

И.В. Бакулова, ✉
И.И. Плужникова,
Н.В. Кришшин

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

✉ i.bakulova.pnz@fncl.ru

Поступила в редакцию:
12.01.2023

Одобрена после рецензирования:
02.06.2023

Принята к публикации:
20.06.2023

Irina V. Bakulova, ✉
Irina I. Pluzhnikova,
Nikolay V. Kriushin

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

✉ i.bakulova.pnz@fncl.ru

Received by the editorial office:
12.01.2023

Accepted in revised:
02.06.2023

Accepted for publication:
20.06.2023

Влияние агроприемов на фотосинтетическую деятельность и продуктивность нового сорта конопли посевной в условиях Среднего Поволжья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В 2023 году прошел государственную экспертизу и одобрен для аккредитации на допуск к использованию на территории Российской Федерации новый сорт однодомной безнаркотической конопли посевной Людмила волокнистого направления использования. В связи с этим исследования по разработке элементов технологии возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях представляют научный и практический интерес.

Методы. В основу выполнения научного эксперимента положены методологические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве и методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей. Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах определяли по методике А.А. Ничипоровича. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

Результаты. Внекорневые подкормки способствовали увеличению ассимиляционной поверхности листьев растений на вариантах с обработкой растений по вегетации препаратами: Изагри Фосфор — от 111,0 до 155,7 тыс. м²/га, Изагри Вита — от 112,2 до 139,7 тыс. м²/га, Гумат +7 — от 135,9 до 148,4 тыс. м²/га (при 101,1–114,3 тыс. м²/га на контроле). Высокую урожайность стеблей получили при посеве с нормой высева 3 млн всхожих семян на 1 га — 15,67 т/га, при снижении нормы высева до 2,5 и 2,0 млн всхожих семян на 1 га урожайность стеблей понижалась до 14,48–12,98 т/га. Внекорневые обработки результативны, урожайность стеблей на обработанных вариантах выше контроля на 0,36–0,9 т/га. Наиболее высокую урожайность семян получили при посеве с нормой высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га, в среднем — 0,98 т/га.

Ключевые слова: безнаркотический сорт, конопля посевная, внекорневая обработка, листовая поверхность, урожайность семян, урожайность стеблей

Для цитирования: Бакулова И.В., Плужникова И.И., Кришшин Н.В. Влияние агроприемов на фотосинтетическую деятельность и продуктивность нового сорта конопли посевной в условиях Среднего Поволжья. *Аграрная наука*. 2023; 372(7): 80–84. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-80-84>

© Бакулова И.В., Плужникова И.И., Кришшин Н.В.

The influence of agricultural practices on photosynthetic activity and productivity of a new variety of cannabis in the Middle Volga region

ABSTRACT

Relevance. In 2023, a new variety of single-domed drug-free cannabis, Lyudmila, of the fibrous direction of use, passed the State Examination and was approved for accreditation for admission to use on the territory of the Russian Federation. In this regard, research on the development of elements of cultivation technology in specific soil and climatic conditions is of scientific and practical interest.

Methods. The scientific experiment is based on methodological guidelines for registration tests of fungicides in agriculture and methodological guidelines for conducting field and vegetation tests with cannabis. Indicators of photosynthetic activity of plants in crops were determined by the method of A.A. Nichiporovich. Mathematical processing of experimental data was carried out by the method of dispersion analysis according to B.A. Dospekhov.

Results. Foliar top dressing contributed to an increase in the assimilation surface of the leaves in the variants with the treatment of plants for vegetation with preparations: Izagri Phosphorus — from 111.0 to 155.7 thousand m²/ha, Izagri Vita — from 112.2 to 139.7 thousand m²/ha, Humate +7 — from 135.9 to 148.4 thousand m²/ha (with 101.1–114.3 thousand m²/ha under control). The high yield of stems was obtained when sowing with a seeding rate of 3 million germinating seeds per hectare — 15.67 t/ha, with a decrease in the seeding rate to 2.5 and 2.0 million germinating seeds per hectare, the yield of stems decreased to 14.48–12.98 t/ha. Foliar treatments are effective, the yield of stems on the treated variants is higher than the control by 0.36–0.9 t/ha. The highest seed yield was obtained when sowing with a seeding rate of 2.5 million germinating seeds per hectare, on average 0.98 t/ha.

