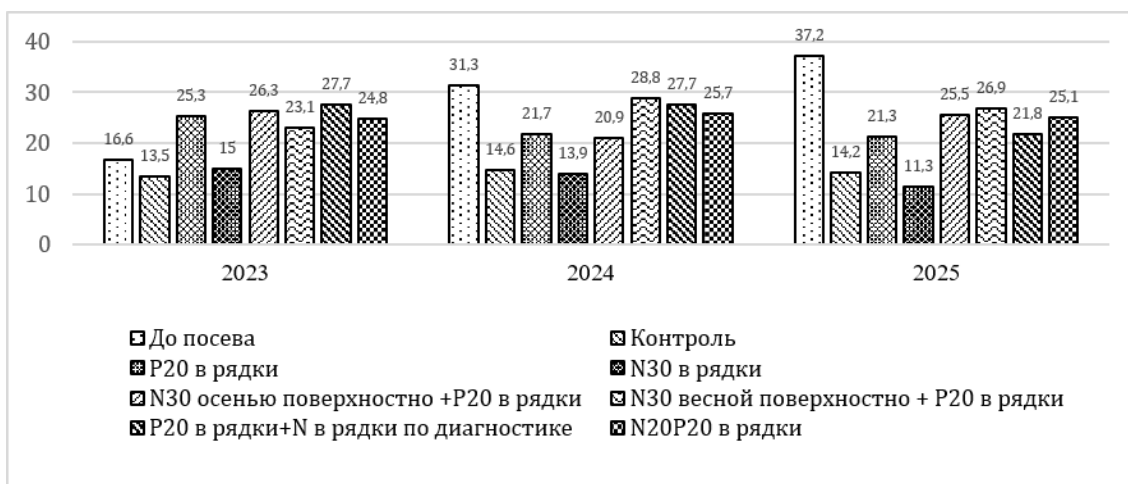


Рисунок 3 – Содержание P_2O_5 (в слое 0-20 см) до посева и в уборку льна масличного, при нулевой технологии возделывания, мг/кг

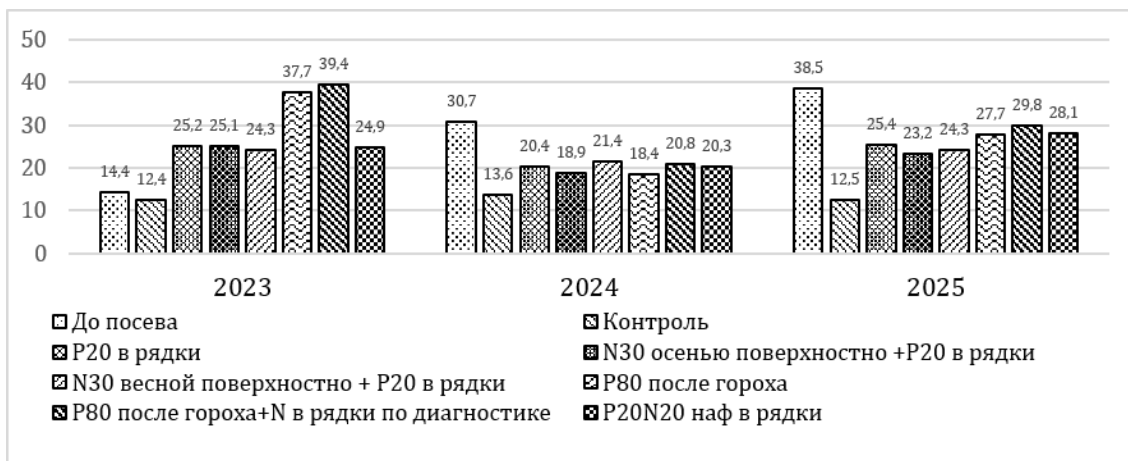


Рисунок 4 – Содержание P_2O_5 (в слое 0-20 см) до посева и в уборку льна масличного, при традиционной технологии возделывания, мг/кг

Применение удобрений, особенно локальное внесение фосфора в рядки, способствовало стабилизации фосфат-

ного режима. Наиболее высокое и стабильное содержание P_2O_5 в течение вегетации (на уровне 23-28 мг/кг) обес-

печивали комбинированные варианты «P20 в рядки+N30 весной» при традиционной технологии и «N30 в рядки» при нулевой. Полученные данные указывают на эффективность локального внесения удобрений для поддержания доступного фосфора в корнеобитаемом слое.

