

UDC 664.7.004.12:633.111:631.526.3

Yeremeieva, O. A.¹, Harchenko, Ye. I.², Tkachenko, H. V.¹, & Liubych, V. V.¹ (2020). Baking properties of soft wheat grain with the addition of spelt wheat. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 28, 84–92. [in Ukrainian]

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

²National University of Food Technologies, 68 Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine, e-mail: info@nuft.edu.ua

Purpose. Investigate the formation of baking properties of soft wheat grain with the addition of spelt wheat. **Methods.** Laboratory, mathematical and statistical, organoleptic, expert. **Results.** The research results of the grinding process of crushing batches with a percentage of spelt content of 5 %, 10, 15, 20, 25 %, indicate that in the third and fifth samples there is high gluten content – 29.6 % and 29.0 %. The lowest number in the fourth sample is 24.8 %. By colour, all samples of the obtained flour is of the highest quality. The results of trial bread baking performed good results. The best flour milling and baking properties were characterized by samples with a percentage of spelt in the amount of 15, 20 and 25 %. The obtained research results scientifically substantiate the expediency of adding spelt wheat to the crushing batches of soft wheat in the amount of 15 % to improve the milling and baking properties. It is when adding 15 % of spelt wheat to the crushing batch of soft wheat that the greatest extraction of flour was obtained, which as a result of trial bread baking showed its high quality. **Conclusions.** The baking properties of spelt wheat are similar to soft one. The grain of the studied variety of spelt wheat is inferior in volume of bread. It has been found that the adding of 15–20 % of spelt wheat to soft one does not reduce the baking properties of the latter flour. The gluten content is at the level of soft wheat. The volume of bread is 495–506 cm³. The porosity is 73.0–74.1 %, the persistent shape of hearth bread is 0.32–0.33.

Keywords: spelt wheat, soft wheat, flour, grain, gluten content, bread volume.

Надійшла / Received 03.02.2020

Погоджено до друку / Accepted 18.02.2020

УДК 631.559:634.723:631.4:631.81

Вміст хлорофілу в листках смородини залежно від елементів агротехнології

П. Г. Копитко, А. С. Кротик, В. В. Любич, Л. М. Кононенко

Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна, e-mail: anya_uman@list.ru

Мета. Вивчення питання щодо формування вмісту хлорофілу, його маси у рослинах смородини залежно від елементів агротехнології. **Методи.** Польовий, фізичний, аналітичний, статистичний. **Результати.** У статті наведено результати вивчення вмісту хлорофілу в листках смородини, його маси залежно від елементів агротехнології, а також встановлено залежність з урожайністю ягід. Встановлено, що найвищим вміст хлорофілу був за внесення N₆₀P₉₀K₉₀ із позакореневим підживленням 5 % розчином добрива Ріверм – 0,36 % за утримування міжрядь під чистим паром. Внесення мінеральних добрив без позакореневого підживлення підвищує цей показник до 0,24–0,28 % залежно від утримування ґрунту в прикущових смугах. Позакореневе підживлення 1 % розчином добрива Ріверм підвищує вміст хлорофілу на 28–40 %, а 2–5 % розчином – на 60–65 % залежно від утримування ґрунту в прикущових смугах. Дослідження свідчать, що маса хлорофілу змінюється в широкому

діапазоні, величина якого найбільше змінюється від маси листків смородини. Так, на фоні утримування ґрунту в міжряддях під чистим паром у варіанті без добрив цей показник за утримання прикущових смуг під чистим паром становить 3,67 кг/га, мульчування соломкою – 4,70, плівкою – 4,55 кг/га. Внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ істотно підвищує цей показник відповідно до 4,83, 6,47 і 5,51 кг/га або на 32–38 % порівняно з контролем. Позакореневе підживлення також істотно впливає на збільшення маси хлорофілу, проте оптимальним є варіант із застосуванням 3-відсоткового розчину добрива Ріверм. **Висновки.** Вміст хлорофілу та його маса в листках смородини чорної істотно залежить від елементів агротехнології. Найбільше на вміст хлорофілу в листках впливає утримування ґрунту в міжряддях і застосування добрив. Вміст хлорофілу змінюється від 0,61 до 0,77 % залежно від утримання прикущових смуг і удобрення на тлі утримання міжрядь під чистим паром. За вирощування смородини на тлі залуження цей показник становить 0,60–0,70 %. Проте маса хлорофілу збільшується від 11,1–14,2 кг/га у варіанті без добрив до 16,7–17,2 кг/га у варіанті $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 3 % за утримання міжрядь під чорним паром. Вирощування рослин смородини під залуженням збільшує його відповідно з 7,6–8,9 до 12,1–13,0 кг/га залежно від утримання прикущових смуг. Оптимально вирощувати смородину чорну за внесення добрив $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 3 % з утриманням міжрядь під чистим паром і мульчуванням прикущових смуг соломкою або плівкою.

Ключові слова: смородина; елементи агротехнології; хлорофіл.

Вступ

Нині збільшення виробництва продукції садівництва можливе за високої інтенсифікації ягідництва впровадженням інтенсивних агротехнологій з використанням високопродуктивних сортів [1–4].

