

**Կարոտինոիդների պարունակությունը
որոշ մերձարևադարձային բույսերի պտուղներում**

Զարուհի Վարդանյան

Անուշ Գևորգյան

Արմինե Ղազարյան

Գոհար Ավետիսյան

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-31>

Հանգուցային բառեր. բուսական գունակներ, քլորոֆիլներ, պտղամսի
մզվածք, թաց քաշ, չոր քաշ, գունակի կոնցենտրացիա

Բուսական հյուսվածքներում գունակների, այդ թվում նաև կարոտինոիդների առաջացումը օրգանական բնության ծագման պատմության ընթացքում եղել է խոշորագույն արոմորֆոզ, քիմիական և ապա նաև կենսաբանական էվոլյուցիայի բարձրագույն արդյունք: Կարոտինոիդները դեղին, նարնջագույն կամ կարմիր գունակներ են, սինթեզվում են բակտերիաների, սնկերի ու բարձրակարգ բույսերի բջիջներում: Կարոտինոիդները բուսական գունակների ամենալայն տարածված խումբն են: Դրանց քանակը անցնում է 600-ից: Կանաչ բույսերի տերևներում քլորոպլաստների գունակների այդ մեծ խմբի ֆիզիոլոգիապես առավել ակտիվ բաղադրիչներն են α - և β - կարոտինները, ինչպես նաև նրանց թթվածին պարունակող ածանցյալները՝ քսանտոֆիլները: Այդ գունակները լուծվում են ճարպերում ու ճարպային լուծիչներում: Նրանց նոսր լուծույթներն ունեն բաց դեղին, նարնջագույն կամ բաց կարմիր երանգավորում: Խիտ լուծույթներն ունեն նարնջագույնից մինչև մուգ կարմիր գույն [2, 111-114]: α և β կարոտինները ունեն միևնույն քիմիական բանաձևն ու միայն չնչին չափով են տարբերվում իրենց կառուցվածքով [5, 134-139]: Կարոտինոիդների հիմնական քիմիական հատկություններից է բարձր արտահայտված չհագեցվածությունը ու դրանով պայմանավորված՝ օքսիդացման և վերականգնման ռեակցիաներին մասնակցելու մեծ ունակությունը: Կարոտինները կատարում են մի շարք կարևոր ֆունկցիաներ: Իբրև լրացուցիչ գունակներ՝ նրանք լույսի էներգիան կլանում և փոխանցում են քլորոֆիլ a-ին: Մթության մեջ բույսերի հյուսվածքներում կարոտինոիդների սինթեզն ավելի ակտիվ է ընթանում, իսկ լույսի տակ ճնշվում է [2, 111-114; 3]: Օրինակ՝ եթուլացված ծիլերում կարոտինոիդների սինթեզն ավելի ակտիվ է ընթանում:

Ըստ մի շարք հետազոտությունների արդյունքների՝ կարոտինոիդներն ունեն որոշակի դեր բույսերի ծաղկման շրջանում: Ծաղկի սեռական

օրգաններում՝ առեջներում և վարսանդում, կարոտինոիդների քանակը շատ է: Այն նպաստում է բույսի օրգանիզմում սեռական հասունացմանը: Այդ ընթացքում կարոտինոիդների քանակը տերևներում մասամբ նվազում է, իսկ փոշանոթներում և պսակաթերթերում՝ ավելանում [2, 111-114; 5, 134-139]:

Կարոտինոիդները կարևոր նշանակություն ունեն մարդու օրգանիզմի ջրային հավասարակշռությունը պահպանելու տեսակետից: A վիտամինը մեր օրգանիզմում ձեռք է բերվում կարոտինոիդների վերափոխակերպման արդյունքում: Կարոտինոիդների օրական պահանջը 6 մգ-ից քիչ է [11; 13]:

Նյութը և մեթոդը

Գրականության վերլուծությունից երևում է, որ արտասահմանյան և հայրենական շատ գիտնականներ ուսումնասիրել են կարոտինոիդների պարունակությունը վայրի աճող ուտելի բույսերում, հետազոտել են դրանց նշանակությունը մարդու օրգանիզմի առողջության համար [6, 11]:

