

## Природни оцветители. Част I

Ваня Живкова

**Natural colorants. Part I:** *The color is a distinctive feature and characteristic property of each object. The color is associated with quality and organoleptic properties of food. First impressions of the food created by our perceptions based on appearance or color of the food, which not only determines its adoption and approval by users, but also assist in the identification of food. Some foods are eaten only if they are colored and have a pleasant appearance. Food with good texture, rich in nutrients, with high energy value and taste aromatic substances will be consumed if it has adequate and appropriate coloring. Interest in natural colors which can be used for food purposes has significantly increased due to the requirements of users and the concept of healthy, useful and most balanced meal.*

**Key words:** *Color, Colorants, Natural colorants, Sources of natural colorants.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Цветът е отличителен признак и характерно свойство за всеки предмет; свързан е с качеството и органолептичните свойства на храните. Първите впечатления се създават посредством нашите възприятия въз основа на външния вид или цвета на храната, който определя нейното приемане и одобрение от потребителите, съдейства и за разпознаването ѝ. От друга страна, оцветяването на храните се влияе и определя от културни, географски, социални особености на населението. В действителност оцветяването и някои хранителни навици се разглеждат като примери за кулинарна антропология, присъщи за даден регион. Някои храни се консумират, само ако са оцветени и имат добър външен вид. Храна с добра консистенция, богата на нутриенти, с голяма енергийна ценност и вкусово-ароматични вещества, няма да бъде консумирана, ако не притежава съответното подходящо оцветяване. Поради изискванията на потребителите и концепцията за здравословна, полезна и максимално балансирана храна, значително нараства интересът към природни оцветители, които могат да се използват за хранителни цели. За много синтетични оцветители е доказано, че са канцерогенни, затова потребителите желаят да консумират и отдават предпочитанията си към природна храна. Някои природни пигменти притежават полезни за здравето свойства; желателно е те да имат добра устойчивост спрямо светлина, нагряване, промени в рН. Оцветяването на храната зависи от вида на пигмента, от отразяването или разсейването на светлината. Растения, животни и микроби са източници на природни пигменти. Когато оцветителите се получават от клетки на микроорганизми, те се означават като микробни (микробниални) пигменти [3].

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Природните багрила и оцветители се получават от биологични материали посредством механично отделяне/разделяне, чрез ковалентно химично свързване, чрез образуване на комплекси със соли или с метали, чрез физична абсорбция или чрез разтваряне. Природните оцветители имат голямо икономическо значение [2]. Повечето природни пигменти се извличат от растения и животни; например анато, грозде, цвекло, червен пипер, насекомите *Coccus cacti*, микроорганизми като *Monascus*, *Rhodotorula*, *Bacillus*, *Achromobacter*, *Yarrowia*, *Phaffia* и др. Пигменти като каротеноиди, хлорофил могат да се получат от гъби, дрожди, плесени, бактерии, водорасли. Забелязва се нарастващ интерес към микробните пигменти поради техния природен характер и безопасност, полезни за здравето свойства, съдържанието на хранителни вещества, витамини. Получаването им не зависи от климатични и географски условия, т.е. няма сезонен характер, то може да бъде контролирано, прогнозирано и планирано. Микробните пигменти, като β-каротен

например, постепенно променят цвета си към оранжево-червен, който е по-атраکتивен. Това свойство е характерно само за микробните пигменти и не е присъщо на получените от растителни източници багрила. Някои микробни пигменти могат да се получат от отпадъчни материали, например отпадъци от производството на нишесте или сокове, като по този начин намаляват степента на замърсяване на водите и околната среда като цяло [3].

Някои микробни пигменти са водоразтворими, с малка стабилност, променят оцветяването си при различно рН, придават остатъчен привкус или са хигроскопични. Друг недостатък, свързан с микробните пигменти, е тясната гама от цветове, която ограничава приложението им за специфични храни, ниското съдържание на пигменти, водещо до използването на големи количества от тях. Тези недостатъци могат да бъдат сведени до минимум, ако се използва подходяща технология и системи за контрол на качеството. Пигменти могат да бъдат изолирани от голям брой бактерии, плесени, дрожди, водорасли. Съответните подходящи видове трябва да отговарят на следните условия: 1) възможност да се използват много и разнообразни въглеродни и азотни източници; 2) да не са чувствителни към промени в рН, температура, минерално съдържание, да се нуждаят от умерени условия за развитието си; 3) от тях да се получават пигменти с добър, приемлив добив; 4) да не са токсични и патогенни; 5) лесно да се изолират и отделят от клетъчната маса [3].

