

# Az élelmiszer-színezékek technológiai és humánegészségügyi vonatkozásai\*

Tarnavölgyi Gábor

## ÖSSZEFOGLALÓ

AZ ÉLELMISZER-ADALÉKANYAGOKKAL SZEMBENI FENNTARTÁSOK AZ UTÓBBI ÉVEKBEN ÉRZÉKELHETŐEN FOKOZÓDNAK – A FOGYASZTÓK KÖRÉBEN ÉS A MÉDIÁBAN EGYARÁNT. A SZÍNEZÉKEK – FELHASZNÁLÁSUK INDKOLTSÁGA ÉS EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAIK OKÁN – AZ EGYIK LEGGYAKRABBAN KIFOGÁSOLT ADALÉKANYAG-CSOPORT. A CIKK AZ ÉLELMISZER-SZÍNEZÉKEK TECHNOLÓGIAI ÉS HUMÁNEGÉSZSÉGÜGYI JELLEMZŐIT ÖSSZEGLI.

A TERMÉSZETES SZÍNEZÉKEK – A MESTERSÉGES ÉTELFEFESTÉKEKHEZ KÉPEST – KEDVEZŐTLENEBB TECHNOLÓGIAI TULAJDONSÁGAIVAL SZÉLESEBB KÖRŰ ALKALMAZHATÓSÁGUK ÉS JÓTÉKONY ÉLETTANI HATÁSUK ÁLL SZEMBEN. A NÖVÉNYI PIGMENTEK – TERMÉSZETES ANTIOXIDÁNSKÉNT, ILLETVE EGYÉB VÁLTOZATOS BIOLÓGIAI MECHANIZMUSOK ÚTIJÁN – EGÉSZSÉGVÉDŐ HATÁST FEJTENEK KI AZ EMBERI SZERVEZETBEN, UGYANAKKOR – A MESTERSÉGES SZÍNEZÉKEKNÉL UGYAN SOKKAL RITKÁBBAN – EGYES TERMÉSZETES SZÍNEZÉKEK IS KIVÁLTHATNAK TÚLÉRZÉKENYSÉGI REAKCIÓKAT.

A TERMÉSZETES EREDETŰ SZÍNEZÉKEK KÖZÜL ELSŐSORBAN A KARAMELLELE KAPCSOLATBAN HALLHATUNK FOGYASZTÓI AGGÁLYOKAT, AZONBAN MEGFELELŐ TISZTASÁGÚ ALAPANYAG ESETÉN A KARAMELL NEM OKOZ EGÉSZSÉGÜGYI PROBLÉMÁT.

AZ ÁSVÁNYI SZÍNEZÉKEK ELSŐSORBAN DEKORÁCIÓS CÉLRA HASZNÁLATOSAK, OLDHATATLANSÁGUKNÁL FOGVA EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAIK ELHANYAGOLHATÓK.

A MESTERSÉGES SZÍNEZÉKEK FELHASZNÁLÁSA CSAK AZ ÉLELMISZEREK SZŰK KÖRÉBEN ENGEDÉLYEZETT. A JELENLEGI SZINTETIKUS ÉTELFEFESTÉKEK A FOGYASZTÓK TÖBBSÉGÉRE NÉZVE ÁRTALMATLANOK, UGYANAKKOR VALAMENNYI MESTERSÉGES ÉLELMISZER-SZÍNEZÉK KIVÁLTHAT INTOLERANCIÁT AZ ARRA ÉRZÉKENY EMBEREKBEN, KÜLÖNÖSKÉPPEN AZ AZOSZÁRMÁZÉKOK. A CIKK RÉSZLETESEN ISMERTETI A MESTERSÉGES SZÍNEZÉKEK ÉS A GYERMEKKORI HIPERAKTIVITÁS ÖSSZEFÜGGÉSÉRE VONATKOZÓ LEGÚJABB EREDMÉNYEKET IS.

## INHALT

VORBEHALT DEN LEBENSMITTELZUSATZSTOFFE GEGENÜBER NIMMT IN DEN LETZTEN JAHREN SOWOHL UNTER KONSUMENTEN ALS AUCH IN MEDIEN MERKBAR ZU. AM HÄUFIGSTEN KRITISIERTE ZUSATZSTOFFE SIND DIE FARBSTOFFE WEGEN DER ANWENDUNGSGRÜNDE UND DEREN GESUNDHEITLICHEN WIRKUNGEN.

DER ARTIKEL FASST DIE TECHNOLOGISCHEN UND HUMANMEDIZINISCHEN KENNWERTE DER LEBENSMITTELFARBSTOFFE ZUSAMMEN.

DIE NATURFARBSTOFFE GEGENÜBER DEN SYNTHETISCHEN LEBENSMITTELFARBSTOFFEN HABEN UNGÜNSTIGE TECHNOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN JEDOCH HEILSAME PHYSIOLOGISCHE WIRKUNGEN. PFLANZLICHE PIGMENTE SIND NATÜRLICHE ANTIOXIDANTIEN, UND BESITZEN AUCH ANDERE GESUNDHEITSFÖRDERNDE WIRKUNGEN. ÜBEREMPFINDLICHKEITSREAKTIONEN DURCH MANCHE NATURFARB-

STOFFE KÖNNEN ZWAR AUSGELÖST WERDEN, ABER SIND WESENTLICH SELTENER ALS DURCH SYNTHETISCHEN LEBENSMITTELFARBSTOFFEN.

UNTER NATURFARBSTOFFEN, VORWIEGEND GEGENÜBER KARAMELL SIND ES WELCHE BEDENKEN BEI DEN KONSUMENTEN, ABER AUS NORMENTSPRECHENDEN PUREN SUBSTANZEN ENTSTANDENER KARAMELL KANN KEINEN GESUNDHEITSSCHADEN AUSLÖSEN.

MINERALFARBEN SIND VORWIEGEND FÜR DEKORATIONSZWECKE ANGEWENDET, ABER WEGEN UNLÖSBARKEIT, IHRE GESUNDHEITSWIRKUNGEN SIND VERNACHLÄSSIGBAR.

ANWENDUNGEN VON SYNTHETISCHEN FARBSTOFFEN SIND NUR IM BESCHRÄNKTEN LEBENSMITTELKREIS ERLAUBT. DIE ERLAUBTEN SYNTHETISCHEN FARBSTOFFE SIND FÜR DIE MEHRHEIT DER KONSUMENTEN HARMLOS, ABER SYNTHETISCHE FARBSTOFFE BESONDERS AZO-DERIVATE KÖNNEN, BEI SENSITIVEN MENSCHEN INTOLERANZ HERBEIFÜHREN.

DER ARTIKEL BESCHREIBT AUSFÜHRLICH DEN NEUSTEN ERGEBNISSE BEZÜGLICH ZUSAMMENHANG VON HYPERAKTIVITÄT IM KINDESALTER UND SYNTHETISCHE FARBSTOFFE.

## SUMMARY

AVERSION AGAINST FOOD ADDITIVES IS GROWING NOTICEABLY AMONG CONSUMERS AS WELL AS IN THE MEDIA. DUE TO THE JUSTIFICATION OF THEIR USE AND THEIR POSSIBLE HEALTH EFFECTS, FOOD COLOURS ARE AMONG THE MOST OFTEN CRITICIZED GROUPS OF ADDITIVES. THE ARTICLE REVIEWS THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES AND HEALTH IMPACTS OF FOOD COLOURS.

TECHNOLOGICAL DISADVANTAGES OF NATURAL COLOURS AS OPPOSED TO THEIR SYNTHETIC COUNTERPARTS COUNTERACT THEIR WIDER USABILITY AND HEALTH BENEFITS. ACTING AS NATURAL ANTIOXIDANTS AND THROUGH OTHER VARIED BIOLOGICAL MECHANISMS, PLANT PIGMENTS HAVE HEALTH PROTECTING EFFECTS IN THE HUMAN BODY; HOWEVER, ALTHOUGH MUCH MORE RARELY THAN SYNTHETIC COLOURS, CERTAIN NATURAL COLOURS ARE REPORTED TO CAUSE ALLERGIC REACTIONS IN SUSCEPTIBLE PEOPLE.