Key words: drug-free variety, hemp seed, foliar top dressing, leaf surface, seed yield, stem yield

For citation: Bakulova I.V., Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V. The influence of agricultural practices on photosynthetic activity and productivity of a new variety of cannabis in the Middle Volga region. *Agrarian science*. 2023; 372(7): 80–84 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-80-84>

© Bakulova I.V., Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V.

Введение/Introduction

Определяющее значение в повышении урожая сельскохозяйственных культур принадлежит сорту и технологии возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях [1, 2]. Сортовой любой сельскохозяйственной культуры должен обладать высокой продуктивностью и экологической пластичностью, комплексной устойчивостью к возбудителям болезней и вредителей, давать наибольшее количество того продукта, для получения которого возделывают ту или иную культуру [3]. Технология возделывания в свою очередь включает систему агроприемов, направленных на повышение урожайности и качества культуры [4–10]. Однако каждый отдельный сорт, имея общие закономерности в развитии с другими сортами, очень часто обладает свойствами, присущими только ему. Поэтому большое значение при внедрении новых сортов в производство имеет разработка сортовой агротехники, которая дает возможность наиболее полно проявиться потенциальным возможностям сорта [11].

Не менее важная роль в создании урожая принадлежит фотосинтезу, так как продуктивность растений определяется в основном активностью фотосинтетического аппарата, а показатели роста ассимиляционной поверхности показывают в свою очередь реакцию растений на условия произрастания. Поэтому приемы технологии возделывания должны создавать оптимальные условия для роста и развития растений, регулируя активность фотосинтетического процесса [12]. Одним из прогрессивных элементов адаптивной технологии выращивания конопли посевной является применение микроэлементов в форме микроудобрений для внекорневой подкормки растения. Микроэлементы оказывают всестороннее воздействие на растения: ускоряют рост, увеличивают листовую поверхность растений, повышают интенсивность фотосинтеза и дыхания растений.

Цель работы — разработка элементов технологии возделывания нового сорта конопли посевной Людмила, влияющих на урожайность за счет улучшения деятельности фотосинтетического аппарата в условиях Среднего Поволжья.

Материалы и методы исследования /

Materials and methods

Изучение влияния нормы высева и различных внекорневых подкормок растений на фотосинтетические показатели и урожайность нового сорта конопли посевной Людмила осуществлялось постановкой и проведением двухфакторного полевого опыта на экспериментальном участке Федерального научного центра лубяных культур в 2021–2022 годах в условиях Пензенской области.

Схема опыта включала: фактор А — норма высева: 1) 2,0 млн/га, 2) 2,5 млн/га, 3) 3,0 млн/га,

фактор В — внекорневая обработка растений: 1) контроль, 2) Изагри Азот (3 л/га), 3) Изагри Фосфор (3 л/га), 4) Изагри Вита (1 л/га), 5) Гумат +7 (1 л/га).

Некорневые подкормки конопли согласно схеме опыта проводили в фазы: 1) фаза трех пар листьев, 2) фаза пяти-шести пар листьев ранцевым опрыскивателем Kwazar с щелевым распылителем. Рядовой посев сеялкой проведен 6 мая — в 2021 году, 29 апреля — в 2022-м.