Бетаините са водоразтворими пигменти, съставени от виолетовите бетацианини и жълто-оранжевите бетаксантини, които се срещат под формата на различни гликозиди и агликозиди. Бетаините имат ограничено разпространение в растителното царство, срещат се само в представителите на род *Caryophyllales*, особено в разновидностите на червеното цвекло (*Beta vulgaris*, *Chenopodiaceae*). Има две изключения: в растенията *Caryophyllaceae* и *Molluginaceae* се съдържат антоцианини вместо бетаини. Бетаини се намират и в някои висши гъби от род *Amanita* (*Basidiomycetes*) [7]. В началото се е смятало, че бетаините са флавоноиди, но по-късно е установено, че те съдържат азот и не променят цвета си по същия начин, както антоцианините при промяна в рН. Първоначално бетаините са изолирани от червено цвекло (*Beta vulgaris*) и се използват предимно като оцветители за храни. Екстрактът от цвеклото съдържа червени и жълти пигменти, наречени съответно бетацианини и бетаксантини. Бетацианинът е основният компонент на червените пигменти в екстракта. Бетаини и антоцианини никога не се съдържат едновременно в едно растение. Бетаините са намерени в растения от семейство *Caryophyllales*. Съществува обаче остра нужда от други, алтернативни източници освен червеното цвекло поради неприятния земен привкус (на пръст), дължащ се на геозмина и производните на пиразина, както и заради високата концентрация на нитрати, свързвана с образуването на канцерогенни нитрозамини. Питая се разглежда като един от новите перспективни източници на червени оцветители, тъй като съдържа голямо количество бетаини, които са в същия порядък, както пигментите в червеното цвекло, лишени от споменатите по-горе недостатъци [2].

Екзотичните тропически плодове питая се отглеждат за комерсиални цели в Израел, Виетнам, Тайван, Никарагуа, Австралия, САЩ. Два вида (*Hylocereus undatus* и *Hylocereus polyrhizus*) и техни хибриди съставят по-голяма част от продукцията. Могат да се консумират пресни плодове на питая или сок от тях, растението е ценено и като природен оцветител за храни. Червената кожица на двата вида, както и пурпурно-червеното плодово месо на *Hylocereus polyrhizus* съдържат водоразтворимите пигменти бетацианини, подобни на тези, намиращи се в червеното цвекло (*Beta vulgaris*) [8]. Кожицата от *Hylocereus polyrhizus* обикновено се разглежда като отпадък. Съществува обаче възможност за употреба на кожицата като природен оцветител, като за целта бетацианините могат да се изолират с

дестилирана вода, тъй като те са водоразтворими. Растението *Hylocereus polyrhizus*, по-известно като питая, е представител на семейство *Cactaceae* от род *Hylocereus*. Плодовото месо е пурпурно-червено при узряване, обсипано с малки, дребни черни семена. Този плод предизвиква нарастващо внимание заради екзотичната му природа, атрактивен цвят, хранителна стойност, приятен вкус [2].

Добавянето на оцветители към преработени храни датира отдавна, но сравнително отскоро се получават пигменти от микроорганизми [3]. През последните години се наблюдава тенденция за все по-голяма употреба на природни оцветители за сметка на синтетичните в хранителната и козметичната промишленост. Много синтетични багрила са забранени за употреба в храни и козметика, тъй като са токсични и/или представляват опасност за здравето и околната среда. Нуждата от природни оцветители може да се разреши с природни багрила като билипротеини от водорасли. Като цяло, пигментите от водорасли все още не са напълно одобрени за употреба в хранителната и козметичната индустрия, въпреки че те не показват признаци на токсичност. В Япония, където отглеждането на водорасли е добре развита индустрия, тези пигменти вече са патентовани; японските патенти за употреба на оцветители от водорасли се отнасят до оцветяване на ферментирани млечни продукти като йогурт. Оцветителите, получени от червени и синьо-зелени водорасли, са подходящи за употреба и в козметиката. Например нискомолекулният фикоцианин, устойчив на нагряване и на промени в рН, получен от термофилни синьо-зелени водорасли, вече се включва в състава на сенки за очи; от червени микроводорасли са получени различни козметични продукти с розов или червен цвят [1].

