

4. Эффективность применения новых органоминеральных удобрений в посевах озимого рапса / В. А. Телеш [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XVIII международной научно-практической конф., Гродно, 2016 г. / Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ»; редкол.: В. К. Пестис [и др.]. – Гродно, 2016. – С. 124-126.

УДК 633.888:631.82(476)

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕЙ И КОРНЕВИЩ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

С. А. Тарасенко¹, Е. И. Дорошкевич¹, О. М. Ануфрик²

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН
Беларуси»
г. Щучин, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 231513,
Гродненская область, г. Щучин, ул. Академическая, 21; e-mail:
gznii@tut.by)

Ключевые слова: валериана лекарственная, корни и корневища, урожайность, окупаемость удобрений, химический состав, экстрактивность, зольность, нитраты.

Аннотация. В исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой супесчаной почве с различными уровнями применения органических и минеральных удобрений при выращивании валерианы лекарственной, установлено, что продуктивность этой культуры и показатели качества корней и корневищ обуславливаются уровнем минерального питания и метеорологическими условиями вегетационного периода. Максимальная урожайность отмечена на фоне 90 т/га органических удобрений и высоком ($N_{120}P_{80}K_{160}$) уровне применения минеральных удобрений как в условиях нормального увлажнения, так и при недостатке влаги. При повышении уровня минеральных удобрений по всем вариантам опыта происходит повышение цифрового показателя качества. И если в отношении экстрактивности это можно расценивать с позитивной стороны, то рост зольности и содержания нитратов – как негативный момент.

THE INFLUENCE OF THE LEVEL OF MINERAL NUTRITION ON YIELD AND QUALITY OF VALERIANA OFFICINALIS ROOTS

S. A. Tarasenko¹, E. I. Darashkevich¹, O. M. Anufrik²

¹ – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

² – RUSE «The Grodno Zonal Institute of Plant Growing of the National Academy of Sciences of Belarus»

Schuchin, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 231513, Grodno region, Schuchin, 21 Academicheskaja Str.; e-mail: gzniit@tut.by)

Key words: *valeriana officinalis* (Valerian), roots and rhizomes, yield, return on fertilizers, chemical composition, extract, ash content, nitrates.

Summary. *In studies for growing Valeriana officinalis carried out on sod-podzolic sandy loam soil with different levels of organic and mineral fertilizers it was found that the productivity of this plant and the quality indicators of roots and rhizomes are determined by the level of mineral nutrition and meteorological conditions of the growing period. The maximum yield was noted against the background of 90 t/ha of organic fertilizers and high (N₁₂₀P₈₀K₁₆₀) level of application of mineral fertilizers, both under normal moisture conditions and with a lack of moisture. With an increase in the level of mineral fertilizers for all variants of the experiment, the all indicators show growth. And if the growth of extractability can be interpreted from the positive side, then the increase in ash and nitrate content is a negative result.*

(Поступила 01.06.2020 г.)

Введение. Валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.) является одним из важнейших лекарственных растений, корни и корневища которой широко используются в официальной и народной медицине. Несмотря на большие достижения в области синтеза лекарственных препаратов, использование лекарственных растений, в т. ч. и валерианы, не только снижается, но и возрастает [1].

Важнейшим направлением обеспечения потребности Республики Беларусь в данном виде лекарственного сырья является возделывание валерианы в культуре, что позволяет повысить продуктивность и качество сырья этого растения и сохранить биологическое разнообразие данного вида в естественных ценозах.

Возделывание валерианы лекарственной в культуре привело к необходимости проведения комплекса исследований, направленных на изучение отношения этого растения к условиям произрастания и формирования урожайности и качества корней и корневищ в условиях интенсивного использования средств химизации [2].

Цель данного исследования – установление закономерности формирования урожайности и качества корней и корневищ валерианы лекарственной в зависимости от уровня минерального питания, создаваемого применением различных доз органических и минеральных удобрений.

Материал и методика исследований. Полевой опыт закладывался на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет» в 2016-2018 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на песчанистой связной супеси, подстилаемой с глубины 50 см мореным суглинком. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: гумус – 1,6 %, pH в KCl – 6,2; содержание P₂O₅ – 165, K₂O – 150 мг/кг почвы.

Схема опыта предусматривала изучение трех фонов органических удобрений (I-30, II-60 и III-90 тонн навоза КРС), на которых исследовались 5 возрастающих уровней минерального питания: 1) нулевой, 2) N₃₀P₂₀K₄₀ (низкий), 3) N₆₀P₄₀K₈₀ (средний), 4) N₉₀P₆₀K₁₂₀ (повышенный), 5) N₁₂₀P₈₀K₁₆₀ (высокий). Всего 15 вариантов (таблица 2).