AMONG NATURAL DERIVATION FOOD COLOURS, CARAMEL IS MOST OFTEN CRITICIZED BY CONSUMERS. HOWEVER, CARAMEL IS HARMLESS PROVIDED THE RAW MATERIALS MEET THE PURITY CRITERIA.

MINERAL COLOURS ARE MOSTLY USED FOR DECORATION, AND DUE TO THEIR INDISSOLUBILITY AND UNAVAILABILITY FOR THE HUMAN BODY, THEIR HAVE NEGLIGIBLE HEALTH IMPACTS.

THE USE OF SYNTHETIC COLOURS IS RESTRICTED TO CERTAIN FOODS. CURRENT SYNTHETIC DYES ARE HARMLESS FOR MOST CONSUMERS; HOWEVER, ALL SYNTHETIC COLOURS MAY CAUSE HYPERSENSITIVITY REACTIONS IN SUSCEPTIBLE PEOPLE, PARTICULARLY AZO DYES. THE LATEST RESULTS REGARDING THE POSSIBLE LINK BETWEEN SYNTHETIC COLOURS AND HYPERACTIVE BEHAVIOUR IN CHILDREN ARE ALSO REVIEWED.

## BEVEZETÉS

Az élelmiszer legszembetűnőbb tulajdonsága a színe, és ez előre meghatározza mind az ízre, mind pedig a minőségre vonatkozó elvárásainkat. Az élelmiszer minőségéről először a szín alapján alkotunk véleményt, és a szín – annak intenzitása illetve a szín és az íz harmóniája – az ízérzékelésünket is befolyásolja. A színezékek ezért igen fontos szerepet töltenek be az élelmiszerek vonzóvá tételében, megjelenésük javításában, illetve az élelmiszerek színének és ízének harmonizálásában.

A színezékek a Magyar Élelmiszerkönyv meghatározása szerint azon adalékanyagok, amelyek egy adott élelmiszernek színt adnak, vagy az élelmiszer eredeti színt helyreállítják (MÉ 1-2-94/36).

A szabályozás nem tekinti színezékek az élelmiszerek nem ehető, külső részeinek, például a sajtok kérgének és a kolbásztöltésre használt bélnek a színezésére használt anyagokat, valamint a szárított vagy koncentrált élelmiszerek és az összetett élelmiszerek gyártása során hozzáadott aromás anyagokat (például paprika, sáfrány) illetve koncentrátumokat (például céklakivonat), mivel ezek a pigment mellett tápanyagokat és aromikus összetevőket is tartalmaznak. Jelen cikkben kizárólag az adalékanyagoknak minősülő színezékek szerepelnek.

A színezékek felhasználásának technológiai céljai a következők lehetnek:

- a) az élelmiszerben már jelen levő, de a fogyasztók által elvártnál kevésbé intenzív színek megerősítése;

- b) a szín egyöntetűségének biztosítása tételről tételre;
- c) az élelmiszer eredeti, a feldolgozás technológiai folyamatai során károsodott színének helyreállítása;
- d) olyan élelmiszerek színezése, amelyek egyébként gyakorlatilag színtelenek lennének.

Az élelmiszerek színezése igen hosszú múltra tekinthet vissza. A legelső írásos emlékek az ókorból származnak, Plinius beszámolójából tudjuk, hogy egyes kereskedők füsttel illetve aloéval színezték boraikat. Az első szintetikus ételfesték 1856-ban történt felfedezésig növényi, állati és ásványi eredetű pigmenteket használtak az élelmiszerek színezésre. Azóta a mesterséges színezékek kedvezőbb technológiai tulajdonságai – színintenzitás, változatos színár-

\*Megjelent az Élelmészeti Ipar LXIII. évfolyam 2009. 4, 5, 6-os számában.

nyalatok, stabilitás, elérhetőség, ár – miatt a természetes színezékek felhasználása háttérbe szorult.

A szintetikus ételfestékek számának rohamos növekedése miatt a színezékeket az élelmiszerszabályozáson belül minden fejlett országban, így Magyarországon is kiemelt kérdésként kezelték. Hazánkban az adalékanyagok közül a színezékek felhasználását szabályozták legkorábban (1905-ben), és az Európai Közösségben is a színezékekre született meg először egységes közösségi szabályozás (1962-ben). A színezékek voltak az első adalékanyagok, amelyek egyértelmű azonosítására számozási rendszert vezettek be (Schultz-szám, Colour Index). Az Unióban használatos E-számrendszert is a színezékekre alkalmazták először, majd később kiterjesztették az összes adalékanyagra.

Az adalékanyagok toxikológiai vizsgálatának bevezetésével és a vizsgálati módszerek fejlődésével számos mesterséges színezéket betiltottak egészségkárosító hatásuk miatt, miközben egyre több adat látott napvilágot a természetes színezékek egészségvédő hatásáról. A 20. század végén a fogyasztók egészségtudatosságának növekedése, a természetes összetevőkre irányuló kereslet fokozódása a természetes színezékek felhasználásának ártértékelésére készítette az élelmiszeripart.

A színezékek felhasználását a 94/36/EK irányelv és a MÉ 1-2-94/36 előírás, tisztasági követelményeiket a 2008/128/EK irányelv és a MÉ 1-2-95/45 előírás szabályozza. Az adalékanyagok uniós szabályozása a közelmúltban jelentős változáson ment keresztül. Megszületett az adalékanyagok, élelmiszerenzimek és aromák egységes engedélyezési eljárását szabályozó 1331/2008/EK rendelet, ezenkívül az adalékanyagok felhasználását szabályozó keretirányelvet és 3 specifikus irányelvet, köztük a 94/36/EK irányelvet egy egységes rendelet váltotta fel (1333/2008/EK rendelet). Mindkét rendelet 2009. január 20-án hatályba lépett, utóbbi 2010. január 20-tól kötelezően alkalmazandó, ezzel összhangban hatálytalanításra kerülnek a Magyar Élelmiszerkönyv vonatkozó részei.

Az előírások megtiltják a színezékek felhasználását bizonyos élelmiszerekben, többek között az ásványvízben, a tejben és az ízesítetlen alap tejtermékekben, a lisztben, a száraztésztában és a kenyérben. A mesterséges színezékek felhasználási területe erősen korlátozott, alapélelmiszerekben általában csak természetes színezékek használhatók.

Az EU szabályozás a 90-es években történt átvétele több jelentős változással is járt a korábbi magyar előírásokhoz képest. Egyrészt két elterjedten használt mesterséges színezék, az amarant és az eritrozín felhasználási területeinek jelentős korlátozása a technológia megváltoztatására kényszerítette az élelmiszeripart. A másik változás a húsipart érinti: az új szabályozás egyes húskészítményekben engedélyezi a színezékek egy szűk csoportjának felhasználását, míg a húsok és húskészítmények színezése – az élelmiszer jellegű színező hatású anyagok (paprika, kurkuma), illetve a többfunkciójú nitrát és nitrit adalékanyagok kivételével – ezt megelőzően tilos volt Magyarországon. A színezékek köre néhány, korábban hazánkban nem engedélyezett anyaggal (lutein, barna FK, barna HT, arany, ezüst) bővült.

Az Európai Bizottság 2003-ban felkérte az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóságot (EFSA), hogy az Európai Unióban korábban engedélyezett élelmiszeradalékanyagok alkalmazására vonatkozóan készítsen kockázatbecslést, figyelembe véve a legújabb tudományos eredményeket. Az újraértékelés során az élelmiszerszínezékek vizsgálata elsőbbséget élvez, mivel ezek voltak az első adalékanyagok, melyek engedélyezése európai jogszabályokkal történt, és a mintegy 30 éve elvégzett kockázatbecslés óta újabb tudományos eredmények váltak ismertté.

A hatályos uniós jogszabályok hivatalosan nem tesznek különbséget az adalékanyagok eredete szerint. A kérdés ugyanakkor az élelmiszeripari gyakorlatban és a fogyasztók körében is igen gyakran megjelenik, ezáltal technológiai és marketing szempontból egyaránt nagy jelentőséggel bír. A fentiekre tekintettel a következőkben a legfontosabb színezékek főbb technológiai jellemzőit és humánegészségügyi vonatkozásait eredet szerinti csoportosításban tekintem át.