Билипротеините са червени или сини пигменти с отворени, ациклически тетрапиролови простетични групи (билини), които са свързани ковалентно с една или две тиоетерни връзки към специфични цистеинови остатъци в апопротеините. Те образуват светосъбиращи комплекси (фикобилизоми) с цианобактериите (синьо-зелени водорасли), с две групи еукариотни водорасли, с червени водорасли. Билипротеините се разделят на 4 групи въз основа на техните спектроскопични свойства: 1) фикоеритрини, главната простетична група на които е червеният хромофор фикоеритробилин; 2) фикоцианини, които съдържат смес от фикоцианобилин и фикоеритробилин като хромофори или само фикоцианобилин, в зависимост от произхода им; 3) алофикоцианини, чиято простетична група е фикоцианобилин; 4) фикоеритроцианини, чиито хромофори са фикоцианобилин и фикокриптовиолин. Апопротеините са съставени от две различни единици  $\alpha$  и  $\beta$ , намиращи се в еквимоларни количества; фикоеритрините съдържат и  $\gamma$ -елемент. Всеки структурен елемент е свързан с един или повече билини. Антенните системи (комплекси) на някои цианобактерии, като *Spirulina platensis*, са изградени от алофикоцианини и С-фикоцианин. Билипротеините са добре разтворими във вода [1].

Фикоеритринът е основен светосъбиращ пигмент в червените водорасли и цианобактериите, който намира голямо приложение като флуоресцентен образец и аналитичен реактив. Фикобилипротеините са протеини с линейни тетрапиролови простетични групи (билини), които са ковалентно свързани със специфични цистеинови остатъци на протеините. Тези протеини са намерени в цианобактерии (синьо-зелени водорасли), в група бифлагелатни едноклетъчни еукариотни водорасли и в червени водорасли (*Rhodophyta*). Във всички тях фикобилипротеините се проявяват като спомагателни, допълнителни фотосинтезиращи пигменти. Фикобилипротеините се използват като оцветители за храни (например млечни продукти, сладоледи, желета, дъвки и т.н.) и козметични продукти (като червила или очна линия) в Япония, Тайланд, Китай. Установено е, че проявяват полезно за здравето действие; притежават и флуоресцентни свойства. По тази причина червените морски микроводорасли *Porphyridium cruentum* от род *Rhodophyta*

представяват голям интерес като източник на ценни фикобилипротеини, както и на сулфатирани екзополisahариди, полиненаситени мастни киселини с приложение в хранителната индустрия [6].

Микроорганизми като *Monascus*, *Rhodotorula*, *Bacillus*, *Achromobacter*, *Yarrowia*, *Phaffia* синтезират голям брой пигменти. Идеалният пигмент-продуциращ микроорганизъм трябва да позволява използването на разнообразни въглеродни и азотни източници, да не се влияе от промени в рН, в температурата, от присъствието на минерали, от него да се получават оцветители с добър добив, да придава трайно оцветяване. Предпочитат се нетоксични и непатогенни микроорганизми в комбинация с лесно изолиране и разделяне от клетъчната биомаса. Пигментите, получени от микроорганизми, имат редица предимства: независимост от условията на околната среда, бърз, лесен и стабилен растеж, придаване на оцветяване в различни нюанси и др. Редица изследвания показват, че микробните оцветители са нестабилни, лесно разградими, чувствителни към нагряване, светлина, промени в рН. Повишаването на стабилността, безопасността и разтворимостта им несъмнено може да разшири употребата на микробните пигменти в хранителната индустрия. Бактериите са добър източник на пигменти, най-често на каротеноиди, предимно  $\beta$ -каротен. Ликопен се получава главно от *Streptomyces chrestomyceticus* (subsp. *rubescens*); за получаването на зеаксантин и лутеин значение имат предимно *Flavobacterium* sp. Употребата на микробни пигменти в преработени храни е многообещаващо, перспективно с голям икономически потенциал. Тези пигменти обаче предлагат и някои предизвикателства, като висока цена, големи производствени разходи, малка стабилност и зависимост на оцветяването от промени в рН; необходими са бъдещи изследвания за откриване на нетоксични микробни пигменти [3].

Пигмент-продуцираща бактерия, свързана със зелените водорасли *Halimeda* sp., е изолирана от безотточно езеро Kakaban, източен Борнео, Индонезия. Изследвана е антибактериалната ѝ активност спрямо патогенните *Staphylococcus aureus*. Бактерията е идентифицирана като *Pseudoalteromonas* и е установено, че продуцира ксантофилни пигменти. Езерото е известно като Halimeda, понеже в него са открити уникални зелени водорасли *Halimeda* sp., продуциращи калциев карбонат. Изследвана е възможността на морска бактерия, свързана със зелените водорасли *Halimeda* sp., за получаване на вторични метаболити срещу патогенните *Staphylococcus aureus* [5].

