

Научная статья
УДК 633.522:631.81
doi: 10.48612/vch/g73t-1fmd-trpm

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ КОНОПЛИ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Владислав Львович Димитриев
Чувашский государственный аграрный университет
428003, г. Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследований по влиянию минеральных удобрений на урожай конопли и вынос элементов питания. Наиболее высокий эффект при внесении двух элементов питания получен от азотных удобрений совместно с калийными. На варианте с внесением удобрений в дозе $N_{120}K_{90}$ прирост урожая соломы конопли составил 4,15 т/га, семян 0,59 и волокна 1,11 т/га. Наиболее высокие показатели прироста урожайности соломы, семян и волокна получены при внесении $N_{120}P_{90}K_{90}$. Прирост урожая конопли при внесении минеральных удобрений составил: соломы – 5,26 т/га, семян – 0,91 т/га и волокна – 1,45 т/га. Внесение пониженных доз удобрений $N_{60}P_{45}K_{45}$ снизила урожайность конопли. Повышенная доза внесения минеральных удобрений $N_{180}P_{135}K_{135}$ обеспечила более высокий прирост урожайности соломы конопли. Наиболее высокий урожай соломы, общего и длинного волокна получен при внесении полной дозы минеральных удобрений $N_{180}P_{135}K_{135}$. А лучшие качественные показатели длинного волокна, наиболее ценного в технологическом отношении, получены при внесении $N_{120}P_{90}$ кг на 1 га. К периоду созревания семян конопли содержание азота в растениях оказалось в 2,9 раза меньше по сравнению в фазе трех пар листьев. В целом, по мере роста и развития растений конопли снижается содержание азота в листьях и стеблях. К концу вегетации в листьях и стеблях конопли также постепенно снижается содержание фосфора и калия. Соотношение между азотом, фосфором и калием в урожае сухой массы конопли изменяется в зависимости от условий питания. Наиболее высокая урожайность конопли получена при соотношении в растениях азота 46,7-48,4 %, фосфора 20,0-20,9 и калия 30,9-33,9 %.

Ключевые слова: конопля, урожайность, семена, солома, волокно, вынос, элементы питания, азот, фосфор, калий.

Для цитирования: Димитриев В. Л. Влияние минеральных удобрений на урожай конопли и вынос элементов питания / Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2025. №3 (34). С. 23-30.

doi: 10.48612/vch/g73t-1fmd-trpm

Original article

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE CANNABIS CROP AND THE REMOVAL OF BATTERIES

Vladislav L. Dimitriev
Chuvash State Agrarian University
428003, Cheboksary, Russian Federation

Abstract. The article considers the results of studies on the effect of mineral fertilizers on the hemp yield and nutrient removal. The highest effect, when introducing two nutrients, was obtained from nitrogen fertilizers together with potassium fertilizers. In the variant with the introduction of fertilizers at a dose of $N_{120}K_{90}$, the increase in the yield of hemp straw was 4.15 t/ha, seeds 0.59 and fiber 1.11 t/ha. The highest rates of increase in the yield of straw, seeds and fiber were obtained with the introduction of $N_{120}P_{90}K_{90}$. The increase in the hemp yield with the introduction of mineral fertilizers was: straw – 5.26 t/ha, seeds – 0.91 t/ha and fiber – 1.45 t/ha. The introduction of reduced doses of $N_{60}P_{45}K_{45}$ fertilizers reduced the hemp yield. An increased dose of mineral fertilizers $N_{180}P_{135}K_{135}$ provided a higher increase in the yield of hemp straw. The highest yield of straw, total and long fiber was obtained with the application of the full dose of mineral fertilizers $N_{180}P_{135}K_{135}$. And the best quality indicators of long fiber, the most valuable in technological terms, were obtained with the application of $N_{120}P_{90}$ kg per 1 ha. By the period of hemp seed ripening, the nitrogen content in plants was 2.9 times less compared to in the phase of three pairs of leaves. In general, as hemp plants grow and develop, the nitrogen content in leaves and stems decreases. By the end of the growing season, the content of phosphorus and potassium in hemp leaves and stems also gradually decreases. The ratio between nitrogen, phosphorus and potassium in the dry matter yield of hemp changes depending on nutritional conditions. The highest hemp yield was obtained with the ratio in plants of nitrogen of 46.7-48.4 %, phosphorus 20.0-20.9 and potassium 30.9-33.9 %.

Keywords: hemp, yield, seeds, straw, fiber, removal, nutrients, nitrogen, phosphorus, potassium.

