

## THE YIELD OF STEMS AND YIELD OF HEMP FIBER DEPENDING ON FOLIAR FERTILIZATION

<sup>1</sup>Gushchina V. A., <sup>2</sup>Smirnov A. D., <sup>3</sup>Egorova G. S.

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Penza State Agrarian University"  
Penza, Russian Federation

<sup>2</sup>«Konoplex Penza» Limited Liability Company  
Nizhny Lomov, Penza Region, Russian Federation

<sup>3</sup>Volgograd State Agrarian University  
Volgograd, Russian Federation

Corresponding author E-mail: egorova.g.s.2022@gmail.com

Received 06.10.2024

Submitted 13.02.2024

### Summary

The purpose of the research was to develop elements of the technology of cultivation of seed hemp to obtain a stable and high-quality fiber harvest.

### Abstract

**Introduction.** Seed hemp, with its multipurpose use, is one of the main sources of fiber or hemp, since the proportion of stems in a hemp plant is 60%, and the amount of fiber in them reaches 28-32%, which is 10 times stronger than cotton. A wide range of manufactured products from technical hemp fiber makes this crop very promising for representatives of the agricultural business. But in order to fully realize its biological potential, it is necessary to introduce modern elements of cultivation technology. One of these methods is the low-cost foliar top dressing in various phases of plant development with environmentally friendly preparations in low concentrations. Therefore, the purpose of the research was to develop elements of the technology of cultivation of seed hemp to obtain a stable and high-quality fiber harvest. **Object** of research is the seed variety Surskaya. **Materials and methods.** Studies to determine the effectiveness of foliar processing of seed hemp were carried out at Konoplex Penza LLC in 2019-2021 on leached chernozem according to generally accepted methods. The quality of the fiber, having previously separated it from the bonfire, was determined according to GOST 9993-2014 (GOST 9993-74) "Short hemp. Technical specifications" with changes 1 and 2. **Results and conclusions.** Due to the effect of interaction of factors, the highest yield of stems of 8.50 t/ha was obtained from foliar treatments of hemp in the phase of three pairs of real leaves, followed by budding with preparations of K-Humate-Na with trace elements and Agree's "Magnesium", affecting the accumulation of fiber in the stems up to 27.8%, providing at the same time, its maximum yield is 2.37 t/ha. A noticeable effect on the breaking load of the fiber, which amounted to 30.0 kgf, was exerted by double foliar treatment of plants with Agree's "Calcium (CaO)" preparation with a total fiber content of 27.8% in the stems.

**Keywords:** hemp, foliar feeding of hemp, yield of hemp stalks.

**Citation.** Gushchina V. A., Smirnov A. D., Egorova G. S. The yield of stems and yield of hemp fiber depending on foliar fertilization. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 2(74). 36-45 (in Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2024-02-04.

**The author's contribution.** All the authors of this study were directly involved in the planning, execution or analysis of this study. The authors of this article have reviewed the submitted final version and approved it.

**Conflict of interest.** The authors declare that there is no conflict of interest

УДК 633.522+631.559.2

## УРОЖАЙНОСТЬ СТЕБЛЕЙ И ВЫХОД ВОЛОКНА КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК

<sup>1</sup>Гущина В. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

<sup>2</sup>Смирнов А. Д., кандидат сельскохозяйственных наук

<sup>3</sup>Егорова Г. С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»

г. Пенза, Российская Федерация

<sup>2</sup>ООО «Коноплекс Пенза»

г. Нижний Ломов, Пензенская область, Российская Федерация

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

г. Волгоград, Российская Федерация

**Актуальность.** Конопля посевная, при многоцелевом ее использовании, является одним из основных источников получения волокна или пеньки, так как доля стеблей в конопляном растении составляет 60 %, причем количество волокна в них достигает 28-32%, которое по прочности в 10 раз превосходит хлопковое. Богатый ассортимент изготавливаемой продукции из волокна конопли тех-

нической делает эту культуру для представителей аграрного бизнеса очень перспективной. Но для полной реализации ее биологического потенциала необходимо внедрение современных элементов технологии возделывания. Одним из таких приемов является малозатратная листовая подкормка в различные фазы развития растений экологически чистыми препаратами в низких концентрациях. Поэтому цель исследований заключалась в разработке элементов технологии возделывания конопли посевной для получения стабильного и качественного урожая волокна. **Объект** исследований конопля посевная сорт Сурская. **Материалы и методы.** Исследования по определению эффективности фоллиарной обработки конопли посевной проводили в ООО «Коноплекс Пенза» в 2019-2021 гг. на черноземе выщелоченном по общепринятым методикам. Качество волокна, предварительно отделив его от костры, определяли по ГОСТ 9993-2014 (ГОСТ 9993-74) «Пенька короткая. Технические условия» с изменениями 1 и 2. **Результаты и выводы.** За счет эффекта взаимодействия факторов наибольшая урожайность стеблей 8,50 т/га получена от фоллиарных обработок конопли посевной в фазу трех пар настоящих листьев с последующей в бутонизацию препаратами К-Гумат-На с микроэлементами и Agree`s «Магний», влияющими на накопление волокна в стеблях до 27,8%, обеспечивая при этом максимальный его выход – 2,37 т/га. Заметное влияние на разрывную нагрузку волокна, которая составила 30,0 кгс, оказала двукратная фоллиарная обработка растений препаратом Agree`s «Кальций (CaO)» при содержании общего волокна в стеблях 27,8%.