Ягоди смородини чорної (*Ribes nigrum* L.) є одним із джерел забезпечення організму людини вітамінами, мінеральними елементами та антиоксидантами для нормального його функціонування. Нині для підвищення продуктивності смородини важливим є розроблення елементів агротехнології, що зменшують негативний вплив абіотичних і біотичних чинників [5, 6]. Відомо, що накопичення біомаси рослинами залежить не лише від роботи асиміляційного апарату, а й від кількості хлорофілу, тому вивчення впливу елементів агротехнології на цей показник є актуальним.

Дослідження вчених [7–10] свідчать, що продуктивність смородини істотно залежить від вибору сорту, удобрення та утримування ґрунту в міжрядді та рядках. Найбільшу врожайність ягід отримано за утримання міжряддя під паро-сидеральною системою – від 39,9 до 83,2 ц/га проти 36,1–54,9 ц/га за утримання міжряддя залежно від сорту під залуженням.

Утримання міжряддя під чистим паром зумовлює розвиток ерозійних процесів, що сприяє зниженню продуктивності рослин смородини. Проте задерніння спричиняє дефіцит елементів живлення в ґрунті та вологі. Альтернативою є застосування паро-сидеральної системи, що передбачає вирощування жита озимого [11].

Важливим показником ефективності роботи асиміляційного апарату рослин, їх здатності акумулювати продукти первинного метаболізму є вміст у листках пластидних пігментів і передусім хлорофілу. Пігментний комплекс рослин бере участь у процесах фотосинтезу і створює основу для синтезу багатьох органічних сполук, які залежно від стадій розвитку, фенологічних фаз і умов вирощування рослин виконують регуляторні, антиоксидантні, захисні та інші функції [12–13]. Хлорофіл у процесі фотосинтезу є світлопоглинальним пігментом. У синтезі хлорофілу та його функціонуванні бере участь багато генів. Розвиток хлоропластів залежить як від ядерної, так і пластидної ДНК, а також від цитоплазматичних і хлоропластних рибосом. Проте їх детермінація визначається біотичними та абіотичними чинниками. Основними абіотичними чинниками, що впливають на ефективність синтезу та функціонування хлорофілу, є світло, температура, вода, кисень та рівень мінерального живлення [13].

Мета досліджень – вивчення питання щодо формування вмісту хлорофілу, його маси у рослинах смородини залежно від елементів агротехнології.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в навчально-науково-виробничому відділі Уманського НУС у насадженнях смородини чорної сорту Сюїта кийська 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 ($pH_{\text{сол}} 5,5$), 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 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, азотні – перед відновленням весняної вегетації.

Схема досліду включала варіанти з утриманням ґрунту в міжряддях під чистим паром і залуженням, утримання прикущових смуг під чистим паром, мульчуванням соломною 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 $N_{60}P_{90}K_{90}$. Схема розміщення кущів смородини $3 \times 0,5$ м, повторність досліду триразова. Площу листової поверхні визначали у фазу досягання ягід за методикою О. О. Ничипоровича (метод висічок).

Вміст зелених пігментів (хлорофіл а + b) в листках смородини визначали за методом Т. Н. Годнева [14, 15]. Статистичну обробку даних проводили методом трифакторного дисперсійного аналізу, використовуючи сучасні комп'ютерні технології (ПК «Agrostat», MS Office Excel).

Результати досліджень

Встановлено, що вміст хлорофілу в листках смородини змінювався від 0,61 до 0,77 % залежно від елементів агротехнології (табл. 1). Найбільше на вміст хлорофілу в листках смородини впливало утримування ґрунту в міжряддях і застосування добрив. Під час вирощування рослин, міжряддя яких утримували під чистим паром, найвищий вміст хлорофілу був за внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ у поєднанні з позакореневим підживленням 5 % розчином добрива Ріверм – 0,73 %, проти 0,64 % у варіанті без добрив. Внесення мінеральних добрив без позакореневого підживлення підвищувало цей показник до 0,64–0,69 % залежно від утримування ґрунту в прикущових смугах. Позакореневе підживлення 1 % розчином добрива Ріверм підвищувало вміст хлорофілу на 28–40 %, а 2–5 %-м розчином – на 60–65 % залежно від утримування ґрунту в прикущових смугах.

Подібну тенденцію встановлено під час вирощування смородини за утримування ґрунту в міжряддях залуженням, проте вміст хлорофілу завжди був істотно нижчим порівняно з варіантами, де міжряддя утримували під чистим паром. Найвищий вміст хлорофілу формувався за внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ у поєднанні з позакореневим підживленням 3 %-м розчином добрива Ріверм. Найнижчим цей показник був у варіанті без добрив – 0,60–0,61 %.

Дослідження свідчать, що маса хлорофілу на одиницю площі змінювалась у широкому діапазоні, на величину якої найбільше впливало підвищення маси листків смородини. Так, на фоні утримування ґрунту в міжряддях під чистим паром у варіанті без добрив цей показник за утримання прикущових смуг під чистим паром становив 11,1 кг/га, мульчування соломною – 14,2, плівкою – 13,5 кг/га (рис. 1).

Внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ підвищувало цей показник відповідно до 13,2, 16,0 і 13,7 кг/га або на 32–38 % порівняно з контролем. Позакореневе підживлення також істотно впливало на збільшення маси хлорофілу, проте оптимальним був варіант із застосуванням 3 %-го розчину

добрива Ріверм. Так, цей показник становив 16,7 кг/га за утримування прикущових смуг під чистим паром, 17,2 – за мульчування соломою та 16,9 кг/га – за мульчування плівкою або в 1,2–1,5 раза більше порівняно з варіантом без добрив і 1,2–1,3 раза більше порівняно з варіантом N₆₀P₉₀K₉₀. Застосування 1- і 5 %-го розчину добрива Ріверм було менш ефективним.

