

УДК 633.522:631.8

DOI 10.48612/vch/7n87-9tp4-ppbz

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ НА ВЫНОС АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ УРОЖАЕМ КОНОПЛИ**В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров**Чувашский государственный аграрный университет
428003, г. Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы содержания азота, фосфора и калия в листьях и стеблях конопли и их вынос урожаем. Содержание азота, фосфора и калия изменялось в зависимости от условий питания, причем в листьях конопли в большей мере, чем в стеблях. Так, на варианте без удобрений азота в листьях содержалось в фазе трех пар листьев 3,15 %, бутонизации – 2,62 %, цветения – 1,94 %. Одновременно повышалось содержание азота и в стеблях конопли. При внесении полного минерального удобрения $N_{120}P_{90}K_{90}$ создаются наиболее благоприятные условия для питания конопли азотом. Исключение азота из состава полного минерального удобрения заметно снижало содержание его в растениях. Наибольшее количество фосфора в листьях и стеблях конопли в фазе трех пар листьев и бутонизации отмечено при внесении $N_{120}P_{90}K_{90}$. Содержание фосфора в листьях резко понижалось при исключении из состава полного минерального удобрения фосфора и калия. Наибольшее содержание калия в растениях отмечено при внесении полного минерального удобрения $N_{120}P_{90}K_{90}$. В этом варианте в фазе трех пар листьев, бутонизации и цветения конопли в ее листьях содержалось 3,29; 1,84; 3,03 % калия, а в стеблях соответственно – 6,70; 2,92 и 2,21 %. Наиболее высокий вынос азота (107,6 кг/га) отмечен при внесении на фоне навоза полного минерального удобрения (навоз 20 т/га + $N_{60}P_{45}K_{45}$). Наибольшее количество фосфора с урожаем конопли (26,2 и 25,5 кг/га) выносилось на вариантах с внесением на фоне навоза $N_{60}K_{45}$ и $N_{60}P_{45}K_{45}$, калия – на варианте навоза 20 т/га + $N_{60}K_{45}$ (123,9 кг/га) и на варианте навоза 20 т/га + $N_{60}P_{45}K_{45}$ (119 кг/га), что объясняется высоким урожаем конопли на этих вариантах и высоким содержанием калия.

Ключевые слова: конопля, азот, фосфор, калий, содержание, вынос урожая.

Введение. Конопля – одна из ценных технических культур [3], [4], [9], [15]. Прочное, медленно поддающееся гниению волокно конопли-пенька используется для изготовления морских и речных канатов, веревки, шпагата, мешков, рыболовных сетей, парусины, брезентов, пожарных рукавов, обивочной и драпировочной ткани, автомобильных кордов и многих других изделий [1], [8], [12], [13].

Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о том, что величины выноса питательных элементов урожаем различных культур, в том числе и конопли, зависят не только от обеспеченности питательными веществами, но и от почвенных и климатических условий [5], [7], [10], [14]. Поэтому для определения потребности конопли в удобрениях и изучения баланса питательных веществ в определенных почвенных и климатических зонах необходимо пользоваться соответствующими этим зонам данными о процентном содержании в растениях азота, фосфора и калия [2], [6], [11].

В настоящее время в условиях Чувашской Республики этот вопрос изучен недостаточно. В этой связи нами в УНПЦ «Студенческий» в течение 2022-2023 гг. изучалось влияние условий питания на поступление питательных элементов в растения конопли и хозяйственный вынос азота, фосфора и калия с ее урожаем.

Цель исследований заключалась в изучении условий питания на вынос азота, фосфора и калия урожаем конопли на серых лесных почвах УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Предусматривалось решение следующих задач:

1. Изучение содержания азота, фосфора и калия в растениях конопли в зависимости от условий питания.
2. Изучение выноса азота, фосфора и калия урожаем конопли в зависимости от условий питания.

Схема опыта.

1. Без удобрений (контроль).
2. Навоз 20 т/га+ N_{60} .
3. Навоз 20 т/га+ $N_{60}P_{45}$.
4. Навоз 20 т/га+ $N_{60}K_{45}$.
5. Навоз 20 т/га+ $P_{45}K_{45}$.
6. Навоз 20 т/га+ $N_{60}P_{45}K_{45}$.
7. Навоз 20 т/га+ $N_{120}P_{90}K_{90}$.
8. $N_{60}P_{45}K_{45}$ (без навоза).