Варианты опыта были размещены в 3-кратной повторности. Общая площадь делянки – 42 м² (2,8 x 15), площадь учетной делянки – 14 м² (1,4 x 10), что соответствовало требованиям методики полевого опыта. В образцах корней и корневищ валерианы лекарственной проводили определение качественных показателей сырья: экстрактивности, зольности и содержания нитратов по общепринятым методикам [3].

Результаты исследований и их обсуждение. За годы проведения исследований метеорологические условия вегетационного периода были различными. В 2016 и 2017 гг. – более благоприятные для выращивания валерианы: температурные и водные условия значительно не отличались между собой и от среднеголетних данных, что позволило представить изучаемые показатели как среднее из двух лет исследований. Гидротермический коэффициент (ГТК), рассчитанный по формуле Селянинова [4], в 2016 г. составил 1,28, в 2017 – 1,65 единицы (таблица 1).

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода валерианы лекарственной, 2016-2018 гг.

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	ГТК
Температура воздуха, °С								
2016	8,0	15,4	18,2	18,5	17,7	14,1	5,8	1,28
2017	6,6	13,3	16,3	17,4	18,3	13,5	8,0	1,65
2018	11,4	17,2	18,3	20,2	20,0	15,1	8,6	1,07
норма	8,3	13,7	16,4	19,1	18,8	14,0	6,5	1,41

Продолжение таблицы 1

Осадки, мм							
2016	40	31	23	112	47	9	114
2017	56	6	78	83	88	79	73
2018	68	35	13	114	43	45	39
норма	40	51	76	77	74	50	42

В 2018 г. отмечался значительный дефицит осадков и повышенная температура воздуха. По всем месяцам вегетационного периода температура воздуха превышала среднееголетние данные на 1,1-3,5 °С, а количество осадков было меньше нормы на 3-63 мм (исключение апрель и июнь), что приводило к развитию почвенной засухи. ГТК составил 1,07 единиц при среднееголетнем показателе 1,41. Принимая во внимание тот факт, что валериана лекарственная по водному режиму относится к растениям высокого требования к условиям влагообеспечения, этот год рассматривался отдельно.

В исследованиях установлено, что уровень минерального питания растений валерианы лекарственной является важнейшим фактором высокой продуктивности этой лекарственной культуры (таблица 2). В большой степени это проявляется в условиях нормального обеспечения растений влагой (2016-2017 гг.). Урожайность корней и корневищ валерианы лекарственной при совместном применении органических и минеральных удобрений на лучших вариантах достигла в среднем за 2016-2017 гг. 64,6-68,8 ц/га, в то время как в 2018 г. – всего 38,8-39,1 ц/га, что в 1,7-1,8 раза меньше. Одни органические удобрения в виде навоза КРС были менее эффективными, чем совместное их применение с минеральными. Повышение уровня применения органических удобрений с 30 до 60 и 90 т/га обеспечивало прибавку урожайности корней и корневищ 9,6-28,2 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность корней и корневищ валерианы лекарственной, 2016-2018 гг. (ц/га)

Вариант опыта	2016 г.	2017 г.	Среднее 2016-2017 гг.	2018 г.
1	2	3	4	5
1. Фон I – 30 т/га навоза	32,2	34,6	33,4	26,4
2. Фон I + N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	33,6	35,9	34,8	27,9
3. Фон I + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	39,4	42,4	40,9	32,9
4. Фон I + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	47,2	49,8	48,5	35,2
5. Фон I + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₆₀	53,1	55,2	54,2	38,6
6. Фон II – 60 т/га навоза	42,3	43,6	43,0	26,7
7. Фон II+ N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	45,1	43,2	44,2	27,3
8. Фон II+ N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	49,7	48,5	49,1	33,4
9. Фон II + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	60,0	58,1	59,1	36,6
10. Фон II+ N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₆₀	62,6	60,5	61,6	38,8
11. Фон III – 90 т/га навоза	51,3	52,2	51,8	27,1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
12. Фон III + N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	52,4	53,6	53,0	27,5
13. Фон III + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	57,1	56,9	57,0	34,9
14. Фон III + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	64,0	65,2	64,6	36,8
15. Фон III + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₆₀	68,1	69,0	68,6	39,1
НСР ₀₅	5,7	5,2		3,0

Максимальная урожайность корней и корневищ получена при совместном применении 90 т/га навоза и самой высокой дозы минеральных удобрений (N₁₂₀P₈₀K₁₆₀) как в 2016-2017 гг., так и в 2018 г. На других фонах (30 и 60 т/га) органические удобрения при совместном внесении их с минеральными удобрениями обеспечивали более низкую урожайность.

Агрономическая эффективность использования минеральных удобрений на посадках валерианы лекарственной определяется как прибавкой урожайности, так и окупаемостью 1 кг действующего вещества (таблица 3).