**Ключевые слова:** конопляная пенька, конопля посевная, волокно, листовые подкормки, комплексные удобрения, разрывная нагрузка.

**Цитирование.** Гущина В. А., Смирнов А. Д., Егорова Г. С. Урожайность стеблей и выход волокна конопли посевной в зависимости от листовых подкормок. *Известия НВ АУК.* 2024. 2(74). 36-45. DOI:10.32786/2071-9485-2024-02-04.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Введение.** При множестве проблем современного сельского хозяйства очень важным является совершенствование элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур [1] в том числе и конопли технической [2, 3, 4].

Современные технологии должны не только обеспечивать возможность получения высоких и устойчивых урожаев с хорошим качеством, но и снижать отрицательное воздействие на окружающую среду [5], поскольку антропогенное воздействие на нее усиливается [6-8]. Поэтому повышаются требования по экологической безопасности и к продукции текстильной промышленности [9].

Перспективным способом решения данной задачи является применение в технологии выращивания конопли посевной современных препаратов [10], сочетающих в комплексе макроэлементы и физиологически активные вещества, которые могут влиять на качество продукции пенькопроизводства.

Конопля посевная, при многоцелевом ее использовании, является одним из основных источников получения волокна или пеньки, так как доля стеблей в конопляном растении составляет 60% [11], причем количество волокна в них достигает 28-32% [12], которое по прочности в 10 раз превосходит хлопковое. Отличаясь особой стойкостью к соленой воде и низким температурам, оно проявляет высокую устойчивость к гниению. Это свойство позволяет использовать конопляное волокно для изготовления предметов, постоянно находящихся в условиях повышенной влажности. К ним относятся: паруса, рыболовные сети, хозяйственные веревки, морские и речные канаты, палатки, пожарные рукава. Волокно идет для изготовления различных видов тарной ткани, в том числе брезента, парусины, мешковины, обивочной и драпировочной ткани, технического текстиля: строп парашюта, упряжи, тетивы для луков, а также шпагата и приводных ремней, широко используемых в машиностроении [13, 14]. На основе конопляного волокна изготавливают водонепроницаемую ткань, повседневную и спортивную одежду, прочную и удобную обувь, рюкзаки и сумки [15], автомобильные панели. При строительстве малоэтажных домов пеньковолокно идет для изготовления утеплителя и наполнителя, а в химической промышленности – для производства биокompозитных материалов и углепластиков [16].

Богатый ассортимент изготавливаемой продукции из волокна конопли технической делает эту культуру для представителей аграрного бизнеса очень перспективной. Но для полной реализации ее биологического потенциала необходимо внедрение современных элементов технологии возделывания. Одним из таких приемов является малозатратная

лиственная подкормка конопли посевной в различные фазы развития растений экологически чистыми препаратами в низких концентрациях. Поэтому цель исследований заключалась в разработке элементов технологии возделывания конопли посевной для получения стабильного и качественного урожая волокна.

**Материалы и методы.** Исследования по определению эффективности фолиарной обработки конопли посевной проводили в ООО «Коноплекс Пенза» в 2019-2021 гг. на черноземе выщелоченном по общепринятым методикам. Пахотный горизонт почвы характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по И.В. Тюрину – 4,8...5,1% (ГОСТ 26213-91), легкогидролизуемого азота по Корнфилду – 72...105 мг/кг почвы, подвижного фосфора 32,1...55,0 и обменного калия 78...90 мг/кг почвы (ГОСТ 26204-91), обменного кальция и магния 15,6 и 4,1 мг-экв./кг почвы соответственно (метод ЦИНАО, ГОСТ 26487-85). Обеспеченность почвы микроэлементами различная: бором – высокая, цинком и марганцем – средняя, медью – низкая.

Двухфакторный полевой опыт закладывали в четырехкратной повторности методом расщепленных делянок по Б. А. Доспехову (1985) [17] с площадью делянок первого порядка 70 м<sup>2</sup>, второго – 10 м<sup>2</sup>.

Фактор А – некорневая подкормка: 1. Фаза трех пар настоящих листьев; 2. Фаза бутонизации; 3. Фаза трех пар настоящих листьев + фаза бутонизации.

Фактор В – препараты: 1. Контроль (обработка растений водой); 2. Поли-Фид (5 кг/га), препарат содержащий макро- и микроэлементы в хелатной форме; 3. К-Гумат-На с микроэлементами (1л/га) – удобрение на основе гуминовых кислот; 4. Agree`s «Магний» (3 л/га) – жидкое комплексное удобрение с высокой концентрацией магния и аминокислотами; 5. Agree`s «Аминовит» (1,4 л/га) – жидкое органо-минеральное удобрение с комплексом макро- и микроэлементов в хелатной форме; 6. Agree`s «Кальций» (СаО)» (3 л/га) – жидкое органо-минеральное удобрение с содержанием кальция и азота; 7. Полишанс (0,4 л/га) – сбалансированная смесь микроэлементов на основе экстракта морских водорослей.

Подкормку проводили с помощью ручного опрыскивателя, расход рабочей жидкости 250 л/га.

