

УДК 581.13/.144.4:635.64:631.544

© 2015

Н.М. Гінтенко

А.Ф. Ліханов,

кандидат
біологічних наукНаціональний
університет
біоресурсів
і природокористування
України**УМІСТ ПЛАСТИДНИХ ПІГМЕНТІВ
У ЛИСТКАХ РОЗСАДИ
ІНДЕТЕРМІНАНТНИХ ГІБРИДІВ F_1
ПОМІДОРА (*LYCOPERSICON
ESCULENTUM* MILL.) В УМОВАХ
ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ**

Мета. Порівняти показники 6-ти перспективних гібридів F_1 української селекції щодо вмісту хлорофілу та каротиноїдів у листках рослин помідора з їхньою продуктивністю за способу вирощування розсади в ґрунті в умовах закритого ґрунту. **Методи.** Лабораторні, вегетаційні, вимірювально-ваговий, біохімічні, математико-статистичний. **Результати.** Установлено, що вміст пластидних пігментів у листках рослин гібридів F_1 помідора української селекції змінюється в онтогенезі залежно від їх біологічних особливостей. **Висновки.** Досліджено вплив способу вирощування розсади в ґрунті на вміст пластидних пігментів (хлорофіл *a*, *b* та каротиноїдів *k*) у гібридів F_1 помідора в плівковій теплиці на сонячному обігріві. Найвищі показники були у листках гібрида Бармалей F_1 , Ятрань F_1 , КДС-5 F_1 .

Ключові слова: хлорофіл, фотосинтез, листок, гібрид, каротиноїди.

Однією з умов отримання високих урожаїв овочевих культур, зокрема помідора, в закритому ґрунті є спостереження за процесами фотосинтезу, на основі яких можна оцінювати стан рослин і своєчасно вносити корективи для оптимізації режимів вирощування розсади [1, 3, 4]. Важливим показником ефективності використання світлової енергії рослинами є кількісний і якісний склад пластидних пігментів.

Нагромадженню сумарного вмісту зелених пігментів, хлорофілів і каротиноїдів ефективно (на 14–36%) сприяє додаткове ультрафіолетове освітлення. Завдяки його застосуванню під час вирощування помідорів позитивно змінюється фізіологічний стан і збільшується продуктивність рослин помідорів [9, 12].

Рослини помідорів (*Lycopersicon esculentum* Mill.) — гібрид Тарасенка і Де Барао вирощували під лампами з різним спектральним складом випромінювання. Сумарний вміст хлорофілу та каротиноїдів у листках помідорів за вирощування під лампою ДРЛФ 400 був вищим, ніж під лампою ДНаТ 400, що свідчить про більшу чутливість пігментного

апарату помідора до випромінювання [16].

За даними К.С. Ткачука, на вміст хлорофілу в листках позитивно впливає позакореневе живлення рідким комплексним добривом, яке сприяє підвищенню родючості ґрунту завдяки зростанню чисельності азотобактера та мікроміцетів. Установлено, що поліпшення умов азотного живлення за позакореневих підкормок сприяє збільшенню вмісту пігментів у листках та урожаю плодів і концентрації в них аскорбінової кислоти та цукру [8, 13].

Головними пігментами світлозбірного комплексу помідора, як і інших рослин, є хлорофіли та каротиноїди [6–8, 10, 14].

Уміст хлорофілів у рослин коливається в межах 0,7–1,1 г на 1 кг зеленої маси рослин, а співвідношення хлорофілів *a* та *b* зазвичай становить близько 3:1. Уміст хлорофілів та їх співвідношення залежать від ряду чинників — рівня освітленості, температури, збалансованості мінерального і органічного живлення, від складу ґрунту, концентрації в ньому деяких хімічних сполук та елементів (наприклад, вмісту магнію) [1–8, 10]. Ураження

рослин вірусними інфекціями істотно впливає на вміст у них хлорофілів a і b та каротиноїдів, який може знижуватися утричі порівняно зі здоровими рослинами [3, 4, 6, 7].

Під час вивчення способу вирощування розсади в ґрунті як фотосинтезувальної системи наростання вегетативної маси за вегетаційний період встановлено, що її приріст за певний період залежить від величини середньої площі листків, тривалості періоду і чистої продукції фотосинтезу [1, 3, 10]. У міру старіння листків, усієї рослини інтенсивність фотосинтезу знижується. У більшості однорічних рослин інтенсивність фотосинтезу зростає у процесі онтогенезу і досягає максимуму у фазі цвітіння. Після цвітіння інтенсивність фотосинтезу в листку знижується [1, 3, 8, 10].