Գունակների՝ քլորոֆիլների և կարոտինոիդների պարունակությունը որոշվել է օպտիկական խտության որոշման միջոցով [4]: Գունակների օպտիկական խտությունը որոշվել է *SL150* Սպեկտրոֆոտոմետրի միջոցով քլորոֆիլը 663 նմ և 644 նմ, իսկ կարոտինոիդը՝ 452.5 նմ երկարության ալիքի տակ: Սպեկտրոֆոտոմետրիական անալիզը տերևներում գունակների որոշման համեմատաբար ավելի ճիշտ քանակական մեթոդ է: Գունակների կոնցենտրացիան որոշվում է օպտիկական խտության միջոցով: Մզվածքի խտությունը սպեկտրոֆոտոմետրի վրա որոշում են a և b քլորոֆիլի կոդմից սպեկտրի կլանման առավելագույն տիրույթում՝ սպեկտրի կարմիր հատվածում, իսկ կարոտինոիդների դեպքում՝ աբսորբցիոն առավելագույն ալիքի տակ: Գունակների պարունակությունն արտահայտում են մգ-ով թաց կամ չոր հումքի զանգվածին (1գ-ի հաշվարկով), %-ով թաց կամ չոր զանգվածին տերևի միավոր մակերեսի վրա:

Պտղամսում գունակների կոնցենտրացիան որոշելու համար վերցրել ենք 0,3 գ զանգվածով հետազոտվող բույսի թարմ պտուղներ: Պտղամսից պատրաստել ենք քլորոֆիլի սպիրտային լուծույթ՝ 96 %-ոց սպիրտով [1, 50-52]:

Գունակների կոնցենտրացիան, ըստ օպտիկական խտության ցուցանիշների, որոշվել է 85 %-ոց ացետոնի լուծույթում՝ ըստ Ռեբբելենի բանաձևի [4, 43].

$$C_a = 10,3 \cdot D_{663} - 0,918 \cdot D_{644}$$

$$C_b = 19,7 \cdot D_{644} - 3,87 \cdot D_{663}$$

Քլորոֆիլ C_a -ի և քլորոֆիլ C_b -ի գումարը որոշվել է՝ ըստ Ռեբբելենի բանաձևի [4, 43].

$$C_a + C_b = 6,4 \times D_{663} + 18,8 \times D_{644}$$

Կարոտինոիդների կոնցենտրացիան որոշել ենք Վետտտեյնի բանաձևով [12].

$$C_{car} = 4,75 \cdot D_{452,5} - 0,226 \cdot (C_a + C_b)$$

Ըստ պտղամսի մզվածքում գունակների կոնցենտրացիայի՝ որոշում ենք գունակների պարունակությունը հետազոտվող նմուշներում հետևյալ բանաձևով [4; 12].

$$A = \frac{V \cdot C}{P \cdot 1000}$$

Որտեղ C – գունակների կոնցենտրացիան մգ/լ,

V – մզվածքի ծավալը մլ-ով (4մլ),

P – նմուշի զանգվածը (0,3 գ),

A – գունակի պարունակությունը բուսական նմուշում մգ/գ թաց քաշում:

Փորձերը կատարվել են Վանաձորի պետական համալսարանի բնագիտական համալիր լաբորատորիայում:

Արդյունքներ

Փորձերը կատարել ենք մերձարևադարձային ներքոհիշյալ բույսերի պտուղների վրա՝ կիվի (շողպար, ակտինիդիա) (*Actinidia deliciosa*), բանան, ադամաթուզ (*Musa*), մանդարին (*Citrus reticulata*), արքայանարինջ (*Diospyros lotus L.*):

Փորձերի արդյունքները բերված են թիվ 1 աղյուսակում:

Աղյուսակ 1

Գունակների կոնցենտրացիան տարբեր բուսատեսակներում

Բուսատեսակ	Օպտիկական խտությունը տարբեր երկարության ալիքի տակ			C_a , մգ/լ	C_b , մգ/լ	C_{car} , մգ/լ
	$D_{452,5}$ նմ	D_{644} նմ	D_{665} նմ			
Կիվի, շողպար, ակտինիդիա (<i>Actinidia deliciosa</i>)	1,190	0,794	0,744	6,93	12,76	1,2
Բանան, ադամաթուզ (<i>Musa</i>)	1,202	0,996	0,951	8,88	15,94	0,11
Մանդարին (<i>Citrus reticulata</i>)	1,189	0,792	0,739	6,883	12,74	1,22
Արքայանարինջ (<i>Diospyros lotus L.</i>)	1,209	1,057	1,016	9,49	16,87	0,2

Ըստ պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիայի՝ կազմել ենք բույսերի հետևյալ շարքը.

մանդարին (*Citrus reticulata*)>կիվի (*Actinidia deliciosa*)>արքայանարինջ (*Diospyros lotus L.*)>բանան (*Musa*)

Մանդարինի և կիվիի պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիան գրեթե հավասար է: Մանդարինի պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիան գերազանցում է արքայանարինջի պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիային 6.1 անգամ, իսկ բանանի պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիային՝ 11.09 անգամ:

Փորձանմուշներում գունակների քանակի տվյալները բերված են թիվ 2 աղյուսակում:

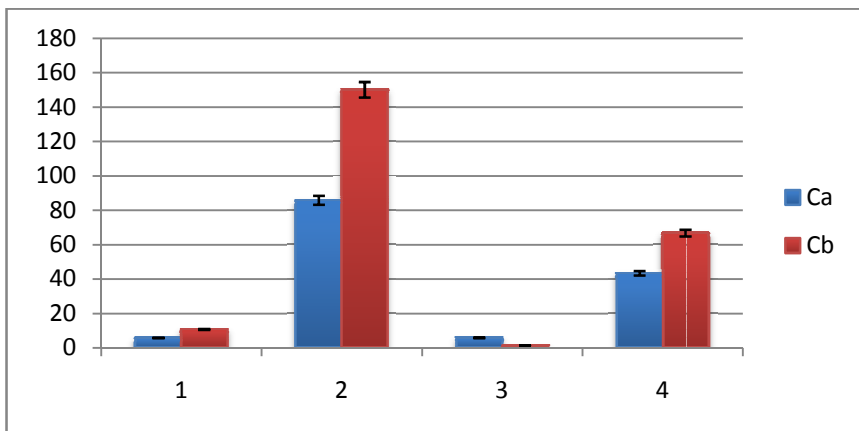
Աղյուսակ 2

Գունակների քանակը բուսանմուշներում

Բուսատեսակ	Գունակների քանակը բուսանմուշներում մգ/գ, թաց քաշում			Քլորոֆիլ <i>a:b</i>
	Քլորոֆիլ <i>a</i>	Քլորոֆիլ <i>b</i>	Կարոտինոիդ	
Կիվի, շողպար, ակտինիդիա (<i>Actinidia deliciosa</i>)	0,091	0,17	0,016	0,535
Բանան, ադամաթուզ (<i>Musa</i>)	0,12	0,21	0,0014	0,571
Մանդարին (<i>Citrus reticulata</i>)	0,092	0,02	0,016	4,6
Արքայանարինջ (<i>Diospyros lotus L.</i>)	0,13	0,2	0,003	0,65

Քլորոֆիլ *a:b* հարաբերությունը ամենամեծն է *Citrus reticulate* բույսի պտուղներում: Այդ ցուցանիշը գերազանցում է *Diospyros lotus L.* բույսի պտղամսում քլորոֆիլ *a:b* հարաբերությանը 7.07 անգամ, *Musa* բույսի պտղամսում քլորոֆիլ *a:b* հարաբերությանը՝ 8.05 անգամ, *Actinidia deliciosa* բույսի պտղամսում քլորոֆիլ *a:b* հարաբերությանը՝ 8.59 անգամ:

Հետազոտված բույսերի պտուղների պտղամսում կարոտինոիդների զանգվածի համեմատությունը քլորոֆիլ C_a -ի և քլորոֆիլ C_b -ի նկատմամբ բերված է տրամագիծ 1-ում.