Таким образом, оптимальные системы удобрения не только нивелируют сезонные колебания, но и создают устойчивый фон фосфорного питания льна.

Для сравнительной оценки влияния традиционной и нулевой технологий обработки почвы в сочетании с системами удобрения на продуктивность льна масличного был проведён трёхлетний мониторинг (2023-2025 гг.) накопления сухой массы растений (рисунок 5, 6). Этот показатель анализировался в критические фазы развития – ёлочки и цветения, наиболее отзывчивые на условия минерального питания.

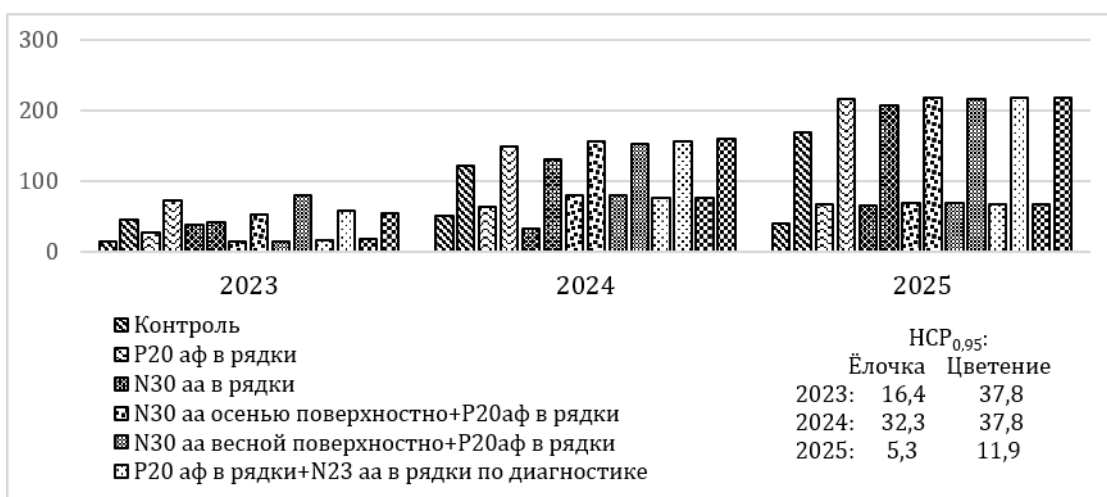


Рисунок 5 – Сухая масса растений льна масличного по фазам развития, при нулевой технологии возделывания, г/м²

