

# Az élelmiszereink likopintartalmát befolyásoló tényezők és a hazai lakosság likopinbevitelére

Lugasi Andrea,<sup>1</sup> Hóvári Judit,<sup>1</sup> Bíró Lajos,<sup>1</sup> Brandt Sára,<sup>2</sup> Helyes Lajos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fodor József Országos Közegészségügyi Központ, Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet, Budapest, <sup>2</sup>Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Kertészeti Technológia Tanszék, Gödöllő

A likopin a karotinoidok családjába tartozó, aciklikus szerkezetű élelmiszeralkotó bioaktív vegyület, melynek preventív szerepét számos daganatos megbetegedés kialakulásában epidemiológiai és experimentális adatok is alátámasztják. Kedvező életteni hatása nagyrészt erőteljes antioxidáns tulajdonságával magyarázható. A hazai lakosság likopin-ellátottságára vonatkozóan jelenleg nincsenek megbízható adatok. Jelen vizsgálat sorozat célja a hazai lakosság által fogyasztott élelmiszerek likopintartalmának meghatározása, a mezőgazdasági és élelmiszeripari eljárások hatásainak tanulmányozása a likopintartalom alakulására, valamint két lakossági csoport likopinbevitelének meghatározása egy háromnapos táplálkozási kérdőív segítségével. Hazai élelmiszereink közül számottevő likopinforrásnak csak a nyers (5,0–16,0 mg likopin/100 g), ill. feldolgozott paradicsom és termékei (3,0–80 mg/100 g), valamint a görögdinnye (3,6–6,2 mg/100 g) tekinthető. A növény fajtája, a termesztési körülmények, az időjárási tényezők számottevően befolyásolják a nyers, étkezési és ipari feldolgozásra alkalmas paradicsomok likopintartalmát. Kíméletes feldolgozási eljárások alkalmazásával a paradicsom megőrzi likopintartalmának jelentős hányadát. A hazai gyermekek (n = 521) likopinbevitelére 2,98 ± 4,71 mg/fő/nap, a felnőtteké (n = 205) 4,24 ± 8,47 mg/fő/nap értéknek adódott. Hazánk éghajlati feltételei lehetővé teszik a jó minőségű, táplálkozásélettani szempontból értékes összetételű paradicsom termesztését. A paradicsom és paradicsomtartalmú élelmiszerek fogyasztásának növelésével a szervezet antioxidáns kapacitása fokozható, így egyes civilizációs megbetegedések kialakulásának kockázata jelentősen csökkenthető. *Magyar Onkológia 48:131–136, 2004*

Lycopene is an acyclic, biologically active carotenoid that constitutes foods, its preventive role in several cancerous diseases have been proved by epidemiological and experimental data. Its beneficial role in maintenance of human health is related to its significant antioxidant properties. Data of dietary lycopene intake of the Hungarian population is not available. The aims of the present complex study were 1) to measure the lycopene content of foods frequently consumed in Hungary, 2) to investigate the effect of agrotechnological procedures and food processing on lycopene content of tomatoes, 3) to estimate the lycopene intake in two groups of the Hungarian population with the use of a three-day dietary record. The best lycopene sources are the raw (5.0-16.0 mg/100 g) and processed tomatoes and tomato products (3.0-80.0 mg/100 g), and also watermelon (3.6-6.2 mg/100 g). The variety of the plants, the growing circumstances, and the weather conditions significantly influence the lycopene content of freshly consumed and processed tomato fruits. Mild technological processes can preserve a considerable amount of the original lycopene content in tomato. The estimated average dietary intakes of the Hungarian children (n = 521) and adults (n = 205) were 2.98 ± 4.71 mg/day/capita, and 4.24 ± 8.47 mg/day/capita, respectively. Optimal climate conditions of Hungary makes possible to produce tomato fruits with high dietary value including significant amount of health protective lycopene. Increased consumption of tomato and tomato products with high concentration of lycopene may improve the antioxidant capacity of human body, and the risk of several cancerous diseases may be reduced. *Lugasi A, Hóvári J, Bíró L, Brandt S, Helyes L. Factors influencing lycopene content of foods, and lycopene intake of Hungarian population. Hungarian Oncology, 48:131–136, 2004*



Közlésre érkezett: 2004. április 18.  
Elfogadva: 2004. május 5.

Levelezési telefon: Dr. Lugasi Andrea,  
Fodor József Országos Közegészségügyi Központ, Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet,  
1097 Budapest, Gyáli út 3/a, Telefon: 1-476-6461, Fax: 1-215-53-69, e-mail: h4550tot@ella.hu

A kutatásokat támogatta az Oktatási Minisztérium, NKFP 1/016/2001, Széchenyi projekt.

## Bevezetés

A likopin egy aciklikus szerkezetű karotinoid, mely nem tartalmaz  $\beta$ -gyűrűt, ezért nem vesz részt az A-vitamin szintézisében. A molekulában 11 lineárisan elhelyezkedő konjugált, és kettő nem-konjugált kettős kötés található (1. ábra). A molekula jellemzője az erőteljes hidrofób tulajdonság. A többi karotinoidhoz hasonlóan a növényi sejt életében fontos szerepet játszik. A fotoszintézis során abszorbeálja a folyamatokhoz szükséges fényt, ugyanakkor védelmi funkciót is ellát, mivel védi a sejtalkotókat a káros UV-sugárzástól (11, 20, 38, 39, 46). A nyers paradicsomban az összes karotinoid 60–64%-a likopin, 10–12%-a  $\gamma$ -karotin, 10–12%-a fitoén, 7–9%-a neurosporén, 1–3%  $\beta$ - és  $\delta$ -karotin és 0–1% lutein. A likopin fitoénből szintetizálódik négy deszaturációs reakciót tartalmazó sorozat eredményeként. Ezek a reakciók a magasabbrendű növények plasztidjaiban játszódnak le, két, membránhoz kötött deszaturáz enzim hatására (20). A növényi sejtekben a  $\beta$ -karotin képződése a likopinmolekulán keresztül történik. A likopin csak néhány, élelmiszerként fogyasztott növényben fordul elő, legjellemzőbb forrásai a paradicsom és a görögdinnye (43, 45).

