



Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 581.174:612.6.052.27

© 2016

Н.М. Гінтенко

А.Ф. Ліханов,

*кандидат
біологічних
наук*

*Національний
університет
біоресурсів
і природокористування
України*

ДИНАМІКА ВМІСТУ ПЛАСТИДНИХ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТКАХ РОСЛИН ГІБРИДІВ F_1 ПОМІДОРА (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) ЗАЛЕЖНО ВІД РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН

Мета. Дослідити динаміку вмісту хлорофілів *a* і *b* та каротиноїду *k* у листках помідора (*Lycopersicon esculentum* Mill.) у перспективних гібридів: КДС-5 $F_1(k)$, Еней F_1 , Бармалей F_1 , Побратим F_1 , Ятрань F_1 , Веселка F_1 протягом вегетації в основних фазах розвитку (бутонізація, цвітіння, плодоношення) в умовах плівкових теплиць.

Методи. Лабораторні, вегетаційні, вимірювально-ваговий, біохімічні, математико-статистичний.

Результати. Проаналізовано особливості функціонування пігментної системи гібридів F_1 помідора залежно від умов вирощування розсади в касетах у закритому ґрунті. Установлено фазову динаміку вмісту пластидних пігментів і каротиноїдів в умовах плівкових теплиць.

Показники пігментного складу у листках гібридів Бармалей F_1 , Побратим F_1 , Ятрань F_1 є вищими порівняно з іншими досліджуваними гібридами F_1 помідора. **Висновки.** Найкращим способом вирощування розсади є касети. Показано, що кількісний вміст пластидних пігментів у листках досліджуваної культури (*Lycopersicon esculentum* Mill.), вирощеної у плівковій теплиці на сонячному обігріві, — середній. Установлено, що показники пігментного складу у листках гібридів Бармалей F_1 , Побратим F_1 , Ятрань F_1 є вищими порівняно з іншими досліджуваними гібридами F_1 , що може свідчити про найвищий адаптаційний потенціал цих гібридів для умов плівкової теплиці.

Ключові слова: касети, хлорофіли *a* і *b* та каротиноїд *k*, листок, гібрид F_1 .

Відомо, що основним джерелом пластичних речовин, потрібних для росту і розвитку рослинного організму, є фотосинтез [1, 2, 4, 10]. Продуктивність рослин значною мірою

визначається рівнем накопичення в асиміляційних органах пластидних пігментів. Уміст пігментів, а також їх співвідношення є фізіологічною характеристикою листка [2, 4,

6, 8]. Останніми роками сформувались уявлення про залежність спрямованості й продуктивності фотосинтезу від впливу чинників, зокрема від способу вирощування розсади, які можуть істотно впливати на вміст хлорофілів та їх функціональну активність. Тому дослідження динаміки накопичення хлорофілу в листках рослин помідора під впливом біологічних чинників має велике значення, оскільки їх уміст впливає на інтенсивність фотосинтезу і ряд інших фізіологічних процесів [1, 4, 9, 11]. Важливими можуть виявитися причини зниження вмісту хлорофілів: хвороби, нестача мікроелементів, нормальні процеси старіння листків, хлороз. Хлоротичні плями на листових пластинках часто є симптомами хвороби або мінеральної недостатності. Деякі елементи, наприклад залізо, калій, магній і азот (останні два безпосередньо входять у молекулу хлорофілу), потрібні для утворення хлорофілу, тому ці елементи особливо важливі [1, 4, 9, 11]. Крім того, причиною виникнення хлорозу може стати нестача світла, оскільки світло необхідне

на кінцевій стадії синтезу хлорофілу [7, 9, 11].

Мета досліджень — дослідити динаміку вмісту хлорофілів a і b та каротиноїдів k у листках помідора (*Lycopersicon esculentum* Mill.) у перспективних гібридів: КДС-5 $F_1(K)$, Еней F_1 , Бармалей F_1 , Побратим F_1 , Ятрань F_1 , Веселка F_1 протягом вегетації в основних фазах розвитку (бутонізація, цвітіння, плодоношення) в умовах плівкових теплиць.

Методика досліджень. Досліди проводили на території НДП «Плодоовочевий сад» у плівковій теплиці згідно з методикою [3]. Площа облікової ділянки — 5 м². Дослід закладено в 4-разовому повторенні. Схема розміщення рослин — 60×30 см, кількість рослин на 1 м² — 5,5 шт. Статистичну обробку одержаних даних проводили згідно з методиками, Б.О. Доспехова (1986) та обробляли із застосуванням програми Microsoft Office Excel [5].

