

УДК: 633.88:631.095.337(476)

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

А.Г. Ничшпорук, Г.М. Милюста

УО «Гродненский государственный аграрный университет».
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 01.07.2014 г.)

Аннотация. Для получения максимальной урожайности корней и корневищ валерианы лекарственной (46,0 ц/га) и наибольшего сбора экстрактивных веществ с единицы площади (14,7 ц/га) рекомендуется совместное внесение бора и цинка ($B_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$) на фоне органических и минеральных удобрений (60 т/га навоза + $N_{135} P_{60} K_{120}$). Микроэлементы по эффективности их влияния на урожайность корней и корневищ валерианы при почвенном внесении или внекорневой подкормке располагаются в следующем порядке убывания: $Zn > B > Cu$. При этом установлено синергетическое взаимодействие бора и цинка и антагонистическое цинка и меди. При внесении микроэлементов в некорневую подкормку по эффективности их влияния на увеличение содержания экстрактивных веществ в корнях и корневищах валерианы их можно расположить в следующем порядке убывания: $B > Cu > Zn$. Внесение цинка способствовало более интенсивному формированию корней и корневищ, чем листовых масс.

Summary. Joint applying of boron and zinc ($B_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$) amid organic and mineral fertilizers (60 t/hectare of manure + $N_{135} P_{60} K_{120}$) is recommended for receiving the maximum productivity of roots and rhizomes of valeriana officinalis (46,0 c/ha) and the greatest collection of extractive substances from the unit of area (14,7 c /ha). Trace elements by efficiency of their influence on productivity of roots and rhizomes of valeriana officinalis are situated in the following order of decrease: $Zn > B > Cu$ in case of their applying on the soil or foliar fertilizing. Thus synergetic interaction of boron and zinc and antagonistic interaction of zinc and copper are established. In case of use of trace elements in foliar fertilizing

it is possible to arrange them by efficiency of their influence on increase of extractive substances maintenance in roots and rhizomes of valerian in the following order of decrease: B>Cu>Zn. Applying of zinc favoured more intensive formation of roots and rhizomes than leaf mass.

Введение. Почвенно-климатические условия Республики Беларусь в полной мере соответствуют биологическим особенностям валерианы лекарственной. Анализ состояния ее производства в Республике Беларусь показывает, что получаемое количество корней и корневищ валерианы не обеспечивает потребности страны в этом сырье. Повышение продуктивности и качества урожая является необходимым условием при возделывании валерианы. Большую роль в повышении продуктивности играет научно-обоснованная оптимизация ее минерального питания, в частности, применение микроудобрений. Это является важнейшим фактором повышения урожайности и качества валерианы, но во многом зависит от почвенно-климатических условий конкретного региона. Потребность в микроудобрениях растёт и в связи с расширением применения высококонцентрированных макроудобрений, которые лучше очищены и почти не содержат примесей микроэлементов. Кроме того, внесение повышенных доз азота, фосфора и калия сдвигает ионное равновесие почвенного раствора часто в сторону, неблагоприятную для поглощения растениями микроэлементов [1, 2, 3]. Применение микроудобрений технологически несложно и не требует больших затрат труда и средств. Помимо непосредственного внесения в почву, необходимо как можно шире использовать некорневые подкормки микроудобрениями. При этом следует обратить внимание на применяемые формы микроудобрений. Микроудобрения выполняют важнейшие функции в процессах жизнедеятельности растений и являются необходимым компонентом системы удобрения для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур и валерианы лекарственной в частности. Недостаточное содержание их подвижных форм в почве – фактор, лимитирующий формирование урожая и качества продукции валерианы [1, 4].

Цель работы – установить влияние борных, медных и цинковых микроудобрений на урожайность и качество корней и корневищ валерианы лекарственной сорта Анастасия на дерново-подзолистых супесчаных почвах Республики Беларусь.

Материал и методика исследований. Полевые исследования проводились в 2011-2013 гг. в КСУП «Совхоз «Большое Можейково» Щучинского района Гродненской области на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,5-0,6 м моренным суглинком. Схема посадки 70x15 см.

Норма посадки 95 тыс. растений на 1 га. Сорт валерианы – Анастасия. Высадка рассады проводилась в 3 декаде апреля в гребни с шириной междурядий 70 см.