Коноплю посевную сорт Сурская высевали рядовым способом сеялкой Amazone Д9 на глубину 3-4 см с нормой посева 2 млн. шт./га всхожих семян. Самый ранний посев, 6 мая, проведен в 2019 г., во второй год исследований он задержался на 25 дней, а в 2021 г. опыт заложили 12 мая. Ежегодно под предпосевную культивацию вносили N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>R<sub>60</sub>, а для уничтожения сорной растительности на ранних этапах развития конопли проводили боронование легкими боронами.

Урожайность стеблей учитывали сплошным поделяночным методом.

Качество волокна, предварительно отделив его от костры, определяли по ГОСТ 9993-2014 (ГОСТ 9993-74) «Пенька короткая. Технические условия» с изменениями 1 и 2.

В годы исследований условия увлажнения и температурный режим по фазам развития растений различались. Наиболее оптимальным для формирования стеблевой массы был 2020 г., хотя, судя по гидротермическому коэффициенту (0,68), в период всходы-созревание складывались засушливые условия. Однако формирование стеблей и волокна в них проходило при достаточном (ГТК – 1,12) и избыточном (ГТК – 1,62) увлажнении. В первый и третий годы проведения эксперимента ГТК составил 0,74 и 0,90 соответственно, то есть наблюдали неустойчивое увлажнение.

**Результаты и обсуждение.** Востребованность конопляной пеньки, как натурального волокна, возрастает, поэтому необходима предельно высокая урожайность стеблей.

Наибольшей высотой отличалась конопля в 2020 г., поэтому в среднем по опыту получили максимальную урожайность стеблей – 8,87 т/га (табл. 1). В первый год исследований она меньше на 1,67 т/га, в третий – на 0,4 т/га. На формирование стеблевой массы значительное влияние оказывают листовые подкормки конопли, проведенные в различные фазы развития. Причем, чем раньше она проведена, тем лучше эффект. От фолиарной обработки в фазу трех пар настоящих листьев в 2020 г. стеблевая продуктивность достигла 9,10 т/га и превышала контроль на 0,73 т/га. При подкормке в фазу бутонизации она снизилась до 8,54 т/га, а от сочетания двух некорневых подкормок возросла до 9,22 т/га против 8,36 т/га в контроле.

Таблица 1 – Урожайность стеблей конопля посевной, т/га  
Table 1 – Yield of hemp stems, t/ha

Фактор А – некорневая подкормка / Factor A – foliar feeding	Фактор В – препарат / Factor B – drug	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее / Average
Три пары настоящих листьев / Three Pairs of True Leaves	Контроль (вода) / Control (Water)	6,91	8,37	7,83	7,70
	Поли-Фид / Poly-Feed	7,29	9,13	8,66	8,36
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	7,36	9,15	8,74	8,42
	Agree`s «Магний» / Magnesium	7,34	9,16	8,72	8,41
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	7,26	9,06	8,60	8,31
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	7,24	9,05	8,57	8,29
	Полишанс / Polyshans	7,25	9,04	8,59	8,29
Среднее по некорневой подкормке / Average for foliar feeding		7,29	9,10	8,65	8,35
Бутонизация / Budding	Контроль (вода) / Control (Water)	6,90	8,34	7,81	7,68
	Поли-Фид / Poly-Feed	7,02	8,54	8,30	7,95
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	7,06	8,57	8,37	8,00
	Agree`s «Магний» / Magnesium	7,04	8,57	8,37	7,99
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	7,03	8,53	8,29	7,95
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	7,02	8,52	8,28	7,94
	Полишанс / Polyshans	7,03	8,53	8,29	7,95
Среднее по некорневой подкормке / Average for foliar feeding		7,03	8,54	8,32	7,96
Три пары настоящих листьев + бутонизация / Three pairs of real leaves + budding	Контроль (вода) / Control (Water)	6,89	8,36	7,80	7,68
	Поли-Фид / Poly-Feed	7,34	9,25	8,74	8,44
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	7,40	9,28	8,82	8,50
	Agree`s «Магний» / Magnesium	7,39	9,29	8,83	8,50
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	7,30	9,18	8,69	8,39
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	7,29	9,17	8,66	8,37
	Полишанс / Polyshans	7,31	9,16	8,68	8,38
Среднее по некорневой подкормке / Average for foliar feeding		7,33	9,22	8,74	8,43
Среднее по препаратам / Average for drugs	Контроль (вода) / Control (Water)	6,90	8,36	7,80	7,68
	Поли-Фид / Poly-Feed	7,22	8,97	8,57	8,25
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	7,27	9,00	8,64	8,30
	Agree`s «Магний» / Magnesium	7,27	9,01	8,64	8,30
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	7,20	8,92	8,53	8,22
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	7,18	8,91	8,50	8,20
	Полишанс / Polyshans	7,20	8,91	8,52	8,21
НСР <sub>05</sub> , А		0,08	0,04	0,01	
НСР <sub>05</sub> , В		0,10	0,07	0,02	
НСР <sub>05</sub> , для частных различий / for partial differences			0,20	0,11	0,04

Из применяемых удобрений на урожайность стеблей в большей степени повлиял Agree`s «Магний» и она составила 9,01 т/га, превышая контроль на 0,65 т/га. От подкормки К-Гумат-На с микроэлементами урожайность составила 9,00 т/га, препаратом Поли-Фид – 8,97 т/га.