Уміст фотосинтетичних пігментів у листках досліджуваних гібридів помідора визначали за загальноприйнятою методикою на сканувальному спектрофотометрі OPTIZEN POP (Південна Корея). Уміст хлорофілів a і b

1. Уміст хлорофілів a , b та каротиноїдів у листках гібридів F_1 помідора, мг/г сирої маси

Гібрид	Хлорофіл				Каротиноїди	Хл. <i>a+b</i> каротиноїди
	<i>a</i>	<i>b</i>	Σ <i>a+b</i>	<i>a/b</i>		
Бутонізація						
КДС-5 F ₁ (к)	1,03±0,02	0,48±0,03	1,51±0,03	2,14±0,02	0,44±0,04	3,43±0,04
Еней F ₁	0,83±0,03	0,44±0,02	1,27±0,02	1,89±0,02	0,46±0,03	2,76±0,04
Бармалей F ₁	1,72±0,02	1,11±0,03	2,83±0,03	1,55±0,02	0,86±0,04	3,29±0,03
Побратим F ₁	1,02±0,03	0,42±0,02	1,44±0,02	2,43±0,02	0,49±0,04	2,93±0,03
Ятрань F ₁	1,36±0,02	0,58±0,03	1,94±0,03	2,35±0,02	0,58±0,03	3,35±0,04
Веселка F ₁	0,82±0,03	0,42±0,02	1,24±0,02	1,95±0,02	0,40±0,04	3,10±0,03
Цвітіння						
КДС-5 F ₁ (к)	3,01±0,02	1,08±0,02	4,09±0,02	2,79±0,02	0,79±0,03	5,18±0,03
Еней F ₁	2,80±0,03	0,98±0,03	3,78±0,02	2,86±0,02	0,76±0,03	4,97±0,02
Бармалей F ₁	3,12±0,02	1,24±0,02	4,36±0,03	2,52±0,02	0,77±0,02	5,67±0,02
Побратим F ₁	2,90±0,02	1,24±0,03	4,14±0,03	2,16±0,02	0,69±0,02	6,14±0,03
Ятрань F ₁	3,09±0,02	1,20±0,02	4,29±0,03	2,57±0,02	0,78±0,02	5,50±0,02
Веселка F ₁	2,72±0,03	1,01±0,02	3,73±0,03	2,70±0,03	0,74±0,02	5,04±0,03
Плодоношення						
КДС-5 F ₁ (к)	2,78±0,02	1,19±0,03	3,97±0,03	2,33±0,02	0,74±0,03	5,36±0,03
Еней F ₁	2,60±0,02	1,08±0,02	3,68±0,02	2,41±0,03	0,71±0,02	5,18±0,02
Бармалей F ₁	3,10±0,03	1,21±0,03	4,31±0,02	2,56±0,02	0,70±0,02	6,16±0,03
Побратим F ₁	2,70±0,02	1,19±0,02	3,89±0,03	2,27±0,02	0,72±0,02	5,41±0,03
Ятрань F ₁	2,85±0,02	1,19±0,03	4,04±0,03	2,45±0,02	0,75±0,03	5,35±0,02
Веселка F ₁	2,44±0,02	0,78±0,02	3,22±0,02	3,13±0,03	0,81±0,03	3,97±0,02

в листках рослин гібридів визначали за різною довжиною хвиль: хлорофіл a — 662 нм, хлорофіл b — 644, каротиноїдів k — 440 і 644 нм. Концентрацію (C) пігментів перераховували у мг на г сирої маси листків за формулами Х.М. Починка [11]:

$$\begin{aligned} C_a &= 9,78 \cdot D_{662} - 0,99 \cdot D_{644}; \\ C_b &= 21,43 \cdot D_{644} - 4,65 \cdot D_{662}; \\ C_a + C_b &= 5,13 \cdot D_{662} + 20,44 \cdot D_{644}; \\ C_k &= 4,7 \cdot D_{440} - (1,38 \cdot D_{662} + 5,48 \cdot D_{644}), \end{aligned}$$

де C_a — концентрація Хл. a ; C_b — концентрація Хл. b ; C_k — концентрація каротиноїдів; D_{440} — оптична густина суміші за довжини хвилі 440 нм; D_{662} — оптична густина екстракту за довжини хвилі 662 нм; D_{644} — оптична густина екстракту за довжини хвилі 644 нм. Усі досліді проводили у 4-разовій повторності, отримані результати опрацьовано статистично.

