

УДК 631.559:634.723:631.4:631.81

Вміст біохімічних складових у рослинах смородини чорної залежно від елементів агротехнології

П. Г. Копитко, А. С. Кротик, В. В. Любич*, Ю. Ф. Терещенко, М. В. Недвига

Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна, *e-mail: LyubichV@gmail.com

Мета. Вивчення питання щодо формування біохімічних складових рослин смородини залежно від елементів агротехнології. **Методи.** Фізико-хімічний, аналітичний, статистичний. **Результати.** Встановлено, що вміст біохімічних складових (вміст азоту, фосфору та калію в листках, пагонах і ягодах, вміст аскорбінової кислоти і загальних цукрів) рослини смородини чорної змінюється залежно від елементів агротехнології (утримання ґрунту в міжряддях і прикущових смугах, застосування добрив). Найвищий вміст азоту та фосфору формується в рослинах смородини чорної за утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром із застосуванням $N_{60}P_{90}K_{90}$. Утримання ґрунту в прикущових смугах і застосування препарату Ріверм впливало на цей показник менше. Вміст калію мало змінюється залежно від досліджених елементів агротехнології. За утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром на неудобрених ділянках вміст аскорбінової кислоти у ягодах становив 160–162 мг/100 г залежно від утримання ґрунту в прикущових смугах. Застосування $N_{60}P_{90}K_{90}$ підвищувало вміст аскорбінової кислоти на 3 % незалежно від утримання ґрунту в прикущових смугах. Застосування $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 1–3 % підвищувало цей показник на 6–9 % порівняно з контролем. За утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром на неудобрених ділянках вміст загальних цукрів у ягодах становив 7,5–7,6 % залежно від утримання ґрунту в прикущових смугах. Застосування $N_{60}P_{90}K_{90}$ підвищувало вміст цукрів на 3–4 % залежно від утримання ґрунту в прикущових смугах. Застосування $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 1–3 % підвищувало цей показник на 4–9 % порівняно з контролем. **Висновки.** Вміст азоту в листках становить 2,01–2,32 %, у пагонах – 1,89–2,07, у ягодах – 1,10–1,31 % залежно від елементів агротехнології. Вміст фосфору відповідно 0,19–0,32; 0,10–0,16; 0,42–0,52 %. Вміст калію відповідно 1,27–1,49; 1,03–1,25; 1,44–1,55 %. Вміст хімічних елементів у рослинах смородини чорної найбільше залежить від утримання ґрунту в міжряддях і застосування добрив. Найвищий вміст азоту, фосфору та калію в рослинах формується за вирощування смородини під чистим паром із застосуванням $N_{60}P_{90}K_{90}$. Застосування добрив істотно збільшує вміст аскорбінової кислоти у ягодах смородини. Найвищий її вміст забезпечує вирощування смородини у варіанті $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 1–3 % незалежно від утримання ґрунту в міжрядді та прикущових смугах. За такого сценарію агротехнології вміст аскорбінової кислоти становить 166–174 мг/100 г ягід, вміст цукрів – 7,8–8,3 %.

Ключові слова: смородина чорна; елементи агротехнології; вміст азоту; фосфору та калію в рослинах; аскорбінова кислота; вміст цукрів.

Вступ

Ріст і розвиток сільськогосподарських культур значно залежить від оптимізації всіх факторів навколишнього природного середовища. Залежно від величини дефіциту цих факторів у процесі свого розвитку вони можуть бути пригніченими і навіть загинути. Внесені у ґрунт добрива внаслідок перетворень виявляють відповідну дію на його фізичні, хімічні і біологічні властивості, після чого змінюється вплив ґрунту на рослину, її живлення, ріст і розвиток, стійкість проти несприятливих умов, на врожай і його якість [1, 2].

Світовий досвід вирощування сільськогосподарських культур свідчить про те, що серед усіх чинників, які впливають на врожай і його якість найважливішу роль відіграють добрива [3].

Копитко П. Г., Кротик А. С., Любич В. В., Терещенко Ю. Ф., Недвига М. В. Вміст біохімічних складових у рослинах смородини чорної залежно від елементів агротехнології. *Новітні агротехнології*. 2019. № 7. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204816>.

Оптимальне застосування добрив з іншими елементами агротехнології – основа збереження родючості ґрунту, зростання врожаю та якості одержаної продукції сільськогосподарських культур [4, 5].

Вміст азоту – індикатор продуктивності смородини [6]. За дослідженнями [7, 8], у варіантах з високим урожаєм смородини чорної був високий вміст азоту в листках – 2,85–3,09 % залежно від погодних умов року. Автор вважає, що оптимальним вмістом азоту в листках смородини слід вважати 2,7–3,0 %, калію 1,50–1,90, фосфору 0,95–0,97 %.

Дослідження інших вчених [3] свідчать, що внесення добрив найбільше змінює вміст калію, найменше – азоту і майже не впливає на вміст фосфору в листках. На основі досліджень встановлено оптимальний вміст азоту в листках плодоносної смородини чорної 2,30–2,40 %, вміст фосфору – 0,89–0,90, вміст калію – 1,90–2,00 %. Згідно інших рекомендацій [9, 10] оптимальний вміст азоту в листках становить 2,2–3,4 %, фосфору 0,50–0,70, калію 1,6–2,4 %. За даними чеських вчених [11, 12] оптимальний вміст азоту в лисках становить 2,70–3,20 %, фосфору – 0,24–0,30, вміст калію – 1,25–1,70 %.

Ягоди смородини чорної ціняться аскорбіновою кислотою, проте цей показник також сильно змінюється залежно від елементів агротехнології. У дослідженнях [13] з'ясовано, що цей показник змінювався від 154,9 до 260,6 мг/100 г залежно від сорту. Вміст цукрів у ягодах також може змінюватися у широкому діапазоні – від 4,2 до 10,5 % [14].