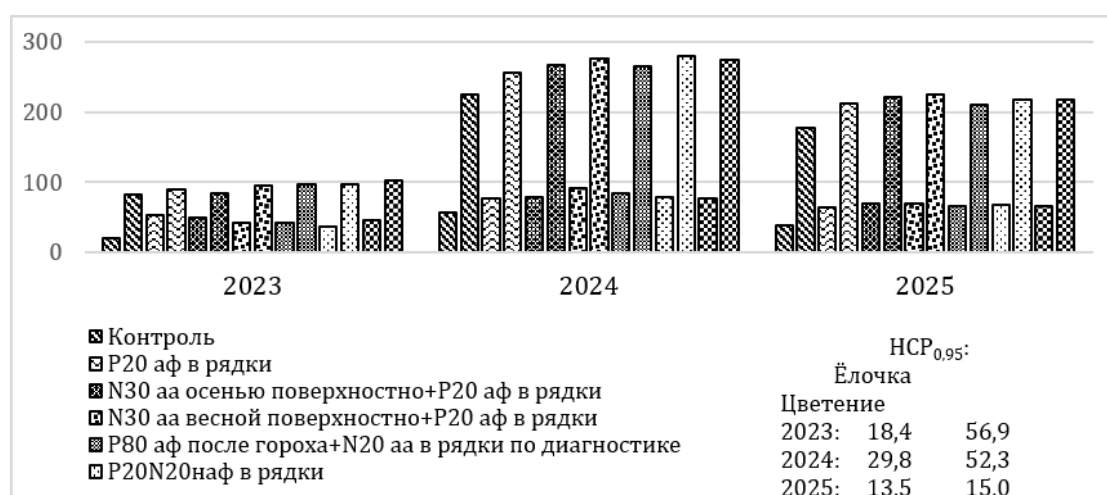


Рисунок 6 – Сухая масса растений льна масличного по фазам развития, при традиционной технологии возделывания, г/м²

Результаты исследований показывают, что традиционная технология в целом обеспечивала более высокий уровень накопления биомассы по сравнению с нулевой, причём разрыв увеличивался к фазе цветения. Так, в неудобренном контроле 2024 года этот показатель составил $226,0 \text{ г/м}^2$ против $121,4 \text{ г/м}^2$ соответственно. Однако применение удобрений, особенно на фоне нулевой обработки, существенно компенсировало отставание в продуктивности. Динамика по годам свидетельствует, что 2023 год был наименее благоприятным для формирования биомассы, особенно при нулевой технологии: в фазе ёлочки значения в большинстве вариантов не превышали $20\text{--}40 \text{ г/м}^2$, а в варианте с поверхностным внесением N30 осенью или весной совместно с P20 они были минимальными ($13,8\text{--}14,4 \text{ г/м}^2$). Достоверность различий подтверждается значениями НСР 0,95: в 2023 году они составили $16,4\text{--}37,8$ (фаза ёлочки – цветение), в 2024 году – $32,3\text{--}39,4$, а в 2025 году – $5,3\text{--}11,9$, что указывает на существенные различия условий по годам. К 2024–2025 годам продуктивность значительно возросла, что указывает на возможную адаптацию агроценоза или влияние погодных условий.

Эффективность систем удобрения имела выраженную специфику в зависимости от технологии. При традиционной обработке максимальную прибавку в фазу цветения обеспечивал вариант с поверхностным внесением N30 весной и локальным P20, достигнув $277,0 \text{ г/м}^2$ в 2024 году. При нулевой технологии наиболее стабильно высокие результаты в эту же фазу демонстрировали варианты с комплексным локальным

внесением (P20N20 наф в рядки), где биомасса в 2025 году составила $218,8 \text{ г/м}^2$. Локальное внесение только фосфора (P20 в рядки) при нулевой технологии также показало высокую эффективность, обеспечив к 2025 году $216,2 \text{ г/м}^2$ в фазе цветения и $67,2 \text{ г/м}^2$ в фазе ёлочки.

Урожайность сельскохозяйственной культуры является итоговым интегральным показателем, синтезирующим влияние всего комплекса почвенно-климатических и агротехнологических факторов. Для льна масличного как культуры, чувствительной к условиям минерального питания и влагообеспеченности, формирование урожая семян в значительной степени зависит от применяемой технологии возделывания. В данной связи анализ динамики урожайности в многолетнем аспекте позволяет не только оценить прямую отдачу от различных агроприёмов, но и выявить их устойчивость во времени. На рисунках 7 и 8 систематизированы результаты трёхлетних полевых опытов, отражающие влияние традиционной и нулевой технологий в сочетании с различными системами удобрения на урожайность льна масличного сорта «Кустанайский янтарь» в условиях плодосменного севооборота.

В среднем за три года традиционная технология демонстрировала определенное преимущество. В 2024 году максимальный сбор семян при традиционной технологии составил – $14,1 \text{ ц/га}$, тогда как при нулевой – $12,5 \text{ ц/га}$. Однако к 2025 году продуктивность сравнялась: лучшие варианты обеих технологий обеспечили урожайность на уровне $16\text{--}18 \text{ ц/га}$.