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на коллекционном участке УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ. В опыте навоз, суперфосфат и калийную соль вносили осенью под зяблевую вспашку, сульфат аммония – под предпосевную культивацию. Минеральные удобрения применяли на фоне 20 т/га навоза в таких сочетаниях: N_{60} ; $N_{60}P_{45}$; $N_{60}K_{45}$ $P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{45}K_{45}$; $N_{120}P_{90}K_{90}$.

В опыте навоз, суперфосфат и калийную соль вносили под зяблевую вспашку, сульфат аммония – под культивацию весной. Конопля сорта Диана высевалась после черного пара сплошным рядовым способом с нормой посева семян 110 кг на гектар при 100 % хозяйственной годности. Размер учетных делянок 1×1 м при

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

В опытах высевался рекомендованный к возделыванию сорт конопли Диана сплошным рядовым способом с нормой высева 5 млн всхожих семян на гектар. Учет урожая – сплошной с отбором пробных снопов для инструментальной оценки качества волокна [19], [27].

Предшественник – черный пар. Доза внесения удобрений согласно схеме опыта.

Наблюдения за ростом и развитием растений проводили по методике, принятой в Институте лубяных культур (1980). За время вегетации вели фенологические наблюдения с отметкой времени посева, начала и полных всходов, бутонизации, начала и полного цветения, начала массового и полного отцветания, начала и полного созревания семян.

Начало всходов отмечали в период появления 10 % растений, полные всходы – при появлении 60 % растений. Началом цветения считали зацветание отдельных цветков у 25 % растений. Полное цветение отмечали при зацветании 60 % растений. Аналогично отмечали наступление других фаз роста и развития растений.

Массу стебля определяли путем взвешивания на весах, предварительно доведя его до воздушно-сухого состояния (базисная влажность соломы – 25 % к абсолютно сухому весу).

Определение содержания волокна в стебле проводили по методике, рекомендованной Центральным научно-исследовательским институтом лубяных культур (1978).

Содержание волокна определяли в средней части стебля, так как она является наиболее типичной по морфологическим признакам с относительно законченным структурным образованием волокнистого слоя.

Технологический анализ волокна проводился по методике, разработанной Центральным научно-исследовательским институтом лубяных волокон (1978). При этом определяли процент выхода длинного, короткого и всего волокна, расщепленность, прочность и номер длинного волокна.

Содержание азота, фосфора и калия в листьях и стеблях конопли определяли в фазе трех пар листьев, бутонизации и цветения в одной навеске при сжигании ее серной кислотой. Содержание азота находили по Кьельдалю, фосфора – фотометрически, а калия – на пламенном фотометре.

Результаты исследований и обсуждение. До настоящего времени в условиях Чувашской Республики этот вопрос изучен еще недостаточно. В этой связи нами в УНПЦ «Студенческий» в течение 2022-2023 гг. изучалось влияние условий питания на поступление питательных элементов в растения конопли и хозяйственный вынос азота, фосфора и калия с ее урожаем.

Химические анализы листьев и стеблей конопли показали, что при внесении удобрений в них значительно увеличивалось содержание азота, фосфора и калия. При этом количественное содержание питательных элементов в различных органах растений было неодинаковым.

Так, на протяжении периода вегетации азота и фосфора находилось больше в листьях, чем в стеблях. Калия в начале вегетации было больше в стеблях и только в период цветения конопли – в листьях. С возрастом растений процентное содержание азота, фосфора и калия в них уменьшалось. Это связано с тем, как указывает А. В. Петербургский, что прирост органических веществ, синтезируемых растением, во второй период роста опережает поступление минеральных элементов через корни.

Содержание азота, фосфора и калия изменялось в зависимости от условий питания, причем в листьях конопли в большей мере, чем в стеблях. Так, на варианте без удобрений азота в листьях содержалось в фазе трех пар листьев 3,15 %, в бутонизации – 2,62 %, цветения – 1,94 % (табл. 1). При внесении удобрений содержание азота в листьях конопли в фазе трех пар листьев повысилось на 0,42-1,12 %, бутонизации – на 0,46-0,91 % и цветения – на 0,67-1,34 %.