For citation: Dimitriev V. L. The effect of mineral fertilizers on the cannabis crop and the removal of batteries / Vestnik Chuvash State Agrarian University. 2025. No. 3 (34). P. 23-30.

doi: 10.48612/vch/g73t-1fmd-trpm

Введение.

Конопля является ценной технической культурой [2, 4, 7]. Она имеет волокно высокой прочности, медленно поддающееся процессам гниения. Пенька, получаемая из волокна, широко используется при кручении морских и речных канатов, веревок и шпагата. Используется также при изготовлении мешков, снастей для рыболовецких судов, брезентов, пожарных рукавов, обивочной и драпировочной ткани для изготовления мягкой мебели и обивки салона дорогих автомобилей, а также во многих других изделиях [1, 6, 9].

Масло, получаемое путем горячего и холодного отжимов семян конопли, употребляют в пищу, используют при изготовлении экологически чистых красок и олифы [3, 5, 8]. В семенах конопли содержится также фитин, широко применяющийся в фармацевтической промышленности [10, 13]. Конопляный жмых богат белками и используется на корм скоту [14, 15].

На современном этапе развития аграрного производства в Нижегородской, Пензенской, Курской, Белгородской, Брянской и Орловской областях начали возделывать новые безгашишные однодомные сорта конопли среднерусского типа, обладающие большим выходом волокна с высокими качественными показателями [11, 12].

Поэтому возникла необходимость изучения вопросов технологии возделывания этих сортов, а в частности влияния минеральных удобрений на урожайность семян, соломки, волокна и их качественных показателей, а также вынос элементов питания урожаем конопли на серых лесных почвах УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Для научного обоснования системы применения удобрений на посевах необходим учет выноса элементов питания из почвы с урожаем конопли. Количество выноса элементов питания, запас их в почве и коэффициенты их использования, применяются при расчете доз удобрений, необходимых для получения запланированного урожая и перспективного планирования. Кроме общего выноса элементов питания необходимо также знать особенности потребления их в различные фазы роста и развития конопли.

В научной литературе имеется много данных по данному направлению исследований, но все они были получены на старых сортах конопли. Наиболее высокую отдачу от применяемых удобрений можно получить лишь в том случае, если они применяются с учетом сортовых особенностей растений конопли.

Материалы и методы.

Опыты были заложены в УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Размер учетных делянок – 1 м², повторность – шестикратная.

Опыты были проведены на светло-серой лесной почве средне-суглинистого гранулометрического состава. Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,40

%, общего азота – 0,20 %, подвижного фосфора – 144,6 и обменного калия (по Масловой) – 165,0 мг на кг почвы, рН солевой вытяжки – 4,9, гидролитическая кислотность – 1,51 мг-экв. на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 28,9 мг-экв. на 100 г почвы.

Уборка на зеленец производилась в период цветения. Учет урожая велся путем взвешивания всех стеблей с делянки с отбором пробного снопа.

Объектом исследований являлся однодомный безгашишный сорт конопли Надежда. Конопля высевалась сплошным рядовым способом с нормой высева 5 млн всхожих семян на гектар. Учет урожая велся сплошным способом с отбором пробных снопов для определения качественных показателей волокна [19, 27].

Предшественником конопли был черный пар. Норма высева семян была согласно схеме опыта.

Схема опыта.

1. Без удобрений (контроль).
2. P₉₀K₉₀.
3. N₁₂₀K₉₀.
4. N₁₂₀P₉₀.
5. N₆₀P₄₅K₄₅.
6. N₁₂₀P₉₀K₉₀.
7. N₁₈₀P₁₃₅K₁₃₅.

Показатели качества волокна определялись по методике, разработанной Центральным научно-исследовательским институтом лубяных волокон (Сенченко, Тимонин, 1978). По данной методике определяли процент выхода длинного, короткого и всего волокна, расщепленность, прочность и номер длинного волокна.

Для получения более достоверных и сравнимых между собой данных образцы растений заготавливались ежегодно в одни и те же фазы развития и в одно время суток: в 10-11 часов дня после высыхания растений от выпавших за ночь росы или дождя. Растительные пробы отбирались на закрепленных площадках в пяти точках, расположенных по диагонали делянки в четырех повторностях. Пожелтевшие и опавшие листья конопли собирались в пакеты. Средние пробы растительной массы измельчались, высушивались и после размолота поступали для анализа. В образцах, размолотых и просеянных на сите диаметром 0,5 мм, определялось содержание гигроскопической влаги, общего азота, фосфора и калия. В навеске озоленной почвы определялся азот фотоколориметрическим методом с использованием реактива Неслера, фосфор – по методу Дениже, калий – на пламенном фотометре.