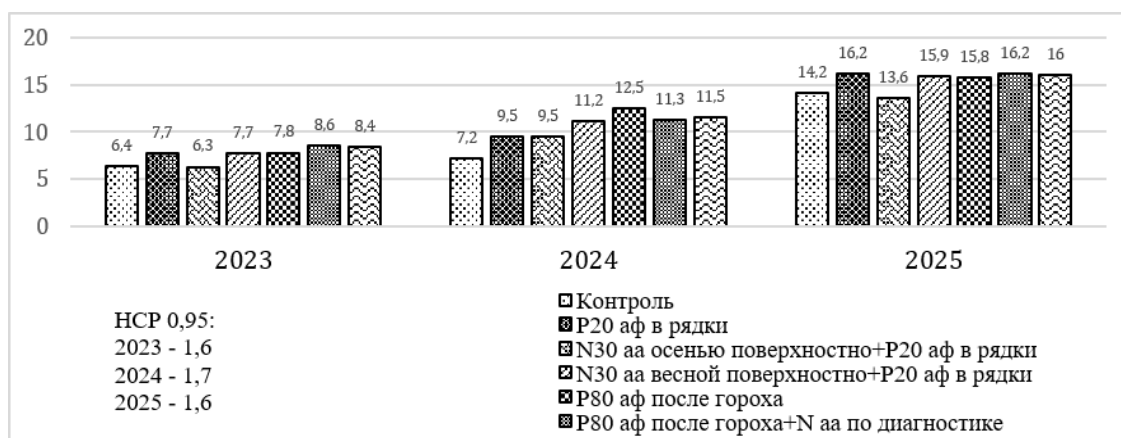


Рисунок 7 – Урожайность льна масличного при нулевой технологии возделывания в плодосменном севообороте, ц/га

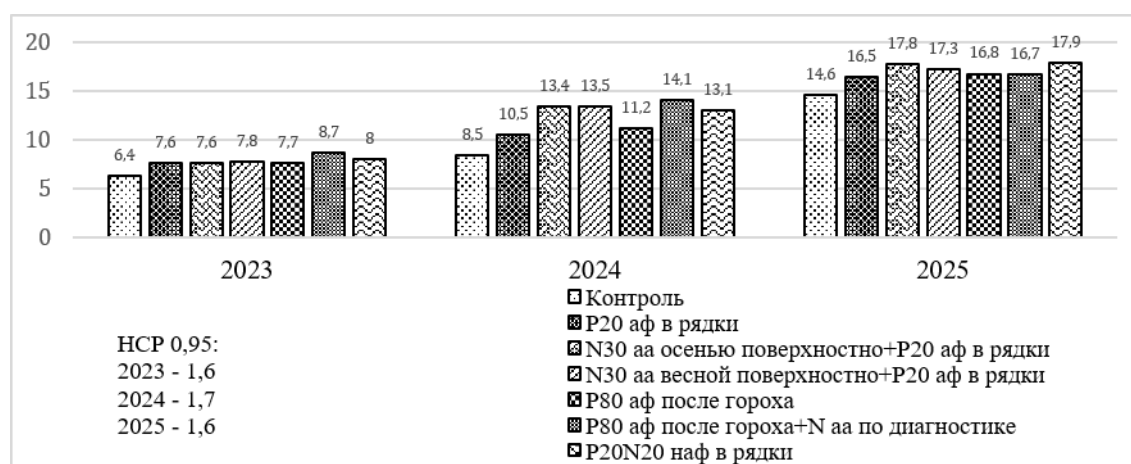


Рисунок 8 – Урожайность льна масличного при традиционной технологии возделывания в плодосменном севообороте, ц/га

Применение удобрений стабильно обеспечивало повышение урожайности по сравнению с контролем. Наиболее эффективными были комплексные варианты, включающие локальное внесение фосфора (P20). Вместе с тем даже на неудобренном фоне к 2025 году наблюдалось заметное увеличение урожая (до 14,2-14,6 ц/га), что свидетельствует о положительном последствии плодосменного севооборота.