Мета досліджень — порівняти показники 6-ти перспективних гібридів F_1 української селекції: КДС-5 F_1 (К), Еней F_1 , Бармалей F_1 , Побратим F_1 , Ятрань F_1 , Веселка F_1 на вміст хлорофілу та каротиноїдів у листках рослин помідора з їхньою продуктивністю за способу вирощування розсади в ґрунті в умовах закритого ґрунту.

Матеріали і методи досліджень. Досліди проводили на території НДП «Плодоовочевий сад» у плівковій теплиці за «Методикою дослідної справи в овочівництві і баштанництві» [2]. 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 за методиками, наведеними Б.О. Доспеховим [5].

Вентиляція — через двері та фрамуги, розміщені у верхній торцевій частині теплиці. Незважаючи на повне відкривання теплиці та затінення сітки, у літні місяці можливі перегриви. Полив — крапельний, до кожної рослини підведено крапельницю, по якій вода надходила до кореневої системи. Перевага такого методу поливу полягає у тому, що надземна частина рослини не зволожувалася, що запобігало захворюванню помідора на сіру гниль та інші хвороби [1, 8, 10].

Догляд за рослинами полягав у видаленні пасинків із систематичним обкручуванням рослин навколо штапату. Дезінфекцію проти тепличної білокрилки проводили за допомогою біопрепарату боверин і розвішування пасток жовтого кольору, вкритих ентомологічним клеєм; проти попелиці — біопрепарату вертицилін.

Уміст фотосинтетичних пігментів у листках досліджуваних гібридів помідора визначали

за етапами органогенезу (бутонізація, цвітіння, плодоношення) за загальноприйнятою методикою на спектрофотометрі OPTIZEN POP (Південна Корея). Екстракцію пігментів проводили 100%-вим ацетоном. Досліджували листки 6-ти індетермінантних гібридів F_1 помідора середнього ярусу, які вирощували в однакових умовах.

Уміст хлорофілів a і b у листках рослин гібридів визначали за різною довжиною хвиль (хлорофілу a — 662 нм, хлорофілу b — 644, каротиноїдів k — 440 і 644 нм) [2, 5, 11]. Концентрацію (С) 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 дослідні проводили у 4-разовій повторності, отримані результати опрацьовано статистично.

Для одержання достовірних даних у фізіологічних дослідженнях велике значення має правильний добір і підготовка зразків до аналізу. Від правильності їх проведення залежить точність визначення фізіологічних показників. Вивчаючи процеси, що відбуваються в листках, з кожної рослини відбирають 1–2 листки з одного і того самого ярусу, коли вони повністю розвинені [2, 5, 11].

Насіння висівали прямо в ґрунт плівкової теплиці за температури ґрунту 13–15°C. Ґрунт типовий для Лісостепу і Полісся — чорнозем опідзолений малогумусний, з низьким рівнем азоту, середнім рівнем фосфору і калію. Для поліпшення його структури внесено до 3–5 кг/м² компосту на основі кінського гною і тирси. Це істотно підвищує біологічну активність ґрунту, що особливо важливо для ґрунтів, які беззмінно експлуатують упродовж багатьох років.

Результати досліджень. Оскільки накопичення хлорофілів у листках визначається, насамперед, рівнем їх освітленості, то вміст хлорофілів більший у листках рослин помідора, висаджених за оптимальною схемою. За результатами наших досліджень, уміст хлорофілу в листках рослин гібридів F_1 помідора поступово зростає за фазами росту та розвитку і досягає

свого максимуму у фазі плодоношення, а наприкінці плодоношення знижувався (таблиця).

Досить низький уміст хлорофілів і каротиноїдів виявлено у листках усіх гібридів F₁ помідора. Уміст хлорофілів у листках насамперед свідчить про специфічну пристосованість рослини до певної інтенсивності освітлення [4, 6, 12]. Низький уміст хлорофілів свідчить про те, що представники цих гібридів є світлолюбними рослинами.

Установлено, що вміст пластидних пігментів у листках рослин гібридів F₁ помідора української селекції змінюється в онтогенезі залежно від їх біологічних особливостей. Так, у фазі бутонізації хлорофіл *a* в листках становив 0,82–1,36 мг/100 г сирової маси, хлорофіл *b* — 0,34–0,57 мг/100 г сирової маси.

Максимальне накопичення хлорофілів у листках визначено у фазі цвітіння, хлорофіл *a* зростає до 2,61–3,05 мг/100 г сирової маси, хлорофіл *b* — 0,42–1,15 мг/100 г сирової маси, що, напевно, пов'язано, із зусиллями ростових процесів.

Характерне зниження зелених пігментів відбувається у фазі плодоношення, хлорофілу *a* — до 1,88–2,51 мг/100 г сирової маси, хлорофілу *b* — 0,88–1,32 мг/100 г сирової маси, що, ймовірно, пов'язано з депресією як ростових процесів, так і фотосинтетичної діяльності рослин.