В целом по опыту все остальные изучаемые препараты тоже были эффективными, урожайность стеблей составила 8,91...8,97 т/га. Лучшие условия для формирования стеблевой массы конопли отмечены при подкормке растений в фазу трех пар настоящих листьев с последующей в бутонизацию препаратами Agree`s «Магний», К-Гумат-На с микроэлементами и Поли-Фид с урожайностью соответственно 9,29 т/га, 9,28 и 9,25 т/га.

Тенденция по действию удобрений сохранилась и в другие годы исследований, однако урожайность стеблей в 2019 г. была наименьшей, 6,89...7,40 т/га.

Менее эффективной оказалась подкормка в фазу бутонизации с продуктивностью стеблей 7,02...7,06 т/га, в контроле 6,90 т/га. Лучше реагировали растения конопли на раннюю подкормку, урожайность стеблей при этом составила 7,24...7,36 т/га. От двукратной подкормки урожайность возросла незначительно – на 0,03...0,06 т/га, но выше, чем в контроле. В этом году в период интенсивного нарастания стеблей наблюдался недостаток влаги при высоких температурах.

Июньские осадки 2021 г. повлияли на рост стеблей и от первой foliarной обработки их урожайность возросла до 8,65 т/га, превышая контроль на 0,82 т/га. При подкормке конопли в фазу бутонизации урожайность снизилась на 0,33 т/га, но на 0,09 т/га возросла при двукратной листовой обработке по отношению к первой.

Таким образом, в этом году оказались эффективными подкормки в любую фазу развития и всеми препаратами (8,50...8,66 т/га, в контроле – 7,80 т/га).

В среднем за три года за счет эффекта взаимодействия факторов наибольшая урожайность стеблей 8,50 т/га получена от двух foliarных обработок конопли в фазу трех пар настоящих листьев с последующей в бутонизацию препаратами К-Гумат-На и Agree`s «Магний». От подкормки Поли-Фидом урожайность снизилась только на 0,06 т/га, от других препаратов – на 0,12...0,13 т/га. То есть все изучаемые в опыте препараты оказали заметное влияние на увеличение урожайности стеблей конопли на 0,69...0,82 т/га особенно при двукратной ее подкормке.

Лубоволокнистый слой стебля конопли представляет собой проводящую систему сосудисто-волоконистых пучков, которая входит в состав механических тканей, придает прочность и устойчивость растению. Он является – источником получения волокна.

Волокно в стебле конопли образуется с самого начала развития растения и продолжается до созревания матерки. Наиболее интенсивно этот процесс проходит от появления трех пар листьев, когда проведена первая подкормка конопли и до массового ее цветения. В данный период в первый и третий годы исследований ГТК составил – 0,4, во второй – 1,01, то есть образование волокна протекало при сухих условиях и достаточном увлажнении соответственно. Поэтому самое высокое содержание волокна 27,2...28,7% обнаружено в стеблях конопли урожая 2020 г.

На его образование влияют применяемые для подкормки удобрения и фаза развития растений, в которую проводится их обработка. Для конопли очень важной является ранняя подкормка, поэтому при foliarной обработке в фазе трех пар настоящих листьев содержание волокна в стеблях составило 28,0...28,6%, в контроле – 27,4%. Вторая подкормка макро- и микроэлементными удобрениями практически не повлияла на накопление волокна. По фазе обработки его содержание находилось в пределах ошибки опыта.

И только от двукратной foliarной обработки его количество в стеблях возросло до 28,1...28,7%, против 27,3% в контроле. Причем от применения Agree`s «Магний», К-Гумат-На с микроэлементами и Agree`s «Кальций (CaO)» его содержание было наибольшее. В этих же вариантах образовалось одинаковое количество волокна в стеблях конопли в другие годы исследований, однако по отношению к этому году его содержание в 2021 г. снизилось на 0,4...0,6%, в 2019 г. – на 1,8...2,3% и составило 26,8... 28,1%, 25,3...26,5% соответственно.

В среднем за три года в контрольном варианте общее содержание волокна не превышало 26,5%. Обработка посевов препаратами в фазу бутонизации приводила к незначительному увеличению волокна в стеблях конопли по отношению к контролю, всего на 0,3%. Свой потенциал продуктивности растения реализуют с начала роста и развития, поэтому от подкормки в фазу трех пар настоящих листьев содержание волокна возросло в среднем до 27,4%. Только на 0,2% к этой фазе его количество увеличилось от двукратной обработки.

В среднем по препаратам наиболее эффективными были К-Гумат-На с микроэлементами, Agree`s «Магний» и Agree`s «Кальций (СаО)», где содержание волокна составило 27,4%. Двукратная фолиарная обработка конопли этими препаратами увеличила содержание волокна до 27,8% (рисунок).

При возделывании конопли важнейшим показателем является сбор волокна, величина которого зависит от урожайности стеблей и содержания в них волокна. Поэтому в 2020 г. наибольшей урожайности стеблей соответствовал наибольший сбор волокна, который в среднем по опыту составил 2,48 т/га. Следует отметить, что в этот же году были оптимальные условия для его образования (таблица 2). Установлена сильная прямая зависимость сбора волокна от урожайности стеблей конопли посевной. Коэффициент корреляции, указывающий на высокую взаимосвязь между изучаемыми показателями, составил 0,99. Линейная зависимость сбора волокна от урожайности стеблей описывается уравнением регрессии  $y = 0,3812x - 0,8916$ . Коэффициент линейной регрессии показывает, что повышение урожайности стеблей конопли посевной на единицу (т/га) приведет к увеличению сбора конопляного волокна в среднем на 0,381 т/га.