A likopin az élelmiszerekben all-transz konfigurációban található meg, vagyis valamennyi kettős kötés transz helyzetű. Ugyanakkor az élelmiszeripari feldolgozási eljárások konfiguráció-váltást eredményeznek, így a feldolgozott élelmiszerekben a cisz forma az összes likopin 4–65%-a (10). A cisz-likopiné történő átalakulás energiatartalommal történik, ezért ez a forma magasabb energiatartalmú. Ennek következtében kevésbé stabil, így a konyhatechnológiai eljárások veszteséget eredményezhetnek a likopintartalom tekintetében (48). A likopin felszívódását sok tényező befolyásolja, például a jelenlévő egyéb karotinoidok és más élelmiszeralkotók (8). Biokémiai vizsgálatokkal igazolták, hogy a cisz-izomer felszívódása jobb, mint a transz formáé. Ezért a feldolgozott élelmiszerekből történő likopinhasznosulás is kedvezőbb. A feldolgozással együtt járó fizikai és kémiai folyamatok eredményeként a sejtfalak integritása megszűnik, a likopint tartalmazó membránok könnyebben megbonthatók az emésztőenzimek által, így a molekula szervezetben történő hasznosulása intenzívebb (42).

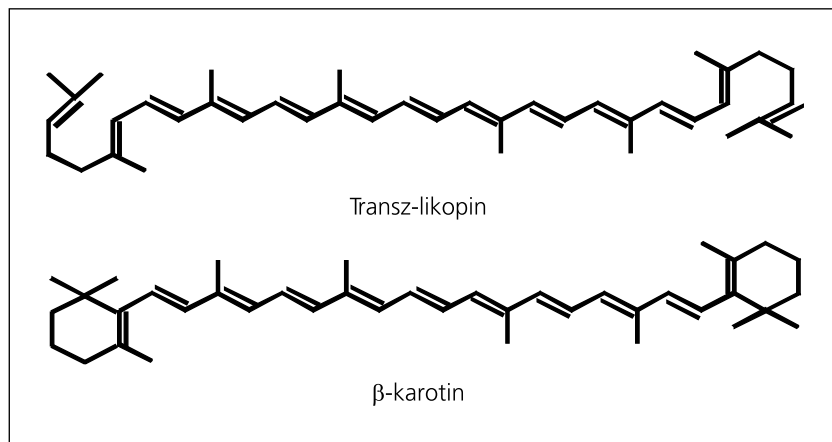
A természetben ismert mintegy 600-féle karotinoid közül csak mintegy húszat sikerült kimutatni

a humán plazmában és egyéb szövetekben. Humán plazmában a likopin a domináns karotinoid, féléletideje 2–3 nap. Nyugati típusú étrendet fogyasztó egyéneknél a plazma karotinoidjainak 50%-a likopin, ennek mintegy 50%-a cisz izomer (10, 15). Egyelőre nem ismert, hogy az *in vivo* izomerizáció is lejátszódik-e, vagy a cisz-likopin preferált felszívódásáról van-e szó. A likopin *in vivo* metabolizmusa kevésbé ismert. Számos oxigenált formája kimutatható a plazmában és a szövetekben, pl. 2,6-ciklolikopin-1,5-diol, ill. az ezekből származó epoxidok (23, 24). A molekula lipofil tulajdonsága miatt nem a szérumban HDL-ben, hanem a VLDL és LDL frakciókban koncentrálódik (46). A likopin szállítását túlnyomórészt az LDL molekula végzi (33, 51). Az emésztett karotinoidok, köztük a likopin, beépülnek az élelmiszereredetű lipid micellákba, majd felszívódnak az intesztinális mukózán keresztül passzív diffúzióval. A vékonybélben a kilomikronokba épülnek be, majd a nyirokrendszerbe kiválasztódnak, végül bekerülnek a májba. A likopin a hepatocitákban akkumulálódik, ill. kisebb arányban a lépben is megtalálható. A molekula kimutatható még a herékben, a mellékvesében és a prosztatában (10).

A likopin rendkívül hatékony antioxidáns *in vitro* és *in vivo* körülmények között is. A molekuláról bebizonyosodott, hogy kétszer akkora sebességgel képes a szinglett oxigént semlegesíteni, mint a  $\beta$ -karotin (7, 12, 30). Ugyancsak hatékonyabb a  $H_2O_2$  és a nitrogéndioxid-gyök ( $NO\cdot$ ) befogásában is (7, 35). További adalék a molekula antioxidáns tulajdonságaihoz, hogy állatkísérletekben növelte a redukált glutation (GSH) szintjét, fokozta a fázis II enzimek közül a glutation-S-transzferázok aktivitását, valamint indukálta a szuperoxid-dizmutázt, a glutation-reduktázt és a glutation-peroxidázt (19, 27). A likopin, a többi karotinoidhoz hasonlóan, fontos szerepet játszik a sejt-sejt közötti kommunikáció normális állapotának fenntartásában, ill. stimulálva azt, megakadályozza kémiaiilag transzformált sejtek növekedését (47). A likopin növeli a connexin 43 gén expresszióját, így antikarcinogén hatást mutat (3, 26). Úgy tűnik, hogy a likopin antioxidáns tulajdonságai, valamint a sejt-sejt közötti kommunikációt javító/erősítő és szinglett oxigént befogó tulajdonságai függetlenek egymástól (47).

