

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

УДК 631.8:574.56:635.1+635.3

Ж. А. РУПАСОВА¹, А. А. АУТКО², В. А. ИГНАТЕНКО¹, Ан. А. АУТКО², О. В. ПОЗНЯК²

ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

¹Центральный ботанический сад НАН Беларуси,

²Институт овощеводства НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 12.04.2006)

Введение. Важнейшей задачей овощеводства республики является дальнейшее совершенствование интенсивных технологий возделывания стратегически важных для ее народного хозяйства овощных культур – моркови сортовой, свеклы столовой и капусты поздней – на основе оптимизации лимитирующих факторов, в том числе режима их минерального питания, с помощью внесения удобрений. Общеизвестно, что последнее является не только мощным фактором управления биологической продуктивностью растений, но и оказывает существенное влияние на накопление в их продукции полезных веществ, в том числе фенольных соединений, обладающих чрезвычайно широким спектром физиологического действия на человеческий организм (Р-витаминным, антиоксидантным, противоопухолевым, противоязвенным, желчегонным, диуретическим, спазмолитическим, гипотензивным, седативным, антибактериальным и др.) [1, 2]. В этой связи несомненный научный и практический интерес представляет исследование параметров их накопления в продукции перечисленных овощных культур на фоне внесения органических, а также разных доз традиционных и новых видов минеральных удобрений с добавками химических элементов и рострегулирующих препаратов.

Объекты и методы исследования. Исследования проводили в рамках однотипных для всех изучаемых овощных культур полевых экспериментов на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с 10-вариантной схемой внесения удобрений, заложенных на опытном поле Института овощеводства НАН Беларуси в г.п. Самохваловичи Минской обл. в 2005–2006 гг.:

I (контроль) – без удобрений;

II – смесь простых удобрений (средняя доза): под морковь – $N_{70}P_{53}K_{88}$; под свеклу – $N_{90}P_{68}K_{113}$; под капусту – $N_{120}P_{90}K_{150}$;

III – органические удобрения 40 т/га – только под свеклу;

IV – малая доза комплексного удобрения 16-12-20 с бором и серой: под морковь – $N_{40}P_{30}K_{50}$; под свеклу – $N_{60}P_{45}K_{75}$; под капусту – $N_{90}P_{68}K_{113}$;

V – средняя доза комплексного удобрения 16-12-20 с бором и серой: под морковь – $N_{70}P_{53}K_{88}$; под свеклу – $N_{90}P_{68}K_{113}$; под капусту – $N_{120}P_{90}K_{150}$;

VI – высокая доза комплексного удобрения 16-12-20 с бором и серой: под морковь – $N_{90}P_{68}K_{113}$; под свеклу – $N_{120}P_{90}K_{150}$; под капусту – $N_{150}P_{113}K_{188}$;

VII – средняя доза комплексного бесхлорного удобрения 13-7-15: под морковь – $N_{70}P_{38}K_{81}$; под свеклу – $N_{90}P_{49}K_{104}$; под капусту – $N_{120}P_{65}K_{138}$;

VIII – высокая доза комплексного бесхлорного удобрения 13-7-15: под морковь – $N_{90}P_{49}K_{104}$; под свеклу – $N_{120}P_{65}K_{138}$; под капусту – $N_{150}P_{81}K_{173}$;

IX – высокая доза комплексного бесхлорного удобрения 13-7-15 с регулятором роста эпин: под морковь – $N_{90}P_{49}K_{104}$; под свеклу – $N_{120}P_{65}K_{138}$; под капусту – $N_{150}P_{81}K_{173}$;

X – смесь простых удобрений (средняя доза) – по рекомендациям Института овощеводства НАН Беларуси: под морковь – $N_{90}P_{120}K_{150}$; под свеклу – $N_{120}P_{120}K_{180}$; под капусту – $N_{150}P_{135}K_{180}$.

Площадь опытной делянки в полевых опытах с морковью сортовой и свеклой столовой составляла 19,6 (7×2,8) м², с капустой поздней – 33,6 (4,2×8) м². Повторность каждого варианта опыта 4-кратная. Удобрения вносили разово, в основную заправку почвы. В качестве простых удобрений использовали следующие их виды, % д.в.: карбамид с содержанием N – 46, аммонизированный суперфосфат с содержанием N – 7, P₂O₅ – 30, гранулированный KCl с содержанием K₂O – 60.