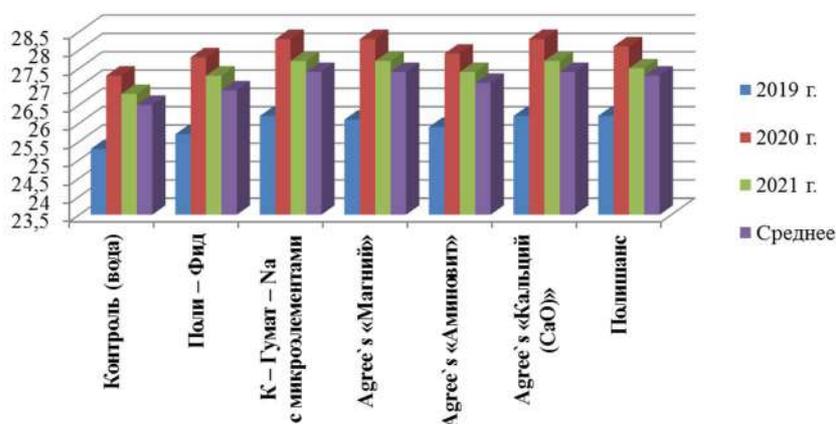


Рисунок – Содержание волокна в стеблях конопли (среднее по препаратам), %  
Figure – Fiber content in hemp stems (average for preparations), %

Выход волокна в 2019 г. был на 0,62 т/га ниже, чем в следующем и на 0,46 т/га – чем в 2021 г. Во все годы исследований отмечена высокая эффективность обработки микроэлементами удобрениями в фазу трех пар настоящих листьев, когда выход волокна составил 1,90 т/га, 2,58 и 2,39 т/га соответственно годам исследований. От подкормки в фазу бутонизации его выход был меньше на 0,09 т/га, 0,23 и 0,14 т/га. Наибольших значений, 1,94 т/га, 2,62 и 2,44 т/га, сбор волокна достиг в варианте с двукратной некорневой подкормкой.

В среднем за три года закономерность сохранилась, но по препаратам сбор волокна изменялся слабо и находился в пределах 2,23...2,28 т/га, превышая контроль на 0,19...0,24 т/га. Наиболее эффективными оказались К-Гумат-На с микроэлементами и Agree`s «Магний». Максимальное количество волокна, 2,37 т/га получили при двукратной фолиарной обработке растений этими препаратами. То есть, совершенствуя энергосберегающие элементы технологии возделывания технической конопли, увеличивается выход натурального волокна для удовлетворения потребностей текстильной промышленности.

Условия произрастания конопли влияют не только на урожайность стеблей, но и на прочность волокна, которая измеряется в кгс (киллограмм-сила) и называется разрывной нагрузкой. В первый год исследований в среднем по опыту она составила 28,2 кгс и была ниже, чем в последующие годы на 1,1 и 0,7 кгс соответственно (табл. 3). Недостаток влаги и высокая температура в 2019 г. ухудшили качество волокна, хотя согласно ГОСТ 9993 – 2014 разрывная нагрузка соответствовала второму классу (25 кгс). Прочность волокна от ранней подкормки препаратами превышала контроль на 1,3 кгс и составила 28,5 кгс. Подкормка в бутонизацию не повысила ее (28,2 кгс).

От двукратной фолиарной обработки она возросла до 28,7 кгс. Наиболее заметное влияние на этот показатель оказала листовая подкормка препаратом Agree`s «Кальций (СаО)», причем прочность волокна была практически одинаковой, где присутствует обработка растений в фазу трех пар настоящих листьев (29,6 и 29,7 кгс).

Крепость волокна урожая 2020 г. в среднем по опыту была самой высокой 29,3 кгс. Но и этот показатель не соответствовал первому классу (31 кгс).

Однократная фолиарная обработка конопли в фазу трех пар настоящих листьев и двукратная их подкормка кальцийсодержащим жидким комплексным удобрением повысили разрывную нагрузку волокна до 30,1 и 30,2 кгс соответственно. Таким образом, препарат Agree`s «Кальций (CaO)», в большей степени, оказывает влияние на формирование тканей и качество продукции в ранние фазы развития растений.