Аналіз сучасних досліджень щодо вмісту елементів живлення та якості ягід смородини чорної свідчить про необхідність детального вивчення впливу утримування міжрядь і прикущових смуг насаджень та мінерального живлення рослин для отримання стабільних урожаїв високовітамінної продукції.

Мета досліджень – вивчення питання щодо формування біохімічних складових рослин смородини залежно від елементів агротехнології.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили у навчально-науково-виробничому відділі Уманського НУС у насадженнях смородини чорної сорту 'Сюїта київська' впродовж 2007–2009 рр., що вирощувалася з 2002 р. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Вміст гумусу в орному шарі 3,2–3,3 %, ступінь насиченості основами в межах 90–93 %, реакція ґрунтового розчину слабкокисла (рН_{сол} 5,5), гідролітична кислотність – 1,9–2,3 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 100–120 мг/кг, азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 100–110 мг/кг ґрунту.

Агротехнологія вирощування смородини – загальноприйнята для Правобережного Лісостепу. У досліді застосовували аміачну селітру, суперфосфат гранульований та калій хлористий. Фосфорні та калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту в прикущову смугу, а азотні – перед відновленням весняної вегетації. Схема досліді включала варіанти з утриманням ґрунту в міжряддях під чорним паром і залуженням, утримання прикущових смуг під чорним паром, мульчуванням соломою та плівкою і позакореневе підживлення рідким суспендованим органічним добривом «Ріверм» концентраціями 1, 3 і 5 % у фазу розпускання бруньок на фоні повного мінерального добрива в нормі N₆₀P₉₀K₉₀. Схема розміщення кущів смородини 3×0,5 м, повторність досліді триразова.

Вміст азоту, фосфору та калію в рослинах визначали методом мокрого оголення за МВВ 31-497058-019-2005, вміст аскорбінової кислоти у ягодах – за ДСТУ ISO 6557-1:2015, вміст загальних цукрів – за ГОСТ 8756.13-87. Статистичну обробку даних проводили методом трифакторного польового досліді, використовуючи сучасні комп'ютерні технології (ПК «Agrostat», MS Office Excel).

Результати досліджень

Вміст досліджених елементів істотно змінювався залежно від елементів агротехнології. Найвищий вміст азоту був у листках смородини чорної (табл. 1). За утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром на неудобрених ділянках цей показник становив 2,05–2,11 % на суху речовину залежно від утримання ґрунту в прикущових смугах. Застосування N₆₀P₉₀K₉₀ підвищувало вміст азоту на 8 % за утримання ґрунту в прикущових смугах під чистим паром, на 12 – мульчуванням

соломою, на 9 % – мульчуванням плівкою порівняно з контролем. Застосування N₆₀P₉₀K₉₀ + Ріверм 1 % підвищувало його відповідно на 9 %, 13 і 10 %.

Таблиця 1

Вміст азоту в рослинах смородини чорної залежно від елементів агротехнології, % на суху речовину (середнє за 2007–2009 рр.)

Утримання ґрунту в міжрядді (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Утримання ґрунту в прикущових смугах (фактор С)	Вміст азоту в		
			ягодах	листках	пагонах
Чистий пар	Без добрив (контроль)	чистий пар	1,21	2,11	1,95
		мульчування соломою	1,19	2,05	1,92
		мульчування плівкою	1,20	2,09	1,94
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ – (фон)	чистий пар	1,28	2,28	2,05
		мульчування соломою	1,26	2,30	2,02
		мульчування плівкою	1,29	2,27	2,06
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	1,30	2,30	2,06
		мульчування соломою	1,28	2,32	2,04
		мульчування плівкою	1,30	2,30	2,06
	Фон + Ріверм 3 %	чистий пар	1,30	2,32	2,07
		мульчування соломою	1,29	2,31	2,05
		мульчування плівкою	1,31	2,31	2,06
Фон + Ріверм 5 %	чистий пар	1,30	2,32	2,07	
	мульчування соломою	1,29	2,32	2,05	
	мульчування плівкою	1,31	2,31	2,06	
Залуження	Без добрив (контроль)	чистий пар	1,12	2,06	1,90
		мульчування соломою	1,10	2,01	1,89
		мульчування плівкою	1,13	2,03	1,91
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ – (фон)	чистий пар	1,20	2,21	1,97
		мульчування соломою	1,18	2,19	1,94
		мульчування плівкою	1,21	2,20	1,97
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	1,22	2,22	1,99
		мульчування соломою	1,20	2,21	1,98
		мульчування плівкою	1,22	2,22	2,00
	Фон + Ріверм 3 %	чистий пар	1,23	2,23	2,00
		мульчування соломою	1,21	2,22	1,99
		мульчування плівкою	1,23	2,21	2,02
Фон + Ріверм 5 %	чистий пар	1,23	2,23	2,00	
	мульчування соломою	1,21	2,22	1,99	
	мульчування плівкою	1,23	2,22	2,02	
HP _{0,05} за факторами		А	0,02	0,04	0,03
		В	0,01	0,02	0,02
		С	0,02	0,03	0,03

Застосування позакореневого підживлення препаратом Ріверм 3- і 5-відсотковим розчином істотно не впливало на вміст азоту в листках. За утримання ґрунту в міжрядді вміст азоту в листках був істотно нижчим порівняно з чистим паром. У варіанті без добрив його вміст становив 2,06 % за утримання ґрунту в прикущових смугах під чистим паром, 2,01 – мульчуванням соломою, 2,03 % – мульчуванням плівкою. Застосування N₆₀P₉₀K₉₀ підвищувало вміст азоту на 7 % за утримання ґрунту в прикущових смугах під чистим паром, на 9 – мульчуванням соломою, на 8 % – мульчуванням плівкою порівняно з контролем. Застосування N₆₀P₉₀K₉₀ + Ріверм 1 % підвищувало цей показник відповідно на 8 %, 10 і 9 %. Подібно змінювався вміст азоту в стеблах і ягодах смородини чорної. У пагонах цей показник становив 1,89–2,07 % залежно від елементів агротехнології. У ягодах вміст азоту був найнижчим – 1,10–1,31 % залежно від варіанту досліду. Слід зауважити, що найвищий вміст азоту отримано за утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром із застосуванням N₆₀P₉₀K₉₀.