Az antioxidáns tulajdonságok részben magyarázatul szolgálnak arra, hogy a karotinoidok mind a daganatos, mind a szív- és érrendszeri megbetegedések kialakulásával szemben erőteljes védőhatást mutatnak. Laboratóriumi és epidemiológiai vizsgálatok alapján csaknem teljes bizonyossággal állítható, hogy a likopin számos kardiovaszkuláris és daganatos megbetegedés megelőzésében lényeges szerepet játszik. Az elmúlt néhány évben publikált 72 epidemiológiai vizsgálatból 57-ben egyenes arányú összefüggés volt kimutatható a paradicsomfogyasztás és a vér likopinkoncentrációja, valamint inverz összefüggés a likopinbevitel és a vizsgált daganatos megbetegedés rizikója között (17). 37 tanulmányban az összefüggés statisztikailag szignifikáns volt, és egy tanulmányban sem számoltak be ellenkező előjelű összefüggésről. A likopin jótékony hatása elsősorban az epithéliumban mutatkozott meg (16). Kedvező összefüggés volt kimutatható a jelentős likopin-

1. ábra.  
A likopin  
és a  $\beta$ -karotin  
szerkezete



bevitel, valamint a szájüregi-, a gége-, a nyelőcső-, a gyomor-, a vastagbél-, a petefészek-, az emlő-, a hólyag- és a prosztatadaganatok csökkent kockázata között (13, 29, 37, 41, 49). Más tanulmányok szerint azonban a likopin más, az antioxidáns tulajdonsággal nem összefüggő folyamatokban is részt vesz, például elősegíti a sejtek közötti kommunikációt, módosítja a hormonális és immunrendszert és egyéb metabolikus folyamatokat is, melyeken keresztül elősegíti a szervezet normális homeosztázisának fenntartását. Erre utalnak az alábbi megfigyelések is: az egyéb karotinoidoktól eltérően a likopin szérum-szintje dohányosokban nem alacsonyabb, mint a nem-dohányzókéban; egyes adatok szerint a likopin gátolja a koleszterinszintézist a HMG-CoA-reduktáz gátlásán keresztül; fokozza az LDL degradációját, és a zsírszövetek magas likopinszintje esetén az intima falvastagsága és így a miokardiális infarktus rizikója kisebb volt (14, 25, 52).

A táplálkozástudományi szakemberek feladata alaposan megismerni és széles körben terjeszteni, más területen tevékenykedő szakemberekkel is megismertetni azokat a táplálkozási tényezőket, melyek szerepet játszanak a hazai lakosságot jelentősen érintő nem-fertőző megbetegedések, így a daganatos elváltozások megelőzésében, azaz az egészséges állapot fenntartásában. Jelenleg nem áll rendelkezésünkre olyan adatbázis, mely a hazai lakosság által leggyakrabban fogyasztott élelmiszerek likopintartalmáról adna felvilágosítást, és nem ismeretes a hazai likopinbevitel sem. Számos irodalmi adat utal arra, hogy az élelmiszerek, és elsősorban a legfőbb forrás, a paradicsom likopintartalmát mezőgazdasági és élelmiszeripari eljárások, azaz a termesztési, termelési és feldolgozási tényezők alapvetően befolyásolják (1, 4, 42, 48), de a hazai fajták és alkalmazott technológiák hatásai kevéssé ismertek. Ezért munkacsoportunk célul tűzte ki a hazai lakosság által leggyakrabban fogyasztott élelmiszerek likopintartalmának vizsgálatát, a legjelentősebb likopinforrásnak tekinthető paradicsom termesztési és feldolgozási körülményei, valamint beltartalmi értékei, antioxidáns komponensei és antioxidáns tulajdonságai közötti összefüggések tanulmányozását, továbbá a hazai lakosság két csoportjánál a likopinbevitel meghatározását.

## Anyagok és módszerek

A nyers, feldolgozott és félkész élelmiszerek nagy részét kereskedelmi forgalomból szereztük be, a vizsgálatokat 3–3 mintából végeztük. Az ismert fajtájú, meghatározott körülmények között termesztett paradicsomokat a Szent István Egyetem Kertészeti Technológia Tanszék (Gödöllő) munkatársai biztosították a vizsgálatokhoz. A termesztési körülményeket, az alkalmazott termelési technológiai eljárásokat más közleményekben részletesen bemutattuk (9, 21, 22). A termesztési kísérletek során a növények randomizált blokkrendszerben, négy ismétlésben voltak telepítve, így a mintavétel és az analitikai vizsgálatok is ilyen elrendezésben történtek. Az emelt CO<sub>2</sub> hatását három csoportban vizsgáltuk: a kontroll csoportban a CO<sub>2</sub> koncentrációja a normális légkörre jellemző 350 ppm volt, a második csoport

normális CO<sub>2</sub>-koncentráció mellett ún. klímakamrákban, míg a harmadik csoport a klímakamrában 700 ppm CO<sub>2</sub>-koncentráció mellett volt nevelve. A paradicsom feldolgozása során bekövetkező változások tanulmányozásához az Aranyfácán 1934 Konzervgyár (Hatvan) biztosította a gyártási folyamat különböző helyeiről vett párhuzamos mintákat. Valamennyi élelmiszermintában spektrofotometriás eljárással, hexánnal történt extrakciót követően határoztuk meg a likopin mennyiségét (32, 44). Mivel a paradicsomban számottevő mennyiségben fordul elő likopin, és az egyéb, a meghatározást esetlegesen zavaró karotinoidok mennyisége elhanyagolható, az alkalmazott módszer nemzetközileg elfogadott, gyors, olcsó, sorozatmérésekre alkalmas (31, 43). A vizsgálatok során meghatároztuk még a minták vízben oldható szárazanyag-tartalmát refraktometriás eljárással (36), a C-vitamin mennyiségét nagyhatékonyságú folyadék-kromatográfiás eljárással (28), valamint a frissen préselt levek antioxidáns kapacitását is megmértük Randox TAS diagnosztikai készlet segítségével Cobas Mira laboratóriumi analízátorral (34).

