

УДК 634.737:581.19:522.4 (476)

Г. М. МИЛОСТА¹, А. Г. НИЧИПОРУК¹, Ж. А. РУПАСОВА², Т. И. ВАСИЛЕВСКАЯ²,
Н. Б. КРИНИЦКАЯ², А. М. БУБНОВА², Н. П. ВАРАВИНА²

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРНЯ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (*VALERIANA OFFICINALIS*)

¹Гродненский государственный аграрный университет, Гродно,

²Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, e-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

(Поступила в редакцию 27.02.2014)

Введение. Общеизвестно, что некорневые обработки растений микроэлементами оказывают существенное влияние на протекающие в них физиолого-биохимические процессы, что заметно корректирует их биохимический состав. В связи с интенсификацией в республике производства лекарственного растительного сырья особую актуальность приобретает проблема улучшения его качества за счет увеличения содержания биологически активных соединений разной химической природы. Поэтому в 2011–2013 гг. в рамках полевого опыта в совхозе «Большое Можейково» в Щучинском р-не Гродненской обл. на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком, были осуществлены исследования по оценке влияния некорневых обработок вегетирующих растений валерианы лекарственной микроэлементами на накопление в ее подземных органах углеводов и фенольных соединений, направленные на выявление варианта опыта, обеспечивающего наиболее высокое качество лекарственного сырья.

Объекты и методы исследования. Исследования осуществлялись в рамках полевого эксперимента с 8-вариантной схемой:

1. Фон (60 т/га навоза +N₁₃₅ P₆₀ K₁₂₀) – Контроль.
2. Фон + В_(0,15+0,15+0,15)
3. Фон + Cu_(0,15+0,15+0,15)
4. Фон + Zn_(0,15+0,15+0,15)
5. Фон + В_(0,1+0,1+0,1) Cu_(0,1+0,1+0,1)
6. Фон + В_(0,1+0,1+0,1) Zn_(0,1+0,1+0,1)
7. Фон + Cu_(0,1+0,1+0,1) Zn_(0,1+0,1+0,1)
8. Фон + В_(0,1+0,1+0,1) Cu_(0,1+0,1+0,1) Zn_(0,1+0,1+0,1)

Повторность опыта 4-кратная. Макроудобрения и навоз вносили в основную заправку почвы, микроудобрения в вариантах с обработками вносили по вегетирующим растениям в виде трехкратной некорневой подкормки в 3-й декаде июня, в 3-й декаде июля и в 3-й декаде августа.

В высушенных при температуре 65 °С усредненных пробах растительного материала определяли содержание растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [5]; пектиновых веществ (водорастворимого пектина и протопектина) – карбазольным методом [2]; суммы антоциановых пигментов – по методу Т. Swain, W. E. Hillis [10] с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [7]; собственно антоцианов – по методу Л. О. Шнайдемана и В. С. Афанасьевой [9]; суммы флавонолов – фотоэлектроколориметрическим методом [2]; суммы катехинов – фотометрическим методом с использованием ванилинового реактива [1]; фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую) – методом нисходящей хроматографии на бумаге [3]; дубильных веществ – титрометрическим методом Левенталя [4]. Все аналитиче-

ские определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы *Excel*.

Результаты и их обсуждение. Исследование углеводного состава корня валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis L.*) на фоне обработок микроудобрениями показало, что содержание в нем растворимых сахаров изменялось по вариантам опыта весьма незначительно – от 26,2 до 27,2 % сухой массы, что однозначно свидетельствовало о слабом влиянии испытывавшихся агроприемов на их накопление (табл. 1). На это же указывает и отсутствие сколь-либо значимых различий с контролем данного параметра в вариантах с обработками (табл. 2).

