

УДК 633.522 + 631.81.095.337

## ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ ПРИ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ

**В. А. Гущина, А. Д. Смирнов**

*Пензенский государственный аграрный университет*

*440014, г. Пенза, Российская Федерация*

**Аннотация.** В статье анализируются результаты исследований, направленных на изучение влияния некорневой подкормки микроэlementными удобрениями на фотосинтетическую деятельность конопляной посевной. Было установлено, что на фотосинтетическую деятельность растений влияет фолиарная подкормка препаратами К-Гумат-На с микроэlementами и Agree`s «Магний» в фазу трех пар настоящих листьев, с последующей подкормкой в фазу бутонизации. Было выявлено, что оптимальные условия для повышения фотосинтетической деятельности растений и их продуктивности складываются при некорневой подкормке препаратами К-Гумат-На с микроэlementами и Agree`s «Магний» в фазе трех пар листьев с последующей – в бутонизацию. Площадь листьев у конопляной посевной при этом увеличивается на 3,9 тыс. м<sup>2</sup>/га по сравнению с однократной подкормкой в фазу бутонизации, фотосинтетический потенциал растений возрастает до 2,74 млн. м<sup>2</sup> сут. / га, чистая продуктивность фотосинтеза – до 2,21 г/м<sup>2</sup>сут. Эксперимент проводили в 2019-2020 гг. в ООО «Коноплекс Пенза» на черноземе выщелоченном, среднемощном, среднесуглинистом, с содержанием гумуса в пахотном слое в 4,8...5,1 %, легкогидролизуемого азота – 72...105 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 32,1...55,0 и обменного калия – 78...90 мг/кг почвы, реакция почвенного раствора – средне- и слабкокислая (4,9...5,1). Для проведения опытов использовались следующие препараты: Поли – Фид, К-Гумат-На с микроэlementами, Agree`s «Магний», Agree`s «Аминовит», Agree`s «Кальций (СаО)», Полишанс. В целом наибольшая ассимиляционная поверхность растений конопляной посевной при их подкормке – 88,5 тыс. м<sup>2</sup>/га – в среднем за два года исследований была сформирована при использовании препаратов К-Гумат-На с микроэlementами, причем максимальные величины были достигнуты в случае фолиарной обработки в фазу трех пар настоящих листьев с последующей – в бутонизацию. Вероятно, этот препарат, обладая антисрессовым эффектом, защитил растения от засухи. Аналогичные результаты были отмечены при применении препарата Agree`s «Магний», поскольку магний, входящий в его состав, является структурной основой фотосинтетических процессов и входит в состав пигмента хлорофилла, то он и активизировал процессы фотосинтеза.

**Ключевые слова:** конопля посевная, показатели фотосинтеза, микроэlementные удобрения, погодные условия.

**Введение.** Фотосинтетическая деятельность сельскохозяйственных растений в посевах влияет на их урожайность. При быстром развитии их ассимиляционной поверхности наиболее эффективно используется солнечная энергия в процессе фотосинтеза [4]. Поэтому современные технологии возделывания любой культуры должны создавать оптимальные условия для роста и развития растений, регулируя активность фотосинтетического процесса [1].

Одним из прогрессивных приемов выращивания конопляной посевной является использование микроэlementов в хелатной форме. Причем существенное значение при формировании продуктивности растений имеет некорневая подкормка, которая является важным элементом адаптивных технологий производства сельскохозяйственной продукции [5], в том числе и при производстве натурального волокна из конопляной пеньки [2].

Микроэlementы оказывают всестороннее воздействие на растения. Они, улучшая питание растений, стимулируют их развитие, повышают продуктивность, которая также зависит и от почвенно-климатических условий.

Важными показателями, отражающими продуктивность посевов, являются размеры листового аппарата и продолжительность его деятельности.

Цель нашей работы – разработка эффективных приемов возделывания конопляной посевной сорта Сурская, влияющих на урожайность за счет улучшения деятельности фотосинтетического аппарата.

