



**VOLUME 56.**

**NUMBER 1.**

**Mosonmagyaróvár  
2014**

UNIVERSITY OF WEST HUNGARY  
Faculty of Agricultural and Food Sciences  
Mosonmagyaróvár  
Hungary

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM  
Mosonmagyaróvári  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Közleményei

**Volume 56.      Number 1.**

**Mosonmagyaróvár  
2014**

**Editorial Board/Szerkesztőbizottság**

Benedek Pál DSc  
Hegy Judit PhD  
Kovács Attila József PhD  
Kovácsné Gaál Katalin CSc  
Kuroli Géza DSc  
Manninger Sándor CSc  
Nagy Frigyes PhD  
Neményi Miklós CMHAS  
Pinke Gyula PhD  
Porpáczy Aladár DSc  
Reisinger Péter CSc  
Salamon Lajos CSc  
Schmidt János MHAS  
Schmidt Rezső CSc  
Tóth Tamás PhD  
Varga László PhD  
Varga-Haszonits Zoltán DSc  
Varga Zoltán PhD *Editor-in-chief*

**Address of editorial office/A szerkesztőség címe**  
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

**Publisher/Kiadja**  
**University of West Hungary Press/Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó**  
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.



## Élelmiszer-színezékek színparamétereinek vizsgálata étrendkiegészítőkben színméréssel és fotoakusztikus spektroszkópiával

KOVÁCS MIHÁLY<sup>1</sup> – DÓKA OTTÓ<sup>1</sup> – KULCSÁR RÓBERT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nyugat-magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup> PEZ Production Europe Kft.  
Jánossomorja

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszerek színe az egyik fontos és kritikus paramétere a fogyasztói megítélésnek a termék vásárlásakor. Így a gyártás folyamán külön figyelmet kell fordítani a színezőanyagok típusának és mennyiségének megválasztására és beállítására. Ezt különösen olyan termékek esetében kell szigorúan előírni és betartatni, amelyeknek elsődleges fogyasztói a gyermekek. Az alábbiakban pezsgőtabletták és cukorkák gyártása során felhasznált vörös színű természetes (betanin, E162) és szintetikus (neokokcin, E124) színezékek színparamétereinek (CIELab színkoordináták és fotoakusztikus jel) vizsgálatát mutatjuk be színméréssel és fotoakusztikus spektrofotometriával. A vizsgált minták kristályos (szilárd) formában tartalmazták a színezékeket.

Mind a minták pirosstartalmát jelző  $a^*$  és a teljes színinger különbséget mutató  $\Delta E^*$  (a fehér etalonhoz viszonyított) színkoordinátákra, mind az 532 nm-en mért fotoakusztikus jel viselkedésére – még a gyakorlat számára is elfogadható – lineáris összefüggéseket kaptunk.

**Kulcsszavak:** élelmiszer-színezék, betanin, neokokcin, színmérés, fotoakusztikus spektroszkópia.

### BEVEZETÉS

A tápérték, az íz és az állag mellett a szín az élelmiszerek egyik további fontos minőségi jellemzője. A vonzó színben megjelenő élelmiszerek rendszerint növekvő fogyasztást eredményeznek (Askar 1999), ezért az élelmiszer-színezékek fontos adalékanyagok az élelmiszerekben, különösen azokban a termékekben, amelyeknek célcsoportját kifejezetten a fiatalabb korosztály jelenti. Alkalmazásuk elősegíti az élelmiszerek megjelenésének standardizálását, illetve további előnyük, hogy csökkentik a különböző időszakokban gyártott azonos termékek színének esetleges különbségeit, kiegyenlítve a bennük lévő természetes színezőanyagok közötti eltéréseket (Furia 1980).

