

ОСОБЛИВОСТІ ОНТОГЕНЕТИЧНИХ ЗМІН АКТИВНОСТІ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ЛИСТКІВ У ВИНОГРАДНИХ РОСЛИН (*VITIS VINIFERA* L.) ПРИ ЩЕПЛЕННІ НА РІЗНІ ПІДЩЕПИ

А. Штірбу^{1*}, Н. Шадура²

¹Державний Аграрний Університет Молдови
вул. Мірчешиць, 44, Кишинів 2049, Республіка Молдова

²Національний Інститут винограду і вина «Магарач»
вул. Кірова, 31, Ялта 98600, АР Крим, Україна
e-mail: stirbu.a@gmail.com

Вивчена динаміка накопичення у листках пластидних пігментів у сортів винограду, які походять із різних еколого-географічних зон, при щепленні на різні підщепи. Показано, що максимальне накопичення хлорофілу у прищепних сортів спостерігається у фазу росту ягід, особливо при щепленні на слабо- (R×R 101-14) та середньорослі (B×R SO4) підщепи. У період дозрівання, через зміну характеру донорсько-акцепторних відносин, рівень зелених пігментів знижується у 1,2-1,4 рази. Спостережуване підвищення концентрації каротиноїдів на тлі зменшення рівня хлорофілу, напевно, пов'язано з їхньою фотопротекторною функцією.

Ключові слова: виноград, прищипа, підщипа, хлорофіл, каротиноїди.

Компонентом фотосинтетичного апарату (ФСА) рослин є пластидні пігменти. У рослин винограду (*Vitis vinifera* L.) вміст хлорофілів і каротиноїдів, їх співвідношення, стан та динаміка змінюються упродовж онтогенезу, залежно від біологічних особливостей сортів, умов їх вирощування і, особливо, стану та віку листків [4]. Характерно, що переключення атрагуючої функції ювенільного листка на донорську по мірі його росту й формування ФСА, потужність асиміляційної функції та витік асиміляторів забезпечуються багатьма структурними і функціональними перебудовами в онтогенезі [7]. Упродовж вегетації у рослин винограду, залежно від розміщення листків по довжині пагонів, їх фотосинтетична активність і донорна здатність збільшуються в середній частині пагона [3].

У зв'язку з цим метою досліджень виступає вивчення зміни активності ФСА і накопичення пластидних пігментів у листках виноградної рослини протягом онтогенезу та залежно від сортових особливостей, а також від підщепи, на якій вона прищеплена.

Матеріали та методи

Дослідження проведені на інтродукованих столових сортах винограду, які походять із різних еколого-географічних зон: Loose Perlette і Summer Muscat (гібриди між сортами європейсько-азіатського виду *Vitis vinifera* L.), Monukka (представник групи східних сортів *Convar orientalis* Negr.), Italia (представник групи сортів північної Африки *Convar nord Africa* Gram.). Дослідні сорти були прищеплені на підщеппах B×R 5BB та B×R SO4 (*Vitis berlandieri* × *Vitis riparia*), R×R 101-14 (*Vitis riparia* × *Vitis rupestris*) і 44-53 M (*Vitis riparia* × 144M (*Vitis cordifolia* × *Vitis rupestris*)).

Визначення вмісту пластидних пігментів (хлорофілів *a*, *b* та каротиноїдів) проводили на спектрофотометрі (СФ-26) у листках середньої частини пагону (8–12-й листок від основи), розміщених в одному ярусі крони, з однаковим освітленням. Концентрацію пігментів розраховували за формулою Вінтерманс, Де Мотс. Виразали у мг/дм² листової поверхні. Розраховували індекси хлорофілу (хл. *a* / *b*) та пігментів (хл. *a+b* / карот.) [8].

Математичну обробку результатів досліджень проводили у табличному редакторі MS Excel 2007.