Т а б л и ц а 1. Содержание растворимых сахаров и пектиновых веществ в сухой массе корня валерианы лекарственной в вариантах полевого опыта, %

Вариант опыта	Растворимые сахара		Гидропектин		Протопектин		Сумма пектиновых веществ		Протопектин / гидропектин	
	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}
1 (контроль)	27,2±0,3		1,37±0,04		9,47±0,07		10,84±0,11		6,9±0,1	
2	26,2±0,3	-2,1	1,34±0,05	-0,6	9,33±0,06	-1,5	10,67±0,09	-1,2	7,0±0,2	2,5
3	27,2±0,3	0	1,48±0,03	2,8*	9,13±0,20	-1,6	10,61±0,16	-1,2	6,2±0,2	-2,8*
4	27,2±0,3	0	1,30±0,01	-2,0	8,85±0,10	-5,1*	10,15±0,11	-4,5*	6,8±0	-0,6
5	26,2±0,3	-2,1	1,44±0,02	1,7	9,04±0,05	-5,1*	10,48±0,03	-3,3*	6,3±0,1	-3,7*
6	26,5±0	-2,0	1,47±0,02	2,9*	9,07±0,07	-4,0*	10,54±0,03	-3,0*	6,2±0,2	-3,2*
7	26,2±0,3	-2,1	1,31±0,03	-1,4	9,68±0,09	1,8	10,99±0,07	1,2	7,4±0,2	2,8*
8	26,2±0,2	-2,6	1,42±0,03	1,0	9,56±0,08	0,9	10,98±0,11	0,9	6,8±0,1	-1,0

* Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $P < 0,05$. То же для табл. 3.

Т а б л и ц а 2. Относительные различия с контролем содержания растворимых сахаров и пектиновых веществ в корне валерианы лекарственной в вариантах полевого опыта с обработками микроудобрениями, %

Вариант опыта	Растворимые сахара	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ	Протопектин/ гидропектин
2	–	–	–	–	–
3	–	+8,0	–	–	-10,1
4	–	–	-6,5	-6,4	–
5	–	–	-4,5	-3,3	-8,7
6	–	+7,3	-4,2	-2,8	-10,1
7	–	–	–	–	+7,2
8	–	–	–	–	–

П р и м е ч а н и е. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $P < 0,05$. То же для табл. 4.

Как следует из табл. 1, корень валерианы характеризовался высоким накоплением пектиновых веществ, суммарное содержание которых в его сухой массе варьировалось в рамках эксперимента в сравнительно узком диапазоне значений – от 10,2 до 11,0 %, что свидетельствовало о весьма слабом влиянии некорневых подкормок микроэлементами на накопление данных углеводов. При этом лишь в трех вариантах опыта (3, 5 и 6-м) отмечено более низкое, чем в контроле, общее содержание в нем пектиновых веществ при сопоставимости параметров их накопления в остальных тестируемых вариантах опыта. Доминирующее положение в пектиновом комплексе сырьевого объекта принадлежало протопектину, содержание которого изменялось в диапазоне 8,8–9,7 % сухой массы при содержании растворимого пектина от 1,3 до 1,5 %. Это свидетельствовало о том, что основное значение при оценке влияния агроприемов на содержание в корне валерианы пектиновых веществ определяется их влиянием на содержание в нем их доминирующей фракции – протопектина.

Повариантное сравнение с контрольными показателями характеристик пектинового комплекса сырьевого объекта в большинстве случаев не выявило между ними сколь-либо значимых относительных различий, и лишь в нескольких вариантах опыта они нашли статистическое под-

тверждение, причем, как правило, они не превышали 10 % (табл. 2). В частности, в вариантах 4, 5 и 6 с использованием цинковых, борно-медных и борно-цинковых микроудобрений отмечено незначительное (не более чем на 4–7 %) ингибирование в исследуемом сырье накопления протопектина, что обусловило на 3–6 % меньший, по сравнению с контролем, общий выход пектиновых веществ. При этом только в двух вариантах опыта (3 и 6) наблюдалось незначительное (в пределах 7–8 %), но все же достоверное увеличение в сырьевом объекте содержания растворимого пектина, однако из-за его малого долевого участия в составе пектинового комплекса, это не оказало сколь-либо заметного влияния на общий выход данных соединений. Тем не менее отмеченные выше сдвиги в пектиновом комплексе корня валерианы под влиянием обработок микроудобрениями обусловили достоверные подвижки в соотношении в нем количеств нерастворимого и растворимого пектинов: отрицательные в вариантах 3, 5 и 6 и положительную в варианте 7.