A kiválasztott lakossági csoportok likopin-fogyasztásának meghatározása a nemzetközi szakirodalomban elfogadott metodika segítségével történt. A résztvevő önkéntes, egészséges egyének háromnapos (2 hétköznap, egy hétvégi nap) táplálkozási kérdőívet töltöttek ki, melyben az adott napon elfogyasztott valamennyi élelmiszer és italfeleség mennyiségét rögzítették. A vizsgálat során két csoportra vonatkozóan határoztuk meg az étrendi likopinbevitelt. Az egyik csoportot 521 fő 12–15 éves általános iskolai tanuló, a másikat 205 fő 25–60 év közötti felnőtt lakos alkotta. Az élelmiszerek általunk mért likopin értékeit egy már meglévő tápanyag-adatbázisba építettük be, majd a számítógépes algoritmus segítségével mintegy 2600 ételfeleség likopintartalmát számítottuk ki. A likopinbeviteli értékek meghatározása a táplálkozási kérdőívek alapján nyert élelmiszerfogyasztási adatokból NutriComp számítógépes tápanyagszámító szoftver segítségével történt (2, 6).

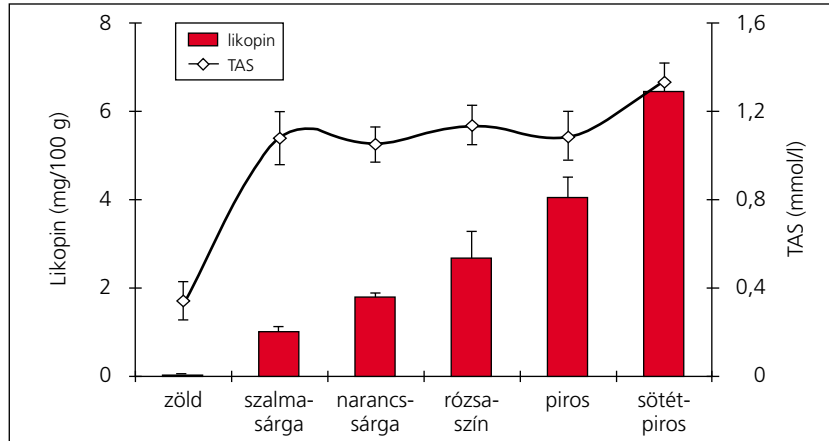
## Eredmények

Vizsgálataink során mintegy ötvenféle élelmiszer likopintartalmát határoztuk meg, az adatok az 1. táblázatban láthatók. A minták között volt friss nyers és

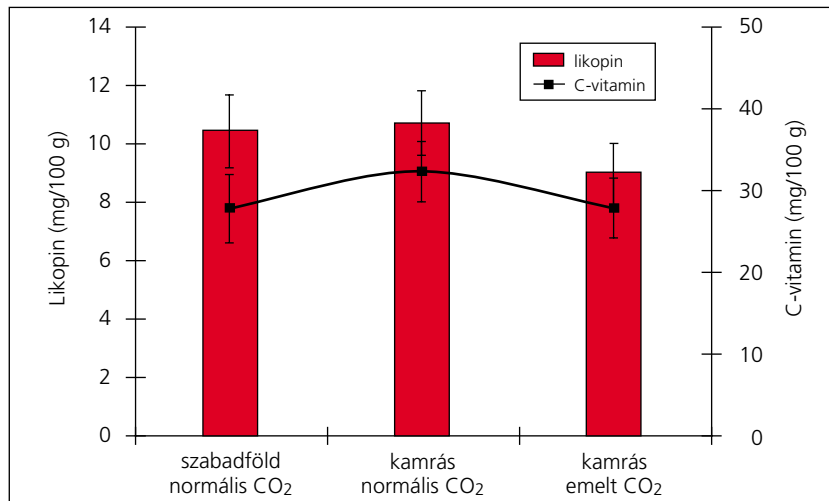
1. táblázat.  
Néhány élelmiszer  
likopintartalma  
(mg/100 g)

Élelmiszer	Likopin	Élelmiszer	Likopin
Nyers paradicsom	0,9 – 13,6	Lecsó	3,0 – 7,0
Görögdinnye	3,6 – 6,2	Paradicsomleves	2,9 – 8,4
Sárgabarack	0,5	Paradicsomos káposzta	3,1
Grapefruit (Ruby Red)	0,8	Milánói szósz	9,3 – 13,9
Rebarbara	0,12	Spagettiszósz	9,3 – 18,2
Sütőtök	0,50	Édes-savanyú szósz	2,2
Paradicsompehely	82,0	Instant paradicsomleves	12,4 – 19,9
Sűrített paradicsom	32 – 94	Instant chilis bab szósz	13,9
Paradicsomital	8,2 – 10,6	Instant milánói szósz	26,8 – 33,5
Ketchup	9,0 – 23,4	Instant bolognai szósz	35,9 – 39,4
Pizzakrém	25,5 – 29,1	Instant kínai specialitás zöldséggel	5,6
Pörköltzesítő	26,2	Instant lasagne szósz	20,6
Barbecue szósz	7,6	Paradicsomos bébiételek	2,1 – 6,8