В условиях нормального водного режима повышение доз минеральных удобрений с N₃₀P₂₀K₄₀ до N₁₂₀P₈₀K₁₆₀ приводило к росту их эффективности. Максимальная же прибавка от минеральных удобрений получена при применении N₁₂₀P₈₀K₁₆₀. На фоне 30 т/га навоза она составила 20,8, на фоне 60 т/га – 18,6, на фоне 90 т/га – 12,8 ц/га, или 60, 43 и 25 % к фону. Как видно из представленных в таблице 3 данных, при повышении уровня органических удобрений эффективность минеральных снижается.

В условиях засухи (2018 г.) отмеченные закономерности в действии минеральных удобрений были аналогичными, однако абсолютные показатели их эффективности были ниже. Так, прибавки урожайности на первом фоне навоза составили 1,5-12,2, на втором – 0,6-12,1, на третьем – 0,4-12,0 ц/га, в то время как при благоприятных условиях соответственно 1,4-20,8, 1,2-18,6, 1,2-16,8 ц/га.

Важнейшим агрономическим показателем эффективности использования минеральных удобрений является окупаемость 1 кг НРК полученной продукцией (в данном случае – корнями и корневищами валерианы). Установлено, что в 2016-2017 гг. максимальный уровень окупаемости НРК получен при применении повышенного и высокого уровня минерального питания – N₉₀P₆₀K₁₂₀ и N₁₂₀P₈₀K₁₆₀. На первом фоне навоза – 5,77 (высокий уровень), на втором – 5,96 (повышенный уровень) и на третьем – 4,67 (высокий уровень) кг корней и корневищ на 1 кг НРК. В 2018 г. окупаемость 1 кг НРК была значительно ниже и изменялась от 0,44 до 4,33 кг корней и корневищ. Максимальный показатель окупаемости был отмечен на третьем фоне при применении

среднего уровня минерального питания – $N_{60}P_{40}K_{80}$. Это связано с недостатком влаги, когда действие высоких и повышенных доз минеральных удобрений не смогло проявиться в достаточной степени.

Таблица 3 – Агрономическая эффективность минеральных удобрений на посадках валерианы лекарственной, 2016-2018 гг.

Вариант опыта	Среднее 2016-2017 гг.			2018 г.		
	прибавка к фону		окупаемость NPK	прибавка к фону		окупаемость NPK
	ц/га	%		ц/га	%	
1. Фон I – 30 т/га навоза	-	-	-	-	-	-
2. Фон I + $N_{30}P_{20}K_{40}$	1,4	4	1,56	1,5	6	1,67
3. Фон I + $N_{60}P_{40}K_{80}$	7,5	22	4,17	6,5	25	3,61
4. Фон I + $N_{90}P_{60}K_{120}$	15,1	44	5,59	8,8	33	3,25
5. Фон I + $N_{120}P_{80}K_{160}$	20,8	60	5,77	12,2	46	3,33
6. Фон II – 60 т/га навоза	-	-	-	-	-	-
7. Фон II + $N_{30}P_{20}K_{40}$	1,2	3	1,33	0,6	2	0,67
8. Фон II + $N_{60}P_{40}K_{80}$	6,1	14	3,38	6,7	25	3,72
9. Фон II + $N_{90}P_{60}K_{120}$	16,1	37	5,96	9,9	37	3,67
10. Фон II + $N_{120}P_{80}K_{160}$	18,6	43	5,16	12,1	45	3,36
11. Фон III – 90 т/га навоза	-	-	-	-	-	-
12. Фон III + $N_{30}P_{20}K_{40}$	1,2	2	1,33	0,4	1	0,44
13. Фон III + $N_{60}P_{40}K_{80}$	5,2	10	2,89	7,8	29	4,33
14. Фон III + $N_{90}P_{60}K_{120}$	12,8	25	4,57	9,7	36	3,59
15. Фон III + $N_{120}P_{80}K_{160}$	16,8	32	4,67	12,0	44	3,33

Одним из важнейших параметров качества лекарственного растительного сырья является его экстрактивность, стандартный показатель которого для корней и корневищ валерианы лекарственной по требованиям фармакопеи должен составлять не менее 25 % [5]. Под экстрактивными веществами понимают массу сухого остатка после упаривания вытяжки из лекарственного растительного сырья, полученной с помощью конкретного растворителя. Определение экстрактивных веществ в сырье проводят в тех случаях, когда на организм человека действует комплекс биологически активных соединений, а не отдельное химическое вещество.