В основу выполнения научного эксперимента положены методологические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве и методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей^{1,2,3}. Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах определяли по методике А.А. Ничипоровича⁴. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову⁵. Почвенно-агрохимическое обследование сельскохозяйственных угодий проведено в соответствии с Методическими указаниями по проведению комплексного мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения⁶. По результатам обследования пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: почва опытного участка — чернозем выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый, содержание гумуса по И.В. Тюриной — 5,9% (ГОСТ 26213-91⁷), легкогидролизующего азота по методу Корнфилда — 13,6 мг / 100 г почвы, подвижного фосфора и обменного калия по методу Ф.В. Чирикова — 17,2 мг / 100 г и 20,7 мг / 100 г почвы соответственно (ГОСТ 26204-91⁸). Реакция почвенной среды — 5,1 (ГОСТ 26483-85⁹), сумма поглощенных оснований по методу Каппена — 33,37 мг-экв. на 100 г почвы (ГОСТ 27821-88)¹⁰, гидролитическая кислотность по методу Каппена — 5,33 мг-экв. на 100 г почвы (ГОСТ 26212-91¹¹). Содержание микроэлементов в почве: бор по Бергеру и Труогу — 1,4 мг/кг почвы (ГОСТ Р 50688-94¹²), другие — по ГОСТ ISO 16198-2017¹³.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Полнота всходов в среднем за период исследований составила 60–72% от лабораторной (от 124 до 217 всх/м²) и определялась условиями периода «посев — всходы». Показатели полевой всхожести имели наиболее высокие значения на вариантах с нормой высева 3,0 млн всхожих семян на 1 га (в среднем 198 растений/м² или 66%). Сохранность по вариантам опыта была высокой и изменялась в зависимости от нормы высева и варианта обработки растений — от 76 до 96%. Внекорневая обработка растений Изагри Фосфор и Гумат +7 повышала стрессоустойчивость растений, тем самым увеличивала количество сохраненных растений по сравнению с контрольным вариантом.

¹ Серков В. А. и др. Возделывание однодомной конопли посевной среднерусского экотипа Практические рекомендации. Пенза. 2018; 37.

Бедак Г.Р. и др. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей. М.: ВАСХНИЛ. 1980; 34.

² Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ВНИИЗР. 2009; 378.

³ Бедак Г.Р. и др. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей. М.: ВАСХНИЛ. 1980; 34.

⁴ Ничипорович А.А. Основа фотосинтетической продуктивности растений. Современные проблемы фотосинтеза: сборник трудов. Москва. 1973; 17–43.

⁵ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014; 349.

⁶ Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2003; 240.

⁷ ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

⁸ ГОСТ 26204-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.

⁹ ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.

¹⁰ ГОСТ 27821-88 Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена.

¹¹ ГОСТ 26212-91 Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.

¹² ГОСТ Р 50688-94 Почвы. Определение подвижных соединений бора по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО.

¹³ ГОСТ ISO 16198-2017 Качество почв. Метод определения биодоступности микроэлементов почвы для растений.

Таблица 1. Морфометрические показатели растений конопли посевной в фазу 5 пар листьев (в среднем за 2021–2022 гг.)
Table 1. Morphometric indicators of cannabis plants sown in the phase of 5 pairs of leaves (on average for 2021–2022)

Варианты опыта		Морфометрические показатели			
Фактор А — норма высева, млн всх. семян на 1 га	Фактор В — внекорневая обработка растений	Длина корешка, см	Высота растения, см	Масса растения с корешком, г	Распространенность корневых гнилей, %
2,0 млн	Контроль	13,6	22,2	41,6	9,1
	Изагри Азот	10,4	23,8	46,8	7,3
	Изагри Фосфор	12,8	21,9	46,5	20,0
	Изагри Вита	10,3	26,8	62,7	9,1
	Гумат +7	10,9	24,3	45,6	7,0
2,5 млн	Контроль	12,4	21,5	34,6	46,2
	Изагри Азот	8,30	22,6	48,0	12,1
	Изагри Фосфор	9,40	26,9	48,4	30,8
	Изагри Вита	10,0	23,1	35,7	11,1
	Гумат +7	7,40	24,6	38,1	25,0
3,0 млн	Контроль	10,3	26,7	35,7	46,2
	Изагри Азот	10,6	20,7	41,8	20,0
	Изагри Фосфор	13,3	20,8	35,2	40,0
	Изагри Вита	11,2	23,7	36,6	30,0
	Гумат +7	7,40	24,6	38,1	25,0
НСР ₀₅		A — 0,422, B — 0,545, A, B — 0,944	A, B — 3,83	A — 2,46, B — 3,17, A, B — 5,49	A — 1,27, B — 1,63, A, B — 2,82