Annak ellenére, hogy az egyes iparágakban hagyományosan használt színezékek száma meghaladja a tízezret (Nigam et al. 2000), Magyarországon az élelmiszeriparban 42 élelmiszer-színezék engedélyezett. Ezek közül 15 előírások nélkül, a többi feltételesen, vagy mennyiségi korlátozások mellett használható fel (Magyar Élelmiszerkönyv 2010). Vizsgálatainkat két vörös színű élelmiszer-színezékkel a betaninnal, és a neokokcinnal végeztük. A betanin (céklavörös, E 162 színezék) legtöbbször a vörös céklafajták (*Beta vulgaris L. var. Rubra*) gyökeréből nyert természetes, mennyiségi korlátozások nélkül használható élelmiszerszínezék (Delgado-Vargas et al. 2000). A neokokcin (ponszó 4R, E 124 színezék) az azoszínezékek csoportjába tartozó, piros színű, vízben jól oldódó mesterséges élelmiszer-színezék. Elfogadható napi beviteli mennyiségének (Acceptable Daily Intake, ADI) értéke 0,7 mg/testtömeg kg. A neokokcin Magyarországon csak meghatározott élelmiszerekben használható. A Magyar Élelmiszerkönyv (2010) alapján a szilárd táplálékkiegészítők (vitamin-tabletták, cukorkák stb.) neokokcintartalma legfeljebb 50 mg/kg lehet.

A színezékek szétválasztására, azonosítására és mennyiségük meghatározására számos módszer létezik, mint pl. a nagy hatékonyságú folyadékkromatográfia (Puttemans et al. 1983, Genaro et al. 1994), az oszlopkromatográfia (Ramambhai et al. 1986), a vékonyréteg-kromatográfia (Hoodles et al. 1971). A kromatográfiai módszerek nagy beruházási és működtetési költségei, valamint a bonyolult mintaelőkészítési technikák elősegítették az alternatív, elsősorban optikai módszerek fejlődését és versenyképessé válását, így a spektrofotometria (Sayer és Özdemir 1998, Liang et al. 2011) és a fotoakusztikus spektroszkópia előterbe kerülését (Dóka et al. 2005, Coelho et al. 2010).

Vizsgálataink fő célja az volt, hogy a táplálékkiegészítőkből található természetes és mesterséges vörös színű színezőanyagok mennyiségének színmérséssel és fotoakusztikus spektrofotometriával történő mérhetőségét megvizsgáljuk. E módszerek nem igényelnek sem vegyszert, sem pedig speciális előkészítést, ezért a jövőben olcsó, gyors és megbízható eljárásként valós alternatívát nyújthatnak az élelmiszeriparban is.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokhoz két – egyrészt betanint, másrészt neokokcint tartalmazó – kalibráló porminta sorozatot használtunk. Mindkét mintasorozat a színezékek mellett vitamint, ásványi sókat és egyéb komponenseket is tartalmazott. A színezékek kémiaiilag nem kötődtek az említett komponensekhez, csak fizikai keverés történt, mint ahogy a kész termékekben is. A betanint tartalmazó porminták színezéktartalma 1, 2, 3, 4, 5 és 6 m/m% volt, a neokokcint tartalmazó mintasor pedig 0,005; 0,01; 0,015; 0,02; 0,03; 0,04 és 0,05 m/m%-os mintákból állt.

A vizsgálatokhoz HunterLab MiniScan XE Plus típusú reflexiós színmérőt használtunk. A méréseket CIE D65-ös xenonlámpa megvilágítással, és szabványos 45/0°-os mérőgeometriával végeztük. Ez az jelenti, hogy a mintára eső fény diffúz megvilágítást hoz létre; míg a visszavert fény 0 fokos szögben, vagyis merőlegesen verődik vissza a vizsgált minta felületéről.

A színmérés eredményeit a CIELab színrendszer koordinátaival fejeztük ki. A CIELab színkoordináták közül  $L^*$  a minta világosságát határozza meg, egy 100-as skálán a feketétől ( $L^* = 0$ ) a fehérig ( $L^* = 100$ ). Az  $a^*$  színinger koordináta a minta vörös-zöld színezetét, a  $b^*$  színinger koordináta a minta sárga-kék színezetét fejezi ki. A pozitív  $a^*$  azt jelenti, hogy a minta inkább vörös színű, míg a negatív  $a^*$  azt jelenti, hogy a minta inkább zöld színű. A pozitív  $b^*$  inkább sárga színű mintát, a negatív  $b^*$  inkább kék színű mintát jelent. A mért koordinátákból számítható további színjellemzők közül csak a teljes színingerkülönbséget vizsgáltuk, tekintettel arra, hogy az emberi szem számára ez a legfontosabb koordináta, mivel a színről gyakorlatilag egy összbenyomást ad a szemlélődő számára. Teljes színingerkülönbségnek ( $\Delta E^*$ ) nevezzük a színtérben értelmezett két színpont közötti térbeli távolságot. Szemléletesen a teljes színinger különbség a  $\Delta L^*$ , a  $\Delta a^*$  és a  $\Delta b^*$  egyenesek által alkotott téglalatest testátlójának hosszával egyenlő. Kiszámításához a térbeli Pithagorasztételt használjuk (Lukács 1982):

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

Vizsgálatainkban egyik színpontot a minta, míg a másikat minden esetben a készülékhez a gyártó által adott fehér etalon jelentette. Az 1. táblázat az objektív és a szubjektív szín-mérés kapcsolatát mutatja be (Lukács 1982).