Результаты исследований и их обсуждение.

В течение 2023-2024 годов нами изучалось влияние различных условий минерального питания на урожай и качество продукции конопли, вынос азота, фосфора и калия.

Удобрения оказывают значительное влияние на увеличение урожая соломки, семян и волокна конопли (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность коноплепродукции в зависимости от условий питания (в среднем за 2023-2024 годы)
Table 1. Yield of hemp production depending on the feeding conditions (average for 2023-2024)

№	Варианты опыта	Солома, т/га	Семена, т/га	Волокно, т/га	
				всего	в т. ч. длин-ного
1.	Без удобрений (контроль)	2,59	0,41	0,70	0,53
2.	P ₉₀ K ₉₀	3,92	0,58	1,10	0,86
3.	N ₁₂₀ K ₉₀	6,74	1,0	1,81	1,36
4.	N ₁₂₀ P ₉₀	6,08	1,04	1,66	1,26
5.	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	5,70	0,86	1,57	1,19
6.	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	7,85	1,32	2,15	1,66
7.	N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	8,40	1,43	2,21	1,71
	HCP _{0,5}	0,51	0,16	-	-

Внесение фосфорных и калийных удобрений в дозе P₉₀K₉₀ оказало слабое действие на повышение урожайности конопли. При внесении P₉₀K₉₀ прибавка урожая соломы конопли составила 1,33 т, семян 0,17 т и волокна 0,40 т/га по сравнению с контрольным вариантом.

Наиболее высокий эффект при внесении двух элементов питания получен от азотных удобрений совместно с калийными. На варианте с внесением удобрений в дозе N₁₂₀K₉₀ прирост урожая соломы конопли составил 4,15 т/га, семян 0,59 и волокна 1,11 т/га.

Наиболее высокие показатели прироста урожайности соломы, семян и волокна получены при внесении N₁₂₀P₉₀K₉₀. Прирост урожая конопли при внесении минеральных удобрений составил: соломы – 5,26 т/га, семян – 0,91 т/га и волокна – 1,45 т/га.

Внесение пониженных доз удобрений N₆₀P₄₅K₄₅ снизила урожайность конопли. Повышенная доза вне-

сения минеральных удобрений N₁₈₀P₁₃₅K₁₃₅ обеспечила более высокий прирост урожайности соломы конопли.

Результаты технологической оценки соломы показали, что удобрения оказывают положительное влияние на повышение выхода длинного волокна (табл. 2). Наряду с влиянием на повышение урожая волокна удобрения повышают его качественные показатели.

Небезызвестно, что качественные показатели волокна зависят от его физических и механических свойств, определяющих прядильную способность. Качество волокна изменяется от условий выращивания, агротехники и применения удобрений.

Исследования показали, что на варианте без использования минеральных удобрений, можно получить самое тонкое и длинное волокно (нежное волокно), но по прочности и номеру волокна, уступающее вариантам с использованием минеральных удобрений.

Таблица 2. Показатели качества волокна конопли в зависимости от условий питания
(в среднем за 2023-2024 годы)**Table 2.** Quality indicators of hemp fiber depending on the feeding conditions (average for 2023-2024)

№	Варианты опыта	Выход волокна, %		Прочность волокна, кгс	Тонина, мм/мг	Номер во- локна
		общего	длинного			
1.	Без удобрений (контроль)	27,03	20,46	26,6	42,5	4,8
2.	P ₉₀ K ₉₀	28,06	21,94	31,1	40,0	6,2
3.	N ₁₂₀ K ₉₀	26,85	20,18	29,8	39,0	6,2
4.	N ₁₂₀ P ₉₀	27,30	20,72	30,9	38,9	6,5
5.	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	27,54	20,88	30,7	39,8	6,2
6.	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	27,39	21,46	27,1	36,4	5,9
7.	N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	26,30	20,35	26,5	35,1	5,7

Наиболее высокие показатели качества длинного волокна получены при внесении минеральных удобрений с определенным соотношением азота и фосфора. Внесение азотных удобрений совместно с фосфорными в дозе N₁₂₀P₉₀ обеспечило получение волокна с наиболее высокими качественными показателями (номер волокна 6,5).

Таким образом, наиболее высокий урожай соломы, общего и длинного волокна получен при внесении полной дозы минеральных удобрений N₁₈₀P₁₃₅K₁₃₅. А лучшие качественные показатели длинного волокна, наиболее ценного в технологическом отношении, получены при внесении N₁₂₀P₉₀ кг на 1 га.