Таблица 2 – Сбор конопляного волокна, т/га  
Table 2 – Hemp fiber harvest, t/ha

Фактор А – некорневая подкормка / Factor A – foliar feeding	Фактор В – препарат / Faktor B – drug	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее / Average
Три пары настоящих листьев / Three Pairs of True Leaves	Контроль (вода) / Control (Water)	1,75	2,29	2,10	2,05
	Поли-Фид / Poly-Feed	1,88	2,56	2,37	2,27
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	1,94	2,61	2,45	2,33
	Agree`s «Магний» / Magnesium	1,92	2,61	2,43	2,33
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	1,88	2,54	2,36	2,26
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	1,90	2,58	2,38	2,29
	Полишанс / Polyshans	1,90	2,56	2,37	2,28
Среднее по некорневой подкормке / Average for foliar feeding		1,90	2,58	2,39	2,29
Бутонизация / Budding	Контроль (вода) / Control (Water)	1,76	2,26	2,09	2,04
	Поли-Фид / Poly-Feed	1,79	2,34	2,24	2,12
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	1,81	2,36	2,27	2,15
	Agree`s «Магний» / Magnesium	1,80	2,37	2,28	2,15
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	1,80	2,33	2,24	2,12
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	1,81	2,36	2,25	2,14
	Полишанс / Polyshans	1,82	2,33	2,24	2,13
Среднее по некорневой подкормке / Average for foliar feeding		1,81	2,35	2,25	2,14
Три пары настоящих листьев + бутонизация / Three pairs of real leaves + budding	Контроль (вода) / Control (Water)	1,75	2,28	2,10	2,04
	Поли-Фид / Poly-Feed	1,90	2,59	2,40	2,30
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	1,97	2,66	2,48	2,37
	Agree`s «Магний» / Magnesium	1,96	2,67	2,48	2,37
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	1,91	2,58	2,41	2,30
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	1,93	2,63	2,43	2,33
	Полишанс / Polyshans	1,94	2,61	2,41	2,32
Среднее по некорневой подкормке / Average for foliar feeding		1,94	2,62	2,44	2,33
Среднее по препаратам / Average for drugs	Контроль (вода) / Control (Water)	1,75	2,27	2,10	2,04
	Поли-Фид / Poly-Feed	1,86	2,50	2,34	2,23
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	1,90	2,54	2,40	2,28
	Agree`s «Магний» / Magnesium	1,89	2,55	2,40	2,28
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	1,86	2,48	2,34	2,23
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	1,88	2,52	2,35	2,25
	Полишанс / Polyshans	1,89	2,50	2,34	2,24
НСР <sub>05</sub> , А		0,02	0,01	0,01	
НСР <sub>05</sub> , В		0,03	0,02	0,01	
НСР <sub>05</sub> , для частных различий / for partial differences		0,05	0,03	0,03	

Таблица 3 – Разрывная нагрузка конопляного волокна, кгс  
Table 3 – Breaking load of hemp fiber, kg

Фактор А – некорневая подкормка / Factor A – foliar feeding	Фактор В – препарат / Faktor B – drug	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее / Average
Три пары настоящих листьев / Three Pairs of True Leaves	Контроль (вода) / Control (Water)	27,3	28,7	28,2	28,1
	Поли-Фид / Poly-Feed	27,9	29,3	28,8	28,7
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	28,2	29,6	29,0	28,9
	Agree`s «Магний» / Magnesium	28,4	29,5	29,1	29,0
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	28,3	29,5	28,9	28,9
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	29,6	30,1	29,8	29,8
	Полишанс / Polyshans	28,4	29,7	28,9	29,0
Среднее по некорневой подкормке / Average for foliar feeding		28,5	29,6	29,1	29,0
Бутонизация / Budding	Контроль (вода) / Control (Water)	27,5	28,6	28,2	28,1
	Поли-Фид / Poly-Feed	27,9	29,0	28,6	28,5
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	28,0	29,1	28,9	28,7
	Agree`s «Магний» / Magnesium	28,1	29,1	28,8	28,7
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	28,0	29,0	28,7	28,6
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	28,9	29,3	29,0	29,1
	Полишанс / Polyshans	28,1	29,0	28,6	28,6
Среднее по некорневой подкормке / Average for foliar feeding		28,2	29,1	28,8	28,7
Три пары настоящих листьев + бутониза- ция / Three pairs of real leaves + budding	Контроль (вода) / Control (Water)	27,4	28,7	28,1	28,1
	Поли-Фид / Poly-Feed	28,2	29,5	28,9	28,9
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	28,3	29,6	29,2	29,1
	Agree`s «Магний» / Magnesium	28,5	29,7	29,3	29,2
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	28,7	29,6	29,0	29,1
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	29,7	30,2	30,0	30,0
	Полишанс / Polyshans	28,6	29,7	29,0	29,1
Среднее по некорневой подкормке / Average for foliar feeding		28,5	29,6	29,1	29,2
Среднее по препаратам / Average for drugs	Контроль (вода) / Control (Water)	27,4	28,7	28,2	28,1
	Поли-Фид / Poly-Feed	28,0	29,3	28,8	28,7
	К-Гумат-На с микроэлементами / K-Humate-Na with trace elements	28,1	29,4	29,0	28,9
	Agree`s «Магний» / Magnesium	28,3	29,4	29,0	28,9
	Agree`s «Аминовит» / Aminovit	28,3	29,3	28,9	28,8
	Agree`s «Кальций (CaO)» / Calcium (CaO)	29,4	29,9	29,6	29,6
	Полишанс / Polyshans	28,4	29,5	28,8	28,9
НСР <sub>05</sub> , А	0,3	0,3	0,4		
НСР <sub>05</sub> , В	0,4	0,5	0,6		
НСР <sub>05</sub> для частных различий / for partial differences		0,7	0,8	1,1	

Высокая эффективность комплексных препаратов в период трех пар настоящих листьев отмечена и в 2021 г. Прочность волокна составила 29,1 кгс, что выше от подкормки конопли в бутонизацию на 0,3 кгс.

Но самое крепкое волокно с разрывной нагрузкой 30,0 кгс получено при подкормке конопли дважды препаратом Agree`s «Кальций (CaO)», в контроле она была ниже на 1,9 кгс.

В среднем за три года, при сложившихся условиях, эффективным приемом является некорневая подкормка комплексными удобрениями при достижении растениями фазы трех пар настоящих листьев с последующей в бутонизацию. Наиболее заметное влияние на прочность волокна оказала фолиарная обработка препаратом Agree`s «Кальций (CaO)», которая составила 30,0 кгс, что превышает контроль на 1,9 кгс или на 6,8%.