Таблица 1 – Содержание азота в растениях конопли в зависимости от условий питания (в процентах от сухого вещества, среднее за 2022-2023 гг.)

№	Варианты опыта	Фазы вегетации					
		три пары листьев		бутонизация		цветение	
		листья	стебли	листья	стебли	листья	стебли
1	Без удобрений (контроль)	3,15	1,86	2,62	1,03	1,94	0,36
2	Навоз 20 т/га + N ₆₀	3,80	2,26	3,18	1,44	3,04	0,84
3	Навоз 20 т/га + N ₆₀ P ₄₅	3,94	2,49	3,51	1,48	3,19	0,90
4	Навоз 20 т/га + N ₆₀ K ₄₅	3,88	2,38	3,36	1,46	3,31	0,74
5	Навоз 20 т/га + P ₄₅ K ₄₅	3,57	1,98	3,08	1,20	2,61	0,62
6	Навоз 20 т/га + N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	4,27	2,91	3,53	1,35	3,28	0,97
7	Навоз 20 т/га + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	5,72	3,92	4,76	1,82	4,43	1,30
8	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ (без навоза)	3,76	2,24	3,15	1,43	3,01	0,83

Одновременно повышалось содержание азота и в стеблях конопли. При внесении полного минерального удобрения $N_{120}P_{90}K_{90}$ (вариант 7) создаются наиболее благоприятные условия для питания конопли азотом. На этом варианте отмечено наиболее высокое содержание азота в листьях конопли.

Исключение азота из состава полного минерального удобрения (вариант 5) заметно снижало содержание его в растениях.

Внесение удобрений повлияло также на содержание фосфора в листьях конопли в фазе трех пар листьев на 0,24-0,37 %, бутонизации – на 0,08-0,13 % и цветения – на 0,14-0,16 % (табл. 2).

Наибольшее количество фосфора в листьях и стеблях конопли в фазе трех пар листьев и бутонизации отмечено при внесении $N_{120}P_{90}K_{90}$ (вариант 7). Содержание фосфора в листьях резко понижалось при исключении из состава полного минерального удобрения фосфора и калия (вариант 2).

Таблица 2 – Содержание фосфора в растениях конопли в зависимости от условий питания (в процентах от сухого вещества, среднее за 2022-2023 гг.)

№	Варианты опыта	Фазы вегетации					
		три пары листьев		бутонизация		цветение	
		листья	стебли	листья	стебли	листья	стебли
1	Без удобрений (контроль)	0,65	0,57	0,59	0,41	0,56	0,27
2	Навоз 20 т/га + N_{60}	0,89	0,76	0,69	0,41	0,71	0,27
3	Навоз 20 т/га + $N_{60}P_{45}$	1,02	0,85	0,72	0,49	0,70	0,27
4	Навоз 20 т/га + $N_{60}K_{45}$	0,97	0,77	0,67	0,45	0,70	0,25
5	Навоз 20 т/га + $P_{45}K_{45}$	0,97	0,78	0,71	0,47	0,72	0,27
6	Навоз 20 т/га + $N_{60}P_{45}K_{45}$	0,95	0,71	0,70	0,49	0,70	0,26
7	Навоз 20 т/га + $N_{120}P_{90}K_{90}$	1,28	0,95	0,94	0,66	0,94	0,35
8	$N_{60}P_{45}K_{45}$ (без навоза)	0,88	0,75	0,68	0,40	0,70	0,26

Наибольшее количество фосфора в листьях и стеблях конопли в фазе трех пар листьев и бутонизации отмечено при внесении $N_{120}P_{90}K_{90}$ (вариант 7). Содержание фосфора в листьях резко понижалось при исключении из состава полного минерального удобрения фосфора и калия (вариант 2).

Содержание калия в растениях конопли, также как и азота, и фосфора, изменялось в зависимости от условий минерального питания (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание калия в растениях конопли в зависимости от условий питания (в процентах от сухого вещества, среднее за 2022-2023 гг.)