Принципиальные различия в схемах полевых экспериментов под разные культуры состояли в следующем: под культурой моркови сортовой отсутствовал вариант с внесением органических удобрений, закладка опыта с капустой поздней осуществлялась на поле, предварительно заправленном органическими удобрениями в дозе 60 т/га, что делало бессмысленным вычленение в схеме эксперимента аналогичного варианта, роль которого в нашем случае возлагалась на контроль. Таким образом, при абсолютном подобии схем внесения минеральных удобрений под опытные культуры, внесение органических удобрений имело место в III варианте опыта только под свеклой столовой. Тем не менее во избежание путаницы при систематизации результатов исследований мы сочли целесообразным сохранить ту же самую нумерацию вариантов в опытах с морковью и капустой, что и в опыте со свеклой, исключив из нее III вариант.

Объектами исследований являлись корнеплоды моркови сортовой сорта Лявоніха и свеклы столовой сорта Прыгажуня, а также кочаны капусты поздней сорта Мара.

В усредненных пробах зрелой продукции овощных культур, высушенных при температуре 65 °С, повариантно определяли содержание суммы антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W. E. Hillis [3] с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [4] с применением в расчетах формулы С. С. Танчева [5]; антоцианов – по методу Л. О. Шнаймана и В. С. Афанасьевой [6]; суммы флавонолов – по методу Л. Сарапуу и Х. Мийдла [7], модифицированному Д. К. Шапиро с соавт. [8]; суммы катехинов – фотометрическим методом с использованием ванилинового реактива [9]; фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую) – по методу В. В. Мжаванадзе и др. [10].

Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием указаний Г. Ф. Лакина [11].

Результаты и их обсуждение. По нашим оценкам, общее содержание биофлавоноидов в корнеплодах моркови сортовой в зависимости от агрофона составляло 595–727 мг% сухой массы (табл. 1). Лидирующее положение в комплексе этих веществ принадлежало катехинам, относительная доля которых в нем превышала 85%. На долю флавонолов приходилось не более 10–15% суммарного количества биофлавоноидов. Антоциановые пигменты, представленные исключительно лейкоформами, обнаружили свое присутствие в корнеплодах моркови в крайне мизерных количествах, не превышающих 2–3 мг% сухой массы. Таким образом, определяющую роль в оценке влияния минерального фона на биофлавоноидный комплекс корнеплодов моркови играют изменения в содержании в них катехинов.

Результаты исследований показали, что во всех вариантах опыта с внесением обоих видов комплексных удобрений наблюдалось снижение содержания последних на 9–17%, более выраженное при использовании вида 16-12-20 (табл. 2). При этом размер данного снижения не зависел от дозы вносимых удобрений. В отличие от комплексных, внесение смеси простых удобрений в обоих вариантах опыта не оказало сколь-либо заметного влияния на содержание катехинов в корнеплодах моркови, а следовательно, и на общее накопление в них биофлавоноидов. Заметим, что имевшее место в X варианте опыта снижение содержания флавонолов почти на 22% относительно контроля из-за незначительного их участия в составе фенольного комплекса исследуемых корнеплодов не отразилось на общем содержании в них биофлавоноидов. В целом же внесение минеральных удобрений практически не влияло на накопление флавонолов. Лишь на фоне малой дозы комплексного удобрения 13-7-15 наблюдалось заметное обогащение ими корнеплодов моркови, количественно уравновесившее в данном варианте опыта снижение содержания катехинов, что и обусловило отсутствие расхождений с контролем в общем накоплении в них биофлавоноидов. При этом показанное выше наиболее выраженное в эксперименте снижение содержания их доминирующей фракции – катехинов – на фоне внесения комплексного удобрения с B и S,

Таблица 1. Содержание фенольных соединений в сухой массе овощных культур при разном уровне минерального питания, мг%