Տրամագիր 1. Կարոտինոիդների զանգվածի համեմատությունը քլորոֆիլ C_a -ի և քլորոֆիլ C_b -ի նկատմամբ

Կարոտինոիդների զանգվածն ամենափոքրն է բանանի պտղամսում: Կիվիի և մանդարինի պտուղներում կարոտինոիդների քանակը հավասար է միմյանց: Որքան պտղամսում բարձր է քլորոֆիլ C_a -ի քանակը, ցածր է կարոտինոիդների քանակը: Բանանի պտղամսում քլորոֆիլ C_a -ի քանակը գերազանցում է կարոտինոիդների քանակին 85.71 անգամ, արքայանարինջի մոտ՝ 43.33 անգամ, կիվիի մոտ՝ 5.68 անգամ, մանդարինի մոտ՝ 5.75 անգամ: Նմանատիպ կախվածությունն նկատվում է նաև քլորոֆիլ C_b -ի և կարոտինոիդի պարունակության միջև:

Եզրակացություն

Կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքում հանգել ենք հետևյալ եզրակացություններին.

- Հետազոտված բույսերի պտուղներում կարոտինոիդների կոնցենտրացիայի և պարունակության ամենափոքր մեծությունները նկատվել են բանանի պտղամսում:
- Մանդարինի և կիվիի պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիան և պարունակությունը գրեթե հավասար են:
- Մանդարինի և կիվիի պտղամսում քլորոֆիլ C_a -ի և քլորոֆիլ C_b -ի քանակը գրեթե հավասար է:
- Քլորոֆիլների և կարոտինոիդների պարունակությունները հակադարձ համեմատական կախվածության մեջ են: Հետազոտված բույսերի պտղամսում որքան բարձր է քլորոֆիլների պարունակությունը, այնքան ցածր է կարոտինոիդների քանակությունը:

Գրականություն

1. Եղոյան Ռ. Հ., Վարդանյան Զ. Ս. Բույսերի ֆիզիոլոգիայի լաբորատոր աշխատանքների ձեռնարկ, Երևան, 2006, 144 էջ:
2. Թանգամյան Ս. Վ., Աղաջանյան Մ. Ա., Բույսերի ֆիզիոլոգիա, Երևան, 2006, 287 էջ, էջ 111-114:
3. Ռուբին Բ. Ա., Բույսերի ֆիզիոլոգիայի դասընթաց, Երևան, 1985, 682 էջ:
4. Воробев В.Н. и др. Практикум по физиологии растений/Казань. 2013, с. 23-30.
5. Лебедев С.И. Физиология растений, с. 134-139. Издательство Колос, 1982, с. 462, с. 134-139.
6. Тумова М.С. Содержание фотосинтетических пигментов в хвое PICEAABIES и PICEAKORAIENSIS / Вестник ОГУ но 12 (118). 2010, с. 9-12.
7. Федотова Ю.К. К вопросу о содержании основных пигментов фотосинтетического аппарата у *Geranium Sanguineum* флоры центрального предкавказья, Московский государственный областной университет (МГОУ), с. 81-84.
8. Bendich A. Carotenoids and the immune response. J Nutr. 1989 Jan; 119(1): 112-5. doi: 10.1093/jn/119.1.112. PMID: 2643693.
9. Khachik Frederick. "Distribution and metabolism of dietary carotenoids in humans as a criterion for development of nutritional supplements" Pure and Applied Chemistry, vol. 78, no. 8, 2006, pp. 1551-1557. <https://doi.org/10.1351/pac200678081551>.
10. Kim S.H. Inhibitory effect of astaxanthin on oxidative stress-induced mitochondrial dysfunction: a mini-review / S.H. Kim, H. Kim. – DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10091137>. // Nutrients. 2018. № 10(9), pp 1137-1151.
11. Vardanyan Z., Gevorgyan A., Avetisyan G. Content of carotinoids in the leaves of some spices, Endless light in science, Алматы, Казахстан, Межд. научно-практ. 2022, с. 151-155.
12. Wettstein P. von Chrofyll-letale und der submicroscopische Formwechsel der Plastiden//Exp. CellRes. 1957.V.12, No4, pp. 427-431.
13. <https://www.korolevpharm.ru/proizvodstvo/kachestvo/metodiki-i-testy/metod-opredeleniya-soderzhaniya-karotinoidov.html>