Результати і їхнє обговорення

Встановлено, що концентрація пластидних пігментів у листках прищепних сортів винограду змінюється в онтогенезі, залежно від їх біологічних особливостей. Так, у фазу цвітіння (14.VI) у сортів зі середнім (Monukka) та пізнім (Italia) періодами дозрівання ягід концентрація хлорофілу *a* в листках становить 4,36–4,97 та 4,47–5,17 мг/дм², хлорофілу *b* – 0,78–1,10 та 0,86 і 1,16 мг/дм², відповідно. У сортів із раннім строком досягання ягід (Loose Perlette і Summer Muscat) вміст хлорофілу *a* знижується (3,65–4,20 та 3,89–4,78 мг/дм²), однак збільшується рівень хлорофілу *b* (1,10–1,29 та 0,91–1,31 мг/дм²) (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст пластидних пігментів у листках столових сортів винограду, прищеплених на різні підщепи, у мг/дм². Фаза цвітіння. 14.VI.2008 р.

Варіант досліджу		Хлорофіл				Каротиноїди	Хл. <i>a+b</i> Карот.
прищепи	підщепи	<i>a</i>	<i>b</i>	$\sum a+b$	<i>a/b</i>		
Loose	B×R 5 BB	3,65±0,11	1,10±0,03	4,75±0,09	3,31	0,87±0,12	5,48
	B×R SO4	3,84±0,01	1,27±0,10	5,11±0,09	3,04	1,12±0,09	4,56
Perlette	R×R 101-14	4,20±0,09	1,29±0,04	5,49±0,13	3,26	1,27±0,06	4,32
	44-53M	3,75±0,07	1,21±0,06	4,96±0,12	3,10	1,10±0,05	4,51
Summer	B×R 5 BB	4,00±0,19	1,31±0,04	5,31±0,23	3,05	1,19±0,02	4,46
	B×R SO4	4,12±0,11	1,20±0,06	5,32±0,05	3,43	1,19±0,04	4,47
Muscat	R×R 101-14	4,78±0,17	1,24±0,05	6,02±0,22	3,85	1,38±0,03	4,36
	44-53M	3,89±0,16	0,91±0,04	4,80±0,13	4,27	1,13±0,08	4,25
	B×R 5 BB	4,42±0,03	0,85±0,02	5,27±0,01	5,19	1,45±0,01	3,63
	B×R SO4	4,97±0,34	1,10±0,01	6,07±0,34	4,53	1,51±0,11	4,01
Monukka	R×R 101-14	4,41±0,04	0,99±0,03	5,40±0,07	4,47	1,32±0,09	4,09
	44-53M	4,36±0,04	0,78±0,05	5,14±0,09	5,62	1,30±0,06	3,95
	B×R 5 BB	5,17±0,05	1,08±0,01	6,25±0,04	4,78	1,23±0,01	5,08
	B×R SO4	4,86±0,03	1,16±0,09	6,02±0,12	4,19	1,17±0,02	5,15
Italia	R×R 101-14	5,08±0,06	1,16±0,10	6,25±0,15	4,38	1,31±0,05	4,77
	44-53M	4,47±0,17	0,86±0,01	5,33±0,19	5,20	1,12±0,01	4,76

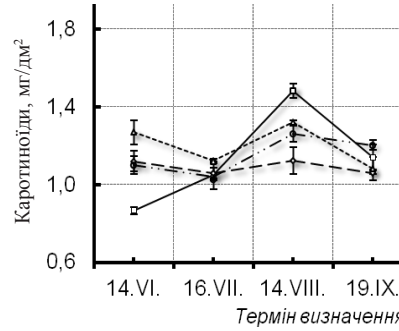
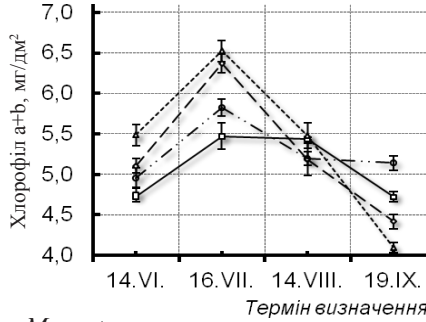
Характерно, що у фазу цвітіння в сортів зі середнім і пізнім періодом дозрівання ягід, порівняно зі сортами раннього строку дозрівання, зростає сума хлорофілів (*a+b*) та збільшується відношення хлорофілу *a/b*. Збільшення індексу хлорофілів відбувається за рахунок росту рівня хлорофілу *a* та зниження – хлорофілу *b*. У більшості випадків збільшення концентрації хлорофілу в досліджуваних сортах відбувається при їх вирощуванні на слабо- (R×R 101-14) та середньорослих (B×R SO4) підщепках.