Аналізуючи дані таблиці, правомірно стверджувати, що рослини гібрида Бармалей F₁,

Ятрань F₁ містять найбільшу кількість хлорофілу *a* і *b*, що перевищують показники контрольного варіанта КДС-5, найменші зафіксовано у гібрида Веселка F₁.

Отримані результати свідчать про те, що сума хлорофілів ($\Sigma a+b$) в умовах плівкових теплиць за способу вирощування розсади в ґрунті за весь період вегетації змінюється. Найнижчі показники були у фазі бутонізації (1,92–1,16 мг/100 г сирової маси), підвищення відбувається у фазі цвітіння (4,44–3,29 мг/100 г сирової маси), у фазі плодоношення показники були середніми (3,84–2,75 мг/100 г сирової маси). Аналіз підтвердив, що у гібридів F₁ помідора пігментний комплекс в умовах плівкових теплиць нестійкий. Коливання були різноплановими.

З літературних джерел відомо, що співвідношення хлорофілів *a* і *b* є одним із показників фотосинтетичної продуктивності рослин, а в умовах плівкових теплиць — ознакою їх фізіологічного стану [9, 14].

Розраховано співвідношення вмісту хлорофілів *a/b*, яке підтверджує набуття характеристик світлолюбності рослин. У фазі бутонізації ці показники становили 1,89–2,44, цвітіння — 2,15–3,70, плодоношення — 1,90–2,14. Аналіз свідчить про те, що у гібридів F₁ рослин навіть в умовах плівкових теплиць ця характеристика протягом періоду дослідження змінюється неоднозначно.

Водночас зменшення співвідношення

Уміст хлорофілів *a* і *b* й каротиноїдів у листках гібридів F₁ помідора, мг/г сирової маси

Гібрид	Хлорофіл				Каротиноїди	$\frac{\text{Хл } a+b}{\text{каротиноїди}}$
	<i>a</i>	<i>b</i>	$\Sigma a+b$	<i>a/b</i>		
Бутонізація						
КДС-5 F ₁ (к)	1,02±0,02	0,42±0,03	1,44±0,03	2,43±0,02	0,48±0,03	3,00±0,02
Еней F ₁	1,32±0,02	0,54±0,04	1,87±0,04	2,44±0,02	0,61±0,02	3,10±0,03
Бармалей F ₁	1,36±0,03	0,57±0,03	1,92±0,03	2,39±0,04	0,57±0,03	3,40±0,02
Побратим F ₁	0,83±0,05	0,44±0,03	1,28±0,04	1,89±0,04	0,47±0,04	2,80±0,02
Ятрань F ₁	0,93±0,02	0,48±0,02	1,42±0,03	1,94±0,02	0,44±0,03	3,20±0,03
Веселка F ₁	0,82±0,04	0,34±0,02	1,16±0,03	2,41±0,03	0,43±0,04	2,80±0,02
Цвітіння						
КДС-5 F ₁ (к)	2,88±0,03	1,20±0,02	4,08±0,02	2,40±0,02	0,75±0,04	5,44±0,03
Еней F ₁	2,62±0,02	1,15±0,02	3,77±0,02	2,28±0,03	0,72±0,02	5,24±0,02
Бармалей F ₁	3,03±0,02	1,41±0,03	4,44±0,02	2,15±0,02	0,69±0,02	6,44±0,03
Побратим F ₁	2,71±0,02	1,19±0,02	3,9±0,02	2,28±0,02	0,72±0,02	5,42±0,02
Ятрань F ₁	2,99±0,02	1,28±0,02	4,27±0,02	2,33±0,03	0,69±0,02	6,19±0,03
Веселка F ₁	2,59±0,02	0,70±0,02	3,29±0,02	3,70±0,03	0,80±0,03	4,11±0,04
Плодоношення						
КДС-5 F ₁ (к)	2,37±0,02	1,18±0,02	3,55±0,03	2,01±0,02	0,84±0,02	4,23±0,03
Еней F ₁	2,04±0,03	0,92±0,03	2,96±0,02	2,22±0,03	0,94±0,03	3,15±0,02
Бармалей F ₁	2,51±0,03	1,32±0,02	3,84±0,03	1,90±0,03	0,82±0,04	4,69±0,03
Побратим F ₁	2,28±0,02	1,18±0,02	3,46±0,03	1,94±0,02	0,84±0,03	4,12±0,04
Ятрань F ₁	2,43±0,03	1,24±0,03	3,67±0,02	1,96±0,03	0,84±0,03	4,37±0,03
Веселка F ₁	1,88±0,02	0,88±0,02	2,75±0,02	2,14±0,04	0,97±0,02	2,84±0,02

хлорофілів a/b та збільшення співвідношення вмісту хлорофілів і каротиноїдів у рослин подібне до реакції рослин на вплив стресових чинників. Проте не можна однозначно стверджувати, що в цьому разі відбувається класична реакція рослин на стрес, адже загальний уміст пігментів (хлорофілів і каротиноїдів) у листках гібридів F_1 помідора виявився вищим, ніж у контрольних, тоді як за впливу стресів загальний уміст пігментів зменшується, насамперед хлорофілу b .