Как представлено в таблице 1, обработанные растения уже в фазу 5 пар листьев опережали контрольный вариант. Спустя две недели после первой обработки изучаемыми препаратами масса растения с корешком достигала 40,6–45,5 г при 37,3 г на контроле. Внекорневое опрыскивание улучшает условия питания растений и повышает устойчивость их к заболеваниям. Обработка вегетирующих растений жидкими удобрениями Изагри Азот, Изагри Вита и Гумат +7 усиливала защитные функции растения, тем самым способствовала снижению распространенности корневых гнилей на 20,7%, 17,1% и 14,8% по сравнению с контролем (33,8%). Загущение стеблестоя увеличивает процент пораженных корневыми гнилями растений в среднем по фактору А от 10,5% при посеве с нормой высева 2,0 млн всхожих семян на 1 га до 32,2% при посеве с нормой высева 3,0 млн всхожих семян на 1 га. При взаимодействии факторов А и В тенденция сохраняется.

Эндогенное воздействие подкормок растений возможно на различных этапах их онтогенеза. Влияние внекорневых обработок на растительный организм

особенно эффективно в фазу его перехода от вегетативного роста к генеративному развитию. Для растений конопли посевной переходной является фаза трех пар листьев. В этот период развития апексы растительных организмов переходят из вегетативного состояния в прегенеративное и обладают возможностью ответной реакции на изменения внешних условий, в связи с чем использование факторов внешнего воздействия в этот период может оказывать полифункциональный эффект.

Динамика формирования листовой поверхности при рядовом способе посева представлена на рисунке 1. По результатам видно, что на площадь листовой поверхности (ПЛП) влияют погодные условия периода вегетации и агротехнические приемы. Так, в относительно увлажненном 2021 году (ГТК 0,96) ассимиляционная поверхность листьев в среднем по факторам достигала: в фазу бутонизации — 116,9 тыс. м²/га, в фазу цветения — 148,5 тыс. м²/га, в фазу созревания — 184,5 тыс. м²/га. Это на 13,4–33,7 тыс. м²/га выше, чем в 2022 году (ГТК 0,81). Нормы высева и опрыскивание посевов способствовали росту листовой поверхности, отмечено влияние факторов на увеличение исследуемого показателя. На вариантах с обработкой растений препаратом Гумат + 7 формирование листовой поверхности на единице площади идет с нарастающим итогом более длительное время, существенные прибавки отмечены с фазы массового цветения до массового созревания семян.

В среднем за период исследований установлено, что максимальное формирование листовой поверхности происходило в период интенсивного роста растений — в фазу «бутонизация — цветение». Внекорневые подкормки способствовали увеличению ассимиляционной поверхности листьев растений на вариантах с обработкой растений по вегетации препаратами Изагри Фосфор (от 111,0 до 155,7 тыс. м²/га), Изагри Вита (от 112,2 до 139,7 тыс. м²/га), Гумат+7 (от 135,9 до 148,4 тыс. м²/га) при 101,1–114,3 тыс. м²/га на контроле. При переходе к генеративной фазе развития интенсивный прирост прекращался, листовая поверхность нарастала не так сильно, на вариантах с обработкой препаратами Изагри Азот, Изагри Фосфор и Изагри Вита листья нижнего яруса постепенно отмирали. Дольше всего сохраняли листовую поверхность в активном состоянии посевы конопли с обработкой Гумат +7. Выявлена зависимость ассимиляционной поверхности от изменения нормы высева. В период бутонизации максимальная по фактору А площадь листьев составляла 121,8 тыс. м²/га на вариантах с нормой высева 3 млн всхожих семян на 1 га.

Начиная с фазы цветения преимущество нормы высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га, листовая поверхность достигла 145,9 тыс. м²/га. В фазу созревания значительное преимущество получили на вариантах с нормой высева 2,0 млн всхожих семян на 1 га — 196,4 тыс. м²/га.