Почва имеет следующие агрохимические показатели: pH_{KCl} – 6,2-6,4; гумус – 1,7-1,9%, P_2O_5 – 180-203 и K_2O – 162-195 мг/кг почвы. По содержанию подвижных форм бора, меди и цинка почва относится к II (средней) группе обеспеченности. Микроудобрения вносились в форме Адоб бора, Адоб меди и Адоб цинка непосредственно в почву перед посадкой рассады (варианты 3-6) и по вегетирующим растениям путем трехкратной некорневой подкормки в 3-й декаде июня в фазу 3-4 настоящих листьев, в 3-й декаде июля в фазу 5-6 настоящих листьев и 3-й декаде августа в фазу 10-12 настоящих листьев (варианты 7-19).

В процессе ухода за растениями валерианы проводили междурядные обработки и прополки от сорняков. В период вегетации валерианы проводились фенологические наблюдения и отбор растительных образцов по основным фазам роста и развития. Наступление фенологических фаз проходило в 2011–2013 гг. практически одновременно (в пределах одной декады месяца): 3-4 настоящих листа – 3 декада июня; 5-6 настоящих листьев – 3 декада июля; 10-12 настоящих листьев – 3 декада августа; полная прикорневая розетка листьев – 3 декада сентября; окончание вегетации и уборка – 2-3 декада октября. Уборка полевых опытов проводилась во 2-3 декаде октября.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты проведенных полевых исследований показали, что в варианте без удобрений за счет естественного плодородия почвы получено в среднем 16,1 ц/га корней и корневищ валерианы. На фоне органических (60 т/га навоза) и минеральных удобрений ($N_{135}P_{60}K_{120}$) урожайность (сухих) корней и корневищ возросла до 37,6 ц/га (вариант 2). При внесении на этом фоне микроудобрений в почву, существенная прибавка урожайности получена от борных и цинковых микроудобрений (2,3 и 2,4 ц/га соответственно). Внесение медного микроудобрения в почву не оказало существенного влияния на урожайность валерианы, так как полученная прибавка (0,9 ц/га) не превышала значений наименьшей существенной разницы по годам исследований. Совместное применение борных, цинковых и медных микроудобрений (вариант 6) не имело преимуществ перед внесением одного бора или цинка. Таким образом, микроэлементы по эффективности их влияния на урожайность корней и корневищ валерианы при почвенном внесении можно расположить в следующем порядке убывания: $Zn > B > Cu$ (табл. 1).

Однако важнейшей задачей наших исследований являлось установление зависимости продуктивности валерианы лекарственной от

микроудобрений, вносимых некорневым способом. Установлено, что наибольшую прибавку урожайности корней и корневищ обеспечило применение микроудобрений в некорневую подкормку. В первую очередь следует выделить положительное влияние цинковых микроудобрений. Существенное увеличение урожайности корней и корневищ (на 2,8 ц/га или соответственно по годам исследований – 3,0; 3,6 и 1,8 ц/га) получено при внесении цинка в некорневую подкормку в минимальных дозах ($Zn_{(0,05+0,05+0,05)}$). При дальнейшем увеличении доз цинка до максимальных ($Zn_{(0,15+0,15+0,15)}$) урожайность валерианы дополнительно возросла на 2,7 ц/га (соответственно по годам на 2,4; 2,8 и 2,7 ц/га) и составила в среднем 43,1 ц/га.

Влияние бора на урожайность корней и корневищ валерианы зависело от его доз. Существенная и стабильная по годам прибавка урожайности получена лишь при его внесении в средних изучаемых дозах ($B_{(0,1+0,1+0,1)}$) и составила в среднем 2,5 ц/га (по годам – 2,6; 3,2 и 1,7 ц/га). При дальнейшем увеличении доз бора урожайность с учетом показателей наименьшей существенной разницы осталась на том же уровне. При некорневой подкормке микроэлементами вторым по значимости после цинка можно выделить бор.