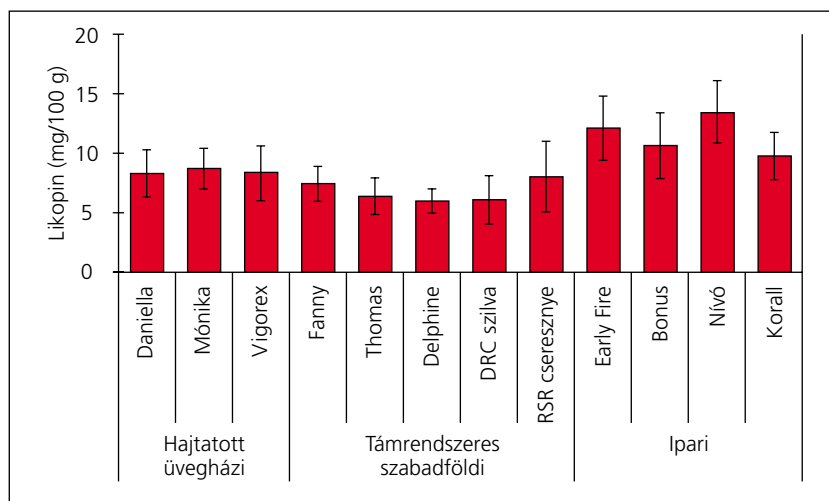
2. ábra.  
A paradicsom  
likopintartalma  
és antioxidáns  
kapacitása (TAS)  
a bogyó érettségének  
függvényében  
Lemance fajtánál



3. ábra. Emelt CO<sub>2</sub>-szint hatása a paradicsom lycopin- és C-vitamin-tartalmára Lemance fajtánál



4. ábra. A lycopin mennyisége különböző paradicsomfajtákban



mirelit paradicsom, és különböző feldolgozási eljárásokon átesett paradicsomtartalmú élelmiszerek. Lényeges különbség volt a különböző időpontokban beszerzett nyers paradicsomok lycopintartalma között. A télen-tavasszal vásárolt, külföldről származó üvegházi paradicsomokban szinte alig volt kimutatható mennyiségben lycopin (0,9 mg/100 g). A nyáron beszerzett, hazai termesztésű paradicsomok

likopintartalma azonban az előző érték több mint tízszerese volt (12,0–13,6 mg/100 g). Figyelemre-méltó lycopinforrás a hazai termesztésű görögdi-nye (3,6–6,2 mg/100 g). Télen a különböző, jelentős lycopintartalmú, paradicsomalapú készítmények rendszeres fogyasztásával juthatunk megfelelő mennyiségű lycopinhoz.

A nyers, pontosan ismert fajtájú, ismert körülmények között termesztett paradicsomok vizsgálata során számos összefüggést sikerült kimutatni. Igazoltuk, hogy a lycopin az érés folyamán akkumulálódik a paradicsombogyóban, annak legérettebb állapotában éri el a maximális szintet (2. ábra). Az ábrán az is jól látható, hogy a lycopintartalom növekedésével párhuzamosan fokozódik a bogyó antioxidáns kapacitása is, melyet a növekvő TAS érték jelez. A paradicsom termesztése során jelenleg alkalmazott oltási gyakorlat, mely egyéb szempontokból kedvező változásokkal jár, például nő a termés hozam, szignifikánsan kisebb lycopintartalmat eredményezett a termésben, mint a saját gyökerű alany alkalmazása ugyanannál a fajtánál (21). A 2001-ben vizsgált Daniella fajta esetében az oltott növényekről, ill. a saját gyökerű állományról szedett bogyók átlagos lycopintartalma  $7,0 \pm 2,2$  és  $8,7 \pm 1,7$  mg/100 g volt. 2002-ben a Lemance fajtánál hasonló különbséget figyeltünk meg: az oltott és saját gyökerű növényekről származó bogyók lycopintartalma  $5,5 \pm 1,2$  és  $6,7 \pm 0,6$  mg/100 g volt.

Az emelt CO<sub>2</sub>-szint (700 ppm) mellett, klímakamrában termesztett növényekről származó Lemance fajtájú paradicsomok bogyóiban szignifikánsan kisebb lycopinkoncentráció volt kimutatható, mint a normális légköri CO<sub>2</sub>-szinten (350 ppm) termelt bogyókban (3. ábra). Tendenciaszerűen hasonló viselkedést mutatott a bogyók C-vitamin-tartalma is, azaz a növelt CO<sub>2</sub>-szint mellett klímakamrában termelt paradicsomokban volt mérhető a legkisebb érték. Az eltérő termesztési mód és ezzel összefüggésben a termelési módnak megfelelő fajták (hajtatás, támrendszeres, ipari) jelentős változásokat eredményezett a paradicsom beltartalmi jellemzőiben (4. ábra). Legnagyobb lycopintartalom az ipari fajtákban (9,55–13,4 mg/100 g) volt kimutatható, közepes érték volt jellemző a hajtatott, üvegházban nevelt étkezési fajtákra (7,0–8,3 mg/100 g), míg a legkisebb volt a koncentráció a támrendszeres, szabadföldi, étkezési paradicsomokban (4,90–8,02 mg/100 g). Számos fajtát megvizsgálva, megállapítottuk, hogy a szedési időpont, illetve az azt megelőző 5–10 nap időjárás jellemzői (maximum- és minimumhőmérséklet, csapadék időpontja, mennyisége) szignifikánsan befolyásolja a vizsgált jellemzőket, különösen jelentős a hatás a lycopintartalom vonatkozásában (22). A lycopin szintézise szempontjából a 16–26°C közötti hőmérséklet az optimális, ha tartósan ez alatt vagy fölött van a napi átlag- vagy maximumhőmérséklet, a lycopin helyett β-karotin keletkezik. Az ipari fajták betakarítási időpontjának optimális megválasztása rendkívül fontos a paradicsomból előállított termékek lycopintartalmának alakulása szempontjából. Azonos fajtákkal két különböző évben végzett vizsgálatok szerint az évszár és ezzel összefüggésben az egész vegetációs periódust tekintve az időjárás viszonyok kevésbé, míg a fajta (geno-

típus) sokkal erőteljesebben befolyásolja a beltartalmi jellemzőket.