**Материалы и методы исследований.** Эксперимент проводили в 2019-2020 гг. в ООО «Коноплекс Пенза» на черноземе выщелоченном, среднемощном, среднесуглинистом, с содержанием гумуса в пахотном слое 4,8...5,1 %, легкогидролизуемого азота – 72...105 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 32,1...55,0 и обменного калия – 78...90 мг/кг почвы, реакция почвенного раствора – средне- и слабкокислая (4,9...5,1).

Посев конопляной посевной производили сеялкой AmazonD9 по лучшему предшественнику – чистому пару – 6 мая в первый год исследования и 31 мая в 2020 г. рядовым способом на глубину 3-5 см с нормой высева в 2 млн. всхожих семян с одновременным прикатыванием рядков.

Двухфакторный опыт был заложен в четырехкратной повторности методом расщепленных делянок, где площадь делянок первого порядка составила 70 м<sup>2</sup>, второго – 10 м<sup>2</sup>. Первый фактор – фаза развития растений для некорневой подкормки (три пары настоящих листьев, бутонизация, три пары настоящих листьев +

бутонизация); второй фактор – препарат (контроль – без обработки, Поли-Фид, К-Гумат-На с микроэлементами, Agree`s«Магний», Agree`s «Аминовит», Agree`s «Кальций (CaO)», Полишанс). Расход препаратов соответствовал нормам, соответствующим инструкциям по их применению.

Площадь листьев определяли методом высечек, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза – расчетным методом с учетом накопления сухого вещества по формуле, предложенной L. Briggs, F.Kidd, C.West.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Гидротермические условия вегетационного периода 2019 г. характеризовались недостаточной увлажненностью, и ГТК составил 0,74. Второй год исследований был достаточно засушливым (ГТК–0,68). Однако следует отметить, что при посеве в 2020 г., проведенном на 25 дней позже, чем в предыдущем, в условиях избыточного увлажнения (ГТК–1,62) всходы появились уже на шестые сутки, а через 2,5 недели растения достигли трех пар настоящих листьев при ГТК – 0,95. Очень засушливая климатическая ситуация (ГТК – 0,15 и 0,19) сложилась в период этих фаз развития в 2019 г. По этой причине эффект от некорневой подкормки в этом году в фазу трех пар настоящих листьев был слабым, что отразилось на развитии корневой системы конопли, а, следовательно, и ее надземной массы.

При достаточной обеспеченности растений влагой (62,7 мм) и сумме активных температур в 559,3 °С бутонизация в 2020 г. наступила на 26 сутки после формирования трех пар листьев. Продолжительность этого периода в 2019 г. увеличилась на 6 дней, несмотря на засушливые климатические условия (ГТК–0,2). Однако осадки первой декады августа (70 мм) не оказали значительного влияния на показатели фотосинтетической деятельности конопли. Наиболее благоприятные условия для этого сложились в 2020 г.

После определения площади листьев конопли в период ее массового цветения было установлено, что фолиарная обработка растений микроэlementными препаратами в различные фазы их развития увеличивали ассимиляционную поверхность в 1,1 раза. Более развитыми были листья в 2020 г., когда их площадь в среднем от подкормки в фазу трех пар настоящих листьев была больше на 1,6 тыс.м<sup>2</sup>/га в сравнении с 2019 г. Фолиарная обработка конопли в фазу бутонизации увеличила ассимиляционную поверхность на 1,9 тыс.м<sup>2</sup>/га так же, как и при двукратной подкормке. Однако в среднем за два года поздняя подкормка оказалась менее эффективной – фотосинтетическая поверхность была меньше на 3,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, чем в варианте с обработкой в фазу трех пар листьев, и на 3,9 тыс. м<sup>2</sup>/га меньше, чем в варианте с двукратной подкормкой.