Максимальне накопичення хлорофілу в листках прищепних сортів винограду спостерігається в період росту ягід (16.VI) що, напевно, пов'язано із зусиллями їх фотосинтетичної діяльності. У цю фазу, порівняно з періодом цвітіння, вміст хлорофілів (*a+b*) у листках збільшується в 1,1–1,3 разу і становить у сортів Monukka та Italia 6,15–7,00 і 5,60–6,53 мг/дм², Loose Perlette і Summer Muscat, відповідно – 5,47–6,47 та 5,18–5,76 мг/дм² (рис. 1).

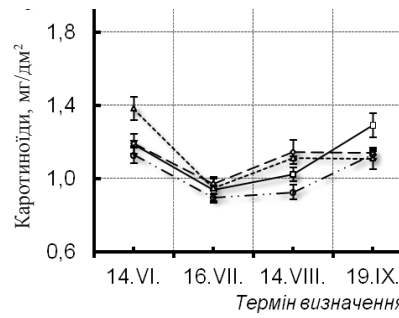
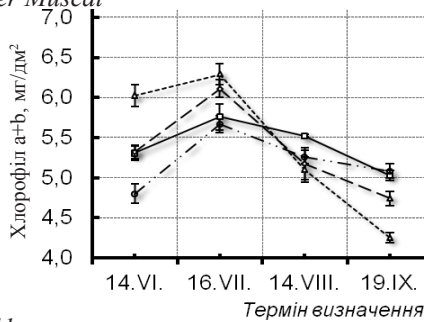
У період дозрівання ягід (14–28.VIII), незалежно від сортових особливостей, концентрація зелених пігментів у листках знижується в 1,2–1,4 разу. Помітне зменшення вмісту хлорофілу у сортів із раннім періодом дозрівання ягід спостерігається в кінці вегетації (19.IX), що, ймовірно, пов'язано з депресією як ростових процесів, так і фотосинтетичної діяльності рослини. На відміну від них, у сортів із більш тривалим продукційним періодом (Italia) рівень зелених пігментів у листках знову зростає.

Подібна закономірність щодо вмісту хлорофілу в листках рослин винограду в онтогенезі спостерігалася у дослідженнях А. Г. Барановського і К. С. Малкоча [1],

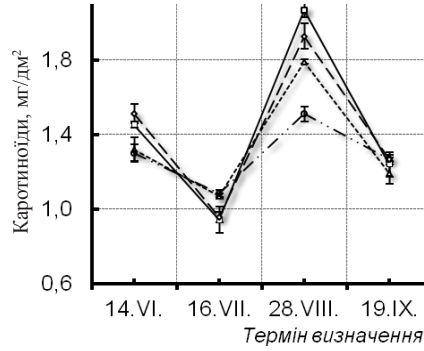
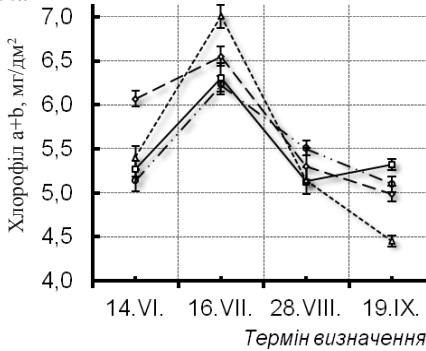
Loose Perlette