Отже, найвищий вміст азоту формується в рослинах смородини чорної за утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром із застосуванням N₆₀P₉₀K₉₀. Утримання ґрунту в прикущових смугах і застосування препарату Ріверм впливало на цей показник менше.

Найвищий вміст фосфору був у ягодах смородини чорної (табл. 2). За утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром на неудобрених ділянках цей показник становив 0,47–0,48 % на суху речовину залежно від утримання ґрунту в прикущових смугах.

Таблиця 2

Вміст фосфору (P₂O₅) в рослинах смородини чорної залежно від елементів агротехнології, % на суху речовину (середнє за 2007–2009 рр.)

Утримання ґрунту в міжрядді (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Утримання ґрунту в прикущових смугах (фактор С)	Вміст фосфору в			
			ягодах	листках	пагонах	
Чистий пар	Без добрив (контроль)	чистий пар	0,48	0,21	0,13	
		мульчування соломою	0,48	0,21	0,12	
		мульчування плівкою	0,47	0,20	0,13	
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ – (фон)	чистий пар	0,51	0,29	0,15	
		мульчування соломою	0,50	0,29	0,16	
		мульчування плівкою	0,51	0,29	0,15	
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	чистий пар	0,52	0,29	0,16
			мульчування соломою	0,51	0,30	0,16
			мульчування плівкою	0,52	0,31	0,16
		Фон + Ріверм 3 %	чистий пар	0,52	0,32	0,16
			мульчування соломою	0,51	0,32	0,16
			мульчування плівкою	0,52	0,31	0,16
Фон + Ріверм 5 %	чистий пар	0,52	0,32	0,15		
	мульчування соломою	0,51	0,32	0,16		
	мульчування плівкою	0,52	0,33	0,15		
Залуження	Без добрив (контроль)	чистий пар	0,42	0,19	0,11	
		мульчування соломою	0,42	0,19	0,10	
		мульчування плівкою	0,42	0,19	0,11	
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ – (фон)	чистий пар	0,48	0,27	0,14	
		мульчування соломою	0,48	0,27	0,13	
		мульчування плівкою	0,48	0,26	0,14	
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	чистий пар	0,49	0,29	0,15
			мульчування соломою	0,49	0,29	0,14
			мульчування плівкою	0,50	0,28	0,15
		Фон + Ріверм 3 %	чистий пар	0,49	0,30	0,15
			мульчування соломою	0,49	0,30	0,15
			мульчування плівкою	0,50	0,30	0,15
Фон + Ріверм 5 %	чистий пар	0,49	0,30	0,15		
	мульчування соломою	0,50	0,29	0,15		
	мульчування плівкою	0,51	0,30	0,15		
HP _{0,05} за факторами		А	0,01	0,01	0,01	
		В	0,01	0,01	0,01	
		С	0,01	0,01	0,01	

Застосування N₆₀P₉₀K₉₀ підвищувало вміст фосфору на 6 % за утримання ґрунту в прикущових смугах під чистим паром, на 4 – мульчуванням соломою, на 9 % – мульчуванням плівкою порівняно з контролем. Застосування N₆₀P₉₀K₉₀ + Ріверм 1 % підвищувало його відповідно на 8 %, 6 і 11 %. Застосування позакореневого підживлення препаратом Ріверм 3- і 5-відсотковим розчином істотно не впливало на вміст фосфору в листках. За утримання ґрунту в міжрядді вміст фосфору в листках був істотно нижчим порівняно з чистим паром. У варіанті без добрив його вміст становив 0,42 % незалежно від утримання ґрунту в прикущових смугах.

Застосування N₆₀P₉₀K₉₀ підвищувало вміст фосфору відповідно на 14 %. Застосування N₆₀P₉₀K₉₀ + Ріверм 1 % підвищувало цей показник на 17 % за утримання прикущових смуг під чистим паром і мульчуванням соломою і на 19 % – мульчуванням плівкою. Подібно змінювався вміст фосфору в пагонах і листках смородини чорної. У листках цей показник становив 0,19–0,33 % залежно від елементів агротехнології. У пагонах вміст фосфору був найнижчим – 0,10–0,16 % залежно від варіанту дослідження. Слід зазначити, що найвищий вміст фосфору в рослинах смородини отримано за утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром із застосуванням N₆₀P₉₀K₉₀ + Ріверм 1 %.

Отже, ягоди смородини містять більше фосфору порівняно з листками і пагонами. Найбільше на нього впливає утримання ґрунту в міжряддях і застосування добрив.

Вміст калію також найвищим був у ягодах смородини чорної (табл. 3). За утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром на неудобрених ділянках цей показник становив 1,47–1,49 % на суху речовину залежно від утримання ґрунту в прикущових смугах.

Таблиця 3

Вміст калію (K₂O) в рослинах смородини чорної залежно від елементів агротехнології, % на суху речовину (середнє за 2007–2009 рр.)