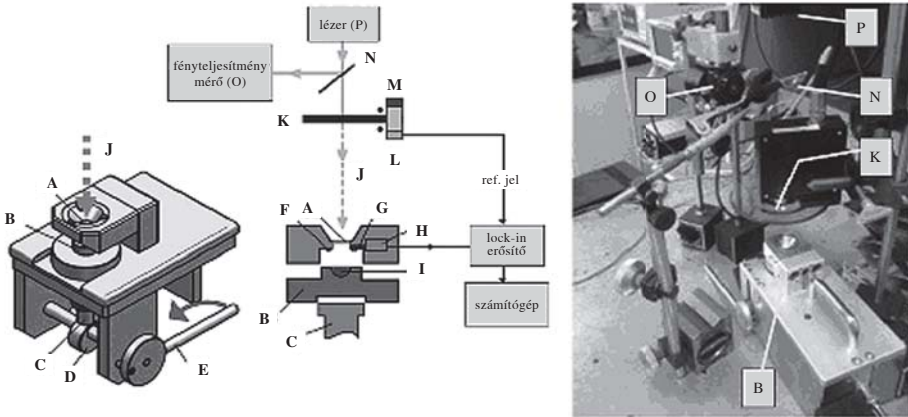
### 1. táblázat A vizuális színérzékelés és a teljes színingerkülönbség kapcsolata

Table 1. Correspondence (relationship) between the visual perception of color and total color difference

$\Delta E^*$	0–0,5	0,5–1,5	1,5–3	3–6	6–12
szemmel látható különbség (1)	nem észrevehető (2)	alig észrevehető (3)	észrevehető (4)	jól látható (5)	nagy (6)

(1) noticeable difference, (2) undetectable, (3) hardly detectable, (4) detectable, (5) substantial, (6) large

A fotoakusztikus rendszer a mintában elnyelődő abszorbeált fényenergia hangenergiává (akusztikus hullámmá) alakuló részét méri, mikrofon segítségével. A mintára beeső fény-sugár a minta abszorpciós tényezőjétől függő mértékben abszorbeálódik, amely energiának egy része nemsugárzásos folyamatok során hővé alakul. A minta felülete és a környező gáz (rendszerint levegő) hőmérséklete is növekszik a hővezetés miatt. A hőmérséklet-növekedés pedig a lezárt kamrában nyomásnövekedéshez vezet. Ha a mintára szaggatott fénysugár érkezik, akkor az abszorpció és ennek következtében a nyomásváltozás is a szaggatás frekvenciájával azonos frekvenciájú lesz. Ezt a nyomásingadozást – amennyiben a szaggatás a hangfrekvenciás tartományba esik – a kamrához csatlakozó mikrofon érzékeli, és elektromos jellé alakítja. A mikrofon jelét fotoakusztikus jelnek, a fotoakusztikus jelnek a beeső fény hullámhosszától való függését pedig fotoakusztikus spektrumnak nevezzük. Az általunk használt, házilag készített fotoakusztikus rendszer vázlatos elrendezését és fotóját az 1. ábra mutatja be (Dóka et al. 2011)



1. ábra A fotoakusztikus rendszer sematikus ábrája,  
illetve az általunk használt fotoakusztikus spektrofotométer fotója

Figure 1. Schematic diagram and the photograph of the home- made photoacoustic system

A: kvarcüveg ablak, B: mintatartó, C: fém rúd, D: excentrikus kerék, E: mintatartó emelőkar, F: O-gyűrű, G: kapilláris cső, H: mikrofon, I: minta, J: modulált lézer fény, K: modulátor, L: fotodióda, M: LED, N: nyálabosztó, O: fénytelsítmény mérő, P: lézer