## TERMÉSZETES SZÍNEZÉKEK

A természetes színezékeket az adott színezőanyagban gazdag élelmiszerekből, illetve élelmiszer-nyersanyagokból vonják ki vagy szintetikus úton, esetleg biotechnológiai eljárással állítják elő. Élelmiszerszínezékként csak a kísérőanyagoktól lehetőség szerint elválasztott, megtisztított, állandó összetételű színezőanyagok használhatók fel.

A természetes színezékek előnye – a fogyasztói preferenciákon és kedvező élettani hatásukon túlmenően – hogy felhasználásuk szélesebb körben engedélyezett, mint a mesterséges színezékeké.

A természetes színezékek ugyanakkor számos technológiai és gazdasági hátránnyal rendelkeznek a szintetikus festékekkel szemben. A tiszta színezékek előállítása igen költséges, ezért a jó minőségű természetes színezékek általában igen drágák, emellett általában kisebb színintenzitást nyújtanak a mesterséges színezékekénél, vagyis azonos színezőhatás eléréséhez több színezéket kell felhasználni, ami további költségnövelő tényező. A természetes színezékek sokszor nem elég stabilak, a szokásosnál kémiletebb gyártástechnológiát igényelnek, és a tárolás során is könnyen lebomlanak. Pigmenttartalmuk kevésbé definiált, mint a mesterséges színezékekénél, az extrakciós eljárás és a gyártó függvényében eltérő lehet, ezenkívül a természetes pigmentek színe a pH függvényében változhat – bár ez utóbbi egyes mesterséges színezékekre is fennáll.

A koncentrátum formájában forgalmazott kivonatok – amelyek nem minősülnek adalékanyagoknak – valamivel olcsóbbak, de tartalmazzák a kiindulási nyersanyag jellegzetes ízét, illatát adó egyéb kísérőanyagokat is, ami korlátozza felhasználási területüket.

A természetes élelmiszerszínezékek többsége növényi eredetű, az egyetlen állati eredetű színezék a kármin.

A növényi pigmentek az ún. fitokémikáliák (bioaktív, nem nutritív növényi eredetű kémiai anyagok) közé tartoznak, amelyek egészségvédő hatást fejtenek ki az emberi szervezetben. A fitokémikáliák természetes antioxidánsként, a szabad gyökök által indukált oxidatív stressz mérséklése révén illetve egyéb változatos biológiai hatások útján hatékonyan csökkentik számos krónikus betegség, köztük a daganatos és szív- és érrendszeri megbetegedések kockázatát. Betegségmegelőző hatásuk miatt a növényi színezőanyagokra egyre nagyobb figyelem irányul, jelentőségük az élelmiszeriparban folyamatosan nő, sőt több színezék már táplálékkiegészítő formájában is kapható. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy mivel a természetes antioxidánsok egymásra épülő rendszert alkotnak, a fitokémikáliák pozitív hatása izolált, tisztított formában kevésbé kifejezett, mint amikor keverékként, természetes formában vannak jelen a zöldségekben és gyümölcsökben.

A mesterséges színezékekénél ugyan sokkal ritkábban, de egyes természetes színezékek (az annatto és a kármin) is kiválthatnak túlérzékenységi reakciókat.

A következőkben kémiai szerkezetük szerinti csoportosításban részletesen bemutatom a fontosabb természetes színezékeket.

## Karotinoidok

A karotinoidok nagy változatosságú és széles elterjedtségű vegyületcsoport. A növényeken kívül baktériumokban, gombákban, algákban és állatokban is megtalálhatók. Az ismert karotinvegyületek száma meghaladja az 500-at. A karotinoidok csoportjába tartozó színezékek sárga, narancssárga vagy vörös színűek.

A karotinoid pigmentek fontos szerepet töltenek be a fotoszintézisben és a növények fényvédelmében. Fényvédő funkciójuk a reaktív oxigénformák közbombosításán alapul, és ez az alapja a humán szervezetben kifejtett antioxidáns hatásuknak is: a karotinoidok megfelelő koncentrációban meggátolják a lipidek oxidációját és az azzal járó oxidatív stresszt. A karotinoidok gyökfogyó hatása erősebb, amennyiben több karotinoid keveréke van jelen, más természetes antioxidánsok (pl. E-vitamin) szintén szinergetikus hatást fejtenek ki. A karotinoidok fogyasztása és a szabad gyökök által előidézett krónikus betegségek, különösen a különféle daganatos megbetegedések előfordulása közötti negatív összefüggést számos epidemiológiai adat támasztja alá, bár az eredmények nem következtetendők.

A *karotinok* (E 160a) a természetben igen elterjedt sárga színű növényi pigmentek, számos zöldség és gyümölcs sárga színét adják, de az állati és emberi szervezetben is megtalálhatók. Nevük a sárgarépa (*Daucus carota*) nevéből származik. Élelmiszeripari felhasználásra kétféle karotinszínezék engedélyezett. A *vegyes karotin* (E 160a i) alfa-, béta- és gamma-karotin természetes keveréke, amelyet sárgarépből, növényi olajból illetve bizonyos algákból vonnak ki. A tiszta *béta-karotin* (E 160a ii) szintetikus vagy mikroorganizmusok segítségével is előállítható. Az élelmiszeripar elsősorban a tiszta béta-karotint használja vaj, margarin, sajtok, üdítőitalok színezésére. A karotinok erős antioxidáns hatással bírnak, ezáltal csökkenthetik egyes daganatos és szív- és érrendszeri betegségek kockázatát. A természetben legelterjedtebb karotinvegyület, a *béta-karotin* emellett az A vitamin provitaminja (előnyaga), ezáltal szerepe van a látásban és egyéb élettani folyamatokban. A béta-karotin ezért számos egészségvédő termék, többek között funkcionális italok alkotórésze, felhasználása a jövőben várhatóan még tovább növekszik majd. Fontos megfigyelés ugyanakkor, hogy a karotinok egészségvédő hatása csak az élettanilag szükséges kon-

centrációban érvényesül. Túlzott mennyiségben fogyasztva nem fejtenek ki preventív hatást, sőt a dohányosoknál növelik a daganatos betegségek és az angina előfordulását. Ennek oka valószínűleg az, hogy a nagy mennyiségben fogyasztott karotinokból intenzív oxidáló körülmények között oxidáló hatású lebomlási termékek keletkeznek.

Az *annatto* (E 160b) narancssárga színű növényi festék, a Dél-Amerikában honos orleánfa (*Bixa orellana*) magját körülvevő vörös színű terméslepelből vonják ki. A színezék két vegyület, a bixin és norbixin keveréke. Élelmiszerfestékként főleg vaj és margarin, valamint egyes sajtok (cheddar és chester) színezésére használják. Jól alkalmazható a szintetikus tartrazin (E 102) kiváltására. Az annatto ugyanakkor azon kevés természetes színezékek egyike, amelyek az arra érzékeny személyekben *allergiás reakciókat* válthatnak ki. Míg a legtöbb adalékanyaggal szemben pszeudoallergiás (intolerancia) tünetek jelentkeznek, addig az annatto – csakúgy, mint a később tárgyalt kármin – esetében valódi, IgE mediált allergiás reakció alakulhat ki. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a színezék – természetes kivonat lévén – a festékanyagokon kívül számos más összetevőt is tartalmaz, és az allergiát nem maga a pigment, hanem a színezékben levő fehérjemaradékok váltják ki. A fehérjemaradékok szintje a feldolgozás technológiájától függ.

A *kapszantin* és *kapszorubin* (E 160c) a xantofillok (karotinoid-alkoholok) közé tartozó vöröses narancs színű vegyületek, a paprika természetes pigmentanyagai. A pirospaprikából (*Capsicum annum*) vonják ki, az izolált színezék helyett azonban az élelmiszeriparban gyakrabban alkalmaznak paprikakivonatot. Szószok, cukrászsütemények, húskészítmények, sajtok színezésére használják. A kapszantin gyökfogyó hatása in vitro kísérletek szerint a béta-karotinnál is erősebb. Közvetlen rákellenes hatást azonban az izolált vegyület esetében nem, csak a több karotinoid keverékét tartalmazó paprikakivonat esetében sikerült kimutatni.