Особый интерес в данном эксперименте представляет исследование влияния испытывавшихся агроприемов на содержание в сырьевом объекте фенольных соединений и, в первую очередь, биофлавоноидов – сложных органических соединений, относящихся к растительным фенолам (полифенолам) и оказывающим на организм человека Р-витаминное и антиоксидантное действие. Они уменьшают ломкость кровеносных сосудов, предотвращают подкожные кровоизлияния, обладают высокой антиоксидантной и противоопухоловой активностью, а также противоязвенным, желчегонным, диуретическим, спазмолитическим, гипотензивным, антиаритмическим, седативным, антибактериальным, противовирусным и фунгицидным действием на организм. При этом наиболее выраженное физиологическое действие оказывают антоциановые пигменты, катехины и флавонолы. К примеру, первые способны образовывать выводимые из организма комплексы с ионами радиоактивных элементов, что особенно важно для нашей республики в постчернобыльской ситуации. Катехины обладают мощной Р-витаминной активностью и повышают устойчивость антоцианов, тогда как флавонолы оказывают стабилизирующее влияние на витамин С, что исключительно выгодно в плане продления витаминной активности получаемых препаратов.

Т а б л и ц а 3. Содержание фенольных соединений в сухой массе корня валерианы лекарственной в вариантах полевого опыта

Вариант опыта	Биофлавоноиды, мг%							
	собственно антоцианы		лейкоантоцианы		катехины		флавонолы	
	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}
1 (контроль)	0		555,8 ± 16,9		276,3 ± 3,3		977,1 ± 13,7	
2	0	–	663,0 ± 11,3	5,3*	289,3 ± 3,3	2,8*	847,9 ± 24,5	–4,6*
3	0	–	916,5 ± 22,5	12,8*	295,8 ± 3,3	4,2*	1038,9 ± 14,9	3,1*
4	0	–	789,8 ± 5,6	13,1*	295,8 ± 3,3	4,2*	1010,8 ± 9,7	2,0
5	0	–	715,0 ± 6,5	8,8*	308,8 ± 3,3	7,1*	803,0 ± 14,9	–8,6*
6	0	–	858,0 ± 11,3	14,9*	299,0 ± 6,5	3,1*	887,2 ± 5,6	–6,1*
7	0	–	630,5 ± 17,2	3,1*	305,5 ± 6,5	4,0*	617,7 ± 22,5	–13,7*
8	0	–	809,3 ± 14,9	11,3*	347,8 ± 8,6	7,8*	1016,4 ± 14,9	1,9

Вариант опыта	Биофлавоноиды, мг%				Фенолкарбоновые кислоты, мг%		Дубильные вещества, %	
	флавонолы/ к атехины		сумма					
	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}
1 (контроль)	3,5 ± 0,1		1809,1 ± 30,7		354,2 ± 5,5		0,82 ± 0,01	
2	2,9 ± 0,1	–4,5*	1800,2 ± 18,0	–0,2	366,7 ± 15,0	0,8	0,87 ± 0,01	3,7*
3	3,5 ± 0,1	–0,2	2251,1 ± 10,8	13,6*	379,2 ± 4,2	3,6*	0,83 ± 0	1,5
4	3,4 ± 0,1	–1,3	2096,3 ± 11,7	8,7*	400,0 ± 2,9	7,4*	0,96 ± 0,03	5,1*
5	2,6 ± 0,1	–9,7*	1826,8 ± 9,8	0,5	379,2 ± 4,2	3,6*	0,79 ± 0,01	–1,8
6	3,0 ± 0,1	–6,6*	2044,2 ± 10,5	7,2*	395,8 ± 4,2	6,1*	0,91 ± 0	10,6*
7	2,0 ± 0	–21,1*	1553,7 ± 13,9	–7,6*	500,0 ± 7,2	16,1*	0,87 ± 0,01	3,7*
8	2,9 ± 0,1	–6,8*	2173,4 ± 38,3	7,4*	350,0 ± 14,4	–0,3	0,58 ± 0	–26,8*

Как следует из табл. 3, лекарственное сырье корня валерианы характеризовалось весьма значительным общим содержанием биофлавоноидов, варьировавшимся в рамках эксперимента в довольно широком диапазоне значений 1553,7–2251,1 мг% сухой массы, что указывало на выраженную зависимость параметров их накопления от уровня минерального питания. Доминирующее положение при приблизительно равном долевом участии в составе Р-витаминного комплекса принадлежало антоциановым пигментам, представленным исключительно лейкоформами, а также флавонолам (соответственно 31–42 % и 40–54 %), тогда как относительная доля катехинов не превышала 13–20 %. При этом содержание лейкоантоцианов в сырьевом объекте изменялось по вариантам опыта в диапазоне 555,8–916,5 мг%, флавонолов – 617,7–1038,9 мг% и катехинов – 276,3–347,8 мг%. Приведенные данные соответствовали полученным ранее Ж.А. Рупасовой и др. [6] для корня валерианы лекарственной в условиях Беларуси.