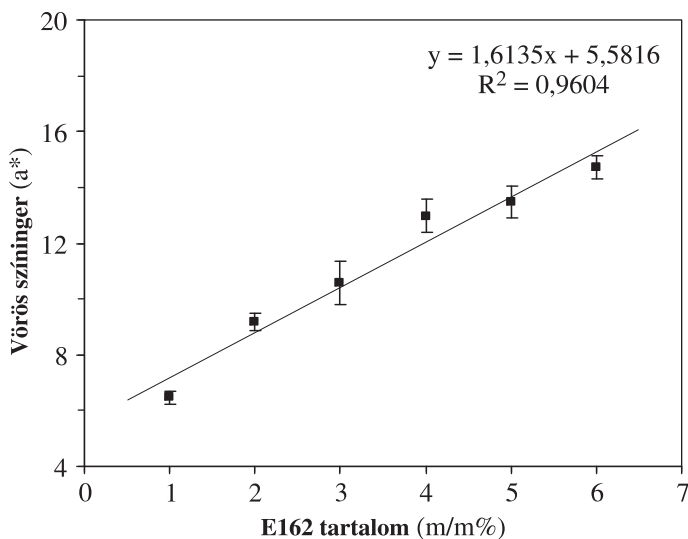
A: quartz window, B: sample tray (holder), C: metal rod, D: excentric wheel, E: the lever of sample's holder, F: an O-ring, G: capillary tube, H: microphone, I: sample, J: modulated laser beam, K: modulator, L: photodiode, M: light emitting diode (LED), N: beam splitter, O: power meter, P: laser

Fényforrásként egy diódalézert használtunk (típusa: Roithners, CW532-04-30). A lézer hullámhossza 532 nm, névleges teljesítménye 30 mW volt. A fény modulációs frekvenciája 23 Hz volt. Mindkét mintasorozaton minimum három független mérést végeztünk mindkét módszerrel, de fotoakusztikusan néhány esetben még többet is ( $n = 10$ ). A fotoakusztikus mérések során egyetlen mérés eredményének a lock-in erősítő 256 kiolvasásának átlagát, míg végeredménynek az egymástól függetlenül elvégzett egyes mérések átlagát tekintettük mindkét módszer alkalmazása során.

## EREDMÉNYEK

A színmérés során, minden alap színkoordinátát mértük ( $L^*$ ,  $a^*$  és  $b^*$ ), de egyrészt terjedelmi okokból, másrészt pedig, mivel a színezékek piros összetevője a meghatározó, ezért csak az  $a^*$  koordinátákra kapott eredményeket mutatjuk be. Az alap színkoordináták segítségével meghatároztuk a teljes színíngerkülönbséget ( $\Delta E^*$ ).

A 2. ábra az  $a^*$  színkoordináta és a betanintartalom kapcsolatát mutatja. A mért vörös színíngér és a betanin koncentrációja lineáris kapcsolatot eredményezett a vizsgált koncentrációtartományban, viszonylag nagy determinációs koefficiens értékkel ( $R^2 = 0,9604$ ). Egy tömegszázalékos színezéktartalom-növekedés 1,6135 növekedést jelentett a vörös-zöld indexben.



2. ábra A betanint tartalmazó minták  $a^*$  színíngere a színezéktartalom függvényében (átlag $\pm$ SD,  $n = 3$ , ahol SD a szórás)

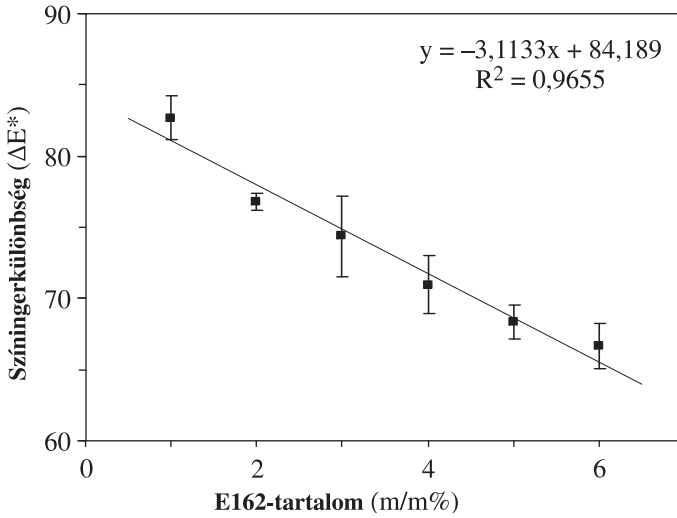
Figure 2. The colorimetric index  $a^*$  plotted versus the content of betanine in the samples (mean $\pm$ SD,  $n = 3$ )