Вариант опыта	Биофлавоноиды												Фенолкарбоновые кислоты						
	антоциановые пигменты			катехины			флавонолы			катехины / флавонолы**			сумма		t_c	$M \pm m$	t_c	$M \pm m$	t_c
	$M \pm m$	t_c		$M \pm m$	t_c		$M \pm m$	t_c		$M \pm m$	t_c		$M \pm m$	t_c					
<i>Морковь сортовая</i>																			
I (контроль)	2,1±0,1		624,0±11,3	-1,2	79,5±6,5	-0,7	7,9±0,5	0,3	705,6±17,2		538,6±8,5		705,6±17,2		538,6±8,5		-1,2		4,7*
II	2,7±0,2	2,4	604,5±11,3	-5,7*	74,9±0,9	-0,4	8,1±0,2	0,3	682,0±11,3		581,3±3,1		682,0±11,3		581,3±3,1		-5,3*		-9,2*
IV	2,0±0,1	-1,3	516,7±14,9	-4,6*	76,7±3,4	0,7	6,8±0,5	-1,6	595,4±11,9		444,8±5,5		595,4±11,9		444,8±5,5		-3,2*		-5,1*
V	2,9±0,1	8,5*	516,8±20,3	-3,6*	87,0±9,0	-1,1	7,3±0,4	-1,1	606,7±25,4		464,6±11,7		606,7±25,4		464,6±11,7		-9,2*		-29,0*
VI	1,9±1,1	-1,9	523,3±25,4	-3,2*	72,1±0,9	10,0*	3,4±0,1	0	597,2±25,3		252,6±4,9		597,2±25,3		252,6±4,9		0,8		-13,0*
VII	2,0±0,1	-1,3	559,0±17,2	-3,4*	166,6±5,7	-1,3	7,9±0,2	-2,5	727,6±22,7		414,6±4,2		727,6±22,7		414,6±4,2		-2,0		-20,4*
VIII	1,9±0,1	-1,8	555,8±16,9	-3,4*	70,2±2,8	1,5	6,1±0,5	2,5	627,9±19,4		341,7±4,5		627,9±19,4		341,7±4,5		-2,1		-20,4*
IX	3,0±0,1	7,0*	568,7±11,7	-1,7	93,6±6,6	-2,8*	9,4±0,3		665,3±9,4		155,2±2,8		665,3±9,4		155,2±2,8				-42,8*
X	2,0±0,1	-1,3	585,0±20,3	5,3*	62,1±1,5	0,4	3,2±0		649,1±20,8				649,1±20,8						
<i>Свекла столовая</i>																			
I (контроль)	2,1±0,3		412,8±8,6	5,3*	1312,1±33,2	0,4	3,2±0		1727,0±40,4				1727,0±40,4				1,9		Нет
II	3,0±0,1	3,2*	487,5±11,3	4,2*	1328,0±24,0	-5,6*	2,7±0,1		1818,5±27,5				1818,5±27,5				-2,8*		
III	1,2±0,1	-3,3*	494,0±17,2	6,7*	1106,2±15,6	-9,9*	2,2±0,1		1601,4±27,2				1601,4±27,2				-5,8*		
IV	2,8±0,1	2,3	507,0±11,3	4,2*	960,3±12,9	-11,7*	1,9±0		1470,0±18,7				1470,0±18,7				-7,0*		
V	2,0±0,1	-0,2	494,0±17,2	10,2*	918,1±4,9	-9,5*	1,9±0,1		1414,2±19,3				1414,2±19,3				-3,3*		
VI	2,8±0,1	2,3	581,8±14,2	1,1	996,7±2,8	-0,3	1,7±0		1581,3±16,5				1581,3±16,5				0,1		
VII	1,5±0,1	-2,2	429,0±11,3	3,9*	1300,0±19,7	-15,7*	3,0±0,1		1730,5±26,0				1730,5±26,0				-13,0*		
VIII	1,2±0,1	-3,3*	468,0±11,3	3,9*	727,2±17,1	-19,0*	1,6±0,1		1196,4±5,9				1196,4±5,9				-13,8*		
IX	1,9±0,1	-0,8	468,0±11,3	13,1*	682,3±1,2	-7,7*	1,5±0		1152,2±10,1				1152,2±10,1				-2,0		
X	1,4±0,2	-2,3	617,5±13,0		1005,2±21,9		1,6±0		16,24,1±33,9				16,24,1±33,9						
<i>Капуста поздняя</i>																			
I (контроль)	3,0±0,2		4,51±8,6	-4,2*	82,4±8,0	-1,6	5,6±0,6		537,2±16,8		338,6±4,5		537,2±16,8		338,6±4,5		-3,1*		20,9*
II	3,0±0,1	-0,3	412,7±3,2	-0,5	67,4±4,3	-0,1	6,2±0,4	0,8	483,1±4,4		461,5±3,8		483,1±4,4		461,5±3,8		-0,4		-8,8*
IV	4,0±0	5,5*	445,2±8,6	-3,2*	81,4±7,1	-0,9	5,6±0,5	-0,1	530,6±2,3		287,5±3,6		530,6±2,3		287,5±3,6		0		-2,9*
V	2,3±0,1	-4,3*	419,2±5,6	2,0	74,9±1,9	-0,2	5,6±0,1	0,6	496,4±6,3		315,6±6,5		496,4±6,3		315,6±6,5		0,9		-2,2
VI	2,7±0,2	-1,4	477,7±9,8	-2,8*	79,6±8,0	3,5*	6,1±0,5	-3,5*	560,0±14,9		317,7±8,1		560,0±14,9		317,7±8,1		0,9		4,8*
VII	2,3±0,1	-3,9*	425,7±3,3	-17,4*	127,3±9,9	2,8*	3,4±0,2	-5,0*	555,3±12,5		403,1±12,6		555,3±12,5		403,1±12,6		-9,1*		6,2*
VIII	2,9±0,1	-0,7	273,0±5,7	-16,5	103,9±1,6	1,9	2,6±0,1	-4,6*	379,8±4,0		387,5±6,5		379,8±4,0		387,5±6,5		-8,2*		5,9*
IX	1,9±0,1	-6,4*	282,7±5,6	-14,4*	101,1±5,6	-2,8*	2,8±0,2		385,7±8,0		379,2±5,2		385,7±8,0		379,2±5,2		-10,5*		1,2
X	2,9±0,1	-0,7	276,2±8,6		61,8±1,6		4,5±0,2		340,9±8,3				340,9±8,3						