Утримання ґрунту в міжрядді (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Утримання ґрунту в прикущових смугах (фактор С)	Вміст калію в			
			ягодах	листках	пагонах	
Чистий пар	Без добрив (контроль)	чистий пар	1,47	1,30	1,07	
		мульчування соломою	1,49	1,33	1,09	
		мульчування плівкою	1,47	1,30	1,07	
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ – (фон)	чистий пар	1,51	1,42	1,19	
		мульчування соломою	1,53	1,45	1,22	
		мульчування плівкою	1,51	1,41	1,19	
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	чистий пар	1,52	1,43	1,20
			мульчування соломою	1,54	1,48	1,24
			мульчування плівкою	1,51	1,42	1,20
		Фон + Ріверм 3 %	чистий пар	1,52	1,43	1,21
			мульчування соломою	1,55	1,48	1,25
			мульчування плівкою	1,52	1,42	1,21
Фон + Ріверм 5 %	чистий пар	1,52	1,43	1,21		
	мульчування соломою	1,55	1,49	1,25		
	мульчування плівкою	1,52	1,43	1,20		
Залуження	Без добрив (контроль)	чистий пар	1,44	1,28	1,03	
		мульчування соломою	1,45	1,30	1,05	
		мульчування плівкою	1,44	1,27	1,03	
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ – (фон)	чистий пар	1,46	1,37	1,15	
		мульчування соломою	1,48	1,40	1,18	
		мульчування плівкою	1,45	1,37	1,14	
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	чистий пар	1,47	1,38	1,16
			мульчування соломою	1,49	1,41	1,20
			мульчування плівкою	1,47	1,38	1,16
		Фон + Ріверм 3 %	чистий пар	1,48	1,39	1,17
			мульчування соломою	1,50	1,43	1,21
			мульчування плівкою	1,48	1,39	1,17
Фон + Ріверм 5 %	чистий пар	1,48	1,40	1,17		
	мульчування соломою	1,50	1,41	1,21		
	мульчування плівкою	1,48	1,40	1,17		
NIP _{0,05} за факторами	A		0,02	0,02	0,01	
	B		0,03	0,02	0,02	
	C		0,02	0,02	0,02	

Застосування N₆₀P₉₀K₉₀ підвищувало вміст калію на 3 % незалежно від утримання ґрунту в прикущових смугах. Слід зауважити, що застосування N₆₀P₉₀K₉₀ + Ріверм 1 % також підвищувало вміст калію лише на 3 %. Підвищення концентрації препарату Ріверм істотно не впливало на вміст калію в ягодах. За утримання ґрунту в міжряддях під залуженням вміст калію в листках був істотно нижчим порівняно з чистим паром. У варіанті без добрив його вміст становив 1,44 % за утримання ґрунту в прикущових смугах під чистим паром, 1,45 – мульчуванням соломою, 1,44 % – мульчуванням плівкою. Застосування N₆₀P₉₀K₉₀ підвищувало вміст калію до 1,45–1,48 % залежно від утримання ґрунту в прикущових смугах. У варіанті N₆₀P₉₀K₉₀ + Ріверм 1 % цей показник становив 1,47–1,49 %, проте різниця була неістотною порівняно з контролем (NIP_{0,05} = 0,02). Подібно змінювався вміст калію в стеблах і ягодах смородини чорної. У листках цей показник становив 1,27–1,48 % залежно від елементів агротехнології. Слід зазначити, що застосування N₆₀P₉₀K₉₀ підвищувало вміст калію на 9 % незалежно від утримання ґрунту в прикущових смугах.

На тлі утримання ґрунту в міжряддях під залуженням вміст калію підвищувався на 7–8 %.

Позакореневе підживлення препаратом Ріверм істотно не змінювало його вмісту. У пагонах вміст азоту був найнижчим – 1,03–1,25 % залежно від варіанту досліду. Слід відзначити, що найвищий вміст калію отримано за утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром із застосуванням $N_{60}P_{90}K_{90}$ незалежно від утримання прикущових смуг.

Отже, найвищий вміст калію в ягодах смородини. Вміст його в листках близький до ягід. У пагонах вміст калію на 25–40 % нижчий порівняно з вмістом у ягодах. Вміст калію мало змінюється залежно від досліджених елементів агротехнології.

Якість ягід оцінювали за вмістом аскорбінової кислоти і загальних цукрів. Поліпшення умов росту та розвитку рослин смородини також покращувало якість ягід. Так, у середньому за три роки досліджень за утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром на неодобрених ділянках вміст аскорбінової кислоти у ягодах становив 160–162 мг/100 г залежно від утримання ґрунту в прикущових смугах (табл. 4).

Таблиця 4

**Вміст аскорбінової кислоти в ягодах смородини
залежно від елементів агротехнології, мг/100 г**

Утримання ґрунту в міжрядді (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Утримання ґрунту в прикущових смугах (фактор С)	Рік дослідження			Середнє за три роки
			2007	2008	2009	
Чистий пар	Без добрив (контроль)	чистий пар	164	157	160	160
		мульчування соломною	166	158	163	162
		мульчування плівкою	165	157	162	161
	$N_{60}P_{90}K_{90}$ – (фон)	чистий пар	170	160	164	165
		мульчування соломною	171	162	165	166
		мульчування плівкою	170	163	164	166
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	174	170	169	171
		мульчування соломною	175	172	168	172
		мульчування плівкою	176	171	167	171
		чистий пар	175	175	172	174
		мульчування соломною	179	176	175	177
		мульчування плівкою	177	174	174	175
Фон + Ріверм 3 %	чистий пар	175	177	173	175	
	мульчування соломною	178	177	175	177	
	мульчування плівкою	176	175	175	175	
Залуження	Без добрив (контроль)	чистий пар	160	154	159	158
		мульчування соломною	162	156	160	159
		мульчування плівкою	161	157	159	159
	$N_{60}P_{90}K_{90}$ – (фон)	чистий пар	166	160	162	163
		мульчування соломною	167	162	164	164
		мульчування плівкою	169	160	165	165
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	168	163	167	166
		мульчування соломною	170	164	168	167
		мульчування плівкою	171	165	170	169
		чистий пар	170	170	175	172
		мульчування соломною	173	172	178	174
		мульчування плівкою	174	169	176	173
Фон + Ріверм 3 %	чистий пар	170	171	176	172	
	мульчування соломною	170	173	178	174	
	мульчування плівкою	171	170	177	173	
Фон + Ріверм 5 %	А	2	2	2	–	
	В	2	2	2	–	
	С	3	3	3	–	