Таблиця 1

Вміст хлорофілу в листках смородини чорної залежно від елементів агротехнології, % на суху речовину

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	0,61	0,62	0,61	0,61
		мульчування соломою	0,61	0,62	0,62	0,62
		мульчування плівкою	0,61	0,62	0,64	0,62
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ – (фон)	чистий пар	0,64	0,66	0,63	0,64
		мульчування соломою	0,67	0,70	0,69	0,69
		мульчування плівкою	0,66	0,72	0,67	0,68
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	0,66	0,70	0,70	0,69
		мульчування соломою	0,70	0,79	0,72	0,74
		мульчування плівкою	0,66	0,70	0,71	0,69
	Фон + Ріверм 3 %	чистий пар	0,72	0,75	0,73	0,73
		мульчування соломою	0,73	0,77	0,73	0,74
		мульчування плівкою	0,68	0,73	0,73	0,71
Фон + Ріверм 5 %	чистий пар	0,71	0,75	0,73	0,73	
	мульчування соломою	0,73	0,80	0,77	0,77	
	мульчування плівкою	0,66	0,74	0,73	0,71	
Залуження	Без добрив (контроль)	чистий пар	0,59	0,60	0,60	0,60
		мульчування соломою	0,60	0,61	0,61	0,61
		мульчування плівкою	0,60	0,61	0,61	0,61
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ – (фон)	чистий пар	0,66	0,69	0,65	0,67
		мульчування соломою	0,63	0,67	0,66	0,65
		мульчування плівкою	0,63	0,68	0,64	0,65
	Фон + Ріверм 1 %	чистий пар	0,66	0,71	0,67	0,68
		мульчування соломою	0,65	0,71	0,68	0,68
		мульчування плівкою	0,67	0,68	0,66	0,67
	Фон + Ріверм 3 %	чистий пар	0,67	0,68	0,71	0,69
		мульчування соломою	0,71	0,73	0,71	0,72
		мульчування плівкою	0,67	0,72	0,69	0,69
Фон + Ріверм 5 %	чистий пар	0,70	0,69	0,69	0,69	
	мульчування соломою	0,65	0,73	0,73	0,70	
	мульчування плівкою	0,67	0,70	0,69	0,69	
NIP _{0,05} за факторами		А	0,01	0,01	0,02	0,01
		В	0,02	0,02	0,03	0,02
		С	0,01	0,01	0,01	0,01

Маса хлорофілу в листках смородини під час залуження міжрядь була істотно меншою в усіх варіантах порівняно з варіантами, де смородину вирощували з утриманням міжрядь під чистим паром (NIP_{0,05} = 0,32). Так, у варіанті без добрив цей показник змінювався від 7,6

РОСЛИНИЦТВО

до 8,9 кг/га залежно від утримання прикущових смуг і збільшувався до 8,0–8,8 кг/га за внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$. Найбільшу масу хлорофілу забезпечувало застосування повного мінерального добрива з позакореневим підживленням у варіантах з утриманням прикущових смуг мульчуванням соломкою – 12,2–13,0 кг/га. Мульчування плівкою та чистий пар при цьому сприяли формуванню на 0,9–1,3 кг/га меншому накопиченню хлорофілу порівняно з соломкою.