Розсаду гібридів помідора вирощували в зимовій скляній теплиці кафедри дендрології й ландшафтної архітектури НУБіП України. Насіння досліджуваних гібридів помідора висівали 13–15 березня в касети. Розсаду вирощували в касетах, які містили 35 чарунк розміром 50×40 см. На постійне місце розсади гібридів висаджували у фазі 6–7 справжніх листочків у віці 40 діб за зазначеною схемою розміщення рослин.

Результати досліджень. За роки досліджень уміст хлорофілів a і b та каротиноїдів на початку вегетації повільно накопичувалися пігменти, але, починаючи з фази цвітіння, швидкість накопичення пігментів зростала. У фазі плодоношення накопичення пігментів істотно знижувалося (табл. 1). Установлено, що листки гібрида F_1 помідора Бармалей F_1 , Ятрань F_1 містили найбільшу кількість хлорофілів: у фазі бутонізації (a — 1,72 і 1,36 мг/г

сирої маси, b — 1,11 і 0,58 мг/г сирої маси); у фазі цвітіння (a — 3,12 і 3,09 мг/г сирої маси, b — 1,24 і 1,20 мг/г сирої маси); у фазі плодоношення (a — 3,10 і 2,85 мг/г сирої маси, b — 1,21 і 1,19 мг/г сирої маси). Показники контрольного варіанта гібрида КДС-5 F_1 (к) містили дещо меншу кількість хлорофілів a і b : бутонізації — 1,03 і 0,48 мг/г сирої маси; цвітіння — 3,01 і 1,08; плодоношення — 2,78 і 1,19 мг/г сирої маси. Найменша кількість хлорофілу a і b у гібрида Веселка F_1 на всіх 3-х фазах росту і розвитку: a — 0,82; 2,72; 2,44; b — 0,42; 1,01; 0,78 мг/г сирої маси.

Найбільшим умістом суми хлорофілів вирізнялися рослини гібрида Бармалей F_1 і становили: у фазі бутонізації — 2,83, що більше за контрольний варіант на 87,4%; цвітіння — 4,36, що більше за контроль на 6,7%; плодоношення — 4,31, що більше за контроль на 8,6%. Найменші показники у рослин гібрида Веселка F_1 на трьох фазах росту і розвитку становили в межах: 1,24–3,73, що менше за контроль КДС-5 F_1 (к) на 18,9–8,8% (табл. 2).

Співвідношення хлорофілу a і b є індикатором функціональності пігментного складу та світлової адаптації фотосинтетичного апарату (див. табл. 1). Вплив різних чинників спричиняють зміну співвідношення хлорофілів a/b [13, 14, 15]. Рослини гібридів F_1 помідора, фотосинтез у яких відбувається в нормальних умовах, містять у більшій кількості хлорофіл a , ніж b , тобто співвідношення хлорофілів a/b в нормі >1 . Зниження цього співвідношення до рівня <1 свідчить про порушення у фотосинтетичній системі і переважання процесів деструкції органічної речовини над процесами синтезу [13]. Зміна співвідношення хлорофілів відбувається

2. Вплив способу вирощування розсади на вміст суми хлорофілів a і b в листках гібридів F_1 помідора

Гібрид	Фаза росту і розвитку рослин					
	Бутонізація		Цвітіння		Плодоношення	
	мг/г сирої маси	% до контролю	мг/г сирої маси	% до контролю	мг/г сирої маси	% до контролю
КДС-5 F_1 (к)	1,51	100,0	4,09	100,0	3,97	100,0
Еней F_1	1,27	84,2	3,78	92,5	3,68	92,7
Бармалей F_1	2,83	187,4	4,36	106,7	4,31	108,6
Побратим F_1	1,44	95,4	4,14	101,3	3,89	98,0
Ятрань F_1	1,94	128,4	4,29	104,9	4,04	101,7
Веселка F_1	1,24	83,0	3,73	91,2	3,22	81,1

в основному завдяки лабільності хлорофілу *a*. У рослин, що зростають в умовах затемнення, співвідношення хлорофілів нижче, ніж у світлолюбних рослин. Теоретично вважається оптимальним співвідношенням хлорофілів *a/b* у тінюлюбних рослин — 2,5–2,9, у світлолюбних — 3,2–4 [14, 15].