A 3. ábra az  $\Delta E^*$  színkoordináta és a betanintartalom kapcsolatát mutatja. A betanintartalom és a teljes színínger különbség között szintén lineáris kapcsolatot találtunk a vizsgált tartományon belül ( $R^2 = 0,9655$ ). Egy tömegszázalék-növekedés a  $\Delta E^*$ -ot 3,11 egységgel csökkenti. Az 1. táblázat alapján azt mondhatjuk, hogy a 3,11 egység  $\Delta E^*$  változás már a szemmel jól látható színkülönbséget jelent.

A 4. ábra az  $a^*$  színkoordináta és a neokocintartalom kapcsolatát mutatja. A mért vörös színínger és a neokocin koncentrációja között egyenes arányosság volt ( $R^2 = 0,9731$ ) a vizsgált tartományban. Egy század tömegszázalékos színezéktartalom-növekedés 1,13 egység növekedést jelentett a vörös-zöld színkoordinátában.

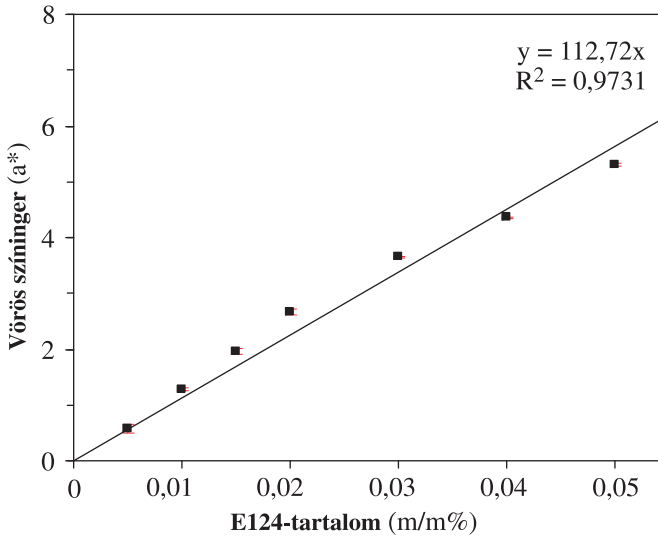
Az 5. ábra az  $\Delta E^*$  színkoordinátát mutatja a neokocintartalom függvényében. A neokocintartalom és a teljes színíngerkülönbség között lineáris kapcsolatot találtunk a vizsgált tartományon belül. ( $R^2 = 0,9941$ ). Vagyis 0,01 tömegszázalék-növekedés a  $\Delta E^*$ -ot 1,20 egységgel csökkenti. Az 1. táblázat alapján az 1,20 egység  $\Delta E^*$  változás szemmel alig észrevehető színkülönbséget jelent, tehát a mintasorozatunk két, közvetlenül egymást követő színezéktartalmú mintája közötti különbségeket, csak műszeresen tudjuk kimutatni.

A 6. ábra mutatja a fotoakusztikusan mért jelet a betanintartalom függvényében. A fotoakusztikus jel, és a minták betanintartalma között is jó közelítéssel ( $R^2 = 0,9649$ ) lineáris kapcsolat volt, ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy az eredmények relatív szórásai ( $SD/\bar{x}$ , ahol  $\bar{x}$  a mérések átlaga) több esetben meghaladták a 10%-ot (3 m/m%: 12,23%; 4 m/m%: 10,11%; 5 m/m%: 14,94; 6 m/m%: 12,14%). A kapott összefüggés alapján 1 m/m% színezéktartalom-növekedés 65,50  $\mu V$  fotoakusztikus jeletnövekedést okozott.