Результаты проведенных исследований указывают на то, что элементы питания на протяжении всей вегетации содержатся в растениях конопли неодинаково. Содержание азота, фосфора и калия, а также характер его изменения в целом растении и в отдельных его органах неодинаков (табл. 3).

К периоду созревания семян конопли содержание азота в растениях оказалось в 2,9 раза меньше по сравнению в фазе трех пар листьев. В целом, по мере роста и развития растений конопли снижается содержание азота в листьях и стеблях.

К концу вегетации в листьях и стеблях конопли также постепенно снижается содержание фосфора и калия.

Таблица 3. Содержание азота, фосфора и калия в растениях конопли по фазам вегетации (% к абсолютно сухому веществу, среднее за 2023-2024 годы)**Table 3.** Nitrogen, phosphorus, and potassium content in hemp plants by vegetation phase (% of the absolute dry matter, average for 2023-2024)

№	Фаза развития	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
		во всем растении	в листьях	в стеблях	в семенах	во всем растении	в листьях	в стеблях	в семенах	во всем растении	в листьях	в стеблях	в семенах
Без удобрений (контроль)													
1.	Три пары листьев	1,85	2,22	1,26	–	0,44	0,48	0,36	–	1,48	1,42	0,92	–
2.	Бутионизация	1,57	1,89	0,63	–	0,33	0,35	0,31	–	0,82	1,08	0,57	–
3.	Цветения	0,70	1,06	0,40	–	0,27	0,28	0,18	–	0,40	0,50	0,30	–
4.	Созревание семян	0,63	0,84	0,30	1,71	0,27	0,25	0,09	0,50	0,38	0,49	0,29	0,35
P ₉₀ K ₉₀													
1.	Три пары листьев	1,85	2,22	1,26	–	1,14	1,26	0,94	–	3,85	3,70	2,40	–
2.	Бутионизация	1,57	1,89	0,63	–	0,86	0,92	0,80	–	2,14	2,81	1,49	–
3.	Цветения	0,70	1,06	0,40	–	0,61	0,73	0,47	–	1,06	1,32	0,79	–
4.	Созревание семян	0,63	0,84	0,30	1,71	0,61	0,65	0,24	2,57	1,01	1,29	0,76	0,91
N ₁₂₀ K ₉₀													
1.	Три пары листьев	4,19	5,02	2,85	–	0,44	0,48	0,36	–	3,85	3,70	2,40	–
2.	Бутионизация	3,55	4,29	1,42	–	0,33	0,35	0,31	–	2,14	2,81	1,49	–
3.	Цветения	1,56	2,40	0,66	–	0,27	0,28	0,18	–	1,06	1,32	0,79	–
4.	Созревание семян	1,42	1,89	0,54	3,88	0,27	0,25	0,09	0,50	1,01	1,29	0,76	0,91
N ₁₂₀ P ₉₀													
1.	Три пары листьев	4,19	5,02	2,85	–	1,14	1,26	0,94	–	1,48	1,42	0,92	–
2.	Бутионизация	3,55	4,29	1,42	–	0,86	0,92	0,80	–	0,82	1,08	0,57	–
3.	Цветения	1,56	2,40	0,66	–	0,61	0,73	0,47	–	0,40	0,50	0,30	–
4.	Созревание семян	1,42	1,89	0,54	3,88	0,61	0,65	0,24	2,57	0,38	0,49	0,29	0,35
N ₆₉ P ₄₅ K ₄₅													
1.	Три пары листьев	2,40	2,88	1,64	–	0,57	0,63	0,47	–	1,93	1,85	1,20	–
2.	Бутионизация	2,04	2,46	0,82	–	0,43	0,46	0,40	–	1,07	1,41	0,75	–
3.	Цветения	0,90	1,38	0,40	–	0,35	0,37	0,24	–	0,53	0,66	0,40	–
4.	Созревание семян	0,82	1,09	0,31	2,23	0,35	0,33	0,12	0,65	0,50	0,64	0,38	0,46
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀													
1.	Три пары листьев	4,19	5,02	2,85	–	1,14	1,26	0,94	–	3,85	3,70	2,40	–
2.	Бутионизация	3,55	4,29	1,42	–	0,86	0,92	0,80	–	2,14	2,81	1,49	–
3.	Цветения	1,56	2,40	0,66	–	0,61	0,73	0,47	–	1,06	1,32	0,79	–
4.	Созревание семян	1,42	1,89	0,54	3,88	0,61	0,65	0,24	2,57	1,01	1,29	0,76	0,91
N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅													
1.	Три пары листьев	6,29	7,53	4,28	–	1,71	1,89	1,41	–	5,78	5,55	3,60	–
2.	Бутионизация	5,33	6,38	2,13	–	1,29	1,38	1,20	–	3,21	4,22	2,24	–
3.	Цветения	2,34	3,60	0,99	–	0,92	1,10	0,71	–	1,59	1,98	1,19	–
4.	Созревание семян	2,13	2,84	0,81	5,82	0,92	0,98	0,36	3,86	1,52	1,94	1,14	1,37

В таблице 4 приводятся результаты исследований по выносу элементов питания растениями конопли за период вегетации.