Содержание каротиноидов в плодах некоторых субтропических растений

*Заруи Варданян
Ануш Геворгян
Армине Казарян
Гоар Аветисян*

Резюме

Ключевые слова: растительные пигменты, хлорофиллы, экстракт плодов, сырая масса, сухая масса, концентрация пигментов

Каротиноиды – желтые, оранжевые или красные пигменты, синтезируемые в клетках бактерий, грибов и высших растений. Каротиноиды – наиболее распространенная группа растительных пигментов. Каротиноиды выполняют ряд важных функций. В качестве дополнительных пигментов они поглощают световую энергию и передают ее хлорофиллу C_a . В темноте синтез каротиноидов в тканях растений более активен, а на свету подавляется. Каротиноиды способствуют половому созреванию в растительном организме.

В период цветения в листьях количество каротиноидов частично уменьшается, а в тычинках и лепестках увеличивается. Исследования проводились на плодах следующих субтропических растений: киви (*Actinidia deliciosa*), банан, адматус (*Musa*), мандарин (*Citrus reticulata*), апельсин (*Diospyros lotus* L.). Концентрацию пигментов хлорофилла в этих плодах определяли спектрофотометрическим путем измерения оптической плотности. Данный метод считается количественным методом определения содержания пигментов в растениях. Оптическую плотность определяли на спектрофотометре *SL150*: хлорофилла при 663 и 644 нм, каротиноидов при 452,5 нм. Исследования показали, что наименьшие значения концентрации, т.е. содержания каротиноидов в плодах исследуемых растений, отмечены в плодах банана. Установлено, что концентрация каротиноидов и количество хлорофилла C_a и хлорофилла C_b в плодах мандарина и киви практически одинаковы. Содержание хлорофиллов и каротиноидов обратно пропорциональные величины: чем выше содержание хлорофилла в плодах изучаемых растений, тем меньше в них количество каротиноидов.

The Content of Carotinoid in the Fruits of Some Subtropical Plants

*Zaruhi Vardanyan
Anush Gevorgyan
Armine Ghazaryan
Gohar Avetisyan*

Summary

Key words: *plant pigments, chlorophylls, fruit extract, wet weight, dry weight, pigment concentration*

Carotenoids are yellow, orange or red pigments, synthesized in the cells of bacteria, fungi and higher plants. Carotenoids are the most widespread group of plant pigments. A number of important functions are performed by carotenoids. As additional pigments, they absorb light energy and transfer it to chlorophyll C_a . The synthesis of carotenoids in plant tissues is more active in the dark, while in the light, it is suppressed. Carotenoids promote sexual maturation in the plant organism.

During the flowering period, the amount of carotenoids partially decreases in the leaves, and increases in the stamens and petals. The studies were conducted on the fruits of the following subtropical plants: kiwi, actinidia (*Actinidia deliciosa*), banana (*Musa*), tangerine (*Citrus reticulata*), persimmon (*Diospyros lotus* L.). The concentration of pigments in these fruits was spectrophotometrically determined by measuring the optical density, which is considered a quantitative method for determining pigments. The optical density of the colors was determined using an SL150 spectrophotometer at a wavelength of 452.5 nm, and for chlorophyll at a wavelength of 663 nm and 644 nm. Studies have shown that the smallest values of concentration and content of carotenoids in the fruits of the investigated plants were observed in the banana pulp. It was found that the concentration and content of carotenoids, as well as the amount of chlorophyll C_a and C_b in tangerine and kiwi fruits are almost equal. The contents of chlorophylls and carotenoids in the fruits of the studied plants are inversely proportional: the higher the content of chlorophylls, the lower the number of carotenoids.

Ներկայացվել է 09.04.2023 թ.
Գրախոսվել է 18.05.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.