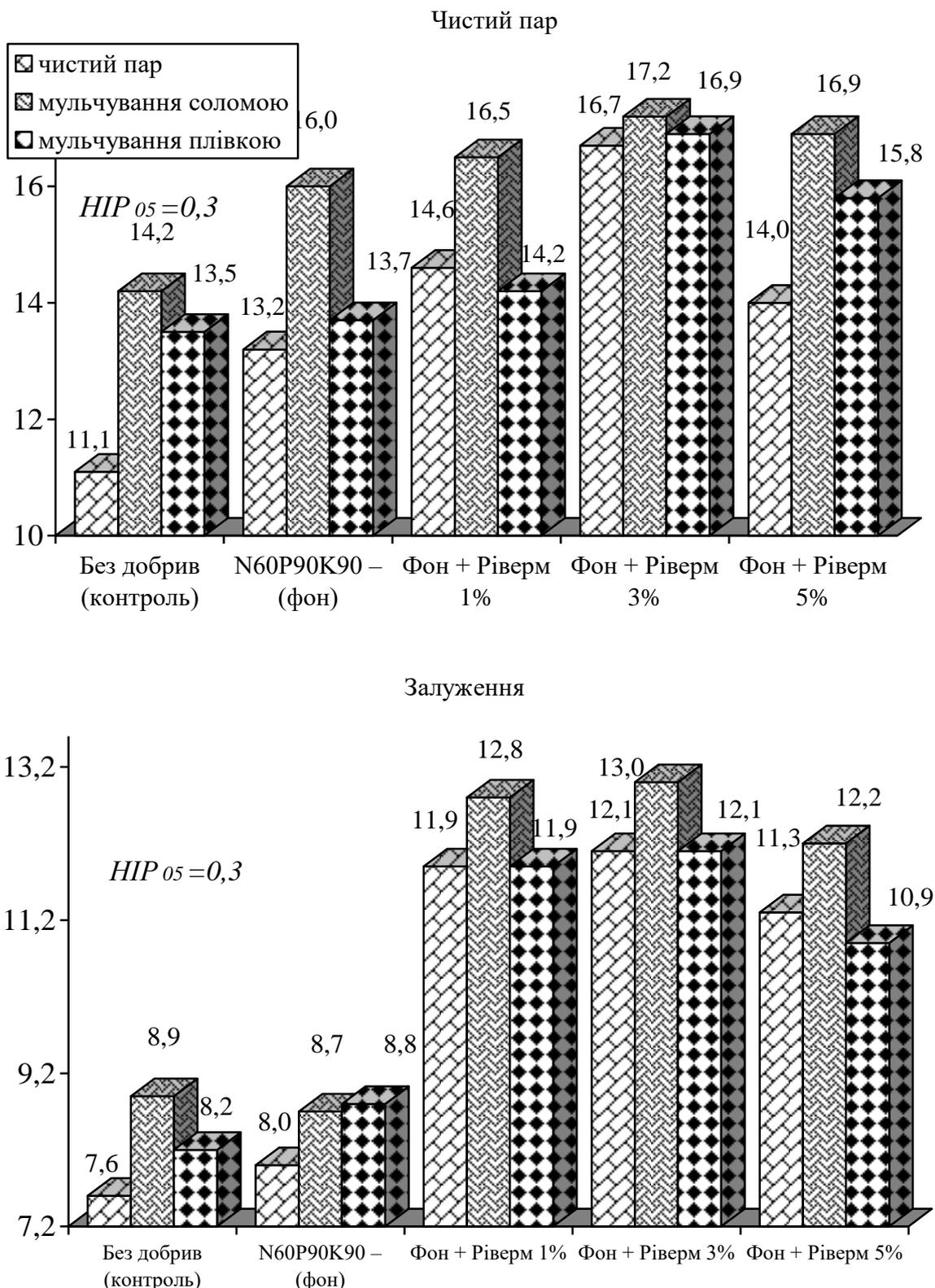


Рис. 1. Маса хлорофілу в сухій масі листків рослин смородини залежно від елементів агротехнології, кг/га (2007–2009 рр.)

РОСЛИНИЦТВО

Урожайність ягід смородини чорної істотно залежала від умов агротехнології. У середньому за три роки досліджень цей показник становив 4,12 т/га за утримання прикущових смуг під чистим паром на фоні без добрив (рис. 2).