A *likopin* (E 160d) vöröses narancs színű karotinoid, a paradicsom és a csipkebogyó színanyaga, de más gyümölcsökben, például a kajsziban, a piros grépfrútban és a görögdiényében is megtalálható. Az élelmiszeripari célra használt színezéket a paradicsomból (*Lycopersicon esculentum*) vonják ki. A legtöbb karotinoiddal szemben a likopin vízben is oldható, ezenkívül hőstabil és fényre sem érzékeny, ezért széleskörű élelmiszeripari fel-

használása lehetséges. Jelenleg ömlesztett sajtokhoz, szószokhoz, fűszerekhez és egyes hústermékekhez használható. A humán vérplazmában levő karotinoidok kb. felét a likopin teszi ki, amely a karotinoidok közül a legerősebb gyökfogyó hatást fejt ki. A likopin – változatos hatásmechanizmusok útján kifejtett – preventív hatása számos betegségcsoport esetében igazolást nyert. Epidemiológiai adatok arra mutatnak, hogy a likopin csökkentheti különféle daganatos megbetegedések előfordulását. A legerősebb összefüggés a prosztata-, tüdő- és gyomorrák esetében mutatkozik, de biztató eredményekkel rendelkezünk a hasnyálmirigy-, vastagbél-, végbél-, nyelőcső-, szájüreg-, emlő- és méhnyakrák esetében is. A likopin antioxidáns hatása védelmet nyújt az UV sugárzás okozta bőrkárosodással szemben. A likopin-, illetve a paradicsomfogyasztás a szív- és érrendszeri betegségek kockázatát is csökkentheti, a többi karotinoidtól eltérően azonban ez a hatás valószínűleg nem az antioxidáns aktivitás, hanem a koleszterinszintézis gátlása és az LDL-koleszterin lebontásának serkentése révén valósul meg. A likopin további előnye, hogy jelenlegi ismereteink szerint túladagolása sem jár káros következményekkel.

A *lutein* (E 161b) a xantofillokhoz tartozó, narancssárga színű növényi pigment. A klorofill és a karotin kísérelőjeként előfordul minden zöld növényben, többek között a lutein okozza ősszel a levelek jellegzetes sárga színét a klorofill lebomlása után. Ugyancsak fő színanyaga a tojássárgájának, ezért baromfitakarmányokban is gyakran felhasználják a fogyasztói preferenciák kielégítése érdekében. A luteint elsősorban csalánból és algákból vonják ki, de lucernából, pálmajból és tojássárgájából is előállítható. Technológiai folyamatoknak ellenálló színezék, az élelmiszeriparban szószok, édességek, sütemények és alkoholos italok előállításához használják. A lutein is rendelkezik antioxidáns aktivitással, in vitro kísérletek szerint gyökfogyó hatása valamelyest elmarad a béta-karotintól. Bár a luteinből nem képződik A-vitamin, a lutein és kísérelőanyaga, a zeaxantin csökkenti az öregedéssel járó krónikus szembetegségek (hályog, időskori sárgafolt-elfajulás) előfordulását. A lutein antikarcinogén hatásáról viszonylag kevés adat áll rendelkezésünkre, egyes vizsgálatok azonban negatív összefüggést mutattak ki a luteinfogyasztás és az emlőrák illetve a tüdőrák gyakorisága között. A lutein a szív- és érrendszeri betegségek kockázatát is csökkentheti, ám az erre vonatkozó adatok meglehetősen ellent-

mondásosak. A lutein egészségvédő hatásának kihasználására a közelmúltban indult egy hazai kutatási program luteintartalmú funkcionális húskészítmények kifejlesztésére.

### Klorofillok

A klorofill a növények és algák zöld színanyaga. Elsődleges élettani funkciója a fotoszintézis, amelynek során vízből és szén-dioxidból a napenergia felhasználásával szerves vegyületek keletkeznek. A molekula gyűrűrendszerének közepén egy magnéziumatom foglal helyet komplexkötésben. A sokféle klorofillvegyület közül a legjelentősebb a *klorofill a* és *klorofill b*, az előbbi kékeszöld, az utóbbi sárgászöld színű pigment. A klorofillok közül élelmiszer-adalékanyagként a klorofillok, a klorofillinek valamint ezek rézkomplexei engedélyezettek.

A *klorofillt* (E 140 i) zöld növényekből, főként vízinövényekből, csalánból és lucernából vonják ki. A klorofill zsírsavban oldódik, hővel és savval szemben nem stabil. A klorofillmolekula hidrofób fitolrészének leválasztásával vízzeloldható *klorofillin* (E 140 ii) állítható elő.

A klorofill illetve a klorofillin központi magnéziumatomját rézatomra cserélve hőre és fényre stabilabb rézkomplexek keletkeznek. Annak függvényében, hogy a csere milyen mértékben megy végbe, a *klorofill rézkomplexek* (E 141 i) kékeszöld vagy sötétzöld, a *klorofillin rézkomplexek* (E 141 ii) sötétzöld vagy kékesfekete színűek. A kémiai módosítások miatt a klorofillin illetve a rézkomplexek már nem természetes, hanem természetes eredetű színezékeknek tekintendők.

A klorofillok az élelmiszerekben általánosan felhasználhatók, elsősorban édeségek, sajtok, zselék és lekvárok színezésére használják. A gyógyszer- és kozmetikai ipar is elterjedten alkalmazza.

A közelmúltban lezajlott kutatások biztató eredményekkel szolgálnak a klorofillok humánegészségügyi vonatkozásairól. A klorofillok rákellenes aktivitása több, részben elkülönült hatásból tevődik össze. A klorofillok már a bélrendszerben képesek a táplálékban levő mutagének és karcinogének (például az aflatoxin és a vörös húsból származó hem) megkötésére. A különböző mértékben felszívódó klorofill-származékok in vivo rákellenes hatása egyrészt a rák iniciációjának megelőzésén (antioxidáns aktivitás, detoxikáció szabályozása), másrészt a rákos sejtes apoptózisának (programozott sejthalál) serkentésén alapul. Az egyes klorofillvegyületek illetve -származékok biológiai hatása ugyanak-

kor eltérő lehet. A vastagbélrák esetében epidemiológiai adatok is alátámasztják a klorofillok preventív hatását.

### Antociánok

Az *antociánok* (E 163) csoportjába tartozó, kismértékben eltérő kémiai szerkezetű vegyületek a növények legfontosabb kék, piros és lila színezékei. Ezek adják a kékszőlő, a málna, a bodza, a cseresznye és a vöröskáposzta színét, továbbá sok kedvelt dísznövény levelének rózsaszín vagy akár sötétkék színét is.

Az élelmiszerszínezékeként forgalomba kerülő antociánokat legnagyobb mennyiségben a kékszőlő héjából és egyéb boripari melléktermékekből nyerik, de izolált antociánok helyett gyakran használnak szőlőhéjkivonatot is. Az antociánok egy újabb, egyre növekvő jelentőségű forrása a feketebodza termése, emellett vöröskáposztából, rosellából (trópusi hibiszkuszféle), fekete berkenyéből és vérnarancsból is előállítják.

Az antociánok az élelmiszerekben általánosan felhasználhatók, alkalmazásukat azonban korlátozza instabilitásuk: nagy reakcióképességük révén számos kémiai reakcióban vesznek részt, amelyek a szín gyengülésével járnak. Az élelmiszeriparban elsősorban reggeli gabonapelyhek, dzsemek, zselék és italok színezésére használják.

Az antociánok a *flavonoidok* csoportjába tartozó vegyületek. A flavonoidok igen széleskörű kémiai és biológiai aktivitással rendelkeznek, ezáltal humánélettani hatásai is szerteágazók. Egészségvédő hatásukat a közelmúlt számos vizsgálata igazolta.

Az antociánok legközismertebb előnyös humánélettani hatása szabadgyökfogó és antioxidáns aktivitásuk, emellett azonban számos más úton is befolyásolják az emberi szervezet működését. Az antociánok és az antociánokban gazdag flavonoid-keverékek védelmet nyújtanak a DNS károsodásával szemben, ösztrogén aktivitást és enzimgátlást fejtenek ki, serkentik a citokinek termelését, ezáltal befolyásolják az immunrendszer működését, gyulladásgátlók, gátolják a lipidek peroxidációját, és erősítik az érfalakat.