№	Варианты опыта	Фазы вегетации					
		три пары листьев		бутонизация		цветение	
		листья	стебли	листья	стебли	листья	стебли
1	Без удобрений (контроль)	1,70	3,60	1,24	1,36	1,78	1,02
2	Навоз 20 т/га + N_{60}	1,90	4,77	1,27	1,94	2,05	1,40
3	Навоз 20 т/га + $N_{60}P_{45}$	1,71	5,00	1,13	1,72	1,93	1,36
4	Навоз 20 т/га + $N_{60}K_{45}$	1,87	4,62	1,28	2,00	2,25	1,61
5	Навоз 20 т/га + $P_{45}K_{45}$	1,93	4,21	1,35	1,45	2,17	1,28
6	Навоз 20 т/га + $N_{60}P_{45}K_{45}$	2,44	4,96	1,36	2,17	2,25	1,64
7	Навоз 20 т/га + $N_{120}P_{90}K_{90}$	3,29	6,70	1,84	2,92	3,03	2,21
8	$N_{60}P_{45}K_{45}$ (без навоза)	1,88	4,72	1,26	1,92	2,03	1,39

Наибольшее содержание калия в растениях отмечено при внесении полного минерального удобрения $N_{120}P_{90}K_{90}$ (вариант 7). В этом варианте в фазе трех пар листьев, бутонизации и цветения конопли в ее листьях содержалось 3,29; 1,84; 3,03 % калия, а в стеблях соответственно – 6,70; 2,92 и 2,21 %.

Самое низкое содержание калия в листьях (1,71 % в фазе трех пар листьев, 1,13 % в бутонизацию и 1,93 % во время цветения) было на варианте 3, где калийные удобрения не вносились. Сопоставляя показатели по содержанию калия в растениях конопли, на вариантах с внесением на фоне навоза N_{60} , $N_{60}P_{45}$ и $P_{45}K_{45}$ видим, что при более низком содержании калия в листьях на варианте 3 урожай надземной массы был выше, чем на вариантах 2 и 5. Аналогичные несоответствия между количественным содержанием фосфора в растениях конопли и урожаем наблюдаются при внесении на фоне навоза $N_{60}P_{45}$ и $N_{60}K_{45}$ (варианты 2 и 4).

Содержание питательных элементов в растениях не может характеризовать продуктивность использования их последними. В определенных пределах снижение содержания элементов питания в растениях является показателем более продуктивного их использования. Поэтому не меньший интерес представляет вынос растениями азота, фосфора и калия, характеризующий не только интенсивность поступления, но и продуктивность использования питательных веществ растениями (табл. 4).

В зависимости от условий питания изменялись и размеры выноса питательных элементов урожаем конопли. Величина выноса азота, фосфора и калия обусловлены в первую очередь урожаем и в меньшей степени различием содержания этих элементов в стеблях и листьях конопли.

С внесением удобрений вынос азота урожаем надземной массы увеличивался на 35,9-87,7 кг/га, фосфора – на 8,7-14,6 кг/га и калия – на 42,4-85,2 кг/га. Меньше выносилось азота (61,8 кг/га) на варианте 5, где из состава полного минерального удобрения были исключены азотные удобрения. Наиболее высокий вынос азота (107,6 кг/га) отмечен при внесении на фоне навоза полного минерального удобрения (вариант 6).

Наиболее низким выносом фосфора в размере 19,6 кг/га отличается вариант 2 (навоз 20 т/га + N_{60}). Наибольшее количество фосфора с урожаем конопли (26,2 и 25,5 кг/га) выносилось на вариантах с внесением на фоне навоза $N_{60}K_{45}$ и $N_{60}P_{45}K_{45}$, калия – на варианте навоза 20 т/га + $N_{60}K_{45}$ (123,9 кг/га) и на варианте навоза 20 т/га + $N_{60}P_{45}K_{45}$ (119 кг/га), что объясняется высоким урожаем конопли на этих вариантах и высоким содержанием калия.

Таблица 4 – Вынос азота, фосфора и калия урожаем конопли в зависимости от условий питания (среднее за 2022-2023 гг.)