A paradicsomfeldolgozási eljárások jelentős változásokat eredményeznek az antioxidáns jellegű vegyületekben mennyiségileg és minőségileg is (5. ábra). A késztermék (sűrített paradicsom) minőségét a kiindulási nyers bogyó összetétele jelentősen befolyásolja. Úgy tűnik, hogy a feldolgozási eljárás a likopintartalom szempontjából igen kíméletes. A likopintartalom növekedési rátája közel azonos volt a vizoldható szárazanyag-tartalom növekedésével, azaz a vízvesztés arányával. A C-vitamin szempontjából a feldolgozási folyamat meglehetősen kedvezőtlen. Úgy tűnik, hogy az aszkorbinsav elsődleges feladata a bogyóban a likopin védelme a fizikai- és hőhatások következtében fellépő oxidatív károsodással szemben. A különböző időpontokban, más-más gyártósorról vett minták átlagát tekintve a refrakció hatszoros, a likopintartalom 6–12-szeres, a C-vitamin-tartalom 0–2-szeres növekedést mutatott. A likopin esetében a növekedés nyilvánvalóan csak látzólagos, a hő- és fizikai kezelésekre hatására a sejtfalak integritása megbomlott, és az extrakció hatékonyabbá vált. A vizsgálatok eredményeiből kitűnik, hogy megfelelő gyártástechnológia alkalmazásával a hazai kedvező éghajlati, időjárási körülmények között termesztett jelentős likopintartalmú ipari paradicsomokból jó minőségű, táplálkozásélettani szempontból kedvező összetételű termékek állíthatók elő.

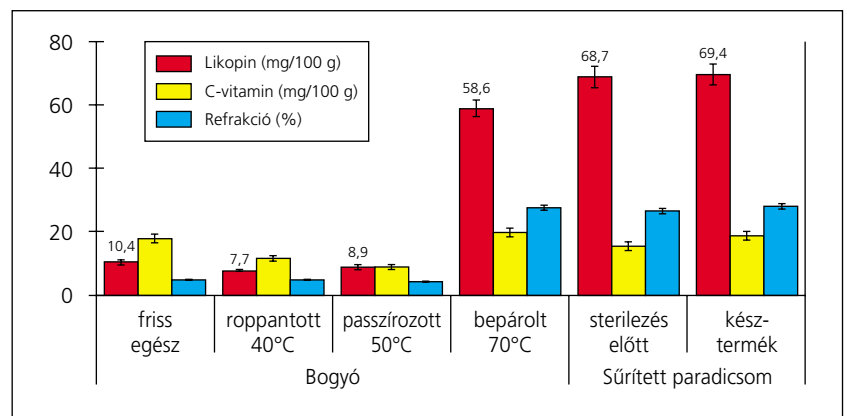
A vizsgált élelmiszerek likopintartalom-adataiból meghatároztuk a likopinbeviteli értékeket két lakossági csoportnál háromnapos fogyasztási kérdőívek segítségével. A feldolgozás eredménye alapján a gyermekek likopinbevitelére  $2,98 \pm 4,71$  mg/fő/nap, a felnőtteké  $4,24 \pm 8,47$  mg/fő/nap volt. Az értékek nagy egyéni variabilitást mutattak, gyermekek esetében 0–46,63 mg/nap, felnőtteknél 0–76,79 mg/nap értékek adódtak. Az 6. ábrán a két csoportnál megbecsült beviteli értékek eloszlását mutatjuk be. Látható, hogy a likopintartalmú élelmiszerek fogyasztási gyakorisága nem mutat normális eloszlást. A számítógépes algoritmus lehetővé tette a likopinon túl valamennyi tápanyagkomponens napi bevitelének meghatározását is a vizsgált csoportokban. A legfontosabb tápanyagkomponensek fogyasztási adatait összehasonlítva az 1985–88 között készült első reprezentatív, majd az 1992–94 között végzett második magyarországi táplálkozási vizsgálat eredményeivel, megállapítható, hogy a hazai lakosság helytelen táplálkozási szokásai nem változtak lényegesen (5). Az egész hazai populációra jellemző számottevő zsír- és koleszterinbevitel, a kevés rost és vitamin fogyasztása napjainkban is kimutatható. Ezért, jóllehet jelen tanulmányunkban a vizsgált személyek számát tekintve nem történt reprezentatív felmérés, feltételezzük, hogy az egész populációra vonatkozóan nem térnek el a likopinbeviteli értékek az általunk vizsgált lakossági csoportokétól. Egy amerikai tanulmányban 0,593 mg-os napi bevételről számolnak be, míg egy másik felmérés az előbbivel azonos analitikai adatok alapján, de attól eltérő fogyasztási adatbázist felhasználva már 1,615 mg-ot írt le (50). 1,0–1,3 mg-os napi bevételről számoltak be holland és német szerzők, míg egy kanadai kutató-

csoport 25 mg-os napi beviteli értéket kalkulált (18, 40, 43). A hazai értékek tehát az irodalmi adatok között közepesnek tekinthetők.