A népi gyógyászat régóta használja a magas antocián-tartalmú növényeket, és az utóbbi két évtizedben egyre intenzívebbé váló kutatások számos betegségcsoport esetében igazolták az antociánok jótékony hatását. Az antociánok védelmet nyújtanak a rákos megbetegedésekkel, a szív- és érrendszeri betegségekkel, a cukorbetegséggel, a gyulladá-

sokkal, valamint az allergiával szemben, javítják az idegi és kognitív agyi funkciókat, a látást, valamint védik a DNS integritását. A kékszőlő héjában található antociánok is hozzájárulnak a mérsékelt vörösbortfogyasztás kedvező egészségügyi hatásához. Az antociánok ugyanakkor – hasonlóan a többi fitokémikáliához – keverék formában hatékonyabbak, mint izolátumként.

### Kurkumin

A *kurkumin* (E 100) a polifenolok közé tartozó, sárga színű vegyület, amelyet a kurkuma (*Curcuma longa*) gyöktrészéből (rizóma) vonnak ki. A kurkumát az ősi indiai gyógyászat 6000 éve használja gyógynövényként, emellett fűszerként, színezékként, tartósítószerként és díszítési célra is alkalmazzák.

A kurkumin fényre érzékeny és csak savas közegben stabil, az élelmiszeriparban mustárfélék, salátaöntetek, italok, péksütemények és margarinok színezésére használják. Izolált kurkumin helyett gyakran használnak kurkumagyökér-kivonatokat vagy kurkumaporokat, amelyek nem adalékanyagok, hanem fűszernek minősülnek. Ezek ugyanakkor tartalmazzák a fűszer jellegzetes ízét – a kurkuma a curry nevű fűszerkeverék egyik alapanyaga – ezért felhasználhatóságuk korlátozott.

A kurkumin gyulladáscsökkentő és antioxidáns tulajdonságú vegyület. Biokémiai és élettani hatásai rendkívül szerteágazóak, az elmúlt 50 év kutatásai számos kedvező egészségügyi hatását igazolták. A vér koleszterinszintjének csökkentése, az LDL-koleszterin oxidációjának gátlása, a vérlemezkék aggregációjának csökkentése és az érlemezés csökkentése révén véd a szív- és érrendszeri betegségekkel szemben. Csökkenti a 2-es típusú cukorbetegség, egyes ízületi megbetegedések és az Alzheimer-kór tüneteit, gátolja a HIV vírus szaporodását, segíti a sebgyógyulást, védi a májat és a tüdőt, serkenti az epeszekréciót és csökkenti a hályogképződést. A kurkumin legtöbb tanulmányozott hatása rákellenes aktivitása: a kurkumin – többféle élettani mechanizmus útján – hatékonyan segíti a daganatos megbetegedések megelőzését és kezelését. In vitro és állatkísérletek eredményei szerint a kurkumin csökkenti a bőr-, a száj-, a gyomor- és vastagbélrák kialakulását, és epidemiológiai adatok is arra mutatnak, hogy az emésztőszervi daganatok, az emlő-, prosztatata- és gyomorrák kisebb gyakorisággal fordulnak elő a kurkumint nagyobb mennyiségben fogyasztó populációkban.

## Riboflavin

A *riboflavin* (E 101), másnéven B<sub>2</sub> vitamin a növény- és állatvilágban is széles körben elterjedt anyag, legnagyobb mennyiségben a tejben, a húspanban, a tojásban, az élesztőben, a zöld színű zöldségekben és gabonamagvakban található meg.

Előállítására tejsavóból vagy élesztőből történő kivonással, illetve gyakrabban szintetikus úton történik. Az élelmiszeripar elsősorban vitaminként használja, ebben az esetben nem minősül adalékanyagnak. Sárgás-narancs színű vegyület, színezékként desszertekhez, majonézhoz és egyes italokhoz használják.

A riboflavin biológiai szerepe igen sokrétű. Elektron szállító vegyületként nélkülözhetetlen a szervezet energiatermelő folyamataiban, emellett számos enzim alkotórésze, és aktív szerepet játszik más vitaminok (folsav, cianokobalamin, piridoxin) anyagcseréjében. Hiánya fejlődési rendellenességeket, vérszegénységet, emésztőszervi megbetegedéseket és neurológiai zavarokat okoz. A riboflavin részt vesz a homocisztein lebontásában, ezáltal csökkentve a homocisztein okozta szív- és érrendszeri betegségek kockázatát. Egyes vizsgálatok szerint az elégtelen riboflavin-ellátottság növeli bizonyos daganatos betegségek kockázatát, bár az ezzel kapcsolatos adatok nem egyértelműek. Riboflavinhiány leggyakrabban a terhes és szoptató nők, a csecsemők és gyermekek, az idősek és a sportolók körében fordul elő.

## Céklavörös

A *céklavörös* vagy *betanin* (E 162) a cékla (*Beta vulgaris* ssp. *esculenta* var. *rubra*) lilás, kékesvörös színanyaga, a betalainok (vízoldható, nitrogéntartalmú növényi pigmentek) közé tartozó vegyület.

A színezéket céklagyökérből állítják elő vizes kivonással és erjesztéssel. Az izolált színezék helyett az élelmiszeripar gyakrabban használ céklalé-koncentrátumot, ennek felhasználhatósága – jellegzetes aromája miatt – korlátozott. A betanin meglehetősen instabil vegyület, hőre, fényre és levegőre érzékeny, ezért leginkább rövid eltarthatóságú és hosszabb hőkezelésnek nem alávetett élelmiszerekben, többek között joghurtokban, fagylaltokban, szószokban alkalmazzák.

A céklát a népi gyógyászat már régóta alkalmazza különböző fertőzőes és krónikus betegségek kezelésére. Kedvező egészségügyi hatásait napjaink tudományos vizsgálatai is igazolták. A betanin antivirális és antibakteriális aktivitása

mellett igen hatékony gyökfogyó és antioxidáns hatást fejt ki. Csökkenti az LDL-koleszterin oxidációját, ezáltal védelmet nyújthat a szív- és érrendszeri betegségekkel szemben. Rákellenes hatását számos kutatás bizonyította, a betanin egyes esetekben hatékonyabban gátolta a bőr- és tüdőrák kialakulását, mint az antociánok, karotinoidok és más fitokemikáliák. A betain szív- és érrendszeri betegségekkel és a rákkal szemben mutatott preventív hatása gyulladáscsökkentő aktivitásának is köszönhető.

A betanin színezék és a céklakoncentrátum a betanin mellett kisebb mennyiségben sárga színű betaxantint is tartalmazhat, amely szintén antioxidáns hatású vegyület, bár szabadgyökfogyó képessége a betaninénál kisebb. A betaxantin ugyanakkor fluoreszcens tulajdonsága révén új perspektívákat nyithat az élelmiszerek színezésében.

## Kármínsav, kárminok

A *kármin* (E 120) az egyetlen állati eredetű élelmiszer-színezék. A Mexikóban őshonos, fügekaktuszokon élősködő bíbortetű (*Dactylopius coccus* Costa) nőténye által termelt piros színű festékanyagot már az aztékok is használták textíliák színezésére.

A színezék pigmentanyaga a *kármínsav*, kémiaiilag egy antrakinon C-glükózid, amelyet a bíbortetvek szárított és porított testéből (kosnili) vonnak ki. A kármínsav vízoldhatatlan alumínium- illetve kalciumsója a *kárminok*. A kármínsav, illetve különösképpen a kárminok – hő- és fénystabilitásuknak, tisztaságuknak és színárnyalatuknak köszönhetően – rendkívül jól használhatók a piros színű mesterséges színezékek kiváltására, ezért jelentőségük folyamatosan nő. Az élelmiszeriparban italok, lekvárok, édességek, sajtók, kolbászok színezésére használják, de fontos pigment a kozmetikai, a gyógyszer- és a vegyiparban is.

Az annatto mellett a kármin a másik természetes színezék, amellyel szemben allergiás reakciók alakulhatnak ki. A kármin esetében is valódi, immunmodulált allergiáról van szó, és ezúttal sem maga a festékanyag, hanem a színezékben levő fehérjemaradékok váltják ki az allergiás tüneteket. A kárminnal szemben igen súlyos, anafilaktikus, asztmás reakciók is kialakulhatnak, ugyanakkor a színezék igen gyakori élelmiszeripari felhasználása ellenére az allergia előfordulása meglehetősen ritka. Ennek oka, hogy a kármin alacsony fehérjetartalmának és az alacsony felhasználási szintnek köszönhetően a szenzibilizálódás esélye ala-

csony, sokkal nagyobb kockázatnak van kitéve ebből a szempontból azok, akik foglalkozásuk révén vagy kozmetikumok útján érintkeznek a kárminnal. Ugyanakkor ha már kialakult az érzékenység, már az élelmiszerekben levő kármín is képes az allergiás tünetek kiváltására.