Установлено, що максимальне співвідношення хлорофілів для усіх варіантів — у фазі цвітіння, яке становило від 2,16 (Побратим *F₁*) до 2,86 (Еней *F₁*). Мінімальне співвідношення характерне для рослин усіх варіантів у фазі бутонізації, воно становило від 1,55 (Бармалей *F₁*) до 2,43 (Побратим *F₁*). Отримані результати свідчать про те, що рослини *Lycopersicon esculentum* Mill. є світлолюбними і здатні ефективно використовувати

світлову енергію завдяки концентрації хлорофілів.

Уміст каротиноїдів у досліджуваних гібридів під час спостереження був таким: у фазі бутонізації — 0,40–0,86 мг/100 г сирової маси; цвітіння — 0,69–0,79; плодоношення — 0,70–0,81 мг/100 г сирової маси.

Установлено, що найбільше співвідношення хлорофілів до каротиноїдів — у гібрида Побратим *F₁* у фазі плодоношення — 6,16, найменші — у гібрида Еней *F₁* — 2,76. Для інших гібридів *F₁* помідора характерні незначні зміни протягом вегетації. Загалом співвідношення між сумою хлорофілів і каротиноїдів становило: у фазі бутонізації — 2,76–3,43; цвітіння — 4,97–6,14; плодоношення — 3,97–6,16.

Висновки

Установлено, що найкращим способом вирощування розсади є касети. Кількісний уміст фотосинтетичних пігментів у листках досліджуваної культури (*Lycopersicon esculentum* Mill.), вирощених у плівковій теплиці на сонячному обігріві, — середній.

Виявлено, що показники пігментного складу у листках гібридів Бармалей *F₁*, Побратим *F₁*, Ятрань *F₁* є вищими порівняно з іншими досліджуваними гібридами *F₁*, що може свідчити про найвищий адаптаційний потенціал цих гібридів для умов плівкової теплиці.

Бібліографія

1. Андрианова Ю.С. Хлорофилл и продуктивность растений/Ю.С. Андрианова, И.А. Тарчевский. — М.: Наука, 2000. — 136 с.
2. Барабаш О.Ю. Овочівництво/О.Ю. Барабаш. — К.: Вища шк., 1994. — 373 с.
3. Бондаренко Г.Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві/Г.Л. Бондаренко; за ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. — Х.: Основа, 2001. — 369 с.
4. Гавриленко В.Ф. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез/В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина. — М.: Высш. шк., 1975. — 392 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
6. Киризий Д.А. Роль акцепторов ассимилятов в регуляции фотосинтеза и распределения углерода в растении/Д.А. Киризий//Физиология и биохимия культурных растений. — 2003. — Т. 35, № 5. — С. 282–391.
7. Косаківська І.В. Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів/І.В. Косаківська. — К.: Сталь, 2003. — 192 с.
8. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. Практикум/М.М. Мусієнко. — К.: Вища шк., 1995. — 191 с.
9. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности: монография/А.А. Ничипорович. — М.: 1972. — С. 511–527.
10. Овочівництво і плодівництво: підручник. — К.: Вища шк., 2000. — 503 с.
11. Пивоваров В.Ф. Пасленовые культуры: томат, перец, баклажан, физалис/В.Ф. Пивоваров, М.И. Мамедов, Н.И. Бочарникова. — М., 1998. — 293 с.
12. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений/Х.Н. Починок. — К.: Наук. думка, 1976. — 333 с.
13. Шлык А.А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев/А.А. Шлык//Биохимические методы в физиологии растений. — М.: Наука, 1971. — С. 154–170.
14. Photosynthetic activity, chloroplast ultrastructure, and leaf characteristics of high-light and low-light plants and of sun and shade leaves/H.K. Lichtenthaler, C. Buschmann, M. Döll, et al./Photosynthesis Res. — 1981. — V. 2, № 2. — P. 115–141.
15. Scheer H. Chlorophylls and carotenoids in: Encyclopedia of Biological Chemistry/H. Scheer. — 2004. — P. 430–437.

Надійшла 28.07.2015.