Таблица 1 – Урожайность корней и корневищ валерианы лекарственной

Варианты	Урожайность корней и корневищ, ц/га			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	средн.
1. Контроль	15,8	16,1	16,3	16,1
2. Фон (60 т/га навоза + $N_{135}P_{60}K_{120}$)	35,8	39,7	37,4	37,6
3. Фон + $V_{1,5}$	38,0	42,4	39,2	39,9
4. Фон + $Cu_{3,0}$	36,7	40,9	38,0	38,5
5. Фон + $Zn_{3,0}$	38,1	42,7	39,2	40,0
6. Фон + $V_{1,5}Cu_{3,0}Zn_{3,0}$	38,2	42,5	39,8	40,2
7. Фон + $V_{(0,05+0,05+0,05)}$	37,2	41,5	38,3	39,0
8. Фон + $V_{(0,1+0,1+0,1)}$	38,4	42,9	39,1	40,1
9. Фон + $V_{(0,15+0,15+0,15)}$	38,5	44,0	39,3	40,6
10. Фон + $Cu_{(0,05+0,05+0,05)}$	36,0	40,1	36,7	37,6
11. Фон + $Cu_{(0,1+0,1+0,1)}$	37,1	41,4	38,8	39,1
12. Фон + $Cu_{(0,15+0,15+0,15)}$	37,8	42,2	39,0	39,7
13. Фон + $Zn_{(0,05+0,05+0,05)}$	38,8	43,3	39,2	40,4
14. Фон + $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$	40,0	45,9	40,2	42,0
15. Фон + $Zn_{(0,15+0,15+0,15)}$	41,2	46,1	41,9	43,1
16. Фон + $V_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Cu_{(0,1+0,1+0,1)}$	44,8	45,2	42,0	44,0
17. Фон + $V_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$	46,4	47,8	43,7	46,0
18. Фон + $Cu_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$	41,0	45,0	41,1	42,4
19. Фон + $V_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Cu_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$	43,2	46,8	42,9	44,3
HCP ₀₅	1,7	1,8	1,6	

Влияние меди на урожайность валерианы проявилось в меньшей степени. Лишь при увеличении ее доз до максимальных (вариант 12 – Фон+Cu_(0,15+0,15+0,15)) получено существенное увеличение урожайности корней и корневищ валерианы (2,1 ц/га), достоверное по годам (соответственно – 2,0; 2,5 и 1,6 ц/га).

В результате исследований установлено, что при внесении микроэлементов в некорневую подкормку эффективность их влияния на увеличение урожайности корней и корневищ валерианы можно расположить в таком же порядке убывания, как и при внесении в почву: Zn>B>Cu.

В ходе наших исследований планировалось установить влияние микроудобрений на урожайность валерианы при совместном или комплексном их внесении. Высокая эффективность цинка отмечалась при совместном внесении его с бором (явление синергизма). Установлено, что максимальная урожайность корней и корневищ (46,0 ц/га. соответственно по годам исследований 46,4; 47,8 и 43,7 ц/га) и наибольшая прибавка (8,4 ц/га) получены в варианте 17 при совместном внесении борных и цинковых микроудобрений некорневым способом на фоне органических и минеральных удобрений (Фон+B_(0,1+0,1+0,1) Zn_(0,1+0,1+0,1)). В этом случае можно отметить синергетическое взаимодействие этих элементов (бора и цинка), когда их совместное внесение дает более высокую прибавку, чем среднее арифметическое от их раздельного внесения, то есть наблюдается усиление эффекта от их совместного применения.

Существенная прибавка урожайности (6,4 ц/га) получена при совместном внесении бора с медью (Фон+B_(0,1+0,1+0,1) Cu_(0,1+0,1+0,1)). При этом получен высокий уровень урожайности корней и корневищ (44,0 ц/га), но значительно меньший, чем при совместном внесении бора и цинка.

Установлено, что взаимодействие некоторых элементов может носить антагонистический характер, снижая уровень урожайности корней и корневищ. Характерным примером такого взаимодействия является совместное внесение меди и цинка в варианте 18 (Фон+Cu_(0,1+0,1+0,1) Zn_(0,1+0,1+0,1)). В этом случае получена прибавка урожайности 4,8 ц/га (соответственно по годам – 5,2; 5,3 и 3,7 ц/га), что обеспечило урожайность в среднем 42,4 ц/га.

Известно, что важнейшим показателем качества корней и корневищ валерианы лекарственной является содержание в них экстрактивных веществ, содержание которых должно быть не менее 25,0%. Результаты анализов показали, что микроудобрения оказывают существенное влияние на этот показатель качества (табл. 2).

При почвенном внесении микроудобрений существенное увеличение содержания экстрактивных веществ получено лишь при внесении бора, которое составило 30,8%, что достоверно превышало Фон на 1,5% (соответственно по годам на 1,3; 1,6 и 1,5%). Влияние меди и цинка на содержание экстрактивных веществ было недостоверным, так как не превышало показателей наименьшей существенной разницы.