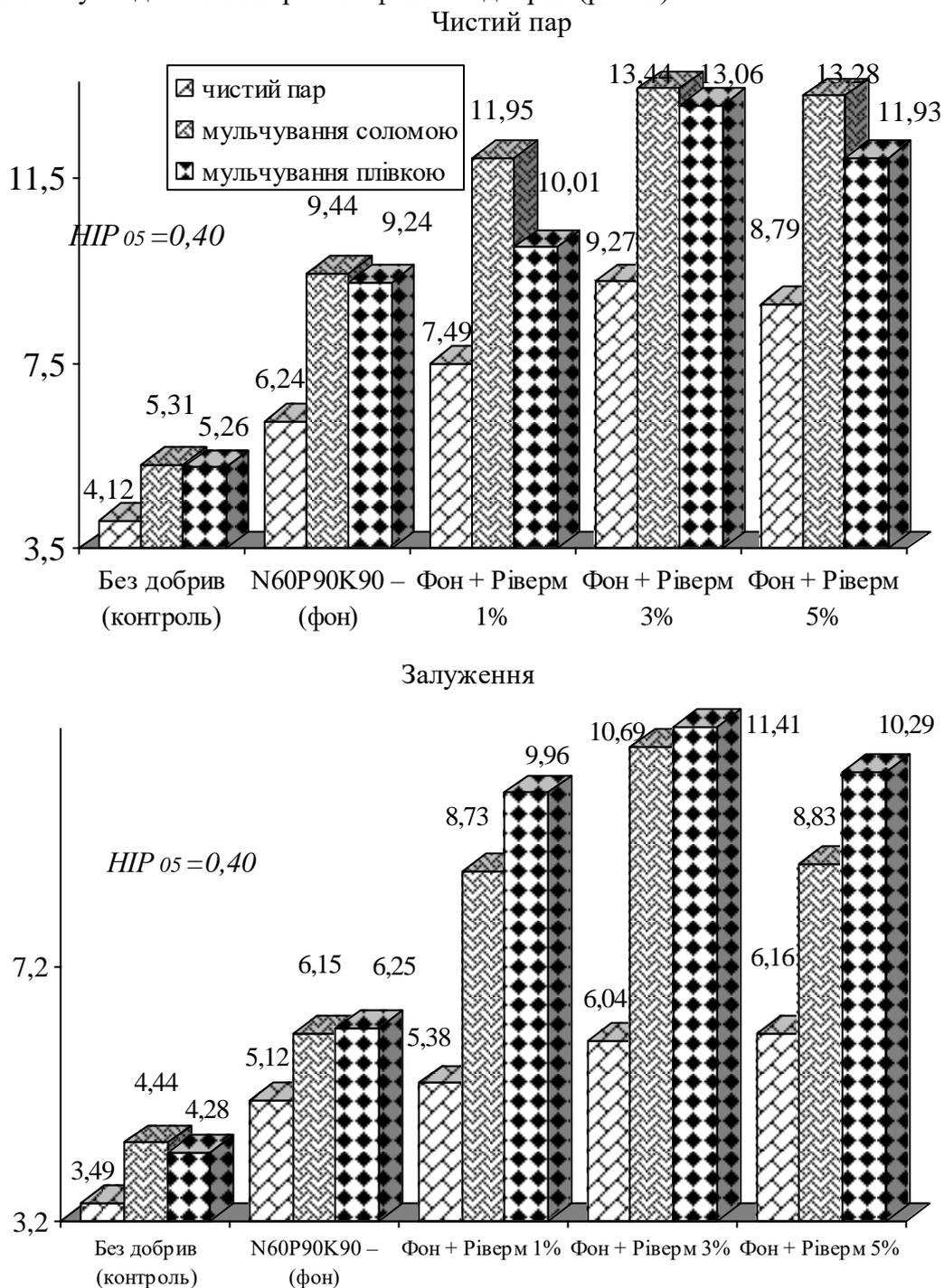


Рис. 2. Урожайність смородини залежно від елементів агротехнології, т/га (2007–2009 рр.)

Мульчування соломною забезпечувало збільшення врожайності ягід на 29 %, а під час мульчування плівкою – на 28 %. Застосування мінеральних добрив із позакореневим підживленням препаратом Ріверм істотно збільшило врожайність ягід, яка найбільшою була у варіанті N₆₀P₉₀K₉₀ + Ріверм 3 %. Так, цей показник зростав до 9,27 т/га за утримання прикущових смуг під чистим паром, 13,44 т/га – за мульчуванням смуги соломною і 13,06 т/га – за мульчування смуг плівкою. Застосування 5 %-го розчину добрива Ріверм не істотно впливало на приріст врожаю.

Подібну закономірність встановлено і під час вирощування смородини чорної за утримання міжрядь з використанням залуження, проте врожайність ягід була на 13–35 % меншою, ніж у варіантах, де міжряддя смородини утримували під чистим паром. Наприклад, найнижчу врожайність (3,49–4,44 т/га) ягід отримано на ділянках без добрив, яка найбільше зростала до 6,04–11,41 т/га і залежала від утримання прикущових смуг.

Удобрення сприяло істотному збільшенню врожайності порівняно з контролем. Так, за мульчування прикущових смуг плівкою в поєднанні з варіантом удобрення $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 3 % – 11,87 т/га і мульчуванні прикущових смуг соломною в поєднанні з варіантом удобрення $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 5 % – 11,73 т/га.

За утримання міжрядь під залуженням мульчування прикущових смуг сприяло кращим показникам урожайності порівняно з утриманням їх під чистим паром. Аналізуючи варіанти удобрення кущів смородини та контроль, встановлено, що врожайність була істотно вищою. Зокрема, найбільшу врожайність отримали у варіанті з мульчуванням прикущових смуг плівкою в поєднанні з удобренням $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 3 % – 11,47 т/га.

Мульчування прикущових смуг соломною і плівкою створили кращі умови для підвищення врожайності, ніж у варіантах з утриманням їх під чистим паром. При удобренні кущів різниця відносно контролю була за мульчування прикущових смуг плівкою на фоні $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 3 % і $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 5 %; показники врожайності становили відповідно 11,04 і 10,89 т/га.

За допомогою регресійного аналізу встановлено високий кореляційний зв'язок ($r = 0,77$) між урожайністю ягід смородини та масою хлорофілу в листках, який описується таким рівнянням:

$$Y = 0,7191x + 6,8655,$$

де y – урожайність, т/га;

x – маса хлорофілу, кг/га (рис. 3).

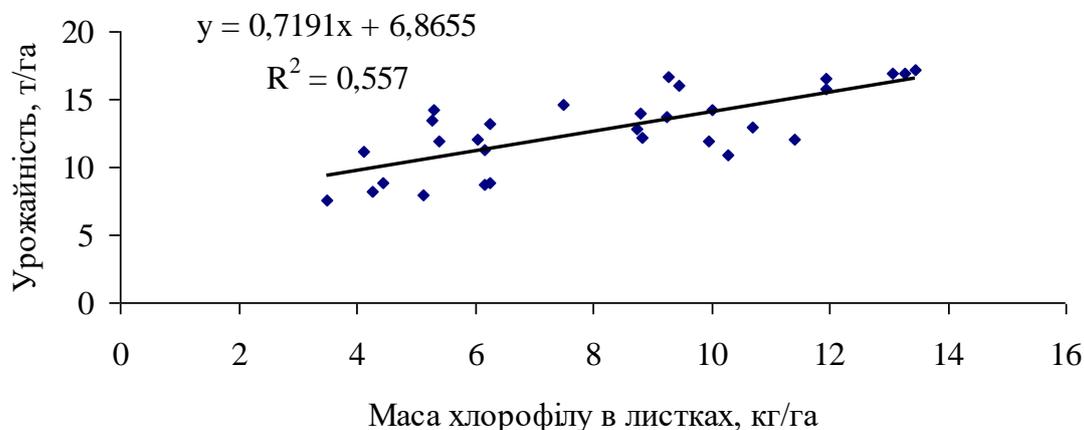


Рис. 3. Кореляційна залежність між урожайністю ягід і масою хлорофілу в листках смородини, 2007–2009 рр.