Лекарственное растительное сырье содержит также и минеральные элементы, определенное количество которых является условием получения качественной продукции. Содержание общей золы не должно превышать 13 % (измельченное сырье) [5, 6]. Таким образом, зольность характеризует накопление всех элементов минерального питания, исключая органогены (C, O, H, N), которые при сжигании улетучиваются.

Содержание нитратов в растениеводческой продукции служит показателем качества при ее реализации на основании применяемых в Республике Беларусь предельно допустимых количеств (ПДК) этих

соединений. Однако содержание нитратов в лекарственном растительном сырье не нормируется, поэтому доброкачественность сырья по этому показателю может быть оценена косвенно. Принимая во внимание предельную норму потребления нитратов человеком в сутки около 200 мг [7] и фактическое содержание их в корнях и корневищах валерианы (таблица 4), видим, что для превышения предельных количеств нитратов общее потребление лекарственного растительного сырья валерианы лекарственной в течение суток должно достигать более 1-2 кг, что является абсолютно нереальным.

Таблица 4 – Качество корней и корневищ валерианы лекарственной, 2016-2018 гг.

Вариант опыта	Среднее 2016-2017 гг.			2018 г.		
	1*	2	3	1	2	3
90 т/га навоза – Фон	37,2	7,2	38,0	42,1	13,2	87,3
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	38,4	10,5	47,5	42,8	15,8	96,5
Фон + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	39,6	12,7	48,1	43,3	15,9	96,4
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	40,3	13,9	49,3	43,3	16,2	97,2
Фон + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₆₀	40,9	14,8	50,6	43,7	16,2	97,2

*Примечание – * 1 – экстрактивность, %; 2 – зольность, %; 3 – нитраты, мг/кг*

В наших исследованиях установлено, что качество лекарственного растительного сырья валерианы определялось, прежде всего, уровнем минерального питания и метеорологическими условиями вегетационного периода данной культуры. В условиях недостатка влаги все показатели качества корней и корневищ и по всем вариантам были выше, чем при нормальных условиях увлажнения. Экстрактивность – на 7-13, зольность – на 9-83, содержание нитратов – на 92-130 %. Это связано с явлением «ростового разбавления», когда в условиях «аридного» климата происходит концентрация всех веществ и элементов в сельскохозяйственной продукции.

При повышении доз минеральных удобрений по всем вариантам опыта происходит повышение цифрового показателя качества. И если в отношении экстрактивности это можно расценивать с позитивной стороны, то рост зольности и содержания нитратов – как негативный момент. Так, в условиях достаточного увлажнения рост экстрактивности корней и корневищ, по сравнению с фоном, составил 3-10, зольности – 46-106, содержания нитратов – 25-33 %, в условиях недостатка влаги – соответственно 2-4, 20-23 и 10-11 %.

В целом, учитывая требования фармакопеи [5], можно сделать вывод о высоком качестве лекарственного растительного сырья валерианы, полученного в условиях совместного применения органических (90 т/га навоза) и возрастающих доз минеральных удобрений в отно-

шении экстрактивности и содержания нитратов. Что касается зольности, то при повышенном и высоком уровне применения минеральных удобрений (в условиях нормального увлажнения) и при всех уровнях в условиях засухи содержание золы в корнях и корневищах валерианы превысило допустимые концентрации (13 %).

Заключение. Таким образом, урожайность и качество корней и корневищ валерианы лекарственной зависит от уровня минерального питания, формируемого за счет применения органических и минеральных удобрений, и метеорологических условий вегетационного периода этой культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасенко, С. А. Физиолого-биохимические основы высокой продуктивности лекарственных растений в агроценозах: моногр. / С. А. Тарасенко, С. В. Брилева, О. А. Белоус; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Учреждение образования «Гродн. гос. аграр. ун-т». – Гродно, 2008. – 178 с.
2. Тарасенко, С. А. Физиолого-агрехимические особенности высокоинтенсивного продукционного процесса сельскохозяйственных культур в западном регионе Беларуси: монография / С. А. Тарасенко. – Гродно: ГГАУ, 2013. – 274 с.
3. Тарасенко, С. А. Физиология и биохимия растений. Лабораторный практикум: учебное пособие / С. А. Тарасенко, Е. И. Дорошкевич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 196 с.
4. Коэффициент Г. Т. Селянинова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki2.org/ru>. Дата доступа: 31.08.2020.
5. Государственная фармакопея СССР. – 11-е изд. – М., 1989. – Вып. 2: Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. – 400 с.
6. Растения для нас: справ. изд. / К. Ф. Блинова [и др.]; под ред. Г. П. Яковлева, К. Ф. Блиновой. – Спб.: Учеб. кн., 1996. – 653 с.
7. Тиво, П. Ф. Нитраты: слухи и реальность / П. Ф. Тиво, Л. А. Саскевич. – Минск: Ураджай, 1990. – 150 с.