* Статистически значимые по t -критерию Стьюдента различия с контролем при $P < 0,05$.

** Для культуры свекла столовая – флавонолы/катехины.

Т а б л и ц а 2. Относительные различия с контролем содержания фенольных соединений в сухой массе овощных культур при разном уровне минерального питания, %

Вариант опыта	Биофлавоноиды				Фенолкарбоновые кислоты
	антоциановые пигменты	катехины	флавонолы	сумма	
<i>Морковь сортовая</i>					
I	–	–	–	–	+7,9
IV	–	–17,2	–	–15,6	–17,4
V	+38,1	–17,2	–	–14,0	–13,7
VI	–	–16,1	–	–15,4	–53,1
VII	–	–10,4	+109,6	–	–23,0
VIII	–	–10,9	–	–11,0	–36,6
IX	+42,9	–89	–	–	–36,6
X	–	–	–21,9	–	–71,2
<i>Свекла столовая</i>					
II	+42,9	+18,1	–	–	Нет
III	–42,9	+19,7	–15,7	–7,3	
IV	–	+22,8	–26,8	–14,9	
V	–	+19,7	–30,0	–18,1	
VI	–	+40,9	–24,0	–8,4	
VII	–	–	–	–	
VIII	–42,9	+13,4	–44,6	–30,7	
IX	–	+13,4	–48,0	–33,3	
X	–	+49,6	–23,4	–	
<i>Капуста поздняя</i>					
II	–	–8,7	–	–10,1	+36,3
IV	+33,3	–	–	–	–15,1
V	–23,3	–7,2	–	–7,6	–6,8
VI	–	–	–	–	–
VII	–23,3	–5,8	+54,5	–	+19,0
VIII	–	–39,6	+26,1	–29,3	+14,4
IX	+36,7	–37,4	–	–28,2	+12,0
X	–	–38,9	25,0	–36,5	–

П р и м е ч а н и е. Прочерк (–) означает отсутствие статистически достоверных различий с контролем при $P < 0,05$.

независимо от его дозы, обусловило также снижение на 14–15% общего количества биофлавоноидов в корнеплодах моркови.

По нашим данным, последние характеризуются сравнительно невысоким содержанием фенолкарбоновых кислот, составляющим в зависимости от уровня минерального питания 155–581 мг% сухой массы (см. табл. 1). Подобно катехинам, внесение минеральных удобрений заметно ингибировало биосинтез данных соединений, на что указывает существенное отставание от контрольных значений параметров их накопления в продукции абсолютного большинства удобрявшихся вариантов опыта (см. табл. 2). Наиболее значительным (в пределах 37–71%) оно было на фоне внесения высоких доз обоих видов комплексных удобрений и особенно смеси простых удобрений в дозе, рекомендованной Институтом овощеводства НАН Беларуси. Лишь в единственном II варианте опыта с внесением смеси простых удобрений отмечено незначительное (не более 8%) превышение контрольных значений по данному показателю.

Корнеплоды *свеклы столовой* оказались заметно богаче корнеплодов моркови биофлавоноидами, общее содержание которых варьировалось в зависимости от состояния минерального фона в диапазоне значений 1152–1818 мг% сухой массы (см. табл. 1). При этом доминирующее положение среди них занимали флавонолы.