В среднем по фактору А площадь листовой поверхности одного растения наибольших размеров достигала при посеве с нормой высева 2,0 млн и уменьшалась

Рис. 1. Площадь листовой поверхности конопли посевной при рядовом способе в зависимости от изучаемых факторов, тыс. м²/га (в среднем за 2021–2022 гг.)

Fig. 1. The area of the leaf surface of seeded hemp with an ordinary method, depending on the factors studied, thousand m²/ha (on average for 2021–2022)

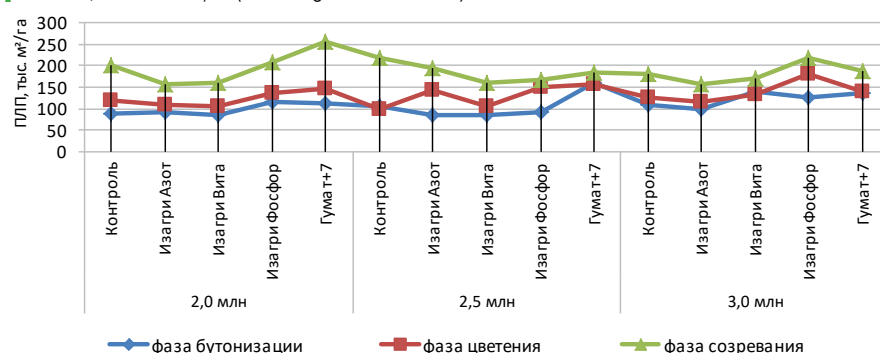


Рис. 2. Площадь листовой поверхности конопли посевной при рядовом способе в зависимости от изучаемых факторов, см²/растение (в среднем за 2021–2022 гг.)

Fig. 2. The area of the leaf surface of the seeded hemp with an ordinary method, depending on the factors studied, cm²/plant (on average for 2021–2022)

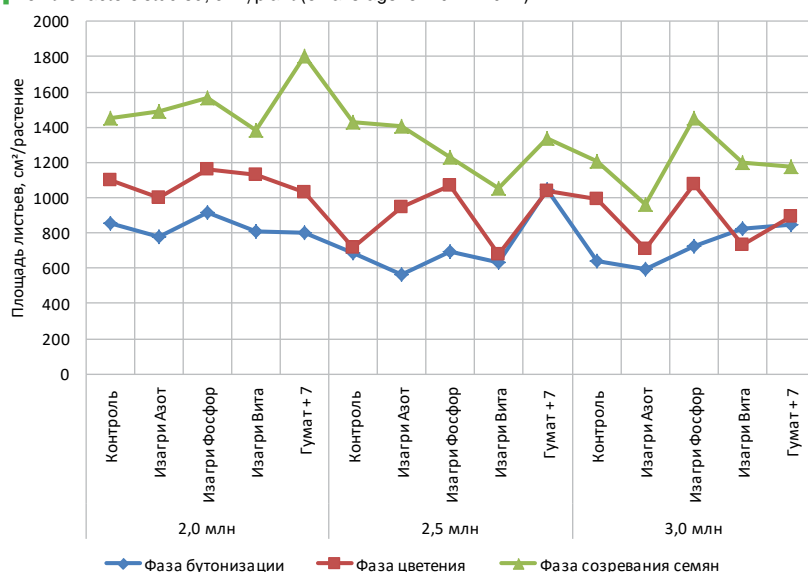


Рис. 3. Динамика накопления сухого вещества растений конопли посевной 1 г на 10 растений (в среднем за 2021–2022 гг.)

Fig. 3. Dynamics of accumulation of dry matter of cannabis plants 1 g per 10 plants (on average for 2021–2022)