Застосування $N_{60}P_{90}K_{90}$ підвищувало вміст аскорбінової кислоти на 3 % незалежно від утримання ґрунту в прикущових смугах. Застосування $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 1–3 % підвищувало цей показник на 6–9 % порівняно з контролем або лише на 3–7 % порівняно з повним мінеральним добривом. Застосування позакореневого підживлення препаратом Ріверм 5 відсотковим розчином

істотно не впливало на вміст аскорбінової кислоти. За утримання ґрунту в міжрядді під залуженням вміст аскорбінової кислоти був істотно нижчим порівняно з чистим паром ($НІР_{0,05} = 2$). У варіанті без добрив її вміст становив 158–159 мг/100 г ягід або менше на 2–3 % порівняно з ділянками, де ґрунт у міжряддях утримували під чистим паром. Застосування $N_{60}P_{90}K_{90} + Ріверм 1-3$ % підвищувало вміст аскорбінової кислоти до 166–174 мг/100 г ягід. Очевидно, що застосування добрив знижувало негативний вплив залуження міжрядь смородини на якість ягід.

Отже, застосування добрив істотно збільшує вміст аскорбінової кислоти у ягодах смородини. Найвищий її вміст забезпечує вирощування смородини у варіанті $N_{60}P_{90}K_{90} + Ріверм 1-3$ % незалежно від утримання ґрунту в міжрядді та прикущових смугах.

У середньому за три роки досліджень за утримання ґрунту в міжряддях під чистим паром на неудообрених ділянках вміст загальних цукрів у ягодах становив 7,5–7,6 % залежно від утримання ґрунту в прикущових смугах (табл. 5).

Таблиця 5

Вміст загальних цукрів у ягодах смородини чорної залежно від елементів агротехнології, %

Утримання ґрунту в міжрядді (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Утримання ґрунту в прикущових смугах (фактор С)	Рік дослідження			Середнє за три роки
			2007	2008	2009	
Чистий пар	Без добрив (контроль)	чистий пар	7,7	7,3	7,5	7,5
		мульчування соломною	7,9	7,4	7,6	7,6
		мульчування плівкою	7,8	7,2	7,5	7,5
	$N_{60}P_{90}K_{90}$ – (фон)	чистий пар	8,1	7,5	7,6	7,7
		мульчування соломною	8,0	7,5	7,8	7,8
		мульчування плівкою	8,0	7,4	7,9	7,8
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	8,2	7,5	7,7	7,8
		мульчування соломною	8,4	7,9	7,8	8,0
		мульчування плівкою	8,3	7,5	8,1	8,0
чистий пар		8,5	7,6	7,9	8,0	
мульчування соломною		8,8	7,9	8,0	8,2	
мульчування плівкою		8,4	7,9	8,3	8,2	
Фон + Ріверм 5 %	чистий пар	8,6	7,7	7,9	8,1	
	мульчування соломною	8,7	7,8	7,9	8,1	
	мульчування плівкою	8,5	7,8	8,2	8,2	
Залуження	Без добрив (контроль)	чистий пар	7,3	7,5	7,3	7,4
		мульчування соломною	7,5	7,6	7,4	7,5
		мульчування плівкою	7,4	7,5	7,3	7,4
	$N_{60}P_{90}K_{90}$ – (фон)	чистий пар	8,3	7,6	7,5	7,8
		мульчування соломною	8,3	7,8	7,5	7,9
		мульчування плівкою	8,2	7,9	7,4	7,8
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	8,5	7,7	7,5	7,9
		мульчування соломною	8,7	7,8	7,9	8,1
		мульчування плівкою	8,6	8,1	7,6	8,1
чистий пар		8,8	7,9	7,6	8,1	
мульчування соломною		8,8	8,0	7,9	8,2	
мульчування плівкою		8,7	8,2	7,9	8,3	
Фон + Ріверм 5 %	чистий пар	8,6	7,9	7,7	8,1	
	мульчування соломною	8,7	7,9	8,0	8,2	
	мульчування плівкою	8,7	8,1	7,8	8,2	
НІР _{0,05} за факторами	A	0,1	0,1	0,1	–	
	B	0,1	0,1	0,1	–	
	C	0,2	0,1	0,2	–	

Застосування $N_{60}P_{90}K_{90}$ підвищувало вміст цукрів на 3–4 % залежно від утримання ґрунту в прикущових смугах. Застосування $N_{60}P_{90}K_{90} + Ріверм 1-3$ % підвищувало цей показник на 4–9 % порівняно з контролем або лише на 1–5 % порівняно з повним мінеральним добривом. Застосування позакореневого підживлення препаратом Ріверм 5-відсотковим розчином істотно не впливало на вміст цукрів порівняно з нижчими концентраціями. За утримання ґрунту в міжрядді під залуженням вміст загальних цукрів був істотно нижчим порівняно з чистим паром ($НІР_{0,05} = 0,1$).

У варіанті без добрив його вміст становив 7,4–7,5 % або менше на 0,1 пункт порівняно з ділянками, де ґрунт у міжряддях утримували під чистим паром. Застосування $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 1–3 % підвищувало вміст цукрів до 7,9–8,3 %. Очевидно, що застосування добрив також знижувало негативний вплив залуження міжрядь смородини на якість ягід. Вміст загальних цукрів був вищим у посушливому 2007 р. У сприятливіших 2008–2009 рр. його вміст був нижчим.