Таблица 2 – Содержание экстрактивных веществ в корнях и корневищах валерианы лекарственной

Варианты	Содержание экстрактивных веществ, %			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	средн.
1. Контроль	25,2	30,7	29,3	28,4
2. Фон (60 т/га навоза + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀)	25,9	31,6	30,5	29,3
3. Фон + В _{1,5}	27,2	33,2	32,0	30,8
4. Фон + Cu _{3,0}	26,8	32,7	31,2	30,2
5. Фон + Zn _{3,0}	26,2	32,0	31,0	29,7
6. Фон + В _{1,5} Cu _{3,0} Zn _{3,0}	26,8	32,8	32,0	30,5
7. Фон + В _(0,05+0,05+0,05)	27,0	33,0	31,5	30,5
8. Фон + В _(0,1+0,1+0,1)	28,2	34,5	32,1	31,6
9. Фон + В _(0,15+0,15+0,15)	28,9	35,5	32,4	32,3
10. Фон + Cu _(0,05+0,05+0,05)	25,9	31,9	31,9	29,9
11. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1)	27,1	33,4	31,9	30,8
12. Фон + Cu _(0,15+0,15+0,15)	28,0	34,5	32,2	31,6
13. Фон + Zn _(0,05+0,05+0,05)	26,0	32,0	31,0	29,7
14. Фон + Zn _(0,1+0,1+0,1)	26,9	33,0	31,8	30,6
15. Фон + Zn _(0,15+0,15+0,15)	27,1	33,3	32,0	30,8
16. Фон + В _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1)	29,6	35,3	32,3	32,4
17. Фон + В _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	28,4	34,8	32,8	32,0
18. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	26,7	33,0	31,6	30,4
19. Фон + В _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	27,9	34,1	32,7	31,6

НСР₀₅

1,2

1,3

1,3

Следует отметить, что наибольшую прибавку содержания экстрактивных веществ в корнях и корневищах обеспечило применение микроудобрений в некорневую подкормку. Внесение бора в минимальной изучаемой дозе (В_(0,05+0,05+0,05)) существенно повысило содержание экстрактивных веществ лишь в 2012 г. Стабильное существенное увеличение этого показателя (на 2,3%) получено при внесении бора в средних дозах (В_(0,1+0,1+0,1)) и составило 31,6%. При дальнейшем увеличении доз бора до максимальных (В_(0,15+0,15+0,15)) содержание экстрактивных веществ с учетом показателей наименьшей существенной разницы осталось на том же уровне (32,3%).

Установлено, что под влиянием меди существенное увеличение содержания экстрактивных веществ (до 30,8%) получено при ее внесении в средних изучаемых дозах (Cu_(0,1+0,1+0,1)). При дальнейшем увели-

чении доз меди до максимальных ($\text{Cu}_{(0,15+0,15+0,15)}$) содержание экстрактивных веществ осталось на том же уровне (31,6%).

Влияние цинка на содержание экстрактивных веществ проявилось в меньшей степени и зависело от доз. При внесении цинка в средних изучаемых дозах ($\text{Zn}_{(0,1+0,1+0,1)}$) существенное увеличение содержания экстрактивных веществ получено только в 2012 и 2013 гг. Стабильное существенное увеличение содержания экстрактивных веществ в корнях и корневищах валерианы (до 30,8%) получено лишь при внесении его в максимальных дозах ($\text{Zn}_{(0,15+0,15+0,15)}$).

Следует отметить, что при внесении микроэлементов в некорневую подкормку по эффективности их влияния на увеличение содержания экстрактивных веществ в корнях и корневищах валерианы их можно расположить в следующем порядке убывания: $\text{B} > \text{Cu} > \text{Zn}$.

Установлено, что максимальное содержание (ЭВ) экстрактивных веществ (в среднем 32,4%) и прибавка (3,1%, соответственно по годам исследований – 3,7; 3,7 и 1,8%) получены при совместном внесении борных и медных микроудобрений некорневым способом на фоне органических и минеральных удобрений (Фон+ $\text{B}_{(0,1+0,1+0,1)}$ $\text{Cu}_{(0,1+0,1+0,1)}$). При этом можно отметить синергетическое взаимодействие этих элементов, когда совместное их внесение обеспечило большую прибавку, чем среднее арифметическое от раздельного внесения этих микроудобрений.