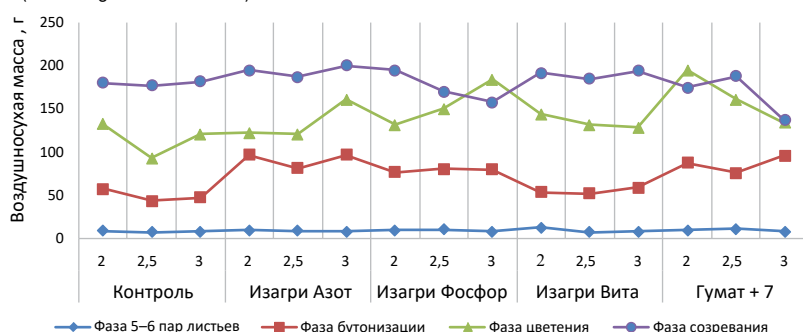
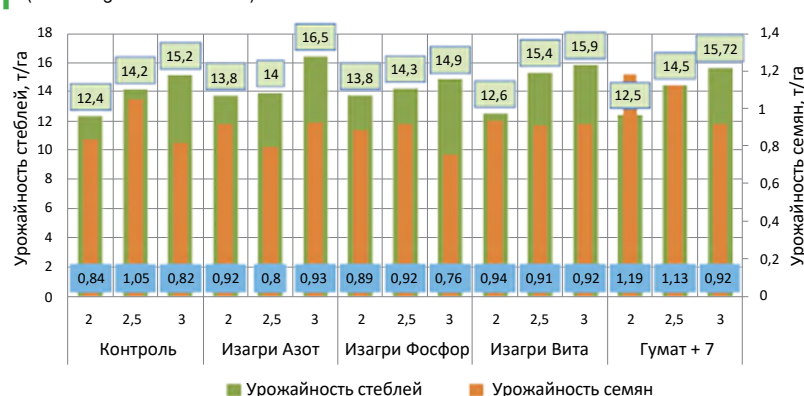


Рис. 4. Урожайность стеблей и семян конопли посевной при рядовом способе посева, т/га (в среднем за 2021–2022 гг.)

Fig. 4. The yield of stems and seeds of seeded hemp with an ordinary method of sowing, t/ha (on average for 2021–2022)



с загущением стеблестоя: от 831,0 до 726,4 см²/растение — в фазу бутонизации, от 1083,8 до 880,8 см²/растение — в фазу цветения, от 1539,0 до 1198,7 см²/растение — в фазу созревания. Наибольшие показатели площади листовой поверхности одного растения по всем фазам развития отмечены при опрыскивании растений Изагри Фосфор и Гумат +7 (рис. 2).

Важнейшим показателем роста растений конопли и его продуктивности является накопление сухого вещества. Темпы прироста этих признаков изменяются по фазам развития и зависят от условий среды в течение всего периода вегетации. В эксперименте содержание сухого вещества в граммах на 10 растений в фазу 5–6 пар листьев было примерно на одном уровне (в среднем 8,62 г), вес значительно увеличивался к фазе бутонизации на 63,01 г, начала цветения — на 130 г. Самое высокое накопление сухого вещества наблюдалось в период начала созревания, к фазе полного созревания из-за отмирания и опадения части нижних листьев изучаемый параметр несколько уменьшался. Прирост сухого вещества был выше на варианте с обработкой препаратами Изагри Азот, Изагри Фосфор и Гумат +7 (результаты отражены на рис. 3). Наиболее низкие темпы накопления сухого вещества в период вегетации наблюдались на контрольном варианте — при обработке растений препаратами Изагри Вита.

На урожайности как конечной равнодействующей отражается всё, что произошло в ходе онтогенеза растения, поэтому она больше всего подвержена воздействию со стороны факторов окружающей среды. Как представлено на рисунке 4, существенное влияние на урожайность культуры оказали изучаемые элементы технологии. Высокую урожайность стеблей получили при посеве с нормой высева 3 млн всхожих семян на 1 га — 15,67 т/га, при снижении нормы высева до 2,5 млн и 2,0 млн всхожих семян на 1 га урожайность стеблей снижалась до 14,48–12,98 т/га. Внекорневые обработки результативны, урожайность стеблей на обработанных вариантах выше контроля на 0,36–0,9 т/га. Наиболее высокую урожайность семян получили при посеве с нормой высева 2,5 млн/га (в среднем 0,98 т/га). Из числа испытываемых препаратов наиболее эффективным по влиянию на урожайность семян следует считать Гумат +7 — урожайность достоверно повышалась на 0,18 т/га, что на 20% выше варианта без обработки. Внекорневая подкормка препаратами Изагри Фосфор, Изагри Вита, Изагри Азот повышает урожайность семян только при посеве с нормой высева 2,0 млн всхожих семян на 1 га, загущение посева до 2,5–3,0 млн всхожих семян на 1 га не способствовало повышению урожайности семян — на этих вариантах внекорневая подкормка оказалась менее эффективной.