**Заклучение.** За счет эффекта взаимодействия факторов наибольшая урожайность стеблей 8,50 т/га получена от фолиарных обработок конопли посевной в фазу трех пар настоящих листьев с последующей в бутонизацию препаратами К-Гумат-На с микроэлементами и Agree`s «Магний», влияющими на накопление волокна в стеблях до 27,8%, обеспечивая при этом максимальный его выход – 2,37 т/га. Заметное влияние на разрывную нагрузку волокна, которая составила 30,0 кгс, оказала двукратная фолиарная обработка растений препаратом Agree`s «Кальций (CaO)» при содержании общего волокна в стеблях 27,8%.

**Conclusions.** Due to the effect of the interaction of factors, the highest yield of stems of 8.50 t/ha was obtained from foliary treatments of hemp in the phase of three pairs of true leaves, followed by budding with preparations K-Humate-Na with trace elements and Agree's Magnesium, which affect the accumulation of fiber in stems up to 27.8%, while providing its maximum yield of 2.37 t/ha which amounted to 30.0 kgf, was provided by double foliary treatment of plants with Agree's Calcium (CaO) with a total fiber content of 27.8% in the stems.

#### Библиографический список

1. Медведев Г. А., Михальков Д. Е., Екатериничева Н. Г. Эффективность рапса ярового и горчицы зимой в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 3 (35). С. 58-62.
2. Плужникова И. И., Криушин Н. В., Бакулова И. В. Совершенствование приема обработки семян конопли посевной с помощью современных препаратов. Аграрная Россия. 2020. № 10. С. 20-25.
3. Плужникова И. И., Долженко Д. О., Криушин Н. В., Бакулова И. В. Влияние протравителя и минеральных удобрений на развитие и урожайность растений конопли посевной. Аграрная Россия. 2019. № 9. С. 13-20.
4. Воронов С. И., Жевнеров А. В., Белоухов С. Л. и др. Определение сульфит-ионов в объектах агро-сферы с применением модифицированного сорбента для реагентов аналитической реакции. Аграрная Россия. 2023. № 3. С. 36-40.
5. Ханиева И. М., Чапаев Т. М., Канукова К. Р. Симбиотическая деятельность посевов чечевицы на выщелоченных черноземах предгорной зоны КБР. Фундаментальные исследования. 2013. № 11-6. С. 1197-1202.
6. Бакулова И. В., Плужникова И. И., Криушин Н. В. Приемы возделывания конопли посевной в лесостепи Среднего Поволжья. Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 9-13.
7. Бакулова И. В., Плужникова И. И., Криушин Н. В. Эффективность применения гуминового препарата при возделывании конопли посевной. Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 8-12.
8. Егорова Г. С., Тивелев А. В. Качественные показатели маслосемян и урожайность гибрида подсолнечника гарант в зависимости от способов основной обработки почвы и регуляторов роста растений на черноземах Волгоградской области. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 1 (29). С. 41-45.
9. Serkov V. A., Danilov M. V., Koshelyaev V. V., Volodkin A. A. Effect of growth regulators on the content of basic cannabinoids in the plants of monoecious cannabis sativa. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. V. 9. N 5. Pp. 567-572.
10. Серков В. А., Белоухов С. Л., Дмитриевская И. И. Применение защитно-стимулирующих комплексов на технической конопле. Агротехника. 2020. № 2. С. 51-60.
11. Смирнов А. А., Серков В. А., Зеленина О. Н. К вопросу общей концепции инновационного развития отечественного коноплеводства. Достижения науки и техники АПК. 2011. № 12. С. 34-35.
12. Серков В. А., Сальников С. В., Климова Л. В. Специфика применения приёма чеканки в производственном процессе производства волокна и масла однодомной конопли. Нива Поволжья. 2012. № 1 (22). С. 45-51.
13. Басова Н. В., Новиков Э. В., Безбабченко А. В., Хомитов А. С., Поселенов Д. Д. Схема переработки технической конопли в однотипную пеньку. Вестник Казанского ГАУ. 2020. № 1 (57). С. 63-67.
14. Исламгулов Д. Р., Бикбаева Г. Г. Состояние и перспективы развития коноплеводства. Вестник БГАУ. 2020. № 4. С. 36-40.
15. Морыганов А. П. Отечественное целлюлозное волокно-перспективное сырье для российской текстильной промышленности. Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2018. № 4 (376). С. 44-49.
16. Adamovics A., Ivanovs S., Bulgakov V. Investigations about the impact of the sowing time and rate of the biomass yield and quality of industrial hemp. Agronomy Research. 2017. V. 15. № 4.
17. Дослехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

#### References

1. Medvedev G. A., Mikhalkov D. E., Yekaterinicheva N. G. The effectiveness of spring rapeseed and blue mustard in the subzone of light chestnut soils of the Volgograd region. Proceedings of the Nizhnevolyzhsky Agrouniversity complex: Science and higher professional education. 2014. No 3 (35). Pp. 58-62.
2. Pluzhnikova I. I., Kriushin N. V., Bakulova I. V. Improving the reception of seed seed treatment with the help of modern preparations. Agrarian Russia. 2020. No 10. Pp. 20-25.
3. Pluzhnikova I. I., Dolzhenko D. O., Kriushin N. V., Bakulova I. V. The influence of a mordant and mineral fertilizers on the development and yield of cannabis plants. Agrarian Russia. 2019. No 9. Pp. 13-20.