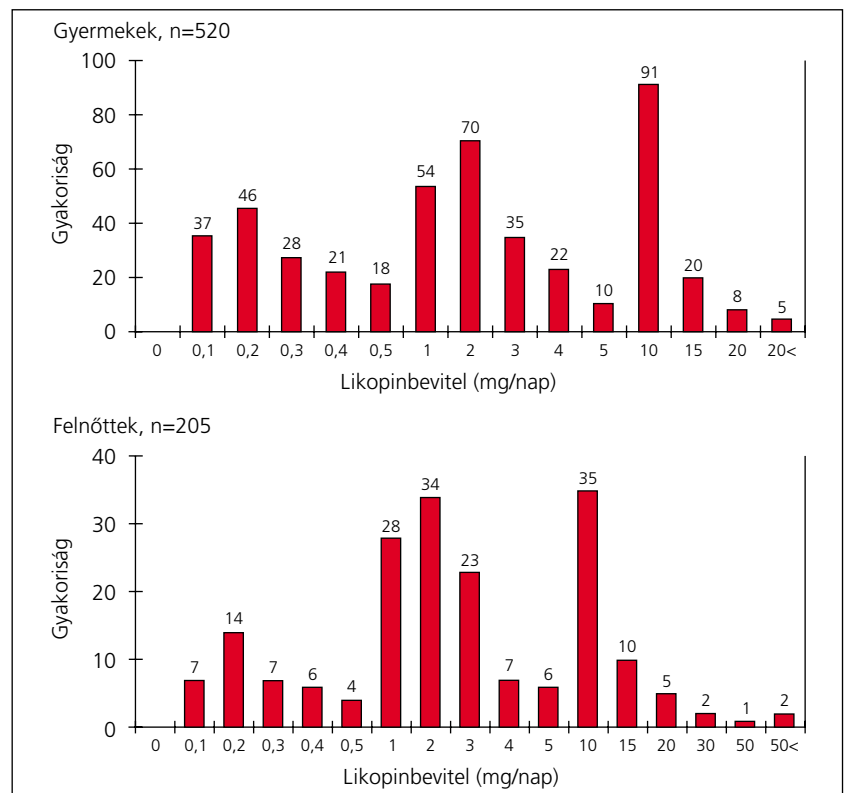
### Összefoglalás

A likopin kiváló antioxidáns tulajdonságokkal rendelkezik, preventív hatását számos epidemiológiai és experimentális tanulmány eredménye bizonyítja. Hazánk éghajlati feltételei lehetővé teszik a jó minőségű, táplálkozásélettani szempontból értékes összetételű paradicsom termesztését. A paradicsom és paradicsomtartalmú élelmiszerek fogyasztásának növelésével a szervezet antioxidáns kapacitása fokozható, így egyes civilizációs megbetegedések kialakulásának kockázata jelentősen csökkenthető.

5. ábra. A paradicsom beltartalmi jellemzőinek alakulása a feldolgozás során



6. ábra. A likopinfogyasztás gyakorisági görbéi a vizsgált hazai gyermekek és felnőttek körében