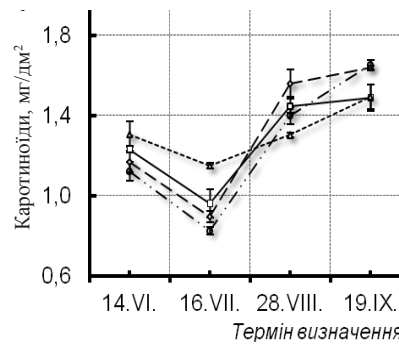
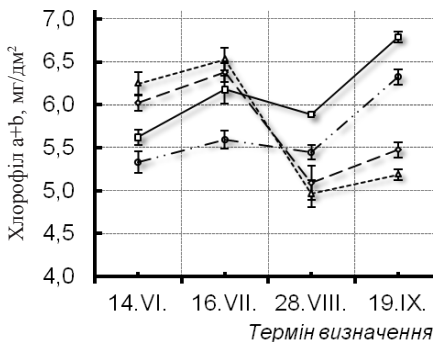
Summer Muscat



Monukka



Italia



—□— BxR 5BB —◇— BxR SO4 —△— RxR 101-14 —○— 44-53 M

Рис. 1. Динаміка вмісту пластидних пігментів у листках столових сортів винограду, прищеплених на різні підщепи (2008 р.).

І. А. Ільїної та ін. [5]. Авторами встановлено, що максимальне накопичення хлорофілів у досліджуваних сортах спостерігається у фазі цвітіння та росту ягід. При цьому у сортів із раннім строком дозрівання збільшення вмісту зелених пігментів відбувається у періоди цвітіння та зав'язування ягід, а у сортів, які відрізняються більш тривалим періодом вегетації, – у період росту ягід.

Нами встановлені відмінності в накопиченні хлорофілів у листках досліджуваних сортів винограду протягом вегетації, залежно від підщепи. Так, у фазу цвітіння і росту ягід максимальний вміст хлорофілів спостерігається при щепленні на слабо- (R×R 101-14) та середньорослих (B×R SO4) підщепах. Однак у кінці вегетації підвищення рівня хлорофілів відбувається при щепленні досліджуваних сортів на сильнорослі підщепи (B×R5BB та 44-53M).

Вплив підщепи на накопичення хлорофілу, очевидно, пов'язаний з особливостями поглинання їхніми коренями мінеральних елементів і, як наслідок, зі зміною концентрації пігментів та інтенсивності процесу фотосинтезу в листках [10].

А. Albacete та ін. [9] відзначають, що при щепленні вміст пластидних пігментів, їх співвідношення і стан у листках прищепи змінюються залежно від біологічних особливостей підщепи. Авторами встановлено, що вплив кореневої системи пов'язаний з утворенням в ній специфічних гормонів (цитокінінів), які, транспортуючись у прищепу, запобігають розпадові хлорофілу і деградації внутрішньоклітинних структур у листках. За даними Н. Dong та ін. [11], гормональна взаємодія домінуючих центрів пагону та кореня слугує важливим ендogenousним механізмом фізіолого-біохімічних процесів у прищепленій рослині, в т.ч. і фотосинтезу.

У процесі фотосинтезу, поряд із зеленими, беруть участь і жовті пігменти. Каротиноїди, виступаючи обов'язковими компонентами пігментних систем усіх фотосинтезуючих організмів, беруть участь у поглинанні світла як додаткові пігменти, входять до складу світлозбирального комплексу, передаючи поглинальну енергію хлорофілу. Каротиноїди, виконуючи фотопротекторну функцію, запобігають руйнуванню хлорофілу від необоротного фотоокислення [6].

Рівень каротиноїдів у листках рослин винограду варіює в онтогенезі. Так, у фазу цвітіння вміст пігментів становить 0,87–1,27 (Loose Perlette), 1,13–1,38 (Summer Muscat), 1,30–1,51 (Monukka) та 1,12–1,31 мг/дм² (Italia). У період росту ягід, порівняно з фазою цвітіння, вміст каротиноїдів знижується та різко зростає у фазу дозрівання ягід, особливо у сортів середнього та пізнього періодів дозрівання (Monukka та Italia). До кінця вегетації рівень каротиноїдів знову зменшується. Причому крива динаміки зміни концентрації каротиноїдів у листках протягом вегетації представляє дзеркальне відображення кривої вмісту хлорофілів (рис. 1).