В отличие от моркови внесение удобрений заметно активизировало в корнеплодах свеклы накопление катехинов при наиболее выраженном эффекте от внесения высокой дозы комплексного удобрения 16-12-20 с В и S и особенно смеси простых удобрений в дозе, рекомендованной Институтом овощеводства НАН Беларуси, обеспечивших повышение в них уровня данных соединений на 40,9 и 49,6% соответственно по сравнению с контролем (см. табл. 2). В остальных удобрявшихся вариантах опыта относительный размер этого увеличения был существенно меньше – в пределах 13–23%. Лишь в единичном случае – на фоне внесения средней дозы комплексного удобрения 13-7-15 (вариант VII) – не выявлено достоверного влияния данного агроприема на содержание в корнеплодах свеклы не только катехинов, но и остальных компонентов биофлавоноидного комплекса.

Диаметрально противоположной оказалась картина изменений параметров накопления в них флавонолов на удобренном агрофоне, в которой абсолютно доминировали отрицательные тенденции. Ингибирование биосинтеза данных полифенолов было столь значительным, обеспечив снижение их содержания в корнеплодах свеклы на 15,7–48,0% относительно контроля, что, несмотря на активизацию в них биосинтеза катехинов, обусловило в большинстве вариантов опыта также достаточно выразительное снижение суммарного уровня биофлавоноидов на 7–33%, особенно на фоне высокой дозы комплексного минерального удобрения 13-7-15. Наименее выразительным данное снижение (на 7–8%) было на фоне внесения органических и высокой дозы комплексного удобрения 16-12-20. Вместе с тем в обоих вариантах опыта с использованием смеси простых удобрений, а также, как было показано выше, в VII варианте, усиление минерального питания не оказало достоверного влияния на общее содержание биофлавоноидов в корнеплодах свеклы.

Логично предположить, что активизация биопродукционного процесса в культивируемых растениях при внесении удобрений обуславливает усиление в них биосинтеза белков. По существующим представлениям, между белками и биофлавоноидами существует обратная взаимосвязь: если усиленно формируются молекулы первых, то ослабляется биосинтез вторых. Исходя из этого положения, можно объяснить обеднение продукции удобрявшихся вариантов опыта биофлавоноидами. Разумеется, показанные выше сдвиги в фенольном метаболизме опытных растений нашли свое отражение в существенном сужении относительно контроля соотношения окисленных и восстановленных фракций биофлавоноидов в продукции всех удобрявшихся вариантов опыта (см. табл. 1).

Поздняя капуста не отличалась высоким содержанием биофлавоноидов, оказавшимся соизмеримым с таковым в корнеплодах моркови и варьировавшимся в рамках эксперимента в диапазоне значений 340,9–555,3 мг% сухой массы (см. табл. 1). Абсолютно доминирующее положение в группе этих веществ принадлежало катехинам, содержание которых в 3–6 раз превышало таковое флавонолов. Содержание фенолкарбоновых кислот в сухой массе капусты лишь незначительно уступало содержанию биофлавоноидов и составляло в условиях эксперимента, в зависимости от уровня агрофона, 287,5–461,5 мг%.

Ответная реакция фенольного комплекса капусты поздней на внесение разных видов и доз минеральных удобрений оказалась весьма неоднозначной. Так, на фоне высокой дозы комплексного бесхлорного удобрения 13-7-15, а также смеси простых удобрений в X варианте опыта наблюдалось существенное ингибирование биосинтеза в ней катехинов, что подтверждается снижением почти на 40% их содержания по сравнению с контролем (см. табл. 2). При этом, если в первом случае данные потери частично восполнялись активизацией накопления флавонолов, то во втором они сопровождались заметным снижением (на 25%) содержания последних, что приводило к более значительному обеднению продукции X варианта опыта биофлавоноидами.

Во всех остальных удобрявшихся вариантах опыта существенных изменений в содержании данных соединений выявлено не было. Лишь на фоне внесения смеси простых удобрений во II варианте опыта наблюдалось снижение их содержания на 10,1%.

Обращает на себя внимание диаметрально противоположный характер влияния испытываемых видов комплексных минеральных удобрений на накопление в капусте фенолкарбоновых кислот. Так, если внесение вида 16-12-20 приводило к снижению их содержания на 6,8–15,1% от-

носителем контроля, то внесение комплексного бесхлорного удобрения 13-7-15, напротив, стимулировало их накопление на 12–19%. При этом величина производимого эффекта в обоих случаях возрастала при снижении дозы вносимого удобрения.