Таким образом, полученные результаты имеют важное практическое значение, показывая возможность оптимизации ресурсных затрат без снижения продуктивности. Статистическая

достоверность выводов подтверждается невысокими значениями наименьшей существенной разности (НСР 0,95 в пределах 1,6-1,7 ц/га).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Традиционная технология способствовала более интенсивному потреблению нитратного азота растениями льна в течение вегетации и обеспечивала стабильно высокое накопление сухой биомассы, особенно в первые два года исследований и в ранние фазы развития. Максимальные показатели биомассы в фазе цветения (до 280,6 г/м²) и урожайности (до 17,9 ц/га) были достигнуты именно при данной техно-

логии на фоне применения комплексных удобрений.

При нулевой технологии отмечен иной характер динамики элементов питания: тенденция к большему сохранению нитратного азота в почве к уборке и высокая эффективность локального внесения фосфорных удобрений. К третьему году исследований в вариантах с оптимизированным минеральным питанием различия между технологиями по основным продукционным показателям статистически сгладились.

Установлено, что экстремальные погодные явления (засуха 2023 г., переувлажнение 2024 г.) не только непосредственно лимитируют продуктивность, но и существенно модифицируют эффективность минеральных удобрений, что выражается в повышенных значениях НСР и снижении достоверности различий между вариантами. В благоприятный 2025 год при минимальных значениях НСР выявлены наиболее устойчивые и статистически

надёжные закономерности, которые могут служить основой для практических рекомендаций.

Таким образом, эффективность применения минеральных удобрений определяется не только их составом и дозами, но и способом обработки почвы, который модулирует условия доступности элементов питания. Полученные данные подтверждают, что для достижения высокой и стабильной продуктивности льна масличного необходима строгая адаптация системы удобрения как к выбранной агротехнологии, так и к ожидаемым погодным условиям. Традиционная обработка обеспечила более высокие и ранние отклики на удобрения, в то время как в нулевой обработке сопоставимая продуктивность достигалась к третьему году исследований при условии применения локализованного рядкового внесения стартовых доз фосфора. Это особенно актуально в условиях нарастающей климатической изменчивости, характерной для Северного Казахстана.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках ПЦФ Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. ИРН BR22885719: «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» на 2024-2026 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рзаева В.В., Фисунов Н.В., Миллер С.С., Киселева Т.С. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия: учебное пособие для обучающихся направления подготовки магистратуры 35.04.04 «Агрономия» по дисциплине «Адаптивно-ландшафтные системы земледелия». - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. - 134 с.
2. Зотова К.Ю. Особенности воспроизводства земель сельскохозяйственного назначения // Научный вестник Воронежского государственного аграрного университета им. Императора Петра I. - 2021. - № 2 (15). - С. 189.
3. Ларешин В.Г., Полин В.Д. Сохранение и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения: учеб. пособие. - М.: РУДН, 2008. - 91 с.
4. Трухачев В.И. Об итогах международной научной конференции «Агробιο-технология – 2021» // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 5. - С. 5-18.

5. Белокопытов А.В., Минина А.Н., Хайруллин М.Ф. Воспроизводство земельных ресурсов в сельском хозяйстве: теоретический подход // Вестник НГИЭИ. - 2025. - № 2 (165). - С. 67-75.
6. Гамзиков Г.П. Система No-till в сибирском земледелии: проблемы, реальности и перспективы // Земледелие. - 2024. - № 3. - С. 10-17.
7. Синякова О.В. Особенности технологии возделывания льна масличного на Среднем Урале. - Усть-Кинельский, 2017. - 20 с.
8. Белоусова Е.Н. Система применения удобрений. - 2023. - 134 с.
9. Агрохимические методы исследования почв. - Изд. 5-е, доп. и перераб. - М.: Наука, 1975. - 656 с.
10. Сдобникова О.В. Условия почвенного питания и применение удобрений в Северном Казахстане и Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. - М., 1971. - 43 с.
11. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. - М.: Колос, 1971. - Вып. 1. - 239 с.
12. ГОСТ 34111-2017 Продукция соковая. Определение содержания азота методом Кьельдаля.
13. ГОСТ Р 55229-2012. Колориметрический метод определения массовой доли общего фосфора в сырье.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: Альянс, 2014. - 351 с.
15. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. - 2-е изд. - Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. - 222 с.
16. Глухих М.А., Калганова Т.С. Динамика азота в почвах Зауралья // АПК России. - 2015. - Т. 71. - С. 118-125.
17. Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е. Динамика подвижного фосфора в различных почвах // Плодородие. - 2012. - № 3. - С. 16-18.