Таблица 4. Вынос элементов питания растениями конопли за период вегетации (среднее за 2023-2024 годы)

Table 4. Removal of nutrients by hemp plants during the growing season (average for 2023-2024)

№	Фазы развития	Число дней от всхо- дов	Вес сухого вещест- ва, т/га	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
				кг/га	% к созреванию семян	кг/га	% к созреванию семян	кг/га	% к созреванию семян
Без удобрений (контроль)									
1.	Три пары листьев	15	0,42	23,7	11,1	5,6	6,2	18,9	12,7
2.	Бутонизация	41	2,65	61,7	29,2	16,3	17,7	40,6	27,3
3.	Цветения	55	4,51	69,8	42,8	40,1	33,8	54,2	36,1
4.	Созревание семян	111	4,96	93,6	100	30,8	100	57,4	100
P ₉₀ K ₉₀									
1.	Три пары листьев	16	0,64	23,8	11,2	14,7	16,1	49,4	33,1
2.	Бутонизация	42	3,98	61,8	29,3	42,5	47,1	105,6	71,1
3.	Цветения	56	6,77	69,9	42,9	80,2	89,1	141,0	94,1
4.	Созревание семян	112	7,45	93,7	100	90,9	100	149,3	100
N ₁₂₀ K ₉₀									
1.	Три пары листьев	17	1,07	53,6	25	5,6	6,2	49,3	33
2.	Бутонизация	43	4,20	139,6	66	16,3	17,7	15,5	71
3.	Цветения	57	11,49	206,5	97	40,1	33,8	140,9	94
4.	Созревание семян	114	12,65	211,7	100	30,8	100	149,2	100
N ₁₂₀ P ₉₀									
1.	Три пары листьев	19	0,98	53,6	25	14,6	16	18,9	12,7
2.	Бутонизация	43	3,82	139,6	66	42,4	47	40,6	27,3
3.	Цветения	57	10,45	206,5	97	80,1	89	54,2	36,1
4.	Созревание семян	116	11,50	211,7	100	90,8	100	57,4	100
N ₆₉ P ₄₅ K ₄₅									
1.	Три пары листьев	21	0,93	30,8	14,4	7,3	8,0	24,6	16,5
2.	Бутонизация	45	3,61	80,2	37,9	21,2	23,0	52,8	35,5
3.	Цветения	59	9,86	118,7	55,7	40,1	44,0	70,4	47,0
4.	Созревание семян	118	10,85	121,7	100	45,4	100	74,6	100
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀									
1.	Три пары листьев	24	1,29	53,7	25,1	14,7	16,1	49,4	33,1
2.	Бутонизация	48	4,96	139,7	66,1	42,4	47,1	105,6	71,1
3.	Цветения	62	13,28	206,6	97,1	80,1	89,1	141,0	94,1
4.	Созревание семян	121	14,82	211,8	100	90,8	100	149,3	100
N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅									
1.	Три пары листьев	26	1,38	53,7	25,2	14,8	16,2	49,5	33,2
2.	Бутонизация	50	5,30	139,7	66,2	42,6	47,2	105,7	71,2
3.	Цветения	64	14,20	206,6	97,2	80,3	89,2	141,2	94,2
4.	Созревание семян	123	15,85	211,8	100	91,0	100	149,4	100

Как показали проведенные нами исследования, при урожае семян 1,32 т/га, волокна 2,15 т/га однодомная конопля выносит с урожаем азота, фосфора и калия – 211,7 кг, 90,8 и 149,2 кг соответственно. Следует отметить, что больше всего элементов питания накапливается в растениях к фазе цветения. К фазе цветения растениями конопли было вынесено из почвы: калия – 94-96 %, азота и фосфора – по 89-97 %.

Проведенный нами анализ показал, что интенсивность накопления элементов питания растениями конопли по периодам вегетации различен.