Висновки

Вміст хлорофілу та його маса в листках смородини чорної істотно залежить від елементів агротехнології. Найбільше на вміст хлорофілу в листках впливає утримання ґрунту в міжряддях і застосування добрив. Вміст хлорофілу змінюється від 0,61 до 0,77 % залежно від утримання прикущових смуг і удобрення на тлі утримання міжрядь під чистим паром. За вирощування смородини на тлі залуження цей показник становить 0,60–0,70 %. Проте маса хлорофілу збільшується від 11,1–14,2 кг/га у варіанті без добрив до 16,7–17,2 кг/га у варіанті $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 3 % за утримання міжрядь під чорним паром. Вирощування рослин смородини під залуженням збільшує його відповідно з 7,6–8,9 до 12,1–

13,0 кг/га залежно від утримання прикущових смуг. Оптимально вирощувати смородину чорну за внесення добрив $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Ріверм 3 % з утриманням міжрядь під чистим паром і мульчуванням прикущових смуг соломною або плівкою.

Використана література

1. Ashigai H., Komano Yu., Wang G., et al. Polysaccharide from black currant (*Ribes nigrum* L.) stimulates dendritic cells through TLR4 signaling. *Biosci Microbiota Food Health*. 2017. Vol. 36, Iss. 4. P. 141–145.
2. Iida H., Nakamura Y., Matsumoto H., Kawahata K., Koga J., Katsumi O. Differential effects of black currant anthocyanins on diffuseror negative lens-induced ocular elongation in chicks. *J Ocul Pharmacol Ther*. 2013. Vol. 29. P. 604–609.
3. Dudek A.M., Martin S., Garg A.D., Agostinis P. Immature, semi-mature, and fully mature dendritic cells: toward a DC-cancer cells interface that augments anticancer immunity. *Front Immunol*. 2013. Vol. 4. P. 438–454.
4. 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.
5. Heiberg N. Raspberry root rot in Norway. *Nordisk Jordgrubsforsking*. 2015. Vol. 7, Iss. 1. P. 120.
6. Watts C., West M.A., Zaru R. TLR signalling regulated antigen presentation in dendritic cells. *Curr Opin Immunol*. 2010. Vol. 22. P. 124–130.
7. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2015. 376 с.
8. Bekatorou A., Plioni I., Sparou K., Maroutsiou R., Tsafrakidou P., Petsi T., Kordouli E. Bacterial Cellulose Production Using the Corinthian Currant Finishing Side-Stream and Cheese Whey: Process Optimization and Textural Characterization. *Foods*. 2019. Vol. 8, issue 6. P. 345–359.
9. Khudhur S. A., Omer T. J. Effect of NAA and IAA on Stem Cuttings of Dalbergia Sissoo (Roxb). *Journal of Biology and Life Science*. 2015. Vol. 6, iss. 2. P. 208–220.
10. Gopalan A., Reuben S.C., Ahmed S., Darvesh A.S., Hohmann J., Bishayee A. The health benefits of blackcurrants. *Food Funct*. 2012. Vol. 3. P. 795–809.
11. Tsai Y.T., Cheng P.C., Pan T.M. The immunomodulatory effects of lactic acid bacteria for improving immune functions and benefits. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2012. Vol. 96. P. 853–862.
12. Nagai T., Makino S., Ikegami S., Itoh H., Yamada H., Oda M. Effects of oral administration of yogurt fermented with *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* OLL1073R-1 and its exopolysaccharides against influenza virus infection in mice. *Int Immunopharmacol*. 2011. Vol. 11. P. 2246–2250.
13. Tsuji R., Koizumi H., Aoki D., Watanabe Y., Sugihara Y., Matsushita Y., Fukushima K., Fujiwara D. 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. P. 4410–4421.
14. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. *Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів*. Київ: Нічлава, 2003. 320 с.
15. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П. *Основи наукових досліджень в агрономії*. Вінниця: Едельвейс, 2014. 332 с.

References

1. Ashigai, H., Komano, Yu., Wang, G., et al. (2017). Polysaccharide from black currant (*Ribes nigrum* L.) stimulates dendritic cells through TLR4 signaling. *Biosci Microbiota Food Health*, 36(4), 141–145.
2. Iida, H., Nakamura, Y., Matsumoto, H., Kawahata, K., Koga, J., Katsumi, O. (2013). Differential effects of black currant anthocyanins on diffuseror negative lens-induced ocular elongation in chicks. *J Ocul Pharmacol Ther*, 29, 604–609.