REFERENCES

1. Rzaeva V.V., Fisunov N.V., Miller S.S., Kiseleva T.S. Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledeliya: uchebnoe posobie dlya obuchayushchihsya napravleniya podgotovki magistratury 35.04.04 «Agronomiya» po discipline «Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledeliya». - Tyumen: Gosudarstvennyj agrarnyj universitet Severnogo Zauralya, 2024. - 134 s.
2. Zotova K.Yu. Osobennosti vosпроизводства zemel sel'skohozyajstvennogo naznacheniya // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. Imperatora Petra I. - 2021. - № 2 (15). - S. 189.
3. Lareshin V.G., Polin V.D. Sohranenie i povyshenie plodorodiya zemel sel'skohozyajstvennogo naznacheniya: ucheb. posobie. - M.: RUDN, 2008. - 91 s.
4. Truhachev V.I. Ob itogah mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Agrobiotekhnologiya – 2021» // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2021. - № 5. - P. 5-18.
5. Belokopytov A.V., Minina A.N., Hajullin M.F. Vosпроизводство zemel'nyh resursov v sel'skom hozyajstve: teoreticheskij podhod // Vestnik NGIEI. - 2025. - №2 (165). - S.67-75.
6. Gamzikov G.P. Sistema No-till v sibirskom zemledelii: problemy, real'nosti i perspektivy // Zemledelie. - 2024. - № 3. - S. 10-17.

7. Sinyakova O.V. Osobennosti tehnologii vozdeystviya l'na maslichnogo na Srednem Urale. - Ust'-Kinel'skiy, 2017. - 20 s.
8. Belousova E.N. Sistema primeneniya udobrenij. - 2023. - 134 s.
9. Agrohimicheskie metody issledovaniya pochv. - Izd. 5-e, dop. i pererab. - M.: Nauka, 1975. - 656 s.
10. Sdobnikova O.V. Usloviya pochvennogo pitaniya i primeneniye udobrenij v Severnom Kazahstane i Zapadnoj Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk. - M., 1971. - 43 s.
11. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur. - M.: Kolos, 1971. - Vyp. 1. - 239 s.
12. GOST 34111-2017. Produkciya sokovaya. Opredeleniye soderzhaniya azota metodom K'el'dalya.
13. GOST R 55229-2012. Kolorimetriceskij metod opredeleniya massovoj doli obshchego fosfora v syr'e.
14. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). - M.: Al'yans, 2014. - 351 s.
15. Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na komp'yutere. - 2-e izd. - Novosibirsk: GUP RPO SO RASHN, 2009. - 222 s.
16. Gluhih M.A., Kalganova T.S. Dinamika azota v pochvah Zaural'ya // APK Rossii. - 2015. - T. 71. - S. 118-125.
17. Afanas'ev R.A., Merzlaya G.E. Dinamika podvizhnogo fosfora v razlichnykh pochvah // Plodorodie. - 2012. - № 3. - S. 16-18.

ТҮЙІН

Д.С. Харитонов^{1*}, Е.В. Мамыкин¹, П.Е. Назарова¹

ЖЕРДІ ДАЙЫНДАУДЫҢ ӘРТҮРЛІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНДА МАЙЫ ҮШІН ӨСІРІЛЕТІН ЗЫҒЫРҒА (LINUM USITATISSIMUM L.) МИНЕРАЛДЫ ТҮЙІРШІКТЕРДІ ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

*¹«Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС. А.И. Бараева»,
021601, Ақмола облысы, Шортанды ауданы, Шортанды-1 ауылы,
Бараев көшесі, 15, Қазақстан, *e-mail: danil.xaritonov@inbox.ru*