У процесі фотосинтезу, поряд із зеленими, беруть участь і жовті пігменти. Каротиноїди — обов'язкові компоненти пігментних систем усіх фотосинтезуючих організмів, поглинають світло як додаткові пігменти, входять до складу світлозбирного комплексу, передаючи поглинуту енергію хлорофілу.

З'ясовано, що рівень каротиноїдів у листках гібридів F_1 помідора варіює в онтогенезі.

За період вегетації вміст пігментів становив: у фазі бутонізації — 0,43–0,61 мг/100 г сирової маси; цвітіння — 0,69–0,80; плодоношення — 0,84–0,97 мг/100 г сирової маси. Найбільший уміст каротиноїдів у гібридів Еней F_1 , Веселка F_1 , вони перевищують показники контрольного варіанта КДС-5 F_1 . Найнижчий показник виявлено у гібридів Бармалей F_1 , Ятрань F_1 .

Співвідношення між сумарним умістом хлорофілів і каротиноїдами у середньому в досліді становить 2,80–6,44, що характеризує їх як рослин, більш адаптованих для широкого діапазону рівня освітленості. Співвідношення a/b та $(a+b)/$ каротиноїди зазвичай у нормі є стабільним, але реагує на вплив умов вирощування: співвідношення a/b зменшується за несприятливих умов, а співвідношення вмісту хлорофілів і каротиноїдів збільшується. За літературними даними, співвідношення a/b у нормально розвинених рослин становить 2,5–3 [3, 4, 8].

Висновки

У листках рослин помідора вміст пігментів (хлорофілів a , b і каротиноїдів k) та їх співвідношення змінюються в онтогенезі. Так, максимальне накопичення у гібридів F_1 відбувається у фазі цвітіння, що, напевно, пов'язане з потужністю їх фотосинтетичної

діяльності. Рівень пігментів у листках гібридів F_1 залежить від біологічних особливостей, а також від способу вирощування розсади. За способу вирощування розсади в ґрунті найвищі показники були в листках гібрида Бармалей F_1 , Ятрань F_1 , КДС-5 F_1 .

Бібліографія

1. Барабаш О.Ю. Овочівництво/О.Ю. Барабаш. — К.: Вища шк., 1994. — 373 с.
2. Бондаренко Г.Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві/Г.Л. Бондаренко; за ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. — Х.: Основа, 2001. — С. 369 с.
3. Брянцев З.Н. Физиология тепличных томатов/З.Н. Брянцев, В.Ф. Альтергот. — Новосибирск, 1989. — С. 5–6.
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. Косаківська І.В. Физиолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів/І.В. Косаківська — К.: Сталь, 2003. — 192 с.
7. Мусієнко М.М. Физиология растений. Практикум/М.М. Мусієнко. — К., 1995. — 191 с.
8. Мусієнко М.М. Фотосинтез: навч. посібник/М.М. Мусієнко. — К.: Вища шк., 1995. — 247 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. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений/Х.Н. Починок. — К.: Наук. думка, 1976. — 334 с.
12. Пивоваров В.Ф. Пасленовые культуры: томат, перец, баклажан, физалис/В.Ф. Пивоваров, М.И. Мамедов, Н.И. Бочарникова. — М., 1998. — 293 с.
13. Ткачук К.С. Реакція рослин томатів і ґрунтових мікроорганізмів на позакореневе підживлення комплексним рідким добривом/К.С. Ткачук, Н.П. Савченко// Физиология и биохимия культурных растений. — 2002. — 34, № 5. — С. 431–436.
14. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев/А.А. Шлык// Биохимические методы в физиологии растений. — М.: Наука, 1975. — С. 1541–1570.
15. Grover A. How senescing do leaves lose photosynthetic activity?/A. Grover. — Cur. Sci., 1993. — № 64. — Р. 226–234.
16. Effect of shading on tomato plants grown under greenhouse/M.A. Sandri, J.L. Andriolo, M. Witter, T.D. Ross// Hort. Bras., 2003. — № 21. — Р. 624–645.

Надійшла 17.07.2015.