3. ábra A betanint tartalmazó minták  $\Delta E^*$  színigere a színezéktartalom függvényében (átlag $\pm$ SD, n = 3)

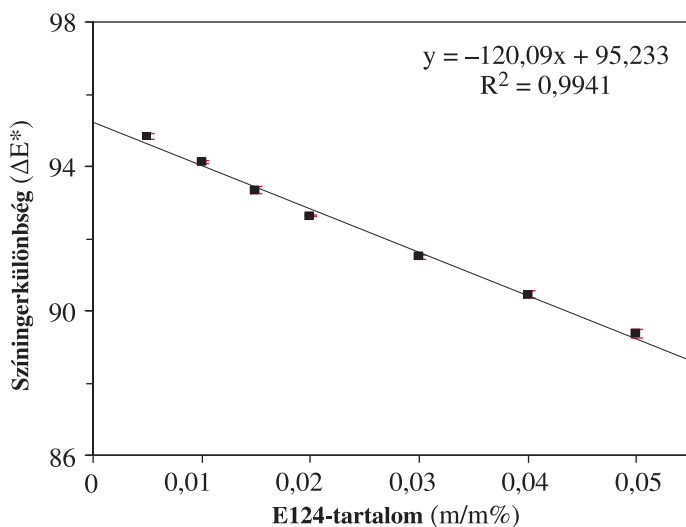
Figure 3. The total color difference ( $\Delta E^*$ ) plotted versus the content of betanine in the samples (mean $\pm$ SD, n = 3)



4. ábra A neokocint tartalmazó minták  $a^*$  színigere a színezéktartalom függvényében (átlag $\pm$ SD, n = 3). A mérések szórásai olyan kicsik, hogy a szimbólumok mérete miatt nem láthatók az ábrán

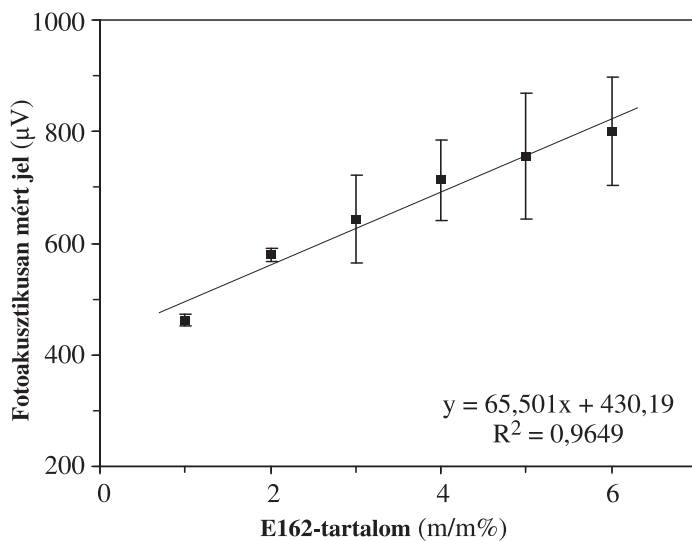
Figure 4. The colorimetric index  $a^*$  as a function of sample's coccine nouvelle content (mean $\pm$ SD, n = 3). The standard deviation for all data points is smaller than the size of the symbols





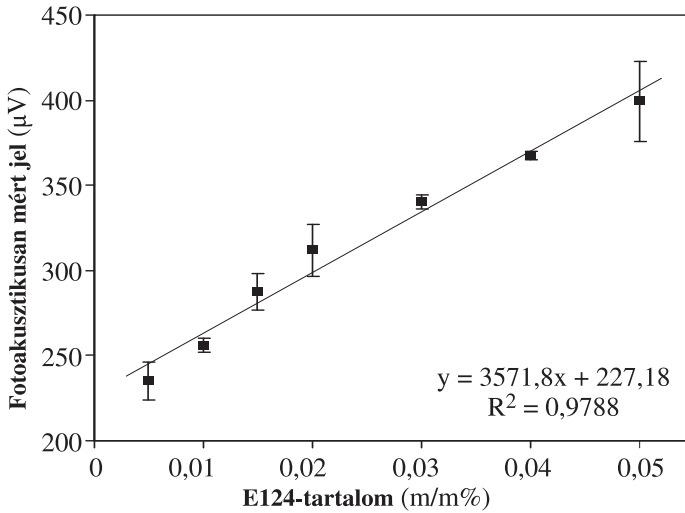
5. ábra A neokocint tartalmazó minták  $\Delta E^*$  színingere a színezéktartalom függvényében (átlag $\pm$ SD, n = 3)

Figure 5. Total color difference ( $\Delta E^*$ ) versus the content of coccine nouvelle (mean $\pm$ SD, n = 3)



6. ábra A betanint tartalmazó mintákon mért fotoakusztikus jel a színezéktartalom függvényében (átlag $\pm$ SD, n = 3–10)

Figure 6. Measured photoacoustic signal as the function of sample's betanine content (mean $\pm$ SD, n = 3–10)