Наибольшая ассимиляционная поверхность растений в 88,5 тыс. м<sup>2</sup>/га в среднем за два года сформировалась при их подкормке препаратами К-Гумат-На с микроэлементами, причем максимальные величины были зафиксированы при фолиарной обработке в фазу трех пар настоящих листьев с последующей – в бутонизацию. Вероятно, этот препарат, обладая антисрессовым эффектом, защитил растения от засухи. Аналогичные результаты были отмечены в случае применения препарата Agree`s «Магний», поскольку входящий в него магний является структурной основой фотосинтетических процессов, то, являясь частью пигмента хлорофилла, он активизировал процессы фотосинтеза.

Сельскохозяйственным культурам недостаточно иметь только большую суммарную площадь листовой поверхности. Важным показателем их качества является фотосинтетический потенциал (ФП), характеризующий продолжительность работы листьев в посеве за период вегетации [3]. Оптимальным считается ФП, равный не менее 2,0 млн. м<sup>2</sup>·сут. / га. Согласно исследованиям, в среднем за два года он превышал этот показатель как по срокам проведения подкормок, так и в случае применения препаратов. Практически на одном уровне (2,71 и 2,74 млн. м<sup>2</sup> сут. / га) он оставался при ранней и двукратной подкормке препаратами К-Гумат-На с микроэлементами и Agree`s «Магний».

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) характеризуется количеством сухой биомассы, которая синтезируется за сутки на квадратном метре листовой поверхности. Это наиболее стабильный показатель фотосинтеза, который зависит от обеспеченности листьев светом.

Архитектоника растений конопли была практически одинаковой, но более высокие показатели ЧПФ были зафиксированы в 2020 г. и составляли 2,16...2,24 г/м<sup>2</sup>сут. В среднем же за два года исследований в случае двукратной фолиарной обработки препаратами К-Гумат-На с микроэлементами и Agree`s «Магний» ЧПФ была наибольшей и составляла 2,21 г/м<sup>2</sup> сут.

**Выводы.** Таким образом, опытным путем нами было доказано, что наиболее интенсивно процессы фотосинтеза протекали в условиях 2020 г., когда гидротермический коэффициент до фазы бутонизации превышал единицу.

Ускоряет фотосинтетическую деятельность растений фолиарная подкормка в фазу трех пар настоящих листьев с последующей – в бутонизацию препаратами К-Гумат-На с микроэлементами и Agree`s «Магний».

Исследование было выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90004.

#### Литература

1. Гущина, В. А. Фотосинтетическая деятельность агроценоза эхинацеи пурпурной / В. А. Гущина, Е. О. Никольская // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1(21). – С. 10-13.

2. Димитриев, В. Л. Об усовершенствовании элементов в технологии возделывания безнаркотических сортов конопли в условиях лесостепной зоны Чувашской Республики / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, А. Г. Ложкин // Вестник БГАУ. – 2019. – № 4. – С.20-23.
3. Нелюбина, Ж.С. Фотосинтетическая деятельность лядвенца рогатого (*Lotuscorniculatus L.*) в зависимости от агротехнических приемов в Среднем Предуралье / Ж. С. Нелюбина, Н. И. Касаткина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – Том 67. – № 6. – С.96-101.
4. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений, как основа их продуктивности в биосфере и земледелии / А. А. Ничипорович // Фотосинтез и продукционный процесс. – Москва: Наука, 1988. – С. 5-29.
5. Эффективность foliarной обработки посевов кукурузы комплексными и микробиологическим удобрениями / С. И. Коконов, Р. Д. Валиуллина, Т. Н. Рябова, А. В. Зиновьев, Б. Б. Борисов // Кормопроизводство. – 2020. – № 5. – С. 26-29.