Спостереження підвищення концентрації каротиноїдів на тлі зменшення рівня хлорофілу, вочевидь, пов'язане з їх фотопротекторною функцією. За даними Г. Бріттона [2], в умовах яскравого освітлення (на яскравому сонячному світлі) відбувається поглинання значно більшої кількості квантів, ніж здатний використати реакційний центр. Надлишок енергії збудженого хлорофілу може видалятися різними шляхами. Один із них включає внутрішньосистемний перехід з утворенням більш довгоживучої, але все ще високоенергетичної форми хлорофілу у триплетному стані. Від триплетного хлорофілу надлишок енергії може передаватися на молекулярний кисень що перебуває в основному стані, переводячи його в синглетний стан, який може окислити будь-яку відповідну акцепторну молекулу, в т.ч. і хлорофіл. Каротиноїди запобігають схожим пошкодженням, реагуючи з окисним синглетним киснем або приймаючи на себе енергію збудження триплетного хлорофілу чи синглетного кисню.

Результати проведених досліджень дають підстави зробити такі висновки:

1. У рослин винограду вміст пластидних пігментів (хлорофілів і каротиноїдів) у листках і їх співвідношення змінюються в онтогенезі. Так, максимальне накопичення хлорофілу у прищепних сортів винограду відбувається у фазу росту ягід, що, напевно, пов'язане з потужністю їх фотосинтетичної діяльності. У період досягання ягід, у зв'язку зі зміною характеру донорно-акцепторних відносин, рівень зелених пігментів знижується в 1,2–1,4 разу, незалежно від сортових особливостей рослин.

2. Рівень пластидних пігментів у листках прищепних сортів залежить від біологічних особливостей, а також від підщепи, на якій вони прищеплені. У сортів Monukka та Italia (середнього і пізнього періодів дозрівання) протягом вегетації спостерігається збільшення вмісту хлорофілів $a+b$ в основному за рахунок більшої концентрації хл. a , порівняно з Loose Perlette та Summer Muscat (раннього періоду дозрівання ягід).

3. Максимальне накопичення хлорофілу у досліджуваних сортів винограду спостерігається при щепленні на слабо- ($R \times R$ 101-14) та середньорослі ($B \times R$ SO4) підщепи, особливо у фазу цвітіння та росту ягід. У подальші фази розвитку рослин винограду збільшення рівня зелених пігментів відбувається при щепленні на сильнорослі підщепи ($B \times R$ 5 BB и 44-53M).

4. Крива динаміки зміни концентрації каротиноїдів у листках упродовж вегетації, незалежно від сортових особливостей і підщепи, представляє дзеркальне відображення кривої вмісту хлорофілу. Підвищення концентрації каротиноїдів, яке спостерігається особливо у фазу дозрівання ягід, на тлі зменшення рівня хлорофілу, напевно, пов'язане з їх фотопротекторною функцією.

Висловлюємо глибоку вдячність за допомогу, рекомендації та підтримку у виконанні представленої роботи науковому керівникові, зав. кафедрою ботаніки і фізіології рослин ДАУМ, професору А. І. Дерендовській.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Барановский А. Г., Малкоч К. С. Изменение продуктивности фотосинтеза у виноградной лозы по фазам вегетации // Обмен веществ и продуктивность растений. Кишинев: Штиинца, 1974, С. 3–18.
2. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. М.: Мир, 1986. 422 с.
3. Буханцов В. Г. Особенности донорно-акцепторных отношений у семенного и бессемянного сортов винограда в связи с применением регуляторов роста: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12. М., 1991. 22 с.
4. Жакотэ А. Г. Хлорофилл // Энциклопедия виноградарства. Т. 3. Кишинев: Молд. Сов. Энциклоп., 1986, С. 377.
5. Ильина И. А., Петров В. С., Якуба Ю. Ф. и др. Биохимические и физиологические параметры различных по биологии сортов винограда при изменении экологии ампелоценозов // Виноделие и виноградарство. 2008. № 3. С. 30–32.
6. Мерзляк М. Н. Пигменты, оптика листа и состояние растений // Сорос. образоват. журн. 1998. Т. 4. № 4. С. 19–24.
7. Мокроносов А. Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука, 1981. 196 с.
8. Степанов К. И., Недранко Л. В. Физиология и биохимия растений: Методические указания по определению элементов фотосинтетической продуктивности растений. Кишинев, 1988. 36 с.