7. ábra A neokocint tartalmazó mintákon mért fotoakusztikus jel a színezéktartalom függvényében (átlag±SD, n = 3)

Figure 7. Measured photoacoustic signal as the function of sample's necocine nouvelle content (mean±SD, n = 3)

A 7. ábra a fotoakusztikusan mért jelet mutatja a neokocintartalom függvényében. A fotoakusztikus jel és a minták neokocintartalma között is lineáris kapcsolatot találtunk ( $R^2 = 0,9788$ ). A kapott összefüggés azt mutatja, hogy 0,01%-os színezéktartalom-növekedés 35,72 µV fotoakusztikus jelnövekedést okoz.

### KÖVETKEZTETÉSEK

A kapott eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy mindkét módszer közvetlenül, mintaelőkészítés és vegyszerek felhasználása nélkül alkalmas porokban az E162 és az E124 élelmiszerszínezékek mennyiségének meghatározására.

A színmérések során azt tapasztaltuk, hogy a por alakú táplálékkiegészítők betanin-, illetve neokocintartalma lineáris kapcsolatban van a mintákon mért  $a^*$  és  $\Delta E^*$  színkoordinátákkal a vizsgált színezéktartalomon belül, azaz kis koncentrációkra. Nevezetesen betaninra 6% míg neokocinra 0,05% alatt. Sőt a neokocintartalom és az  $a^*$  között egyenes arányosság áll fenn.

A fotoakusztikus méréseknél szintén lineáris kapcsolatokat találtunk a fotoakusztikusan mért jel és a koncentrációk között, ám itt a mért eredmények relatív szórásai meghaladták a színmérésnél kapott szórásértékeket. Ez utóbbinak nagy valószínűséggel az az oka, hogy míg a fotoakusztikus mérésnél a fény-anyag kölcsönhatás a lézernyaláb keresztmetszetében történik (néhány mm<sup>2</sup>), addig a színmérésnél ez a felület több nagyságrenddel nagyobb és így a vizsgált minta egyenetlen színeződése a fotoakusztikus méréseknél nagyobb szórást eredményez. Az is látható, hogy a szórások ismét a betaninra voltak nagyobbak.

Eredményeink megerősítik azt az ismert tényt, hogy mesterséges színezékek (neokocin) általában sokkal jobb és egyenletesebb színező hatással rendelkeznek, mint a természetes színezékek (betanin) (*Macrae et al.* 1993). A  $\Delta E^*$ -értékek azt mutatják, hogy neokocin esetében már néhány század százaléknyi koncentrációváltozás is észrevehető színváltozást okoz, míg betaninból ehhez legalább egy százalékos színezéktartalom-változás szükséges, továbbá a neokocinra kapott szórások mindkét módszernél kisebbek voltak, mint a betaninra. Az alkalmazott módszerek előnye, hogy por alakban (nem vizes fázisban) alkalmasak a színezéktartalom meghatározására, így nem kell számolni az oldószer hatásával, a mért jelek nem függenek a minta pH értékétől.

A kapott eredmények, a gyakorlat számára is fontos koncentrációtartományban tesznek lehetővé gyors színezéktartalom-meghatározást, ezért a színmérés és a fotoakusztikus spektroszkópia – validálásukat követően – megbízható gyártásközi és késztermék-ellenőrző módszerekké válhatnak az élelmiszeriparban.

## Investigation of food colorants in nutritional supplements by means of colorimetry and photoacoustic spectroscopy

MIHÁLY KOVÁCSI<sup>1</sup> – OTTÓ DÓKA<sup>1</sup> – RÓBERT KULCSÁR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of West Hungary  
Faculty of Agricultural and Food Sciences  
Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup> PEZ Production Europe Ltd.  
Jánossomorja

### SUMMARY

To a shopping consumer color of foods is one among of important and most critical parameter. Consequently, great attention must be paid to a quality and quantity of selected food colorants during the processing of foods. The regulations imposed on such products become particularly stringent in situations where children are primary consumers.

In this paper, quantification of natural (betanine, E162) and synthetic (coccine nouvelle, E124) origin red colorants used to produce effervescent tablets and candies is described. Applied analytical methods were colorimetry and photoacoustic spectroscopy.

The colorimetric index  $a^*$ , total color difference ( $\Delta E^*$ ) and the photoacoustic signal at 532 nm all exhibit linear correlation with the redness (red content) of colorants relationships. The data obtained suggests the usability of the new approach in a daily practice.