В первый период своего развития, от появления всходов до фазы трех пар листьев, конопля сорта Надежда усваивает 33 % K₂O, 25 % N и 16 % P₂O₅. Причем быстрее всего накопление N, P₂O₅ и K₂O в растениях конопли идет в период от трех пар листьев до цветения. От фазы бутонизации до цветения накопление элементов питания растениями конопли идет быстрее.

Наибольшее количество азота поступает в растения конопли в начале быстрого роста стеблей в высоту и в период формирования репродуктивных орга-

нов. За межфазный период от трех пар листьев до бутонизации (24 дня) растения конопли использовали в наших опытах 86,0 кг N или 3,59 кг с гектара в сутки.

От фазы бутонизации до цветения поступление азота в растения резко увеличилась. За данный межфазный период растения конопли использовали 66,9 кг азота или 4,77 кг в сутки. Далее от фазы цветения до созревания происходит снижение поступления азота на 0,09 кг в сутки. При этом общее потребление азота за данный период составило 5,2 кг/га.

Меньше всего в растения конопли поступает фосфора. Наибольшее количество фосфора поступает в растения от всходов до цветения. Максимальное потребление фосфора приходится в период от трех пар листьев до цветения. За этот период поглощено коноплей 83 % фосфора.

Калий наиболее интенсивно поступает в растения в период от всходов до цветения. За данный период от общего его количества за период вегетации было потреблено растениями конопли 94 % калия. Наибольшее поступление калия в растения конопли приходится на период от бутонизации до цветения. За данный период растениями конопли было использовано 35,4 кг калия или 2,54 кг с гектара в сутки.

Значительный интерес представляют данные по влиянию условий питания на вынос элементов питания в предуборочный период, который характеризует биологический вынос (табл. 5).

Исследования показали, что вынос элементов питания в зависимости от дозы внесения минеральных удобрений увеличивается в два-четыре раза. Так, на контрольном варианте (без удобрений) он составил: азота 49,3 кг, фосфора 21,0 кг и калия 31,1 кг с гектара, а при внесении $N_{120}P_{90}K_{90}$ соответственно 211,7 кг/га, 90,8, 149,2 кг/га. Повышение дозы внесения минеральных удобрений от $N_{120}P_{90}K_{90}$ до $N_{180}P_{135}K_{135}$ увеличивает вынос азота, фосфора и калия растениями конопли. В случае исключения из состава полного минерального удобрения хотя бы одного из элементов питания уменьшается его вынос.

Результаты исследований говорят о том, что вынос элементов питания на единицу получаемой продукции в зависимости от условий питания меняется незначительно. Выявилась следующая закономерность – чем выше величина накопления сухой массы конопли, тем больше для ее образования расходуется питательных веществ.

Таблица 5. Вынос азота, фосфора и калия урожаем конопли в зависимости от дозы внесения минеральных удобрений (среднее за 2024-2024 годы)

Table 5. Nitrogen, phosphorus and potassium removal by hemp crops, depending on the dose of mineral fertilizers (average for 2024-2024)

№	Варианты опыта	Общий вынос, кг/га			Вынос на 1 т абсолютно сухого вещества, кг			Соотношение между элементами в урожае, %		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
1.	Без удобрений (контроль)	49,3	21,0	31,1	1,15	0,45	0,73	44,6	20,6	34,8
2.	$P_{90}K_{90}$	76,0	37,9	49,8	1,15	0,56	0,75	46,5	23,1	30,4
3.	$N_{120}K_{90}$	152,9	73,3	89,7	1,31	0,63	0,77	48,4	23,2	28,4
4.	$N_{120}P_{90}$	165,4	61,2	132,5	1,32	0,49	1,07	46,2	17,0	36,8
5.	$N_{60}P_{45}K_{45}$	129,1	48,5	86,3	1,24	0,46	0,85	49,4	18,5	32,1
6.	$N_{120}P_{90}K_{90}$	211,7	90,8	149,2	1,42	0,61	1,01	46,7	20,0	33,9
7.	$N_{180}P_{135}K_{135}$	250,5	108,7	159,7	1,63	0,71	1,03	48,4	20,9	30,9

Установлено, что соотношение между азотом, фосфором и калием в урожае сухой массы конопли изменяется в зависимости от условий питания. Наиболее высокая урожайность конопли получена при соотношении в растениях азота 46,7-48,4 %, фосфора 20,0-20,9 и калия 30,9-33,9 %.

Заключение.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Внесение полного минерального удобрения позволяет получить наиболее высокие прибавки урожая семян, стеблей и волокна конопли сорта Надежда. Из неполных составов минерального питания конопли, наилучшее действие оказывают удобрения, состоящие

из азота и калия, а затем азота и фосфора, фосфора и калия.