#### Сведения об авторах

1. **Гущина Вера Александровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой растениеводства и лесного хозяйства, Пензенский государственный аграрный университет, 440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30; e-mail: dekanat.agro@pgau.ru, тел. 8 (8412) 628-565;
2. **Смирнов А. Д.**, аспирант кафедры растениеводства и лесного хозяйства, Пензенский государственный аграрный университет, 440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

### PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SEED HEMP AT FULL ROOT FEEDING WITH MICRO-ELEMENTAL FERTILIZERS

**V. A. Gushchina, A. D. Smirnov**  
 Penza State Agrarian University  
 440014, Penza, Russian Federation

**Brief abstract.** The article analyzes the results of researches aimed at studying the effect of foliar feeding with microelement fertilizers on the photosynthetic activity of sowing hemp. It was found that foliar feeding with K-Humate-Na with microelements and Agree's "Magnesium" in the phase of three pairs of true leaves, followed by feeding in the budding phase, affects the photosynthetic activity of plants. It was found that the optimal conditions for increasing the photosynthetic activity of plants and their productivity are formed with foliar feeding with K-Humate-Na with microelements and Agree's "Magnesium" in the phase of three pairs of leaves, followed by budding. At the same time, the leaf area of sowing hemp increases by 3.9 thousand m<sup>2</sup> / ha compared to a single feeding in the budding phase, the photosynthetic potential of plants increases to 2.74 million m<sup>2</sup> per day / ha, net productivity of photosynthesis - up to 2.21 g / m<sup>2</sup> day. The experiment was carried out in 2019-2020. in LLC "Konopleks Penza" on leached bleack earth, medium-thick, medium-loamy, with a humus content in the arable layer of 4.8 ... 5.1%, easily hydrolyzable nitrogen - 72 ... 105 mg / kg of soil, mobile phosphorus - 32.1 ... 55, 0 and exchangeable potassium - 78 ... 90 mg / kg of soil, the reaction of the soil solution is medium and weakly acidic (4.9 ... 5.1). The following preparations were used for the experiments: Poly - Fid, K-Humate-Na with microelements, Agree's "Magnesium", Agree's "Aminovit", Agree's "Calcium (CaO)", Polishans. In general, the largest assimilation surface of sowing hemp plants during their feeding - 88.5 thousand m<sup>2</sup> / ha - was formed on average over two years of research using K-Humate-Na preparations with microelements, and the maximum values were achieved in the case of foliar treatment in the phase of three pairs of true leaves, followed by budding. Probably, this drug, having an anti-stress effect, protected plants from drought. Similar results were observed when using Agree's "Magnesium", since magnesium, which is part of it, is the structural basis of photosynthetic processes and is part of the chlorophyll pigment, it activated the processes of photosynthesis.

**Key words:** sowing hemp, photosynthesis rates, microelement fertilizers, weather conditions.

#### References

1. Gushchina, V. A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' agrocenoza ekhinacei purpurnoj / V. A. Gushchina, E. O. Nikol'skaya // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2013. – № 1(21). – S. 10-13.
2. Dimitriev, V. L. Ob usovershenstvovanii elementov v tekhnologii vzdelyvaniya beznarkoticheskikh sortov konopli v usloviyah lesostepnoj zony CHuvashskoj Respubliki / V. L. Dimitriev, L. G. SHashkarov, A. G. Lozhkin // Vestnik BGAU. – 2019. – № 4. – С.20-23.
3. Nelyubina, ZH.S. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' lyadvenca rogatogo (*Lotuscorniculatus L.*) v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priemov v Srednem Predural'e / ZH. S. Nelyubina, N. I. Kasatkina // Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka. – 2018. – Том 67. – № 6. – С.96-101.
4. Nichiporovich, A. A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenij, kak osnova ih produktivnosti v biosfere i zemledelii / A. A. Nichiporovich // Fotosintez i produkcionnyj process. – Moskva: Nauka, 1988. – S. 5-29.

5. Effektivnost' foliarnoj obrabotki posevov kukuruzy kompleksnymi i mikrobiologicheskim udobreniyami / S. I. Kokonov, R. D. Valiullina, T. N. Ryabova, A. V. Zinov'ev, B. B. Borisov // Kormoproizvodstvo. – 2020. – № 5. – S. 26-29.

### **Information about authors**

1. **Gushchina Vera Aleksandrovna**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Plant Growing and Forestry, Penza State Agrarian University, 440014, Penza Region, Penza, st. Botanicheskaya, 30; e-mail: dekanat.agro@pgau.ru, tel. 8 (8412) 628-565;

2. **Smirnov A.D.**, postgraduate student of the Department of Plant Growing and Forestry, Penza State Agrarian University, 440014, Penza region, Penza, st. Botanicheskaya, 30.