Отже, застосування добрив істотно збільшує вміст загальних цукрів у ягодах смородини. Найвищий його вміст забезпечує вирощування смородини у варіанті $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 1–3 % незалежно від утримання ґрунту в міжрядді та прикущових смугах.

Висновки

Встановлено, що вміст біохімічних складових (вміст азоту, фосфору та калію в листках, пагонах і ягодах, вміст аскорбінової кислоти і загальних цукрів) рослини смородини чорної істотно змінюється залежно від елементів агротехнології (утримання ґрунту в міжряддях і прикущових смугах, застосування добрив).

Вміст азоту в листках становить 2,01–2,32 %, у пагонах – 1,89–2,07, у ягодах – 1,10–1,31 % залежно від елементів агротехнології. Вміст фосфору відповідно 0,19–0,32 %, 0,10–0,16, 0,42–0,52 %. Вміст калію відповідно 1,27–1,49 %, 1,03–1,25, 1,44–1,55 %. Вміст хімічних елементів у рослинах смородини чорної найбільше залежить від утримання ґрунту в міжряддях і застосування добрив. Найвищий вміст азоту, фосфору та калію в рослинах формується за вирощування смородини під чистим паром із застосуванням $N_{60}P_{90}K_{90}$.

Застосування добрив істотно збільшує вміст аскорбінової кислоти у ягодах смородини. Найвищий її вміст забезпечує вирощування смородини у варіанті $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 1–3 % незалежно від утримання ґрунту в міжрядді та прикущових смугах. За такого сценарію агротехнології вміст аскорбінової кислоти становить 166–174 мг/100 г ягід, вміст цукрів – 7,8–8,3 %.

Використана література

1. Шевчук Л. М., Приймачук Л. С., Приймачук М. М. Вплив добрив на якісні показники плодів чорної смородини. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2011. № 6. URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_6/11slm.pdf
2. Копитко П. Г., Кротик А. С., Любич В. В. та ін. Вплив елементів агротехнології на параметри куща смородини. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2019. Вип. 27. С. 99–107.
3. Khanal B. P., Grimm E., Knoche M. Fruit growth, cuticle deposition, water uptake, and fruit cracking in jostaberry, gooseberry, and black currant. *Sci. Hortic.* 2011. Vol. 128, Iss. 3. P. 289–296. doi: 10.1016/j.scienta.2011.02.002
4. Rop O., Řezníček V., Mlček J. et al. Antioxidant and radical oxygen species scavenging activities of 12 cultivars of blue honeysuckle fruit. *Hort. Sci. (Prague)*. 2011. Vol. 38, Iss. 2. P. 63–70. doi: 10.17221/99/2010-HORTSCI
5. Jurikova T., Rop O., Mlček J. et al. Phenolic Profile of Edible Honeysuckle Berries (genus *Lonicera*) and Their Biological Effects. *Molecules*. 2012. Vol. 17, Iss. 1. P. 61–79. doi: 10.3390/molecules17010061
6. Rop O., Jurikova T., Sochor J. et al. Antioxidant capacity, scavenging radical activity and selected chemical composition of native apple cultivars from Central Europe. *J. Food Qual.* 2011. Vol. 34, Iss. 3. P. 187–194. doi: 10.1111/j.1745-4557.2011.00387.x
7. Bekatorou A., Plioni I., Sparou K. et al. Bacterial Cellulose Production Using the Corinthian Currant Finishing Side-Stream and Cheese Whey: Process Optimization and Textural Characterization. *Foods*. 2019. Vol. 8, Iss. 6. P. 345–359. doi: 10.3390/foods8060193
8. Tsuji R., Koizumi H., Aoki D. et al. Lignin-rich enzyme lignin (LREL), a cellulase-treated lignin-carbohydrate derived from plants, activates myeloid dendritic cells via Toll-like receptor 4 (TLR4). *J. Biol. Chem.* 2015. Vol. 290, Iss. 7. P. 4410–4421. doi: 10.1074/jbc.M114.593673
9. Rop O., Sochor J., Jurikova T. et al. Effect of five different stages of ripening on chemical compounds in medlar (*Mespilus germanica* L.). *Molecules*. 2011. Vol. 16, Iss. 1. P. 74–91. doi: 10.3390/molecules16010074
10. Lavola A., Karjalainen R., Julkunen-Tiitto R. Bioactive Polyphenols in Leaves, Stems, and Berries of Saskatoon (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) Cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 2012. Vol. 60, Iss. 4. P. 1020–1027. doi: 10.1021/jf204056s
11. Rop O., Balik J., Reznicek V. et al. Chemical Characteristics of Fruits of Some Selected Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) Cultivars. *Czech J. Food Sci.* 2011. Vol. 29, Iss. 1. P. 65–73. doi: 10.17221/212/2009-CJFS
12. Zitka O., Sochor J., Rop O. et al. Comparison of various easy-to-use procedures for extraction of phenols from apricot fruits. *Molecules*. 2011. Vol. 16, Iss. 4. P. 2914–2936. doi: 10.3390/molecules16042914

13. Jurikova T., Sochor J., Rop O. et al. Evaluation of polyphenolic profile and nutritional value of non-traditional fruit species in the Czech Republic – a comparative study *Molecules*. 2012. Vol. 17, Iss. 8. P. 8968–8981. doi: 10.3390/molecules17088968
14. Kolečka I., Hasanagić D., Todorović V. et al. Biostimulant prevents yield loss and reduces oxidative damage in tomato plants grown on reduced NPK nutrition. *J. Plant Interact.* 2017. Vol. 12, Iss. 1. P. 209–218. doi: 10.1080/17429145.2017.1319503