Повариантное сравнение с контролем содержания отдельных компонентов Р-витаминного комплекса, а также общего количества биофлавоноидов в сырьевом объекте, результаты которого представлены в табл. 4, убедительно показало существенное влияние на них испытывавшихся агроприемов. В большинстве вариантов с обработками оно носило позитивный характер, способствуя увеличению в корне валерианы, по сравнению с контролем, общего содержания биофлавоноидов на 13–24 %, наиболее выраженному на фоне обработок комплексом микроэлементов, но особенно при использовании одних медных микроудобрений. Использование же борных удобрений, как раздельное, так и в сочетании с медными, достоверно не повлияло на общий выход Р-витаминов, а на фоне совместного применения медных и цинковых микроудобрений наблюдалось даже весьма заметное (на 14 %) снижение данного показателя относительно контроля.

Т а б л и ц а 4. Относительные различия с контролем содержания фенольных соединений в корне валерианы лекарственной в вариантах полевого опыта с обработками микроудобрениями, %

Вариант опыта	Лейкоантоцианы	Катехины	Флавонолы	Сумма биофлавоноидов	Фенолкарбоновые кислоты	Дубильные вещества
2	+19,3	+4,7	-13,2	–	–	+6,1
3	+64,9	+7,1	+6,3	+24,4	+7,1	–
4	+42,1	+7,1	–	+15,9	+12,9	+17,1
5	+28,6	+11,8	-17,8	–	+7,1	–
6	+54,4	+8,2	-9,2	+13,0	+11,7	+11,0
7	+13,4	+10,6	-36,8	-14,1	+41,2	+6,1
8	+45,6	+25,9	–	+20,1	–	-29,3

В наибольшей степени некорневые обработки микроэлементами повлияли на содержание в сырьевом объекте лейкоантоцианов, на что указывает увеличение данного показателя во всех без исключения вариантах полевого опыта на 13–65 %, по сравнению с контролем, при наиболее выраженных различиях на фоне совместного использования борных и цинковых микроудобрений, но особенно при использовании одних медных микроудобрений. Испытывавшиеся агроприемы способствовали также активизации накопления в корне валерианы катехинов – восстановленных полифенолов, близких по химической природе лейкоантоцианам, однако относительные различия с контролем параметров их накопления в вариантах с обработками оказались менее выразительными, нежели в предыдущем случае, и не превышали 5–26 % при наибольшем разрыве на фоне применения всего комплекса микроэлементов. Обращает на себя внимание преимущественное ингибирование биосинтеза флавонолов на 9–37 % в лекарственном сырье в вариантах с обработками при наиболее выразительном проявлении данного эффекта на фоне совместного применения медных и цинковых микроудобрений. Отсутствием достоверного влияния на параметры накопления этой группы полифенолов характеризовались варианты опыта с использованием полного комплекса микроэлементов и раздельного применения цинковых микроудобрений. Лишь в единичном случае – на фоне обработок одними медными микроудобрениями – имело место хотя и незначительное (не более чем на 6 %), но все же достоверное увеличение содержания флавонолов в сырьевом объекте относительно контроля.

Нетрудно убедиться в наличии выраженных различий в характере влияния испытывавшихся агроприемов на содержание в корне валерианы отдельных групп биофлавоноидов – преимущественно положительном в отношении восстановленных соединений и преимущественно отрицательном в отношении окисленных.

Вместе с тем в большинстве вариантов опыта, обработанных микроэлементами, наблюдалось увеличение в сырьевом объекте на 7–41 %, по сравнению с контролем, содержания фенолкарбоновых кислот, обладающих высокой биологической активностью многостороннего фармакологического и лечебно-профилактического действия. При этом наиболее выразительный стимулирующий эффект был обусловлен совместным применением медных и цинковых микроудобрений. Абсолютным же отсутствием сколь-либо заметного влияния на накопление данных соединений было отмечено использование полного комплекса микроэлементов и раздельного применения борных микроудобрений.