УДК 613:796:61

## **ЗАСОРЕННОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗЫ ВНЕСЕНИЯ НАВОЗА В ПОЧВУ**

**В. Л. Дмитриев, А. Г. Ложкин, М. И. Яковлева**

*Чувашский государственный аграрный университет  
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние дозы внесенного навоза на засоренность плантаций земляники. Не зависит от этого показателя размножение, интенсивность образования новых растений земляники. Анализ результатов исследования позволил сделать следующий вывод: на плантациях земляники второго года плодоношения доля сорняков значительно снизилась по сравнению с первым годом плодоношения. На третий год зараженность малолетними сорными растениями еще больше снизилась, и в учетную рамку попали только такие растения, как капуста полевая, клевер пашенный, марь белая, щирца белая. Если в первый год плодоношения зараженность малолетними сорняками в контрольном варианте составляла 66 %, то во второй год – на уровне 45 %, а в третий – 17 %. На участках с нормой внесения навоза в 50 т/га в 1-й год – 70 %, во 2-й – 40 %, на 3-й – 11 %. При норме внесения в 100 т/га в 1-й год – 55 %, во 2-й год – 28 %, а на 3-й – 7 %. При норме внесения в 200 т/га в 1-й год плодоношения засоренность сорняками малолетними составляет 59 %, во 2-й – 34 %, а на 3-й год сорняки не попали под регистрационную рамку, что свидетельствует об их незначительном количестве. Внесение повышенных доз навоза (100-200 т/га) на второй год плодоношения приводит к увеличению урожая земляники садовой и к снижению засоренности насаждений. На третий год плодоношения, наоборот, наблюдается снижение урожайности культуры и увеличение засоренности посадок земляники. При повышенных дозах внесения навоза (100-200 т/га) урожайность земляники садовой значительно повышается и составляет 75,2-92,2 ц/га.

**Ключевые слова:** земляника, навоз, доза внесения, сорняк, засоренность.

**Введение.** Земляника – одна из самых распространенных ягодных культур [1], [2], [6], [8], [10]. Высокая пластичность растений и их приспособляемость к условиям окружающей среды, раннее вступление в период плодоношения, высокие ежегодные урожаи, отменные вкусовые и диетические качества ягод, их раннее созревание и возможность использовать различные виды обработки при их выращивании, быстрая окупаемость затрат на посадку насаждений приводит к увеличению насаждений этой культуры практически во всех зонах России [3], [4], [5], [7], [9]. В связи с этим целью нашего исследования являлось установление параметров формирования агрофитоценоза земляники в зависимости от доз органических удобрений (свежего навоза) на светло-серых лесных почвах и количества биологической урожайности ягод.

**Материалы и методы исследования.** С 2017 по 2019 гг. нами были проведены эксперименты по изучению формирования агрофитоценозов на плантациях земляники. Опыты проводились в четырех вариантах и в 4-х кратной повторности: 1) без навоза (контрольный вариант), 2) с использованием свежего навоза – 50 т / га, 3) с использованием свежего навоза – 100 т / га, 4) с использованием свежего навоза – 200 т / га. Для изучения особенностей формирования агрофитоценоза земляники подсчитывали количество сорняков и растений земляники в ряду шириной в 30 см и длиной в 2 м, то есть производилось обследование 0,6 м<sup>2</sup> с последующим пересчетом на 1 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности перед весенней обработкой почвы. Расчет производился с учетом всех имеющихся выкопанных растений. Возраст растений земляники определяли с учетом порядка ветвления рожков.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Перед внесением навоза почва на участке была обработана. После внесения органических удобрений почва приобрела необходимую структуру: стала рыхлой, мелкокомковатой. Растения земляники особенно хорошо развиваются на легкосуглинистых и суглинистых почвах с четко выраженным строением. Даже при поверхностном осмотре было обнаружено, что уже в первый