Выводы/Conclusion

На основании исследований получены предварительные результаты к разработке элементов технологии возделывания нового сорта конопли посевной Людмила. Изучаемые факторы положительно влияют на фотосинтетическую деятельность и продуктивность нового сорта конопли посевной Людмила в условиях Среднего Поволжья.

Увеличение фотосинтетической активности агрофитоценоза конопли путем вегетационных обработок

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малкандуев Х.А., Шамурзаев Р.И., Малкандуева А.Х. Формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественника и условий возделывания. *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2022; (3): 40–50. <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2022-3-107-40-50>
2. Балакшина В.И., Шевыхова Е.А. Сорт — особое внимание. *Научно-агрономический журнал*. 2008; (2): 8–10.
3. Гайнуллин Ф.М. Сорт, агротехника и урожай зерновых и крупяных культур. *Современные методы адаптивной селекции зерновых и кормовых культур. Материалы Международной научно-практической конференции*. Самара. 2003; 27–31.
4. Игнатов В.Д., Ростовцев Р.А., Мкртчян С.Р., Попов Р.А., Пучков Е.М., Соловьев С.В. Способ уборки технической конопли на семена и тресту и многофункциональный агрегат для его осуществления. Патент РФ № 2772915. Дата начала отсчета срока действия патента: 07.06.2021. Опубликовано: 27.05.2022.
5. Гушина В.А., Смирнов А.Д. Урожайность и масличность семян конопли в лесостепи Среднего Поволжья. *Нива Поволжья*. 2022; (2): 1004. <https://doi.org/10.36461/NP2022.62.2.007>
6. Плужникова И.И., Криушин Н.В., Бакулова И.В. Оптимизация защиты растений конопли от вредных организмов на ранних стадиях ее развития. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022; (1): 69–74. https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_1_69
7. Серков В.А., Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В. Новые направления селекции и совершенствование технологии семеноводства конопли посевной: Монография. Пенза: ПГАУ. 2019; 155. <https://www.elibrary.ru/qaamaz>
8. Гладков Д.В., Плотников А.М., Субботин И.А. Продуктивность конопли посевной в зависимости от норм высева и применения средств химизации. *Вестник Курганской ГСХА*. 2018; (1): 18–20. <https://www.elibrary.ru/xqrlhn>
9. Серков В.А., Хрянин В.Н., Климова Л.В. Влияние регуляторов роста растений на морфологические показатели и урожайность конопли посевной в лесостепи Среднего Поволжья. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2016; (6): 73–85. <https://www.elibrary.ru/xruzil>
10. Плотников А.М., Гладков Д.В., Субботин И.А. Влияние норм высева на морфологические показатели конопли посевной. *Современные научно-практические решения в АПК. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции*. Тюмень. 2017; 1: 715–720. <https://www.elibrary.ru/yqqfbb>
11. Германцева Н.И., Селезнева Т.В. Новые сорта нута и технология их возделывания. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014; (2): 70–75. <https://www.elibrary.ru/sfmrvl>
12. Гушина В.А., Смирнов А.Д. Фотосинтетическая деятельность конопли посевной при некорневой подкормке микроэлементами удобрениями. *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; (1): 5–8. <https://www.elibrary.ru/mdpjpg>

ОБ АВТОРАХ:

Ирина Владимировна Бакулова, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный научный центр лубяных культур, Комсомольский пр-т, д. 17/56, Тверь, 170041, Россия i.bakulova.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0001-8504-1001>

Ирина Ивановна Плужникова, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный научный центр лубяных культур, Комсомольский пр-т, д. 17/56, Тверь, 170041, Россия i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0002-9161-4803>

Николай Викторович Криушин, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный научный центр лубяных культур, Комсомольский пр-т, д. 17/56, Тверь, 170041, Россия n.kriushin.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0002-6597-2543>

и изменения нормы высева способствует повышению урожайности стеблей и семян.