2. С увеличением урожая семян, стеблей и волокна, вынос основных элементов питания возрастает, но затраты идущие на формирование единицы урожая изменяются незначительно. Для образования 1 т воздушно-сухой массы конопле необходимо израсходовать 14,2 кг азота, 6,1 кг фосфора и 10,1 кг калия.

3. Наибольшее количество питательных элементов поглощается растениями конопли до фазы цветения. Относительное содержание питательных элементов в растениях конопли снижается с возрастом. На протяжении всей вегетации листья и семена содержат больше азота, фосфора и калия, чем стебли. К концу вегетации это различие возрастает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вировец, В. Г. Конопля – культура XXI / В. Г. Вировец, И. М. Лайко // Аграрная наука. – 1999. – № 11. – С. 5-7.

2. Григорьев, С. В. Перспективы культуры конопли в России / С. В. Григорьев // Легпромбизнес. – 2004. – № 9. – С. 34-37.
3. Димитриев, В. Л. К вопросу осыпaeмости семян конопли / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, А. В. Чернов // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 4. – С. 9-12. – DOI 10.28983/asj.y2022i4pp9-12.
4. Димитриев, В. Л. Сравнительная оценка некоторых морфолого-анатомических особенностей стеблей гибридов двудомных сортов конопли с однодомными / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, М. И. Яковлева // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 4(36). – С. 38-45. – DOI 10.47737/2307-2873_2021_36_38.
5. Ермаков, А. И. Масличные культуры (характеристика качества масла по составу и содержанию жирных кислот) / А. И. Ермаков, Г. Г. Давидян, Н. П. Ярош // Каталог. Мировая коллекция ВИР. – Ленинград, 1982. – Вып. 337.
6. Пашин, Е. Л. Инструментальная оценка технологического качества конопли: монография / Е. Л. Пашин. – Кострома : ВНИИЛК, 2003. – 169 с.
7. Романенко, А. А. Конопля на Кубани / А. А. Романенко // Селекция против наркотиков: материалы Международной научной конференции, посвященной проблемам растений, содержащих наркотические вещества. – Краснодар : КНИИСХ, 2004. – С. 3-7.
8. Сенченко, Г. И. Конопля / Г. И. Сенченко, М. А. Тимонин. – Москва : Колос, 1978. – 288 с.
9. Степанов, Г. С. Безнаркотические сорта конопли для адаптивной технологии возделывания / Г. С. Степанов, А. П. Фадеев, И. В. Романова. – Цивильск : Чувашский НИИСХ, 2005. – 39 с.
10. Степанов, Г. С. Генетическая детерминированная разнокачественность репродуктивных органов у основных половых типов однодомной конопли / Г. С. Степанов // Труды Чувашского научно-исследовательского сельского хозяйства. – 2000. – Т. 1(6). – С. 85-93.
11. Степанов, Г. С. Конопля как объект для развития биотехнологий и производства нанопродуктов / Г. С. Степанов // Атлас – определитель половых растений конопли. – Чебоксары, 2011. – С. 7-40.
12. Степанов, Г. С. О системе семеноводства безнаркотических сортов однодомной конопли / Г. С. Степанов, А. П. Фадеев, И. В. Романова // Аграрная наука Евро – Северо – Востока. – 2005. – № 7. – С. 32-35.
13. Степанов, Г. С. Ресурсный потенциал конопли и пути его эффективного использования / Г. С. Степанов // Материалы региональной научно-практической конференции (24–25 октября 1997г.). – Чебоксары, 1998. – С. 47–48.
14. Сухорада, Т. И. Конопля – культура будущего / Т. И. Сухорада // Сборник научных трудов, посвященный 100-летию В.А. Нивинных. – Краснодар : ООО Агропромполиграфист, 2000. – С. 8-13.
15. Dimitriev, V. Influence of the seeding rate on the formation of anatomical features of the monoecious hempstems of Diana breed / V. Dimitriev, L. Shashkarov, G. Mefodyev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 июня 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – Vol. 315. – P. 42050. – DOI 10.1088/1755-1315/315/4/042050.