A kármínsav előállítása már szintetikus úton is lehetséges, ezért elképzelhető, hogy a jövőben az allergia kockázatának csökkentése érdekében előtérbe kerül a természetazonos, szintetikus kármín felhasználása.

## TERMÉSZETES EREDETŰ SZÍNEZÉKEK

A természetes eredetű színezékeket állati vagy növényi eredetű nyersanyagokból állítják elő, de az élelmiszerekben ebben a formában természetes módon nem fordulnak elő. Jelenleg két természetes eredetű színezék, a karamell és a növényi szén használata engedélyezett.

### Karamell

A karamellvegyületeket a kereskedelemben kapható, fogyasztásra alkalmas szénhidrátok (glükóz, fruktóz, szacharóz, malátaszörp, keményítő) ellenőrzött körülmények között történő hevítésével állítják elő. A karamellizáció elősegítésére savak, lúgok és sók használhatók.

Az egyszerű karamell (E 150a) esetén a karamellizáció elősegítésére szulfitok és ammónium-vegyületek nem alkalmazhatók. A szulfitos karamell (E 150b) szulfitvegyületek hozzáadásával készül, ammónium-vegyületek kizárásával. Az ammóniás karamell (E 150c) ammónium-vegyületek adagolásával állítják elő, szulfitvegyületeket nem használnak. A szulfitos-ammóniás karamell (E 150d) szulfit- és ammónium-vegyületek együttes hozzáadásával készül. A keletkező karamellvegyületek kémiai összetétele változó, színük barnától feketésbarnáig terjed. A színezék por és folyadék formájában is előállítható.

A karamell a legrégebben és legnagyobb mennyiségben felhasznált élelmiszer-színezék. Színező- és ízhatása mellett egyéb technológiai funkciókkal is bír: emulgeálószerként hat, segítve a vízben nem oldódó anyagok eloszlatását; fénynek kitett italokban lassítja az elváltozásokat és meghosszabbítja az eltarthatóságot; sörben stabilizálja a kolloidrendszerket és csökkenti a zavarosodást.

Valamennyi karamellváltozat mennyiségi korlátozás nélkül (quantum satis) alkalmazható az összes olyan élelmiszer-

ben, amelyben adalékanyagok használata engedélyezett. Kivételt képeznek azonban azok az élelmiszerek, amelyekben a színezék felhasználása a fogyasztó megtévesztéséhez vezethet (pl. kenyér). Leggyakrabban égetett szeszes italok, édességek (E 160a), likőrök (E 160b), péksütemények, sör, szósok (E 160c), valamint üdítőitalok, levesek (E 160d) színezésére használják.

A médiában gyakran felbukkannak a karamell – különösen a segédanyagokkal készült változatok – feltételezett egészségkártó hatásairól szóló hírek. A karamell az engedélyezett mennyiségben veszélytelennek számít, az ammóniás karamell – a humán fogyasztást több százszorosan meghaladó mennyiségben történő – bevitele esetében azonban immunszuppresszív hatást figyeltek meg patkányokon – bár a tünetek többsége csak alacsony B6-vitamin bevitel esetén jelentkezett. Bizonyítást nyert, hogy az immuntoxicitásért a karamellizáció során keletkező egyik imidazol-származék, a THI felelős, ezért az EU az ammóniás karamell tisztasági előírásai között a THI megengedett maximális szintjét is meghatározta. A megváltoztatott gyártástechnológiának köszönhetően az említett színezék THI-tartalma lényegesen csökkent, így már nem jelent egészségügyi kockázatot. A gyártástechnológia mellett további nagyon fontos tényező a karamell-alapanyag tisztasága is: az alapanyagban jelen lévő szennyeződések ugyanis valóban okozhatnak problémákat.

Megjegyzendő továbbá, hogy az otthoni, kontrollálatlan körülmények között történő karamellkészítés során 150 °C feletti hőmérsékleten már ellenőrizhetetlen reakciók játszódhatnak le, és több kifejezetten ártalmas anyag is képződhet.

### Növényi szén

A *növényi szén* (E 153) előállítása tiszta növényi anyagokból (fa, cellulózmara-dékok, kókuszdió- és más héjak) történik magas hőmérsékleten végrehajtott elszénítéssel.

A növényi szén felhasználása az élelmiszerekben mennyiségi korlátozás nélkül általánosan engedélyezett. Nagy megkötőképességét kihasználva elsősorban derítésre alkalmazzák segédanyagként, színezékként sajtbevonatokban és cukorkákban jelenhet meg. A tiszta szent (aktív szén, orvosi szén) a gyógyszerzatban is felhasználják.

A tiszta szén az egészségre ártalmatlan, a karamellhez hasonlóan azonban itt is rendkívül fontos a szigorú tisztasági kritériumok betartása.

## ÁSVÁNYI SZÍNEZÉKEK

Az élelmiszeripar bizonyos speciális színezési célokra szervesen, ásványi színezékeket is felhasznál.

### Kalcium-karbonátok

A *kalcium-karbonátok* (kalcium-karbonát, E 170i, kalcium-hidrogén-karbonát, E 170ii) a természetben igen sok ásvány (mész, dolomit, kréta, márvány stb.) alkotórészei. A magas tisztaságú kalcium-karbonátot az élelmiszer-előállításban fehér színezékként, savanyúságot szabályozó anyagként, csomósodásgátlóként és hordozóanyagként használják. A kalcium nélkülözhetetlen a szervezetünk számára, többek között a csontoknak is fontos alkotórésze. Szerves formában azonban a kalcium csak minimális mennyiségben szívódik fel, így az adalékanyagként hozzáadott kalcium-karbonátok kalciumpótlásra nem alkalmasak, erre a célra szerves sóit vagy komplexeit használják.

### Titán-dioxid

A *titán-dioxid* (E 171) az egyik leghatékonyabb fehér színezék: nagy színintenzitású, oldhatatlan, savakkal és lúgokkal szemben igen ellenálló anyag. Főként drázsék, rágógumik és bevonatok színezésére használják, emellett gyógyszerekben és kozmetikumokban is felhasználják. A szervezetből változatlan formában kiürül.

### Vas-oxidok és hidroxidok

A *vas-oxidok és hidroxidok* (E 172) a természetben is gyakoriak különböző ásványtársulásokban, az élelmiszer-színezéket mesterségesen állítják elő. Színe a feldolgozás módjától változik: az élelmiszeripar a vasoxid-sárgát, a vasoxid-vöröset és a vasoxid-feketét használja színezékként, elsősorban drázsék és bevonatok színezésére. Oldhatatlan vegyületek, így a szervezetet vasellátásában nem játszanak szerepet.

### Alumínium

Az *alumínium* (E 173) a Föld harmadik leggyakoribb eleme. Az élelmiszeripar ezüstös-szürke színezékként használja dekorációs célra.

A népesség alumínium-bevitelének fő forrása az étrend. A felvett alumínium nagy része a gabonafélék, gabonakészítmények, zöldségek, italok fogyasztásával, valamint élelmiszerekkel érintkező anyagokból (pl. edények, evőeszközök,

csomagolóanyagok) kerül a szervezetbe. Az élelmiszer-adalékanyagként felhasznált alumínium mennyisége ehhez képest igen csekély.

Az alumínium a szervezetben csak igen kis mennyiségben szívódik fel, és az egészséges emberben a főleg az alumíniumot a vese kiválasztja. A vesebetegségben szenvedő betegeknél azonban ez a kiválasztó folyamat nem működik, és a szervezetben felhalmozódás kezdődhet meg, amelynek hatására mérgezés, ideg- és csontbántalmak alakulhatnak ki.

Az alumíniumot egy időben összefüggésbe hozták az Alzheimer-kórral annak kapcsán, hogy az Alzheimer-kóros betegek központi idegrendszerének egyes részeiben fokozott alumínium koncentráció mutatható ki. Az azóta elvégzett számos vizsgálat azonban nem szolgáltatott bizonyítékot az ok-okozati összefüggésre.