4. Voronov S. I., Zhevnerov A. V., Belopukhov S. L., et al. Determination of sulfite ions in agrosphere objects using a modified sorbent for analytical reaction reagents. *Agrarian Russia*. 2023. No 3. Pp. 36-40.
5. Khanieva I. M., Chapaev T. M., Kanukova K. R. Symbiotic activity of lentil crops on leached chernozems of the foothill zone of the CBD. *Fundamental research*. 2013. No 11-6. Pp. 1197-1202.
6. Bakulova I. V., Pluzhnikova I. I., Kriushin N. V. Methods of cultivation of hemp in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2020. No 10. Pp. 9-13.
7. Bakulova I. V., Pluzhnikova I. I., Kriushin N. V. The effectiveness of using a humic drug in the cultivation of seed hemp. *Agrarian Scientific Journal*. 2021. No 10. Pp. 8-12.
8. Egorova G. S., Tivelev A. V. Qualitative indicators of oilseeds and yield of sunflower hybrid garant depending on the methods of basic tillage and plant growth regulators in the chernozems of the Volgograd region. *Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity complex: Science and higher professional education*. 2013. No 1 (29). Pp. 41-45.
9. Serkov V. A., Danilov M. V., Koshelyaev V. V., Volodkin A. A. Effect of growth regulators on the content of basic cannabinoids in the plants of monoecious cannabis sativa. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. V. 9. N 5. Pp. 567-572.
10. Serkov V. A., Belopukhov S. L., Dmitrevskaya I. I. Application of protective and stimulating complexes on technical hemp. *Agrochemistry*. 2020. No 2. Pp. 51-60.
11. Smirnov A. A., Serkov V. A., Zelenina O. N. On the issue of the general concept of innovative development of domestic hemp farming. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 2011. No 12. Pp. 34-35.
12. Serkov V. A., Salnikov S. V., Klimova L. V. Specificity of the application of the coinage technique in the production process of the production of fiber and oil of single-domed hemp. *Niva of the Volga region*. 2012. No 1 (22). Pp. 45-51.
13. Basova N. V., Novikov E. V., Bezbabchenko A. V., Khomitov A. S., Poselenov D. D. Scheme of processing technical hemp into the same type of hemp. *Bulletin of the Kazan State University*. 2020. № 1 (57). Pp. 63-67.
14. Islamgulov D. R., Bikbaeva G. G. The state and prospects of the development of hemp farming. *Bulletin of the BGAU*. 2020. No 4. Pp. 36-40.
15. Moryganov A. P. Domestic cellulose fiber is a promising raw material for the Russian textile industry. *News of universities. The technology of the textile industry*. 2018. No 4 (376). Pp. 44-49.
16. Adamovics A., Ivanovs S., Bulgakov V. Investigations about the impact of the sowing time and rate of the biomass yield and quality of industrial hemp. *Agronomy Research*. 2017. V. 15. № 4.
17. Dospekhov B. A. *Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

#### Информация об авторах

**Гущина Вера Александровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра «Растениеводство и лесное хозяйство», ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ (Российская Федерация, 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), ORCID: 0000-0002-4546-0380, e-mail: guschina.v.a@pgau.ru

**Смирнов Антон Дмитриевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, главный агроном ООО «Коноплекс Пенза» (Российская Федерация, 442150, Пензенская обл., г. Нижний Ломов, ул. Московская, д. 85).

**Егорова Галина Сергеевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Почвоведение и общая биология», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26).

#### Author's Information

**Guschina Vera Aleksandrovna**, Doctor of Agricultural sciences, Professor, faculty of Agronomy, Department of Plant Production and Forestry, Penza State Agrarian University (Russian Federation, 440014, Penza, Botanicheskaya st., 30), ORCID 0000-0002-4546-0380, e-mail: guschina.v.a@pgau.ru

**Smirnov Anton Dmitrievich**, Candidate of Agricultural Sciences, Chief Agronomist of Konoplex Penza LLC (Russian Federation, 442150, Penza Region, Nizhny Lomov, Moskovskaya st., 85).

**Egorova Galina Sergeevna**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Soil Science and General Biology, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Prospekt, 26).

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-02-05

### ASSESSMENT OF THE IMPACT OF DROUGHT AND HIGH TEMPERATURES ON THE PASSAGE OF THE MAIN VEGETATION PHASES AND PRODUCTIVITY INDICATORS OF OATS WHEN APPLYING ORGANIC FERTILIZER BASED ON ANIMAL WASTE

<sup>1</sup>Zakharova O. A., <sup>2</sup>Kucher D. E., <sup>1</sup>Sadovaya I. I., <sup>1</sup>Cherkasov O. V., <sup>2</sup>Kucher O. D.

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev"  
Ryazan, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba"  
Moscow, Russian Federation

Corresponding author E-mail: kucher-de@rudn.ru

Received 13.10.2023

Submitted 13.02.2024

#### Abstract

**Introduction.** In contemporary agricultural conditions, achieving consistently high yields of grain crops poses challenges attributable not only to the organizational and economic circumstances of specific farms but also, primarily, to shifts in weather patterns toward increased aridity. The Ryazan region, situated within a zone characterized by sufficient yet unstable moisture, has witnessed a decade marked by annual occur-