3. Dudek, A.M., Martin, S., Garg, A.D., Agostinis, P. (2013). Immature, semi-mature, and fully mature dendritic cells: toward a DC-cancer cells interface that augments anticancer immunity. *Front Immunol*, 4, 438–454.
4. Копытко, П. Н., Кротык, А. С., Любич, В. В. et al. (2019). Influence of agricultural technology elements on parameters of currant bush. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kult. cukrov. buràkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 27, 99–107. [in Ukrainian].
5. Heiberg, N. (2015). Raspberry root rot in Norway. *Nordisk Jordgrubsforskning*, 7, 120.
6. Watts, C., West, M. A., Zaru, R. (2010). TLR signalling regulated antigen presentation in dendritic cells. *Curr Opin Immunol*, 22, 124–130.
7. Hospodarenko, G. M. (2015). *Agrochemical*. Kiev: SIK GRUP Ukrayina». [in Ukrainian]
8. Bekatorou, A., Plioni, I., Sparou, K., Maroutsiou, R., Tsafrafidou, 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.
9. Khudhur, S. A. & Omer T. J. (2015). Effect of NAA and IAA on Stem Cuttings of *Dalbergia Sissoo* (Roxb). *Journal of Biology and Life Science*, 6(2), 208–220
10. Gopalan, A., Reuben, S.C., Ahmed, S., Darvesh, A.S., Hohmann, J., Bishayee, A. (2012). The health benefits of blackcurrants. *Food Funct*, 3, 795–809.
11. Tsai, Y. T., Cheng, P. C., & Pan, T. M. (2012). The immunomodulatory effects of lactic acid bacteria for improving immune functions and benefits. *Appl Microbiol Biotechnol*, 96, 853–862.
12. Nagai, T., Makino, S., Ikegami, S., Itoh, H., Yamada, H., & Oda, M. (2011). Effects of oral administration of yogurt fermented with *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* OLL1073R-1 and its exopolysaccharides against influenza virus infection in mice. *Int Immunopharmacol*, 11, 2246–2250.
13. 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, 4410–4421.
14. Griczayenko, Z. M., Griczayenko, A. O., & Karpenko, V. P. (2003). *Metody biologichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv* [Methods of biological and agrochemical studies of plants and soils]. Kiyiv: Ni`chlava. [In Ukrainian]
15. Eshchenko, V. O., Копытко, П. Н., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Basic scientific research in agronomy]. Vinnytsia: Edelveyis. [In Ukrainian]

УДК 631.559:634.723:631.4:631.81

Копытко П. Г., Кротик А. С., Любич В. В., Кононенко Л. М. Количество хлорофилла в листьях смородины в зависимости от элементов агротехнологии // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2020. Вып. 28. С. 92–102.

Уманський національний університет садівництва, ул. Інститутська, 1, г. Умань, Черкасска обл., 20305, Україна, e-mail: anua_uman@list.ru

Цель. Изучение проблемы по формированию содержания хлорофилла, его массы в растениях смородины в зависимости от элементов агротехнологии. **Методы.** Полевой, физический, аналитический, статистический. **Результаты.** В статье приведены результаты изучения содержания хлорофилла в листьях смородины и его массы, а также урожайность ягод в зависимости от элементов агротехнологии. Установлено, что самое высокое содержание хлорофилла формировалось при внесении $N_{60}P_{90}K_{90}$ с внекорневой подкормкой 5 % раствором удобрения Риверм – 0,77 % в варианте с мульчированием соломой. Внесение минеральных удобрений без внекорневой подкормки повышало этот показатель до 0,64–0,68 % в зависимости от содержания почвы в прикустовых полосах. Внекорневая подкормка 1 % раствором удобрения Риверм повышала содержание хлорофилла на 28–40 %, а 2–5 %

раствором – на 60–65 % в зависимости от содержания почвы в прикустовых полосах. Исследования свидетельствуют, что масса хлорофилла изменялась в широком диапазоне, величина которого больше менялась от массы листьев смородины. Так, на фоне состава почвы в междурядьях под чистым паром в варианте без удобрений этот показатель в варианте с чистым паром составил 11,1 кг/га, мульчирования соломой – 14,2, пленкой – 13,5 кг/га. Внесение $N_{60}P_{90}K_{90}$ существенно повышало этот показатель соответственно до 13,2, 16,0 и 13,7 кг/га или на 14–19 % по сравнению с контролем. Внекорневая подкормка также существенно влияла на увеличение массы хлорофилла, однако оптимальным был вариант с применением 3-процентного раствора удобрения Риверм. **Выводы.** Содержание хлорофилла и его масса в листьях смородины черной существенно зависит от элементов агротехнологии. Больше всего на содержание хлорофилла в листьях влияет содержание почвы в междурядьях и применение удобрений. Содержание хлорофилла изменяется от 0,61 до 0,77 % в зависимости от мульчирования прикустовых полос и удобрения на фоне содержания междурядий под чистым паром. При выращивании смородины на фоне залужения этот показатель составляет 0,60–0,70 %. Однако масса хлорофилла увеличивается с 11,1–14,2 кг/га в варианте без удобрений до 16,7–17,2 кг/га в варианте $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Риверм 3 % при содержании междурядий под черным паром. Выращивание растений смородины при залужении увеличивает его соответственно с 7,6–8,9 до 12,1–13,0 кг/га в зависимости от содержания прикустовых полос. Оптимально выращивать смородину черную с внесением удобрений $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Риверм 3 % при содержании междурядий под чистым паром и мульчированием прикустовых полос соломой или пленкой.

Ключевые слова: смородина; элементы агротехнологии; хлорофилл.