References

1. Shevchuk, L. M., Prymachuk, L. S., & Prymachuk, M. M. (2011). Effect of fertilizers on the black current fruit qualitative indexes. *Naukovì dopovidì NUBiP Ukraïni* [Scientific reports NULES of Ukraine], 6. Retrieved from http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_6/11slm.pdf [in Ukrainian]
2. Kopytko, P. H., Krotkyk, A. S., Liubych, V. V., Kononenko, L. M., & Ulianych, I. F. (2019). Influence of agricultural technology elements on parameters of currant bush. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 27, 99–107. [in Ukrainian]
3. Khanal, B. P., Grimm, E., & Knoche, M. (2011). Fruit growth, cuticle deposition, water uptake, and fruit cracking in jostaberry, gooseberry, and black currant. *Sci. Hort.*, 128(3), 289–296.
4. Rop, O., Řezníček, V., Mlček, J., Juríková, T., Balík, J., Sochor, J., & Kramářová, D. (2011). Antioxidant and radical oxygen species scavenging activities of 12 cultivars of blue honeysuckle fruit. *Hort. Sci. (Prague)*, 38(2), 63–70. doi: 10.17221/99/2010-HORTSCI
5. Jurikova, T., Rop, O., Mlcek, J., Sochor, J., Balla, S., Szekeres, L., ... Kizek, R. (2012). Phenolic Profile of Edible Honeysuckle Berries (genus *Lonicera*) and Their Biological Effects. *Molecules*, 17(1), 61–79. doi: 10.3390/molecules17010061
6. Rop, O., Jurikova, T., Sochor, J., Mlcek, J., & Kramarova, D. (2011). Antioxidant capacity, scavenging radical activity and selected chemical composition of native apple cultivars from Central Europe. *J. Food Qual.*, 34(3), 187–194. doi: 10.1111/j.1745-4557.2011.00387.x
7. Bekatorou, A., Plioni, I., Sparou, K., Maroutsiou, R., Tsafarakidou, P., Petsi, T., & Kordouli, E. (2019). Bacterial cellulose production using the corinthian currant finishing side-stream and cheese whey: process optimization and textural characterization. *Foods*, 8(6), 345–359. doi: 10.3390/foods8060193
8. Tsuji, R., Koizumi, H., Aoki, D., Watanabe, Y., Sugihara, Y., Matsushita, Y., Fukushima, K., & Fujiwara, D. (2015). Lignin-rich enzyme lignin (LREL), a cellulase-treated lignin-carbohydrate derived from plants, activates myeloid dendritic cells via Toll-like receptor 4 (TLR4). *J. Biol. Chem.*, 290(7), 4410–4421. doi: 10.1074/jbc.M114.593673
9. Rop, O., Sochor, J., Jurikova, T., Zitka, O., Skutkova, H., Mlcek, J., ... Kizek, R. (2011). Effect of five different stages of ripening on chemical compounds in medlar (*Mespilus germanica* L.). *Molecules*, 16(1), 74–91. doi: 10.3390/molecules16010074
10. Lavola, A., Karjalainen, R., & Julkunen-Tiitto, R. (2012). Bioactive Polyphenols in Leaves, Stems, and Berries of Saskatoon (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) Cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 60(4), 1020–1027. doi: 10.1021/jf204056s
11. Rop, O., Balík, J., Reznicek, V., Jurikova, T., Skardova, P., Salas, P., ... Kramarova, D. (2011). Chemical Characteristics of Fruits of Some Selected Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) Cultivars. *Czech J. Food Sci.*, 29(1), 65–73. doi: 10.17221/212/2009-CJFS
12. Zitka, O., Sochor, J., Rop, O., Skalickova, S., Sobrova, P., Zehnalek, J., ... Kizek, R. (2011). Comparison of various easy-to-use procedures for extraction of phenols from apricot fruits. *Molecules*, 16(4), 2914–2936. doi: 10.3390/molecules16042914
13. Jurikova, T., Sochor, J., Rop, O., Mlček, J., Balla, Š., Szekeres, L., ... Kizek, R. (2012). Evaluation of polyphenolic profile and nutritional value of non-traditional fruit species in the Czech Republic – a comparative study. *Molecules*, 17(8), 8968–8981. doi: 10.3390/molecules17088968
14. Kolečka, I., Hasanagić, D., Todorović, V., Murtić, S., Klokić, I., Parađiković, N., & Kukavica, B. (2017). Biostimulant prevents yield loss and reduces oxidative damage in tomato plants grown on reduced NPK nutrition. *J. Plant Interact.*, 12(1), 209–218. doi: 10.1080/17429145.2017.1319503

УДК 631.559:634.723:631.4:631.81

Копытко П. Г., Кротик А. С., Любич В. В., Терещенко Ю. Ф., Недвига Н. В. Содержание биохимических составляющих в растениях смородины черной в зависимости от элементов агротехнологии // Новітні агротехнології. 2019. № 7. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204816>.