Следует отметить антагонистическое взаимодействие меди с цинком, когда совместное их внесение не имело преимуществ по сравнению с раздельным внесением этих элементов. При их парном или совместном внесении отмечалось взаимное угнетение воздействия этих элементов на изучаемый показатель. Совместное их внесение обеспечивало получение меньшей прибавки, чем среднее арифметическое при их раздельном внесении. В этом варианте (Фон+ $\text{Cu}_{(0,1+0,1+0,1)}$ $\text{Zn}_{(0,1+0,1+0,1)}$) содержание экстрактивных веществ составило всего 30,4%.

В конечном итоге, комплексную оценку продуктивности валерианы лекарственной можно выразить показателем сбора экстрактивных веществ (ЭВ) с единицы площади. Установлено, что за счет естественного плодородия почвы можно получить 4,6 ц/га ЭВ. На фоне органических и минеральных удобрений (60 т/га навоза + N_{135} P_{60} K_{120}) этот показатель увеличился до 11,2 ц/га.

При почвенном внесении микроудобрений наиболее высокие показатели сбора ЭВ получены при внесении бора (12,3 ц/га).

Максимальный сбор экстрактивных веществ с единицы площади (14,7 ц/га) получен при совместном внесении борных и цинковых мик-

роудобрений некорневым способом на фоне органических и минеральных удобрений (Фон+ $V_{(0,1+0,1+0,1)}$, $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$). Практически такой сбор экстрактивных веществ (14,3 ц/га) получен в варианте с совместным внесением бора и меди (Фон+ $V_{(0,1+0,1+0,1)}$, $Cu_{(0,1+0,1+0,1)}$). По эффективности влияния микроэлементов на увеличение сбора экстрактивных веществ с единицы площади их можно расположить в следующем порядке убывания: $Zn > V > Cu$.

Таким образом, для получения максимальной урожайности корней и корневищ валерианы лекарственной (46,0 ц/га) и наибольшего сбора экстрактивных веществ с единицы площади (14,7 ц/га) рекомендуется совместное внесение бора и цинка ($V_{(0,1+0,1+0,1)}$, $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$) на фоне органических и минеральных удобрений (60 т/га навоза + $N_{135}P_{60}K_{120}$).

Для получения корней и корневищ валерианы с более высоким содержанием экстрактивных веществ в корнях и корневищах (на 0,4%) при таком же уровне сбора экстрактивных веществ с единицы площади (14,3 ц/га) рекомендуется внесение на фоне органических и минеральных удобрений (60 т/га навоза + $N_{135}P_{60}K_{120}$) совместное внесение бора и меди ($V_{(0,1+0,1+0,1)}$, $Cu_{(0,1+0,1+0,1)}$).

В исследованиях установлена корреляционная связь содержания экстрактивных веществ в корнях и корневищах валерианы и листовой площади растений ($r = 0,75$). В меньшей степени корреляционная связь установлена между содержанием экстрактивных веществ и листовой массой ($r = 0,65$).

Заключение. 1. Для получения максимальной урожайности корней и корневищ валерианы лекарственной (46,0 ц/га) и наибольшего сбора экстрактивных веществ с единицы площади (14,7 ц/га) рекомендуется совместное внесение бора и цинка ($V_{(0,1+0,1+0,1)}$, $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$) на фоне органических и минеральных удобрений (60 т/га навоза + $N_{135}P_{60}K_{120}$).

2. Микроэлементы по эффективности их влияния на урожайность корней и корневищ валерианы при почвенном внесении или внекорневой подкормке располагаются в следующем порядке убывания: $Zn > V > Cu$. При этом установлено синергетическое взаимодействие бора и цинка и антагонистическое цинка и меди.

3. При внесении микроэлементов в некорневую подкормку по эффективности их влияния на увеличение содержания экстрактивных веществ в корнях и корневищах валерианы их можно расположить в следующем порядке убывания: $V > Cu > Zn$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок, П.И. Микроудобрения / П.И. Анспок. – Ленинград: Агропромиздат, 1990. – 272 с.

2. Аутко, А.А. Эффективность применения минеральных и органических удобрений при возделывании пряно-ароматических и лекарственных растений / А.А. Аутко, О.В. Позняк // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1. – 157–161 с.
3. Вильдфлуш, И.Р. Агрохимия / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; – Минск: Урожай, 1995. – 480 с.
4. Терехин, А.А. Технология возделывания лекарственных растений: Учеб. пособие. – Москва: РУДН, 2008. – 201 с.