№	Варианты опытов	Вес сухой массы (листья+стебли), т/га	Вынос урожаем, кг/га			Вынос на 1 ц соломы		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Без удобрений (контроль)	3,31	25,9	10,9	38,1	1,05	0,44	1,54
2	Навоз 20 т/га + N_{60}	5,75	67,0	19,6	80,5	1,42	0,42	0,71
3	Навоз 20 т/га + $N_{60}P_{45}$	5,93	94,9	24,2	94,9	1,81	0,46	1,81
4	Навоз 20 т/га + $N_{60}K_{45}$	6,21	101,8	26,2	123,9	1,85	0,48	2,26
5	Навоз 20 т/га + $P_{45}K_{45}$	6,48	61,8	21,0	82,1	1,34	0,44	1,78
6	Навоз 20 т/га + $N_{60}P_{45}K_{45}$	7,06	107,6	25,5	119,9	2,00	0,47	2,22
7	Навоз 20 т/га + $N_{120}P_{90}K_{90}$	7,00	145,3	34,4	161,8	2,70	0,60	3,0
8	$N_{60}P_{45}K_{45}$ (без навоза)	5,70	66,4	19,4	79,8	1,40	0,41	0,70

Вынос азота, фосфора и калия на единицу продукции находится в прямой зависимости от величины урожая и содержания питательных элементов в растениях конопли. На вариантах с внесением удобрений на 1 т соломы азота выносилось в 1,3-1,9 раза, калия – в 1,1-1,4 раза больше, чем без них. Наибольшее количество фосфора на 1 т соломы выносилось на варианте с внесением навоза $N_{120}P_{90}K_{90}$. Наибольшее количество азота (2,0-2,70 кг), фосфора (0,47-0,60 кг), калия (2,22-3,0 кг) выносилось 1 т соломы на вариантах с внесением на фоне навоза $N_{60}P_{45}K_{45}$ и $N_{120}P_{90}K_{90}$.

Выводы. На основании проведенных исследований приходим к выводу:

- 1) на серых лесных почвах в условиях УНПЦ «Студенческий» внесение минеральных удобрений на фоне навоза повышало в растениях конопли содержание азота, фосфора и калия;
- 2) вынос азота, фосфора и калия изменялся в большой степени от величины урожая надземной массы конопли и в меньшей – от содержания питательных элементов в растениях;
- 3) наибольшее количество азота, фосфора и калия с урожаем конопли выносилось на вариантах с внесением на фоне навоза $N_{60}P_{45}K_{45}$ и $N_{120}P_{90}K_{90}$;
- 4) при исключении из состава полного минерального удобрения на фоне навоза азота, а также фосфора и калия, вынос соответствующих элементов питания урожаем конопли уменьшался.

Литература

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 осыпаемости 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. – EDN OTHXIQ.
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. – EDN BPDIFE.
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 hemp stems 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. – EDN QACDAK.

Сведения об авторах

1. **Димитриев Владислав Львович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: dimitrieff.vladislav@yandex.ru, тел. +7-903-066-29-87.

2. **Шашкаров Леонид Геннадьевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: leonid.shashkarow@yandex.ru, тел. +7-937-958-12-20.

THE EFFECT OF NUTRITIONAL CONDITIONS ON THE REMOVAL OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM BY THE CANNABIS CROP

V. L. Dimitriev, L. G. Shashkarov
Chuvash State Agrarian University
428003, Cheboksary, Russian Federation

Abstract. The article deals with the content of nitrogen, phosphorus and potassium in the leaves and stems of cannabis and their removal by harvest. The content of nitrogen, phosphorus and potassium varied depending on the nutritional conditions, and in the leaves of cannabis to a greater extent than in the stems. So, in the variant without