Астаксантинът е основният каротеноид, обуславящ розово-червената пигментация на много видове риби и скариди. Тъй като водните животни не могат сами да синтезират този пигмент, той трябва да присъства като компонент на храната им. Този пигмент отдавна се използва и влиза в състава на храната на сьомга и пъстърва. Установено е, че астаксантинът притежава голяма антиоксидантна активност. Пигментът астаксантин може да се получи от дрождите *Xanthophyllomyces dendrorhous*, означавани по-рано като *Phaffia rhodozyma*, от сладководни микроводорасли *Haematococcus pluvialis*, изолирани от черупките на ракообразни или получавани по синтетичен път. Перспективен източник на пигмента астаксантин представлява аеробната грам-отрицателна бактерия *Paracoccus carotinifaciens*. Дрождите и микроскопичните зелени водорасли се разглеждат като перспективен източник за извличане на това природно багрило поради голямото съдържание на акумулиран астаксантин в тях. Освен това изследванията показват, че астаксантинът, получен от дрождите *Phaffia*, има голяма концентрация и степен на натрупване в култивираните риби и скариди. Разходите за получаването на пигмента астаксантин от сладководните микроводорасли *Haematococcus pluvialis* са по-големи в сравнение с тези при дрождите. Свободните, незакрепени нишковидни цианобактерии *Spirulina* са друг важен източник на пигменти и хранителни добавки. Тези синьо-зелени водорасли се отглеждат навсякъде по света, използват се като

добавка в храни. Изследванията показват, че *Spirulina* съществено повишава пигментацията на *Penaeus monodon* и други скариди. Тези цианобактерии се отглеждат в значителни количества в комерсиален мащаб [4].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Природните пигменти са цветни вещества, които се синтезират, натрупват или отделят от живи или умиращи организми. Пигментите в храните се превръщат в тяхна съставна част, някои от които се използват като оцветители при производството на храни и напитки от векове. Освен това много храни съдържат техни собствени пигменти, които обуславят пигментацията им по време на обработка или съхранение в резултат от реакции на взаимодействие между компоненти на храната, преди всичко неензимни реакции на потъмняване (покафеняване) и Майярдови реакции. Много синтетични оцветители се използват за подобряване на цвета на храните. Структурите на почти всички природни пигменти могат да бъдат обединени в няколко основни групи. Главните хромофори на природните пигменти са азот- или кислородсъдържащи хетероциклени съединения, хинони, тетратерпеноиди [7].

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bermejo, R., E.M. Talavera, C. delValle, J.M. Alvarez-Pez. C-phycoerythrin incorporated into reverse micelles: a fluorescence study. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 18, 2000, pp.51-59.
- [2] Harivaindaran, K.V., O.P.S. Rebecca, S. Chandran. Study of optimal temperature, pH and stability of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel for use as potential natural colorant. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(18), 2008, pp.2259-2263.
- [3] Joshi, V.K., D. Attri, A. Bala, S. Bhushan. Microbial pigments. *Indian Journal of Biotechnology*, Vol. 2, July 2003, pp.362-369.
- [4] Lovatelli, A., J. Chen. Use of environmental friendly feed additives and probiotics in Chinese aquaculture. *FAN, FAO Aquaculture Newsletter*, No. 42, 2009, pp.32-35.
- [5] Radjasa, O.K., L. Limantara, A. Sabdono. Antibacterial activity of a pigment producing bacterium associated with *Halimeda* sp. from land-locked marine lake Kakaban, Indonesia. *Journal of Coastal Development*, Volume 12, Number 2, February 2009, pp.100-104.
- [6] Román, R.B., J.M. Álvarez-Pez, F.G.A. Fernández. E.M. Grima. Recovery of pure B-phycoerythrin from the microalga *Porphyridium cruentum*. *Journal of Biotechnology*, 93, 2002, pp.73-85.
- [7] Velíšek, J., J. Davídek, K. Cejpek. Biosynthesis of food constituents: natural pigments. Part 1 – a review. *Czech Journal of Food Sciences*, Vol. 25, No. 6, 2007, pp.291-315.
- [8] Wall, M.M., Sh.A. Khan. Postharvest quality of dragon fruit (*Hylocereus* spp.) after X-ray irradiation quarantine treatment. *Horticultural Science*, Vol. 43(7), December 2008, pp.2115-2119.

### За контакти:

Гл. ас. д-р инж. Ваня Живкова, Катедра „Стокознание“, Икономически университет – Варна; бул. „Княз Борис I“ №77; 9002 Варна; тел.: 052/660-249, e-mail: [v\\_jivkova@abv.bg](mailto:v_jivkova@abv.bg)

**Докладът е рецензиран.**