**Keywords:** food colorants, betanine, coccine nouvelle, colorimetry, photoacoustic spectroscopy.

## IRODALOM

- Askar, A. (1999): Applications of Natural Colorants in the Food Industry. *Fruit Processing*. **2**, 42–44.
- Coelho, T. M. – Vidotti, E. C. – Rollemberg, M. C. – Medina, A. N. – Baesso, M. L. – Cella, N. – Bento, A. C. (2010): Photoacoustic spectroscopy as a tool for determination of food dyes: Comparison with first derivative spectrophotometry. *Talanta*. **81**, 202–207.
- Delgado-Vargas, F. – Jimenez, A. R. – Paredes-Lopez, O. (2000): Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – Characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **40**, 173–289.
- Dóka O. – Bicanic, D. – Ajtony Zs. – Koehorst, R. (2005): Determination of sunset yellow in multivitamin tablets by photoacoustic spectroscopy and a comparison with alternative methods. *Food Additives and Contaminants*. **22**, 503–507.
- Dóka O. – Ficzek G. – Bicanic, D. – Spruijt, R. – Luterotti, S. – Tóth M. – Buijnsters, J. G. – Végvári Gy. (2011): Direct photothermal techniques for rapid quantification of total anthocyanin content in sour cherry cultivars. *Talanta*. **84**, 341–346.
- Furia, T. E. (Ed.) (1980): *CRC Handbook of Food Additives*, 2nd Edition, **1**, CRC Press Incorporated. Boca Raton, FL.
- Gennaro, M. C. – Abrigo, C. – Cipolla, G. (1994): High-performance liquid chromatography of food colours and its relevance in forensic chemistry. *Journal of Chromatography A*. **674**, 281–299.
- Hoodles, R. A. – Pizman, K. G. – Stewart, T. E. – Thompson, J. – Arnold, J. E. (1971): Separation and identification of food colours: I. Identification of synthetic water soluble food colours using thin-layer chromatography. *Journal of Chromatography A*. **54**, 393–404.
- Liang, Z. – Sang, M. – Fan, P. – Wu, B. – Wang, L. – Yang, S. – Li, S. (2011): CIELAB Coordinates in Response to Berry Skin Anthocyanins and Their Composition in *Vitis*. *Journal of Food Science*. **76**, 490–497.
- Lukács Gy. (1982): *Színmérés*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Macrae, R. – Robinson, R. K. – Sadler, M. J. (Eds.) (1993): *Encyclopaedia of food science, food technology, and nutrition*. Vol. II. Academic Press, San Diego, CA.
- Magyar Élelmiszerkönyv (2010): 1-2-94/36 számú előírás az élelmiszerekben használható színezékekről.
- Nigam, P. – Armour, G. – Banat, I. M. – Singh, D. – Marchant, R. (2000): Physical removal of textile dyes from effluents and solid-state fermentation of dye-adsorbed agricultural residues. *Bioresource Technology*. **72**, 219–226.
- Puttemans, M. L. – Dryon, L. – Massart, D. L. (1983): High Performance Liquid Chromatographic and Colorimetric Determination of Synthetic Dyes in Gelatin-Containing Sweets, Following Polyamide Adsorption and Ion-Pair Extraction with Tri-n-octylamine. *Journal of Association Official Analytical Chemists*. **66**, 670–672.
- Ramanbhai, B. P. – Mukeshbhai, R. P. – Ambubhai, A. P. – Arvindbhal, K. S. – Ajaybhal, G. (1986): Separation and Determination of Food Colours in Pharmaceutical Preparations by Column Chromatography. *Analyst*. **111**, 577–578.
- Sayar, S. – Özdemir, Y. (1998): First-derivative spectrophotometric determination of Ponceau 4R, Sunset Yellow and Tartrazine in confectionery products. *Food Chemistry*. **61**, 367–372.

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

KOVÁCS Mihály – DÓKA Ottó  
 Nyugat-magyarországi Egyetem  
 Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
 H-9200, Mosonmagyaróvár, Vár 2.  
 E-mail: kovamiha87@gmail.com  
 dokao@mtk.nyime.hu

KULCSÁR Róbert  
 PEZ Production Europe Kft.  
 H-9241 Jánossomorja, Pez-Haas út 1.  
 E-mail: kulcsar.robert@pez.hu