### Ezüst

Az *ezüstöt* (E 174) édességek bevonataként alkalmazzák. Nagy mennyiségben fogyasztva feldúsulhat a szervezetben, mérgezést okozva, az élelmiszeriparban szokásos, nagyon csekély felhasználási szint mellett azonban veszélytelen.

### Arany

Az *aranyat* (E 175) az élelmiszeriparban ugyancsak édességek bevonataként használják. Kémiaiilag igen közömbös anyag, ezért a szervezetből változatlan formában kiürül.

## MESTERSÉGES SZÍNEZÉKEK

A mesterséges színezékek szintetikus úton előállított, az élelmiszerektől idegen szerkezetű anyagok.

A természetes pigmentekkel összehasonlítva számos technológiai előnnyel rendelkeznek: íztelenek és szagtalanok, színezőképességük nagyobb, a legkülönbözőbb színárnyalatok állíthatók elő belőlük, az élelmiszeripari technológiai folyamatoknak ellenállóbbak, emellett olcsóbbak is, mint a természetes pigmentek. Felhasználásuk ugyanakkor az élelmiszerek lényegesen szűkebb körében engedélyezett, mint a természetes színezékek. Az egyes színezékek toxikológiai szempontból nem egyenértékűek, így a felhasználásuk feltételei is eltérőek. Valamennyi színezékmolekula tartalmaz különféle kromoforcsoportokat, konjugált rendszereket, a kémiai szerkezetnek a szín és a toxikológiai tulajdonságok kialakításában egyaránt szerepe van. Az egészségre gyakorolt hatás létrejöttében

az anyamolekula mellett a belőle a szervezetben keletkező metabolitoknak és a gyártás során keletkező szennyezőanyagoknak is döntő szerepük van.

Az adalékanyagok toxikológiai vizsgálatának bevezetésével és a vizsgálati módszerek fejlődésével az engedélyezett mesterséges színezékek köre lényegesen szűkült, számos mesterséges színezéket betiltottak egészségkárosító hatásuk miatt. A káros színezékek kiszűrése azonban hosszú időt vett igénybe: a legismertebb példa a vajsárga nevű azoszínézék, amelyről már 1930-ban nyilvánvalóvá vált, hogy erősen rákkeltő, de egészen az 1950-es évekig használták margarínok színezésére.

A korábban engedélyezett élelmiszeradalékanyagok a cikksorozat 1. részében említett ismételt kockázatbecslése során elsőként a vörös 2G színezék került felülvizsgálatra. Az azoszínézékek közé tartozó pigment rákkeltő hatását nem tudták kizárni, ezért felhasználási engedélyét visszavonták.

Valamennyi mesterséges élelmiszer-színezék kiválthat intoleranciát, különösképpen az azoszármazékok, és az érzékeny emberek száma növekvő tendenciát mutat. A mesterséges ételfestékek emellett egyes vizsgálatok szerint szerepük lehet a gyermekkori hiperaktivitás kialakulásában. Mivel ilyen problémák leggyakrabban az azoszínézékek esetében merülnek fel, az adalékanyagok és a hiperaktivitás kapcsolata részletesen az azoszínézékeknél kerül ismertetésre.

A következőkben kémiai szerkezet szerinti csoportosításban bemutatjuk a fontosabb mesterséges színezékeket.

### Azoszínézékek

A sárga, narancs, vörös, barna és fekete színű azoszínézékek képezik az engedélyezett élelmiszerszínezékek legnagyobb és legfontosabb csoportját. Az azoszínézékek színtabilak, fényszek és nagyon sokféleképpen keverhetőek, a kívánt színárnyalatot pontosan be lehet állítani velük.

A 19. század közepén felfedezett azofestékek a szerves kémia, a szerves vegyipar és a gyógyszerkémia fejlődésének egyik kiindulási pontjává váltak, és az élelmiszeriparban is egyre szélesebb körben használták az azopigmenteket. Az igen nagyszámú azofestékből a szigorú toxikológiai szűrések után ma mindössze 9 vegyület maradt, amely élelmiszer-színezékként engedélyezett. Ezek mind veszélytelenek, vízzoldhatóak, és az elfogyasztás után gyorsan kiürülnek az emberi szervezetből.

Az azofestékek ugyanakkor az arra ér-

zékeny embereknél pszeudoallergiás reakciót válthatnak ki. Az azoszínézékekkel szembeni intolerancia a leggyakoribb a színezék-túlérzékenységek közül. A túlérzékenységi reakció légzőszervi (angioödéma) és bőrtünetek (csalánkiütés) kialakulásával jár. Gyakorik a keresztreakciók is más vegyületekkel (szalicilsav és származékai, benzoésav), ezenkívül az asztma is hajlamosító tényező.

A *tartrazin* (E 102) sárga színű színezék, gyümölcskészítményekben, italokban, mustárban, pudingokban, fagyalokban, süteményekben, édességekben, rágógumiban alkalmazzák. A tartrazin az azofestékek legallergénebb, egyben a legtöbbet vizsgált képviselője. A tartrazin-túlérzékenység becslések szerint a népesség kb. 0,01-0,06%-át érinti. A tartrazin keresztreakciót adhat más szintetikus színezékekkel, így az amaranttal, a narancssárga S-sel és az eritrozinnal.

A *narancssárga S* (E 110) narancs színű festék, felhasználási területe a tartrazinéhoz hasonló. E festék esetében különösen kritikus az adalékanyag tisztasága: nem megfelelő gyártástechnológia esetén ugyanis rákkeltő szudánvörös I színezék maradhat vissza a kész élelmiszer-színezékekben. A szennyeződés jelenlétét minden narancssárga S gyártási tételből ellenőrizni kell.

Az *azorubin* (E 122) és a *neukokcin* (E 124) vörös színezékek, felhasználási területük a tartrazinéhoz hasonló.

Az *amarant* (E 123) sötétvörös festék. Felhasználása hazánkban korábban szélesebb körben engedélyezett volt, az uniós szabályozás átvételével azonban a kaviár- és szeszes italokra korlátozódott.

Az *alluravörös AC* (E 129) vörös festék, felhasználási területe a tartrazinéhoz hasonló. A többi azofestéknél kevésbé allergén.

A *brillantfekete BN* (E 151) ibolyásfekete színezék, halpástétomok, szószok, édességek színezéséhez engedélyezett.

A *barna FK* (E 154) kizárólag az angol füstölt heringhez engedélyezett, a barna HT (E 155) színezéket főként csokoládé ízű desszertekhez, kekszekhez, édességekhez használják.

A vörös színű *litolrubin BK* (E 180) kizárólag ehető sajtbevonatok színezésére engedélyezett.

Az azoszínézékek néhány évtizede folyamatosan a figyelem középpontjában állnak annak kapcsán, hogy egyes vizsgálatok szerint szerepet játszhatnak az egyre gyakoribb, a gyerekkopuláció 3-20%-át érintő *gyermekkori hiperaktivitás* kialakulásában.

Az 1970-es években egy amerikai allergológus, Feingold arra a következte-

tésre jutott, hogy a mesterséges színezékek, mesterséges aromák, tartósítószer- és a természetben előforduló szalicilátok étrendből történő elhagyása javulást eredményez viselkedési és tanulási zavarokkal küzdő gyermekeknél. Az eredmények nagy publicitást kaptak, és bár Feingold vizsgálati módszereit számos kritika érte, munkái számos újabb vizsgálatot indukáltak. Az azóta elvégzett vizsgálatok – a sokszor egymásnak ellentmondó eredmények ellenére – valószínűsítik, hogy egyes mesterséges színezékeknek és más adalékanyagoknak (döntően tartósítószereknek) szerepük lehet a hiperaktivitás kialakulásában.

A legújabb és egyben legnagyobb visszhangot kiváltó vizsgálatot 2007-ben végezték a brit Southampton Egyetemen. A kísérletben 6 mesterséges színezék (kinolinsárga, valamint 5 azofesték: tartrazin, narancssárga S, azorubin, neukokcin és alluravörös AC) és a nátrium-benzoát együttes fogyasztásának hatását vizsgálták két adalékanyagkeverék formájában.