Что касается дубильных веществ, являющихся полимерными фенольными соединениями, широко использующимися при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, благодаря их защитному действию от химических, биологических и механических раздражителей, то в большинстве случаев наблюдалось увеличение их содержания в сырьевом объекте относительно контроля на 6–17 % при отсутствии влияния на него медных микроудобрений, как при раздельном, так и при совместном применении с борными микроудобрениями. Вместе с тем использование полного комплекса микроэлементов способствовало существенному (почти на 30 %) обеднению корня валерианы дубильными веществами.

Нетрудно убедиться, что некорневые подкормки растений микроудобрениями вызвали как позитивные, так и негативные сдвиги в биохимическом составе корня валерианы, направленность и степень проявления которых определялись как видом микроэлемента, так и химической природой определявшихся соединений. К примеру, влияние испытывавшихся агроприемов на содержание в сырьевом объекте углеводов, особенно растворимых сахаров, было маловыразительным, тогда как на накопление в нем фенольных соединений оно оказалось весьма значительным.

С целью выявления самого эффективного агроприема, обеспечившего в эксперименте наиболее высокий интегральный уровень качества лекарственного сырья, который можно охарактеризовать наибольшей величиной позитивных сдвигов в содержании в последнем определявшихся соединений относительно контроля, проведено сопоставление в вариантах с обработками относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных разноориентированных отклонений от эталонных значений 10 показателей биохимического состава корня валерианы, представленных в табл. 5 [8].

Т а б л и ц а 5. Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных достоверных различий тестируемых вариантов опыта с контролем по биохимическому составу корня валерианы лекарственной в полевом эксперименте с обработками микроудобрениями, %

Вариант опыта	Относительные размеры отклонений			
	Положительные	Отрицательные	Амплитуда	Положительные/ отрицательные
2	30,1	13,2	43,3	2,3
3	117,8	1,0	118,8	117,8
4	95,1	12,9	108,0	7,4
5	47,5	25,6	73,1	1,9
6	105,6	16,2	121,8	6,5
7	71,3	50,9	122,2	1,4
8	91,6	29,3	120,9	3,1

Анализ приведенных данных выявил весьма выразительные межвариантные различия в относительных размерах и положительных, и отрицательных отклонений, свидетельствующие о выраженной зависимости ответной реакции опытных растений на испытывавшиеся агроприемы. Большинство тестируемых вариантов опыта характеризовались сопоставимой между собой амплитудой относительных величин данных отклонений, что указывало на сходство расхождений с контролем по совокупности анализируемых признаков, независимо от их ориентации.

При этом лишь в двух вариантах опыта (2 и 5) ее значения оказались существенно меньшими, что указывало на менее выраженную ответную реакцию растений на обработки борными и борно-медными микроудобрениями.

Представление же о степени преимуществ в качестве лекарственного сырья в вариантах с обработками относительно контроля можно составить по величине соотношения относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с ним показателей их биохимического состава. Соответственно значения данного соотношения, превышавшие 1, могли свидетельствовать о наличии указанных преимуществ, тогда как значения, уступавшие 1, напротив, позволяли сделать вывод об их отсутствии.

Было установлено, что во всех без исключения вариантах с обработками размер указанного соотношения оказался выше 1, что однозначно свидетельствовало о более высоком, чем в контроле, качестве в них лекарственного сырья по биохимическому составу. Вместе с тем величина данного соотношения варьировалась в рамках эксперимента в весьма широком диапазоне значений – 1,4–117,8, что свидетельствовало о выраженных различиях интегрального эффекта в позитивном воздействии испытывавшихся препаратов на качество сырьевого объекта. Наибольшим он оказался в варианте опыта 3 с использованием одних медных микроудобрений, наименьшим же – в варианте 7 с совместным применением медных и цинковых микроудобрений. Остальные варианты опыта занимали промежуточное положение по данному признаку, располагаясь в порядке снижения эффективности в следующем ряду: $3 > 4 > 6 > 8 > 2 > 5 > 7$. Таким образом, наиболее успешными вариантами опыта следовало признать варианты 3, 4 и 6 с раздельным применением медных и цинковых микроудобрений и с совместным применением борных и цинковых микроудобрений. Наименее же эффективными в эксперименте в плане улучшения качества лекарственного сырья оказались варианты опыта 2, 5 и 7 с раздельным использованием борных микроудобрений и с совместным применением борных и медных, а также медных и цинковых микроудобрений.