## Irodalom

1. Abushita AA, Daood HG, Biacs PA. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *J Agric Food Chem* 48:2075-2081, 2000
2. Antal M, Regöly-Mérei A, Varsányi H, et al. Nutritional survey of pregnant women in Hungary. *Internat J Vitaminol Res* 67:115-119, 1997
3. Aust O, Ale-Agha N, Zhang L, et al. Lycopene oxidation product enhances gap junctional communication. *Food Chem Toxicol* 41:1399-1407, 2003
4. Binoy G, Kaur C, Khurdiya DS, Kapoor HC. Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype. *Food Chem* 84:45-51, 2004
5. Bíró G, Antal M, Zajkas G. Nutritional survey of the Hungarian population in a randomized trial between 1992-1994. *Eur J Clin Nutr* 50: 201-208, 1996
6. Bíró L, Kicsák M, Sági K. Multicenter investigation of energy- and nutrient intake of type 1 diabetics. Results and relationships. *Diabet Hung* 7:243-251, 1999
7. Böhm F, Edge R, Burke M, et al. Dietary uptake of lycopene protects human cells from singlet oxygen and nitrogen dioxide-ROS components from cigarette smoke. *J Photochem Photobiol* 64:176-178, 2001
8. Bramley PM. Is lycopene beneficial to human health? *Phytochemistry* 54:233-236, 2000
9. Brandt S, Lugasi A, Barna É, et al. Effects of the growing methods and conditions on the lycopene content of tomato fruits. *Acta Alim* 32:269-278, 2003
10. Clinton SK, Emenhiser C, Schwartz SJ, et al. Cis-trans lycopene isomers, carotenoids, and retinal in the human prostate. *Cancer Epidemiol Biomark Prev* 5:823-833, 1996
11. Clinton SK. Lycopene: Chemistry, biology and implications for human health and disease. *Nutr Rev* 56:35-51, 1998
12. Di Mascio P, Kaiser S, Sies H. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Arch Biochem Biophys* 274:532-538, 1989
13. Franceschi S, Bidoli E, La Vecchia C, et al. Tomatoes and risk of digestive-tract cancer. *Int J Cancer* 59:181-184, 1994
14. Fuhramm B, Elis A, Aviram M. Hypercholesterolemic effect of lycopene and  $\beta$ -carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor activity in macrophage. *Biochem Biophys Res Commun* 233:658-662, 1997
15. Gerster H. The potential role of lycopene for human health. *J Am Coll Nutr* 16:109-126, 1997
16. Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, et al. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *J Natl Cancer Inst* 87:1767-1776, 1995
17. Giovannucci E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene and cancer: review of the epidemiologic literature. *J Natl Cancer Inst* 91:317-331, 1999
18. Goldbohm RA, Brants HA, Hulshof KF, van den Brandt PA. The contribution of various foods to intake of vitamin A and carotenoids in The Netherlands. *Int J Vitam Nutr Res* 68:378-383, 1998
19. Gradelet S, Astorg P, Leclerc J, et al. Effects of canthaxanthin, astaxanthin, lycopene and lutein on liver xenobiotic-metabolizing enzymes in the rat. *Xenobiotica* 26:49-63, 1996
20. Harker M, Hirschberg J. Molecular biology of carotenoid biosynthesis in photosynthetic organisms. *Methods Enzymol* 297:244-263, 1998
21. Helyes L, Brandt S, Lugasi A, et al. Az oltás és a szedési időpont hatása a hajtattott paradicsom beltartalmi összetevőire. *Kertgazdaság* 34:30-35, 2002
22. Helyes L, Lugasi A, Brandt S, et al. A paradicsom likopin tartalmát befolyásoló tényezők értékelése, elemzése. *Kertgazdaság* 34:1-8, 2002
23. Khachik F, Beecher GR, Goli MB, et al. Separation and identification of carotenoids and their oxidative products in extracts of human plasma. *Anal Chem* 64:2111-2122, 1992
24. Khachik F, Beecher GR, Smith JC, Jr. Lutein, lycopene and their oxidative metabolite in chemoprevention of cancer. *J Cell Biochem Suppl* 22:236-246, 1995
25. Kohlmeier L, Kark JD, Gomez-Gracia E, et al. Lycopene and myocardial infarction risk in the EURAMIC Study. *Am J Epidemiol* 146:618-626, 1997
26. Krinsky NI, Yeum KJ. Carotenoid-radical interactions. *Biochem Biophys Res Commun* 305:754-760, 2003
27. Lauridsen VST, Daneshvar B, Jakobsen J. Dose-response effects of lycopene on selected drug-metabolizing and antioxidant enzymes in the rat. *Cancer Lett* 154:201-210, 2000
28. LC-GC. 14:794-803, 1996
29. Liu QY, Hung JC, Heber D, et al. Inverse associations between plasma lycopene and other carotenoids and prostate cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 10:749-756, 2001
30. Lu Y, Ethoh H, Watanabe N, et al. A new carotenoid hydrogen peroxide oxidation product from lycopene. *Biosci Biotech Biochem* 59:2153-2155, 1995
31. Lugasi A, Bíró L, Hóvári J, et al. Lycopene content of foods and lycopene intake in two groups of the Hungarian population. *Nutr Res* 23:1035-1044, 2003
32. Merck & Co. Merck Index, 11th edition, Rahway, NJ, USA, 1989, p. 884.
33. Michaud DS, Giovannucci EL, Ascherio A, et al. Associations of plasma carotenoid concentrations and dietary intake of specific carotenoids in samples of two prospective cohort studies using a new carotenoid database. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 7:283-290, 1998
34. Miller NJ, Rice-Evans C, Davies MJ, et al. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin Sci* 84:407-412, 1993
35. Mortensen A, Skibsted LH, Sampson J, et al. Comparative mechanisms and rates of free radical scavenging by carotenoid antioxidants. *FEBS Lett* 418:91-97, 1997
36. MSZ EN 12143. Gyümölcs- és zöldséglevék. Az oldható szárazanyagtartalom becslése. Refraktometriás módszer
37. Nahum A, Hirsch K, Danielko M, et al. Lycopene inhibition of cell cycle progression in breast and endometrial cancer cells is associated with reduction in cyclin D1 and D3 levels and retention of p27-Kip1 in the cyclin E-cdk2 complex. *Oncogene* 20:3428-3436, 2001
38. Nguyen ML, Schwartz SJ. Lycopene: chemical and biological properties. *Food Technol* 53:38-45, 1999
39. Ong SSH, Tee ES. Natural sources of carotenoids from plants and oils. *Methods Enzymol* 213:142-167, 1992
40. Pelz R, Schmidt-Faber B, Hesecker H. Carotenoid intake in the German National Food Consumption Survey. *Z Ernährungswiss* 37:319-327, 1998
41. Porrini M, Rizzo P. Lymphocyte lycopene concentration and DNA protection from oxidative damage is increased in women after a short period of tomato consumption. *J Nutr* 130:189-192, 2000
42. Rao AV, Agarwal S. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: a review. *Nutr Res* 19:305-323, 1999
43. Rao AV, Waseem Z, Agarwal S. Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene. *Food Res Int* 31:737-741, 1998
44. Sadler G, Davies J, Dezman D. Rapid extraction of lycopene and  $\beta$ -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. *J Food Sci* 55:1460-1461, 1990
45. Scott KJ, Hart DJ. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chem* 54:101-111, 1995
46. Stahl W, Seis H. Perspectives in biochemistry and biophysics. Lycopene: A biologically important carotenoid for humans? *Arch Biochem Biophys* 336:1-9, 1996
47. Stahl W, von Laar J, Martin HD, et al. Stimulation of gap junctional communication: comparison of acyclo-retinoic acid and lycopene. *Arch Biochem Biophys* 373:271-274, 2000
48. Takeoka GR, Dao L, Flessa S, et al. Processing effects on lycopene content and antioxidant activity of tomatoes. *J Agric Food Chem* 49:3713-3717, 2001
49. Tsugane S, Tsuda N, Gey F, Watanabe S. Cross-sectional study with multiple measurements of biological markers for assessing stomach cancer risks at the population level. *Environ Health Perspect* 98:207-210, 1992
50. Vanden Langenberg GM, Brady WE, Nebeling LC, et al. Influence of using different sources of carotenoid data in epidemiologic studies. *J Am Diet Assoc* 96:1271-1275, 1996
51. Vogel S, Contois JH, Tucker KL, et al. Plasma retinol, tocopherol and carotenoids concentrations in healthy elderly participants of the Framingham Heart Study. *Am J Clin Nutr* 66:950-958, 1997
52. Zhang LX, Cooney RV, Bertram JS. Carotenoids enhance gap junctional communication and inhibit lipid peroxidation in C3H/10T1/2 cells: relationship to their cancer preventive action. *Carcinogenesis* 12:2109-2114, 1991