Уманський національний університет садівництва, ул. Інститутська, 1, г. Умань, Черкасска обл., 20305, Україна, *e-mail: LyubichV@gmail.com

Цель. Изучение вопроса по формированию биохимических составляющих растений смородины в зависимости от элементов агротехнологии. **Методы.** Физико-химический, аналитический, статистический. **Результаты.** Установлено, что содержание биохимических составляющих (содержание азота, фосфора и калия в листьях, побегах и ягодах, содержание аскорбиновой кислоты и общих сахаров в ягодах) растения

смородины черной меняются в зависимости от элементов агротехнологии (содержание почвы в междурядьях и прикустовых полосах, применение удобрений). Высокое содержание азота и фосфора формируется в растениях смородины черной при содержании почвы в междурядьях под чистым паром с применением $N_{60}P_{90}K_{90}$. Содержание почвы в прикустовых полосах и применение препарата Риверм влияло на этот показатель меньше. Содержание калия мало меняется в зависимости от исследованных элементов агротехнологии. При содержании почвы в междурядьях под чистым паром на неудобренных участках содержание аскорбиновой кислоты в ягодах составляло 160–162 мг/100 г в зависимости от содержания почвы в прикустовых полосах. Применение $N_{60}P_{90}K_{90}$ повышало содержание аскорбиновой кислоты на 3 % независимо от содержания почвы в прикустовых полосах. Применение $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Риверм 1–3 % повышало этот показатель на 6–9 % по сравнению с контролем. За содержание почвы в междурядьях под чистым паром на неудобренных участках содержание общих сахаров в ягодах составляло 7,5–7,6 % в зависимости от содержания почвы в прикустовых полосах. Применение $N_{60}P_{90}K_{90}$ повышало содержание сахаров на 3–4 % в зависимости от содержания почвы в прикустовых полосах. Применение $N_{60}P_{90}K_{90}0$ + Риверм 1–3 % повышало этот показатель на 4–9 % по сравнению с контролем. **Выводы.** Содержание азота в листьях составляет 2,01–2,32 %, в побегах – 1,89–2,07, в ягодах – 1,10–1,31 % в зависимости от элементов агротехнологии. Содержание фосфора соответственно 0,19–0,32 %, 0,10–0,16, 0,42–0,52 %. Содержание калия соответственно 1,27–1,49 %, 1,03–1,25, 1,44–1,55 %. Содержание химических элементов в растениях смородины черной больше зависит от содержания почвы в междурядьях и применения удобрений. Высокое содержание азота, фосфора и калия в растениях формируется при выращивании смородины под чистым паром с применением $N_{60}P_{90}K_{90}$. Применение удобрений существенно увеличивает содержание аскорбиновой кислоты в ягодах смородины. Самое высокое ее содержание обеспечивает выращивание смородины в варианте $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Риверм 1–3 % независимо от содержания почвы в междурядье и прикустовых полосах. При таком сценарии агротехнологии содержание аскорбиновой кислоты составляет 166–174 мг/100 г ягод, содержание сахаров – 7,8–8,3 %.

Ключевые слова: смородина черная, элементы агротехнологии; содержание азота; фосфора и калия в растениях; аскорбиновая кислота; содержание сахаров.

UDC 631.559:634.723:631.4:631.81

Копитко, Р. Н., Кротик, А. С., Любич, В. В.*, Tereshchenko, Y. F., & Nedvyga, M. V. (2019). Biochemical components content in black currant plants as affected by the elements of agricultural technology. *Novitni agrotehnologii* [Advanced agritechologies], 7. Retrieved from <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204816>. [in Ukrainian]

Uman National University of Horticulture, 1 Instytutska St., Uman, Cherkasy region, 20305, Ukraine,

*e-mail: LyubichV@gmail.com

Purpose. The study of the formation of currant plants biochemical components as affected by the elements of agricultural technology. **Methods.** Physical and chemical, analytical, statistical. **Results.** It was established that the content of biochemical components (nitrogen, phosphorus and potassium in leaves, shoots and berries, content of ascorbic acid and total sugars) of black currant plants vary as affected by the elements of agricultural technology (soil maintenance in inter-rows and bush strips, fertilizers application). The highest content of nitrogen and phosphorus is formed in black currant plants by keeping soil of inter-rows under bare fallow and applying $N_{60}P_{90}K_{90}$. Soil maintenance in bush strips and the use of Riverm had less effect on their contents. The potassium content varies little depending on the studied elements of agricultural technology. The content of ascorbic acid in the berries was 160–162 mg/100 g depending on soil maintenance in bush strips by keeping soil of inter-rows as bare fallow on non-fertilizer areas. $N_{60}P_{90}K_{90}$ application increased the content of ascorbic acid by 3 %, regardless of soil maintenance of bush strips. The use of $N_{60}P_{90}K_{90}$ + 1–3 % Riverm increased this figure by 6–9 % compared to the control. The content of total sugars in the berries was 7.5–7.6 %, depending on soil maintenance of bush strips by keeping soil of inter-rows as bare fallow on non-fertilizer areas. $N_{60}P_{90}K_{90}$ application increased sugar content by 3–4 %, depending on soil maintenance of bush strips. The use of $N_{60}P_{90}K_{90}$ + 1–3 % Riverm increased this figure by 4–9 % compared to the control. **Conclusions.** Nitrogen content in the leaves is 2.01–2.32 %, in shoots 1.89–2.07, in berries 1.10–1.31 %, as affected by the elements of agricultural technology. Phosphorus content is 0.19–0.32 %, 0.10–0.16, 0.42–0.52 %, respectively. Potassium content is 1.27–1.49 %, 1.03–1.25 %, 1.44–1.55 %, respectively. The content of chemical elements in black currant plants is most dependent on soil maintenance of inter-rows and the use of fertilizers. The highest levels of nitrogen, phosphorus, and potassium in plants are formed by growing currants in bare fallow with application of $N_{60}P_{90}K_{90}$. The use of fertilizers significantly increases the content of ascorbic acid in currant berries. Its highest content provides currant cultivation with $N_{60}P_{90}K_{90}$ + 1–3 % Riverm irrespective of soil maintenance of inter-rows and bush strips. In this scenario of agricultural technology, the content of ascorbic acid is 166–174 mg/100 g of berries, sugar content is 7.8–8.3 %.

Keywords: black currant; elements of agricultural technology; nitrogen, phosphorus and potassium content in plants; ascorbic acid; sugar content.

Надійшла / Received 25.10.2019
Погоджено до друку / Accepted 03.12.2019