Заключение. Исследование влияния некорневых обработок вегетирующих растений валерианы лекарственной борными, медными и цинковыми микроудобрениями на фоне совместного внесения 60 т/га навоза и $N_{135} P_{60} K_{120}$ на биохимический состав корня в рамках полевого опыта на дерново-подзолистой супесчаной почве показало, что испытывавшиеся агроприемы вызывали как позитивные, так и негативные сдвиги в биохимическом составе корня, направленность и степень проявления которых определялись как видом микроэлемента, так и химической природой определявшихся соединений. Показано, что обработки микроудобрениями практически не повлияли на содержание в нем углеводов, особенно растворимых сахаров, но при этом способствовали преимущественному обогащению фенолкарбоновыми кислотами на 7–41 %, наиболее существенному при использовании медных и цинковых микроудобрений, дубильными веществами на 6–17 %, Р-витаминами на 13–25 %, в том числе катехинами на 5–26 %, наиболее значительному при использовании полного комплекса микроудобрений, лейкоантоцианами на 13–65 %, особенно при использовании медных микроудобрений, но вместе с тем приводили к обеднению сырьевого объекта флавонолами на 9–37 %, наиболее выраженному при совместном использовании медных и цинковых микроудобрений.

Установлено, что наиболее эффективным в плане улучшения качества лекарственного сырья корня валерианы по биохимическому составу оказалось раздельное использование медных и цинковых микроудобрений, а также совместное применение борных и цинковых микроудобрений. Наименее же эффективным в эксперименте оказалось раздельное использование борных микроудобрений и совместное применение борных и медных, а также медных и цинковых микроудобрений.

Литература

1. Запрометов М. Н. Биохимия катехинов. М., 1964.
2. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987.
3. Мжаванадзе В. В., Таргамадзе И. Л., Драник Л. И. // Сообщ. АН Груз ССР. 1971. Т. 63, вып. 1. С. 205–210.

4. Государственная фармакопея СССР. М., 1987. С. 286–287.
5. Пleshков Б. П. Практикум по биохимии растений. М., 1985. С. 110–112.
6. Рупасова Ж. А., Русаленко В. Г., Игнатенко В. А. и др. // Изв. НАН Беларуси. Сер. биол. наук. 1996. № 3. С. 5–12
7. Скорикова Ю. Г. // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск, 1968. С. 451–461.
8. Рупасова Ж. А., Решетников В. Н., Яковлев А. П. Способ ранжирования таксонов растения: Пат. 17648 Респ. Беларусь от 08.07.2013.
9. Шнайман Л. О., Афанасьева В. С. // 9-й Менделеевский съезд по общ. и прикл. химии: реф. докл. и сообщ. М., 1965. № 8. С. 79–80.
10. Swain T., Hillis W. // J.Sci. Food Agric. 1959. Vol. 10, N 1. P. 63–68.

G. M. MILOSTA, A. G. NICHIPORUK, Zh. A. RUPASOVA, T. I. VASILEUSKAYA, N. B. KRYNITSKAYA, A. M. BUBNOVA,
N. P. VARAVINA

**EFFECT OF MICRONUTRIENTS ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF VALERIAN ROOT
(*VALERIANA OFFICINALIS*)**

Summary

The effect of foliar treatment plant valerian bornite, copper and zinc micronutrient fertilizers on the background of the joint making 60 t/ha manure and $N_{135}P_{60}K_{120}$ on the biochemical composition of the root on the sod-podzolic sandy loam soil are presented. It is shown a weak influence on the agronomic testing the content of carbohydrates, especially soluble sugars, and a highly significant accumulation of phenolic compounds, especially leucoanthocyanins. Most effective in terms of improving the quality of medicinal raw valerian root biochemical composition proved separate use of copper and zinc micronutrients, as well as the combined use of boron and zinc micronutrients, while the least efficient – separate use micronutrients boron and combined application of boron and copper, as well as copper and zinc micronutrients.