9. *Albacetel A., Martinez-Andujar C., Ghanem M. E.* et al. Rootstock-mediated changes in xylem ionic and hormonal status are correlated with delayed leaf senescence, and increased leaf area and crop productivity in salinized tomato // *Plant, Cell and Environment*. 2009. Vol. 32. P. 928–938.
10. *Bavaresco L., Poni S.* Effect of Calcareous Soil on Photosynthesis Rate, Mineral Nutrition, and Source-Sink Ratio of Table Grape // *J. Plant Nutrition*. 2003. Vol. 26. N 10. P. 2123–2135.
11. *Dong H., Niu Y., Li W.* et al. Effects of cotton rootstock on endogenous cytokinins and abscisic acid in xylem sap and leaves in relation to leaf senescence // *J. Experimental Bot.* 2008. Vol. 59. N 6. P. 1295–1304.

Стаття: надійшла до редакції 22.03.12

прийнята до друку 18.05.12

**PARTICULARITIES OF THE ONTOGENETIC CHANGES OF ACTIVITY
OF THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS IN LEAVES OF GRAPE PLANTS
(*VITIS VINIFERA* L.) GRAFTED ON DIFFERENT ROOTSTOCKS**

A. Stirbu^{1*}, N. Shadura²

¹*State Agrarian University of Moldova*

44, Mircesti St., Chisinau 2049, Moldova, Republic

²*National Institute of Vine and Wine "Magarach"*

31, Kirov St., Yalta 98600, Crimea, Ukraine

e-mail: stirbu.a@gmail.com

The dynamics of accumulation in leaves of the plastid pigments in grape plants, originating from different ecological and geographical zones, grafted on different rootstocks were carried out. It is shown, that the maximum accumulation of chlorophyll in scion varieties observed in the phase of growth berries, especially when grafted on low (R × R 101-14) and moderate (B × R SO4) vigour stocks. In the period of maturation of grape berries, due to changes in the donor-acceptor relationship, the level of green pigment is reduced to 1.2–1.4 times. The observed increase in the concentration of carotenoids in the background of decreasing levels of chlorophyll, probably due to their function of photoprotectors.

Keywords: grapes, grafting, rootstocks, chlorophyll, carotenoids.

**ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ АКТИВНОСТИ
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ЛИСТЬЕВ У РАСТЕНИЙ ВИНОГРАДА
(*VITIS VINIFERA* L.) ПРИ ПРИВИВКЕ НА РАЗНЫЕ ПОДВОИ**

А. Штирбу^{1*}, Н. Шадура²

¹*Государственный Аграрный Университет Молдовы*

ул. Мирчеиць, 44, Кишинев 2049, Республика Молдова

²*Национальный Институт винограда и вина «Магарач»*

ул. Кирова, 31, Ялта 98600, АР Крым, Украина

e-mail: stirbu.a@gmail.com

Изучена динамика накопления в листьях пластидных пигментов у сортов винограда, происходящих из разных эколого-географических зон, при прививке на

различные подвои. Показано, что максимальное накопление хлорофилла у привойных сортов винограда наблюдается в фазу роста ягод, особенно при прививке на слабо- (R×R 101-14) и среднерослые (B×R SO4) подвои. В период созревания, в связи с изменением характера донорно-акцепторных отношений, уровень зеленых пигментов снижается в 1,2–1,4 раза. Наблюдаемое повышение концентрации каротиноидов на фоне убывания уровня хлорофилла, по-видимому, связано с их фотопротекторной функцией.

Ключевые слова: виноград, прививка, подвои, хлорофилл, каротиноиды.