REFERENCES

1. Virovec, V. G. Konoplya – kul'tura HKHI / V. G. Virovec, I. M. Lajko // Agrarnaya nauka. – 1999. – № 11. – S. 5-7.
2. Grigor'ev, S. V. Perspektivy kul'tury konopli v Rossii / S. V. Grigor'ev // Legprombiznes. – 2004. – №9. – S. 34-37.
3. Dimitriev, V. L. K voprosu osypaemosti semyan konopli / V. L. Dimitriev, L. G. SHashkarov, A. V. CHernov // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2022. – № 4. – S. 9-12. – DOI 10.28983/asj.y2022i4pp9-12. – EDN OTHXIQ.
4. Dimitriev, V. L. Sravnitel'naya ocenka nekotoryh morfologo-anatomicheskikh osobennostej stebel' gibridov dvudomnyh sortov konopli s odnodomnymi / V. L. Dimitriev, L. G. SHashkarov, M. I. YAKovleva // Permskij agrarnyj vestnik. – 2021. – № 4(36). – S. 38-45. – DOI 10.47737/2307-2873_2021_36_38. – EDN BPDIFE.
5. Ermakov, A. I. Maslichnye kul'tury (harakteristika kachestva masla po sostavu i soderzhaniyu zhirnyh kislot) / A. I. Ermakov, G. G. Davidyan, N. P. YArosh // Katalog. Mirovaya kollekcija VIR. – Leningrad, 1982. – Vyp. 337.
6. Pashin, E. L. Instrumental'naya ocenka tekhnologicheskogo kachestva konopli: monografiya / E. L. Pashin. – Kostroma : VNIILK, 2003. – 169 s.
7. Romanenko, A. A. Konoplya na Kubani / A. A. Romanenko // Selekcija protiv narkotikov: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvyashchennoj problemam rastenij, soderzhashchih narkoticheskie veshchestva. – Krasnodar : KNIISKH, 2004. – S. 3-7.
8. Senchenko, G. I. Konoplya / G. I. Senchenko, M. A. Timonin. – Moskva : Kolos, 1978. – 288 s.
9. Stepanov, G. S. Beznarkoticheskie sorta konopli dlya adaptivnoj tekhnologii vzdelyvaniya / G. S. Stepanov, A. P. Fadeev, I. V. Romanova. – Civil'sk : CHuvashskij NIISKH, 2005. – 39 s.
10. Stepanov, G. S. Geneticheskaya determinirovannaya raznokachestvennost' reproduktivnyh organov u osnovnyh polovyh tipov odnodomnoj konopli / G. S. Stepanov // Trudy CHuvashskogo nauchno-issledovatel'skogo sel'skogo hozyajstva. – 2000. – T. 1(6). – S. 85-93.
11. Stepanov, G. S. Konoplya kak ob'ekt dlya razvitiya biotekhnologij i proizvodstva nanoproduktov / G. S. Stepanov // Atlas – opredelitel' polovyh rastenij konopli. – CHEboksary, 2011. – S. 7-40.

12. Stepanov, G. S. O sisteme semenovodstva beznarkoticheskikh sortov odnodomnoj konopli / G. S. Stepanov, A. P. Fadeev, I. V. Romanova // Agrarnaya nauka Evro – Severo – Vostoka. – 2005. – № 7. – S. 32-35.
13. Stepanov, G. S. Resursnyj potencial konopli i puti ego effektivnogo ispol'zovaniya / G. S. Stepanov // Materialy regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii (24–25 oktyabrya 1997g.). – Cheboksary, 1998. – S. 47–48.
14. Suhorada, T. I. Konoplya – kul'tura budushchego / T. I. Suhorada // Sbornik nauchnyh trudov, posvyashchennyj 100-letiyu V.A. Nivinyh. – Krasnodar: OOO Agroprompoligrafist, 2000. – S. 8-13.
15. Dimitriev, V. Influence of the seeding rate on the formation of anatomical features of the monoecious hempstems of Diana breed / V. Dimitriev, L. Shashkarov, G. Mefodyev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 iyunya 2019 goda / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – Vol. 315. - P. 42050. – DOI 10.1088/1755-1315/315/4/042050.

Информация об авторе

Димитриев Владислав Львович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: dimitrieff.vladislav@yandex.ru.

Information about the author

Dimitriev Vladislav Lvovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Crop Production, Breeding and Seed Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, K. Marx St., 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: dimitrieff.vladislav@yandex.ru.

Вклад автора

Димитриев В. Л. – планирование исследования, проведение исследования, сбор и анализ данных, написание статьи, доработка статьи.

Contribution of the author

Dimitriev V. L. – research planning, research implementation, data collection and analysis, article writing, article revision.

Статья поступила в редакцию 02.07.2025. Одобрена после рецензирования 04.09.2025. Дата опубликования 29.09.2025.

The article was received by the editorial office on 02.07.2025. Approved after review on 04.09.2025. Date of publication: 29.09.2025.