A vizsgálat eredményei szerint a tanulmányban felhasznált adalékanyag-keverékek fogyasztása szerepet játszhat a gyermekkori hiperaktivitás, illetve hiperkinetikus zavar kialakulásában. *Hiperaktivitás* alatt a tanulmány szerzői a fokozott aktivitás, figyelemzavar és impulzivitás egyidejű előfordulását értik, a *hiperkinetikus zavar* pedig a hiperaktivitás olyan súlyos formája, amikor a tünetek már komoly tanulsági nehézséget, illetve viselkedési gondokat okoznak. Az, hogy a viselkedési zavarok kialakulása egy-egy színezőanyagnak vagy azok együttes hatásának tudható be, a vizsgálat alapján egyelőre nem tudható. Mivel a nátriumbenzoát mindkét vizsgált adalékanyagkeverékben szerepelt, és a megfigyelt hatások nem voltak következetesek, valószínű, hogy a hiperaktivitás észlelt növekedése inkább a vizsgált mesterséges színezékeknek tulajdonítható.

A szerzők ugyanakkor felhívják a figyelmet arra, hogy a hiperaktivitás kialakulásában számos tényező (pl. genetikai tényezők, koraszülöttség, környezeti hatások) együttesen játszik szerepet, ezért a mesterséges színezékek étrendünkben való végleges törlése önmagában nem jelent teljes garanciát a viselkedési zavarok kialakulásának megelőzésére illetve azok megszüntetésére. Az említett mesterséges színezékeket tartalmazó élelmiszerek elkerülésével azonban a kiváltó okok száma, ezáltal pedig az előfordulás valószínűsége csökkenthető.

A tanulmányt 2008. márciusban az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság (EFSA) is értékelte, figyelembe véve a

színezékekkel és a viselkedési problémákkal kapcsolatosan az 1970-es évektől rendelkezésre álló valamennyi tudományos elemzést. Bár az EFSA állásfoglalásában a jelen kísérletből származó adatokat nem tartotta egyértelműen bizonyító értékűnek és az átlag lakosságra vetítve reprezentatívnak, a szakvélemény szerint a tanulmány releváns lehet az adalékanyagokkal, ezen belül a színezékekkel szemben érzékeny egyének szempontjából.

A fogyasztók megfelelő tájékoztatása érdekében az adalékanyagok felhasználását szabályozó új uniós rendelet előírja, hogy a kísérletben szereplő színezékeket tartalmazó élelmiszereken a színezék(ek) megnevezése vagy E-száma után „a gyermekek tevékenységére és figyelmére káros hatást gyakorolhat” figyelmeztető feliratot kell elhelyezni.

### Triaril-metán színezékek

A triaril-metán (másnéven trifenilmetán) festékek legrégebbi képviselőjét, a fukszint 1859-ben fedezték fel. Az aminos csoportot tartalmazó trifenilmetán festékek antiszeptikus hatásúak, régebben bőr- és sebfertőtlenítésre is használták őket. Savak vagy lúgok megváltoztatják az elektronok eloszlását a molekulákban, ami színváltozással jár, ezért sok ilyen vegyület indikátorfestékként is használatos (pl. a fenolftalein).

A *patentkék V* (E 131) és a *brillantkék FCF* (E 133) vízdoldható és hőstabil színezékek, savas környezetben színük kékről zöldre változik. Édességek, desszertek, szeszes italok színezésére használhatók (pl. ezeket tartalmazza a kék Curacao likőr), tartrazinnal kombinálva különböző zöld színárnyalatok állíthatók elő. Toxikológiailag ártalmatlanok, a túlérzékenységi reakciók előfordulása azonban várhatóan egyre növekszik majd annak következtében, hogy e festékeket a gyógyászatban is egyre elterjedtebben alkalmazzák festőanyagként, ezzel növelve a szenzibilizálódás esélyét.

A *zöld S* (E 142) zöld színű, sav- és hőstabil, de csak mérsékelten színtartó színezék. Édességekhez, fagyaltokhoz és

desszertekhez használható, Magyarországon nagyon ritkán használják.

### Egyéb mesterséges színezékek

A kinaftaton színezékek közé tartozó *kinolinsárga* (E 104) festéket szeszes italokban, mustárban, pudingokban, fagyaltokban, süteményekben, édességekben, lekvárokból alkalmazzák.

Ritkán intoleranciát válthat ki az arra érzékenyekben, emellett az azoszínékeknel ismertetett vizsgálat eredményei szerint a gyermekkori hiperaktivitás kialakulásában is szerepet játszhat.

A jódtartalmú *eritrozín* (E 127) a xanténszínezékek csoportjába tartozik, az élelmiszert rózsaszínűre illetve pirosra festi. Vízdoldható, és magas hőmérsékleten valamint lúgos közegben is stabil, viszont nem színtartó. Savas közegben eritrozinsavat képez, amely alig oldódik, ezért az eritrozín az egyetlen színezék, amelynek segítségével a koktélcseresznyét úgy lehet színezni, hogy a lé ne festődjön meg. Az eritrozín felhasználása ma már kizárólag erre az egy területre korlátozódik, míg az uniós szabályozás átvétele előtt hazánkban szélesebb körben engedélyezett volt.

Az élelmiszerral felvett eritrozín döntő hányada változatlan formában kiürül a szervezetből. Mivel az emésztés hatására alig válik le belőle jód, a színezék nem játszik szerepet a jódelátásban. Nagy mennyiségű eritrozín elfogyasztása esetén azonban pajzsmirigyműködési zavarokkal rendelkező, illetve jódra allergiás személyeknél panaszok jelentkezhetnek. Az eritrozint gyakran összefüggésbe hozzák a gyermekeknél jelentkező hiperaktivitási szindrómával is, ezt azonban egyelőre nem sikerült egyértelműen igazolni.

A sötétkék színű *indigókármin* (E 132) az indigoid színezékek csoportjába tartozik, szoros rokonságban van az indigónövényből nyert indigóval. Vízdoldható, színét magas hőmérsékleten is megtartja, de nem savtűrő. Az élelmiszeriparban édességek, sütemények, likőrök, fagyaltok és desszertek színezésére használják. Az indigókármin túlnyomó része változatlan formában kiürül a szervezetből.

Egerekben végzett kísérletek arra figyelmeztetnek, hogy az indigókármin jelenlétében a nátrium-nitrit nitrozaminná alakulhat. Embereken eddig nem végeztek hasonló vizsgálatokat.

### KÖVETKEZTETÉSEK

A színezékek felhasználásának indokoltságát a fogyasztók gyakran megkérdőjelezzik. Mivel a színezékek kizárólag esztétikai célokat szolgálnak, elvileg akár teljesen el is lehetne hagyni őket, ennek feltétele azonban, hogy a fogyasztók elfogadják a megszokottól eltérő színű élelmiszereket.

A fogyasztói kételyek másik vetülete, hogy az adalékanyagok közül a színezékek különösen alkalmasak arra, hogy az élelmiszerek értéke tekintetében megtévesszék a fogyasztót. Már a jelenlegi szabályozás is számos korlátozást tartalmaz ennek kiküszöbölésére, többek között ezért tilos színezékeket adni a kenyérhez és a száraztésztákhoz, az adalékanyagok új uniós szabályozása pedig az eddiginél is nagyobb figyelmet fordít majd a fogyasztó megtévesztésének tilalmára.

Az adalékanyagokkal kapcsolatos fogyasztói tudatosság növekedése szemléltetést eredményezett az élelmiszeriparban: az innovációban egyre nagyobb szerepet kap az adalékanyagok, különösen a mesterséges adalékanyagok használatának mérséklése. A tendencia a színezékek területén különösen erősen érzékelhető. A természetes színezékek iránti növekvő érdeklődés ösztönzőleg hat új természetes színezékek kifejlesztésére is.

### Irodalomjegyzék

A cikkhez 93 tételből álló irodalomjegyzék tartozik, amely kívánságra a Szerzőnél e-mailben elérhető.

Szerző: Tarnavölgyi Gábor, doktorjelölt  
Kaposvári Egyetem  
Gazdaságtudományi Kar  
Marketing és Kereskedelem Tanszék  
7400 Kaposvár  
Guba Sándor u. 40.  
E-mail: tarnag\_hu@yahoo.com