UDC 631.559:634.723:631.4:631.81

Kopytko, P. H., Krotyk, A. S., Liubych, V. V., & Kononenko, L. M. (2020). The content of chlorophyll in currant leaves as affected by the elements of the agricultural technology. *Nauk. praci Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burakiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 28, 92–102. [in Ukrainian]

Uman National University of Horticulture, 1 Instytutska St., Uman, Cherkasy region, 20305, Ukraine, e-mail: anya_uman@list.ru

Purpose. Study of the formation of chlorophyll content in currant plants as affected by the elements of agricultural technology. **Methods.** Field, physical, analytical, statistical. **Results.** The article presents the results of studying the content of chlorophyll in the leaves of currants, its weight depending on the elements of agricultural technology, as well as the relationship with the yield of berries. It was found that the highest content of chlorophyll is when applying $N_{60}P_{90}K_{90}$ with foliar fertilization with 5% solution of Riverm fertilizer – 0.36% for keeping the rows as bare fallow. Application of mineral fertilizers without foliar fertilization increases this figure to 0.24–0.28% depending on the maintenance of soil in the bush strips. Foliar fertilization with a 1% solution of Riverm fertilizer increases the chlorophyll content by 28–40%, and with a 2–5% solution – by 60–65%, depending on the soil maintenance in the rootstocks. Studies show that the mass of chlorophyll varies in a wide range, the value of which varies most from the mass of currant leaves. Thus, against the background of keeping the soil between rows as bare fallow in the treatment without fertilizers, this figure for the maintenance of pre-emergence strips as bare fallow is 3.67 kg/ha, mulching with straw – 4.70, mulch film – 4.55 kg/ha. Application of $N_{60}P_{90}K_{90}$ significantly increases this figure, respectively, to 4.83, 6.47 and 5.51 kg/ha or 32–38% compared to the control. Foliar fertilization also significantly affects the increase in chlorophyll mass, but the best option is to use a 3 percent solution of Riverm fertilizer. **Conclusions.** The content of chlorophyll and its mass in the leaves of black currant significantly depends on the elements of agricultural technology. The content of chlorophyll in the leaves is most affected by soil maintenance method between rows and the use of fertilizers. The content of chlorophyll varies from 0.61 to 0.77% depending on the content of the bridge strips and fertilizer against the background of keeping the rows as bare fallow. When growing currants on the background of tinning, this figure is 0.60–0.70%. However, the mass

of chlorophyll increases from 11.1–14.2 kg/ha in the variant without fertilizers to 16.7–17.2 kg/ha in the variant $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Riverm 3% for keeping the rows as bare fallow. Growing currant plants under alkalization increases it from 7.6–8.9 to 12.1–13.0 kg/ha, respectively, depending on the maintenance of the axillary rows. It is optimal to grow black currants with the application of fertilizers $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Riverm 3% with maintenance of the rows as bare fallow and mulching of the axillary strips with straw or mulch film.

Keywords: currants; elements of the agricultural technology; chlorophyll.

Надійшла / Received 08.02.2020

Погоджено до друку / Accepted 27.02.2020

УДК 633.174

Особливості ідентифікації етапів росту сорго зернового

О. І. Присяжнюк

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail: ollpris@gmail.com

Мета. Вивчити етапи росту сорго зернового на прикладі застосування шкали Вандерліпа та Рівеса на сортах сорго вітчизняної селекції. **Методи.** Польові дослідження проводились впродовж 2012–2018 рр. в ґрунтово-кліматичних умовах ДПДГ «Саливківське», розташованого в Правобережному Лісостепу України. Для досліджень використовували сорти сорго зернового вітчизняної селекції, а особливості прояву етапів росту ідентифікували візуально та на основі особливостей формування органів рослин сорго на ембріональному рівні. **Результати.** Шкала Вандерліпа та Рівеса описує етапи росту сорго в масштабі від 0 до 9 та ґрунтується на візуальному прояві ознак. Визначено, що на етапі появи сходів (Етап 0) критичним є вплив факторів навколишнього середовища та агротехнічних прийомів. А от у фазу 3 листків (Етап 1) рослини не можуть ефективно конкурувати з бур'янами. У фазу 5 листків (Етап 2) рослини чутливі до негативного впливу шкідників та бур'янів. Також нестача елементів живлення, вологи чи повітряна посуха можуть значно зменшити врожайність. Диференціація точки росту (Етап 3) відповідає періоду швидкого росту рослин сорго, а тому нестача рухомих форм азоту може викликати обмеження росту. А от під час появи прапорцевого листка (Етап 4) на потенційний рівень продуктивності рослин сорго чинять вплив фактори наявності елементів живлення та вологи в ґрунті. Також на цьому етапі необхідно продовжувати боротьбу зі шкідниками. Під час викидання волоті (Етап 5) та цвітіння (Етап 6) рослини найбільш критично реагують на забезпечення вологою та на настання найбільш посушливих умов вегетаційного періоду. На етапі молочної стиглості (Етап 7) посуха сповільнює темпи наливу зерна, а надмірна вологість сприяє розвитку хвороб. **Висновки.** За застосування шкали Вандерліпа та Рівеса для ідентифікації етапів росту не потрібно використовувати спеціальні знання особливостей формування органів соргових культур на ембріональному рівні. В той же час вона співставна з іншими шкалами і рівномірно висвітлює основні фази росту та розвитку рослин.

Ключові слова: ріст та розвиток сорго; шкала Вандерліпа та Рівеса (Vanderlip, Reeves).

Вступ

Онтогенез рослин сорго зернового невідривно пов'язаний з фізіологічними змінами, видимою ідентифікацією яких є настання відповідних етапів росту та розвитку. Власне