Однако наиболее выразительной в эксперименте оказалась активизация биосинтеза фенолкарбоновых кислот на фоне внесения смеси простых удобрений во II варианте опыта, обусловившая увеличение их содержания в поздней капусте на 36,3% по сравнению с контролем. Внесение же аналогичной смеси удобрений в дозе, рекомендованной Институтом овощеводства НАН Беларуси, не оказало сколько-либо заметного влияния на содержание фенолкарбоновых кислот в продукции X варианта опыта.

Заключение. Сравнительное исследование степени трансформации фенольного комплекса продукции трех овощных культур – моркови сортовой, свеклы столовой и капусты поздней на фоне внесения разных видов и доз минеральных и органических (под свеклу) удобрений в рамках полевого эксперимента на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве показало, что усиление минерального питания оказывает преимущественно ингибирующее действие на накопление в ней отдельных фенольных соединений, степень которого определяется индивидуальным характером ответной реакции возделываемых культур на конкретный агроприем, а также видом и дозой вносимых удобрений.

Обогащение минерального фона способствовало снижению в продукции всех овощных культур общего содержания биофлавоноидов (моркови на 14–16%, свеклы – на 7–33, капусты – на 8–36%), в том числе катехинов – в корнеплодах моркови и капусте на 9–17 и 6–40% соответственно, флавонолов – в корнеплодах свеклы столовой на 16–48%; фенолкарбоновых кислот – главным образом в корнеплодах моркови на 13–71% и отчасти в капусте на 7–15%, но не оказывало заметного влияния на содержание флавонолов в капусте и корнеплодах моркови. Наименее выраженное обеднение последних биофлавоноидами отмечено в вариантах опыта с внесением обеих смесей простых удобрений, а также комплексного бесхлорного удобрения 13-7-15; корнеплодов свеклы – в вариантах опыта с внесением органических, а также обеих смесей простых удобрений; капусты – на фоне внесения всех доз комплексного удобрения 16-12-20 с бором и серой, тогда как на фоне внесения комплексного бесхлорного удобрения 13-7-15, равно как и смеси простых удобрений, показано ее обогащение на 12–36% фенолкарбоновыми кислотами.

Литература

1. Барбой В. А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. Киев, 1976.
2. Бриттон Т. Биохимия природных пигментов. М., 1986.
3. Swain T., Hillis W. The phenolic constituents of *Prunus* *Domenstica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents // *J.Sci. Food Agric.* 1959. Vol. 10, N 1. P. 63–68.
4. Скорикова Ю. Г., Шафтан Э. А. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах // Тр. 3-го Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск, 1968. С. 451–461.
5. Танчев С. С. Антоцианы в плодах и овощах. М., 1980.
6. Шнайдман Л. О., Афанасьева В. С. Методика определения антоциановых веществ // 9-й Менделеевский съезд по общ. и прикл. химии: Реф. докл. и сообщ. № 8. М., 1965. С. 79–80.
7. Сарапу Л. П., Кефели В. И. Фенольные соединения и рост растений // Фенол. соед. и их биол. функции. М., 1968. С. 129–138.
8. Шапиро Д. К., Дашкевич Л. Э., Довнар Т. В. Определение флавонолов в черноплодной рябине и других окрашенных плодах // Интродукция растений и зеленое строительство. Мн., 1974. С. 209–213.
9. Запрометов М. Н. Биохимия катехинов. М., 1964.
10. Мжаванадзе В. В., Таргамадзе И. Л., Драник Л. И. Количественное определение хлорогеновой кислоты в листьях черники кавказской (*V. arctostaphylos* L.) // Сообщ. АН Груз ССР. 1971. Т. 63. Вып. 1. С. 205–210.
11. Лакин Г. Ф. Биометрия. М., 1980.

J. A. RUPASOVA, A. A. AUTKO, V. A. IGNATENKO, An. A. AUTKO, O. V. POZDNYAK

ADDING GUM INFLUENCES THE ACCUMULATION OF PHENOL COMPOUNDS IN VEGETABLES IN THE CONDITIONS OF BELARUS

Summary

The results of comparative study of the parameters of accumulation of bioflavonoids and phenol carboxylic acids in carrot, table beet, and late cabbage material with the application of mineral and organic (in case of table beet) fertilizers of various types and doses during a 10-variant field experiment on sod-podzol light loam soils in the conditions of Belarus are presented.