Үш жыл бойы Ақмолинская облысы Шортанды ауданының жағдайында карбонатты құнарлы оңтүстік қара топырақта «Қостанай құнар» сорты майы үшін өсірілетін зығырға минералды азот-фосфор тыңайтқыштарын қолдану тиімділігінің салыстырмалы зерттеуі жүргізілді. Зерттеу жер дайындаудың екі технологиясы – дәстүрлі және нөлдік – төрт өрісті алмастырымды егіс алқабында жүргізілді. Анықталғаны, дәстүрлі өңдеу алғашқы екі жылда нитратты азоттың қарқынды түрде тұтынылуын және құрғақ биомассаның жиналуы бойынша артықшылықты қамтамасыз етті, әсіресе бақылау нұсқаларында және өсімдіктердің дамуының ерте фазаларында. Нөлдік технологияда уборка кезеңіне дейін топырақта нитраттарды сақтауға ұмтылыс және өсу көрсеткіштерінің жоғары ауытқуы байқалды. Үшінші жылы минералды қоректендіруді оңтайландырылған нұсқаларда биомассаның жиналуы мен өнімділік көрсеткіштеріндегі технологиялар арасындағы айырмашылықтар статистикалық тұрғыдан теңдесті. нөлдік технология жүйесінде фосфорды (P20) орамақ жолмен жерге енгізу мен азотпен (соның ішінде жапырақ диагностикасы бойынша) бірге қолдану кезінде өнімділік 15,8-16,2 ц/га-ға жетті, бұл дәстүрлі технологияның көрсеткіштеріне (16,5-17,9 ц/га) сәйкес келеді.

Түйінді сөздер: майы үшін өсірілетін зығыр (Linum usitatissimum L.), нөлдік технология, жерді дәстүрлі өңдеу, минералды тыңайтқыштар, нитратты азот, қозғалмалы фосфор, өнімділік, оңтүстік қара топырақ, Солтүстік Қазақстан.

SUMMARY

D.S. Kharitonov^{1*}, E.V. Mamykin¹, P.E. Nazarova¹EFFECTIVENESS OF MINERAL FERTILIZER APPLICATION IN OILSEED FLAX
(LINUM USITATISSIMUM L.) CULTIVATION UNDER DIFFERENT SOIL PREPARATION
TECHNOLOGIES

¹A.I. Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP,
021601, Akmola Region, Shortandy District, Shortandy-1 Village, Barayev St., 15,
Kazakhstan, *e-mail: danil.xaritonov@inbox.ru

A three-year comparative study was conducted on the effectiveness of applying mineral nitrogen-phosphorus fertilizers in the cultivation of oilseed flax, variety 'Kustanai Amber', on calcareous southern chernozem in the conditions of Shortandy District, Akmola Region. The study was carried out under two soil preparation technologies – traditional and zero tillage – in a four-field crop rotation. It was established that traditional tillage in the first two years ensured more intensive consumption of nitrate nitrogen and an advantage in the accumulation of dry biomass, especially in control variants and during early plant development phases. Under zero tillage, a trend towards greater retention of nitrates in the soil at harvest and higher variability of growth indicators was observed. By the third year, differences in biomass accumulation and yield between the technologies in variants with optimized mineral nutrition were statistically leveled out. In the zero technology, with local row application of phosphorus (P20) combined with nitrogen (including based on leaf diagnostics), the yield reached 15.8-16.2 c/ha, which is comparable to the indicators of the traditional technology (16.5-17.9 c/ha).

Keywords: oilseed flax (*Linum usitatissimum* L.), zero technology, traditional tillage, mineral fertilizers, nitrate nitrogen, mobile phosphorus, yield, southern chernozem, Northern Kazakhstan.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Харитонов Данил Сергеевич – младший научный сотрудник лаборатории агрохимии и удобрений, магистр, <https://orcid.org/0009-0005-5292-4584>, e-mail: danil.xaritonov@inbox.ru,

2. Мамыкин Евгений Владимирович – научный сотрудник лаборатории агрохимии и удобрений, магистр, <https://orcid.org/0000-0003-1748-2969>, e-mail: mamykin_ev@mail.ru,

3. Назарова Перизат Ержанаткызы – старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и удобрений, магистр, <https://orcid.org/0000-0001-5098-8326>, e-mail: nazarova_perizat@mail.ru,