fertilizers, nitrogen in the leaves contained 3.15% in the phase of three pairs of leaves, budding – 2.62%, flowering – 1.94%. At the same time, the nitrogen content in the stems of cannabis also increased. When applying the complete mineral fertilizer $N_{120}P_{90}K_{90}$, the most favorable conditions are created for feeding cannabis with nitrogen. The exclusion of nitrogen from the composition of a complete mineral fertilizer significantly reduced its content in plants. The greatest amount of phosphorus in the leaves and stems of cannabis in the phase of three pairs of leaves and budding was noted when $N_{120}P_{90}K_{90}$ was applied. The phosphorus content in the leaves decreased sharply when phosphorus and potassium were excluded from the composition of the complete mineral fertilizer. The highest potassium content in plants was observed when applying the complete mineral fertilizer $N_{120}P_{90}K_{90}$. In this variant, in the phase of three pairs of leaves, budding and flowering of cannabis, its leaves contained 3.29, 1.84, 3.03 % of potassium and in the stems respectively 6.70, 2.92 and 2.21%. The highest nitrogen removal (107.6 kg/ha) was noted when applying a complete mineral fertilizer against the background of manure (manure 20 t/ta + $N_{60}P_{45}K_{45}$). The largest amount of phosphorus with a cannabis crop (26.2 and 25.5 kg/ha) was taken out on variants with $N_{60}K_{45}$ and $N_{60}P_{45}K_{45}$ manure against the background, potassium – on the manure variant 20 t/ta + $N_{60}K_{45}$ (123.9 kg/ha) and on the manure variant 20 t/ha + $N_{60}P_{45}K_{45}$ (119 kg/ha), this is due to the high yield of cannabis in these variants and the high potassium content.

Keywords: hemp, nitrogen, phosphorus, potassium, content, crop removal.

References

1. Dimitriev, V. L. Sravnitel'naya ocenka nekotorykh morfologo-anatomicheskikh osobennostej steblej gibridov dvudomnykh sortov konopli s odnodomnymi / V. L. Dimitriev, L. G. SHashkarov, M. I. YAKovleva // Permskiy agrarnyj vestnik. – 2021. – № 4(36). – S. 38-45. – DOI 10.47737/2307-2873_2021_36_38. – EDN BPDFIFE.
2. 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.
3. Dimitriev, V. Influence of the seeding rate on the formation of anatomical features of the monoecious hemp stems 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. – EDN QACDAK.
4. Senchenko, G. I. Konoplya / G. I. Senchenko, M. A. Timonin. – Moskva : Kolos, 1978. – S. 288.
5. 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.
6. Suhorada, T. I. Konoplya – kul'tura budushchego / T. I. Suhorada // Sbornik nauchnykh trudov, povyashchennyj 100-letiyu V.A. Nivinyh. – Krasnodar : OOO Agroprompoligrafist, 2000. – S. 8-13.
7. Stepanov, G. S. Beznarkoticheskie sorta konopli dlya adaptivnoj tekhnologii vozdeleyvaniya / G. S. Stepanov, A. P. Fadeev, I. V. Romanova. – Civil'sk: CHuvashskij NIISKH, 2005. – 39 s.
8. Stepanov, G. S. Geneticheskaya determinirovannaya raznokachestvennost' reproduktivnykh organov u osnovnykh polovykh tipov odnodomnoj konopli / G. S. Stepanov // Trudy CHuvashskogo nauchno-issledovatel'skogo sel'skogo hozyajstva. – 2000. – T. 1(6). – S. 85-93.
9. 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.
10. 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.
11. Ermakov, A. I. Maslichnye kul'tury (karakteristika kachestva masla po sostavu i soderzhaniyu zhirnykh kislot) / A. I. Ermakov, G. G. Davidyan, N. P. YARosh // Katalog. Mirovaya kollekcija VIR. - Leningrad, 1982. – Vyp. 337.
12. Virovec, V. G. Konoplya – kul'tura HKHI / V. G. Virovec, I. M. Lajko // Agrarnaya nauka. – 1999. – № 11. – S. 5-7.
13. Grigor'ev, S. V. Perspektivy kul'tury konopli v Rossii / S. V. Grigor'ev // Legprombiznes. – 2004. – № 9. – S. 34-37.
14. Stepanov, G. S. Konoplya kak ob'ekt dlya razvitiya biotekhnologij i proizvodstva nanoproduktov / G. S. Stepanov // Atlas – opredelitel' polovykh rastenij konopli. – CHEboksary, 2011. – S. 7-40.
15. Pashin, E. L. Instrumental'naya ocenka tekhnologicheskogo kachestva konopli: monografiya / E. L. Pashin. – Kostroma : VNIILK, 2003. – 169 s.

Information about authors

1. **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 str., 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: dimitrieff.vladislav@yandex.ru, tel. +7-903-066-29-87.

2. **Shashkarov Leonid Gennadievich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture, Crop Production, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, K. Marx str., 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: leonid.shashkarow@yandex.ru, tel. +7-937-958-12-20.