Наиболее высокая урожайность стеблей 15,64 т/га получена при норме высева 3 млн всхожих семян на 1 га. Применение некорневых подкормок способствовало повышению урожайности стеблей на 0,36–0,9 т/га (11,2–20,1%). Урожайность семян достоверно увеличилась при посеве с нормой высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га и при некорневой обработке гуминовым препаратом — на 0,18 т/га (20%).

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING:

The work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task of the «Federal Scientific Center of Bast Crops» (topic No. FGSS-2022-0008).

REFERENCES

1. Malkanduev Kh.A., Shamurzaev R.I., Malkandueva A.Kh. Formation of yield and grain quality of winter wheat varieties depending on precursors and growing conditions. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022; (3): 40–50 (In Russian). <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2022-3-107-40-50>
2. Balakshina V.I., Shevykhova E.A. Special attention — to the variety. *Scientific Agronomy Journal*. 2008; (2): 8–10 (In Russian).
3. Gainullin F.M. Variety, agrotechnics and harvest of grain and cereal crops. *Modern methods of adaptive breeding of grain and fodder crops. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Samara. 2003; 27–31 (In Russian).
4. Ignatov V.D., Rostovtsev R.A., Mkrtychyan S.R., Popov R.A., Puchkov E.M., Solovov S.V. Method for harvesting technical hemp for seeds and retted stalks and a multifunctional unit for its implementation. Patent Russian Federation No. 2772915. Starting date of the patent validity period: 07.06.2021. Published: 27.05.2022 (In Russian).
5. Gushchina V.A., Smirnov A.D. Hemp seed yield and oil content in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Niva Povolzhya*. 2022; (2): 1004 (In Russian). <https://doi.org/10.36461/NP2022.62.2.007>
6. Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V. Optimizing hemp plant protection against harmful organisms in the early stages of its development. *Mezhdunarodnyi sel'skhozaystvennyi zhurnal*. 2022; (1): 69–74 (In Russian). https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_1_69
7. Serkov V.A., Bakulova I.V., Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V. New directions of breeding and improvement of seed production technology of hemp: Monograph. Penza: Penza State Agrarian University. 2019; 155 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/qaamaz>
8. Gladkov D.V., Plotnikov A.M., Subbotin I.A. Productivity of hemp depending on norms of seeding and application of chemicalization means. *Publishing House of Kurgan State Agricultural Academy*. 2018; (1): 18–20 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xqrlhn>
9. Serkov V.A., Khryanin V.N., Klimova L.V. Plant growth regulators influence on morphologic-physiological parameters and yield of hemp seed in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2016; (6): 73–85 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xruzil>
10. Plotnikov A.M., Gladkov D.V., Subbotin I.A. Influence of norms of seeding on morpho-physiological indicators of a sowing hemp. *Modern scientific and practical solutions in the agro-industrial complex. Collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference*. Tyumen. 2017; 1: 715–720 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yqqfbb>
11. Germantsev N.I., Seleznev T.V. New varieties of chickpea and technologies of their cultivation. *Legumes and great crops*. 2014; (2): 70–75 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/sfmrvl>
12. Gushchina V.A., Smirnov A.D. Photosynthetic activity of seed hemp at full root feeding with micro-elemental fertilizers. *Vestnik Chuvash State Agricultural Academy*. 2021; (1): 5–8 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mdpjpg>

ABOUT THE AUTHORS:

Irina Vladimirovna Bakulova, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56 Komsomolskiy Prospekt, Tver, 170041, Russia i.bakulova.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0001-8504-1001>

Irina Ivanovna Pluzhnikova, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56 Komsomolskiy Prospekt, Tver, 170041, Russia i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0002-9161-4803>

Nikolay Viktorovich Kriushin, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Research Center for Fiber Crops, 17/56 Komsomolskiy Prospekt, Tver, 170041, Russia n.kriushin.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0002-6597-2543>