

Capsicum genus

„A paprika fajok eredete”



szerkesztette:

Dr. habil. Lantos Ferenc



ISBN 978-615-00-3030-2



2018.

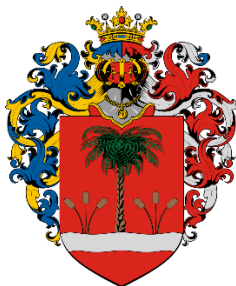
lektorálta:

Prof. Dr. Máthé Ákos

Dr. Papp Zoltán PhD

Dr. Bod Barnabás

Dr. Bod Bence



Kiadta a Szentes Városért Közalapítvány, és a duna-r Vetőmag Kft.

2018.

Tartalomjegyzék

Előszó	4
1. Fejezet	10
A paprika származása és anatómiája	10
2. Fejezet	22
Az étkezési paprika	22
3. Fejezet	44
A fűszerpaprika származása és anatómiája	44
A cseresznyepaprika	56
4. Fejezet	58
A chili paprika származása és anatómiája	58
5. Fejezet	62
A paprika tápanyagtartamának táplálkozásbiológiai hatásai	62
A vitaminok	64
C-vitamin	74
A-vitamin	82
A karotinoidok	86
- <i>Klorofill</i>	90

- <i>Lutein</i>	93
- <i>Zeaxantin</i>	93
- <i>Anteraxantin</i>	94
- <i>Violaxantin</i>	95
- <i>β-kriptoxantin</i>	97
- <i>Kapszorubin</i>	98
- <i>Kapszantin</i>	99
E-vitamin.....	103
B ₁ -vitamin	107
B ₂ -vitamin	110
B ₃ -vitamin	111
B ₅ -vitamin	112
B ₆ -vitamin	113
B ₇ -vitamin	115
B ₉ -vitamin	115
Az ásványi anyagok	117
- <i>Kálium</i>	119
- <i>Foszfor</i>	120
- <i>Kalcium</i>	121
- <i>Magnézium</i>	124
- <i>Nátrium</i>	125

- Vas	126
- Cink.....	128
- Réz	129
- Mangán.....	130
A paprika fehérjetartalma.....	131
A paprika zsírtartalma	134
A paprika szénhidrátartalma.....	137
- Glükóz.....	139
- Fruktóz.....	140
A paprika rosttartalma.....	142
A kapszaicinek.....	143
<i>Kapsziát</i>	146
Epilógus	152

ELŐSZÓ

E könyv témája a paprika. A paprika, mely az egyik legnépszerűbb, közismert zöldségünk, ugyanakkor számos rejtélyt tartogat még a tudomány számára. A C-vitamin felfedezője Szent-Györgyi Albert azzal a tanáccsal engedte útjára a biológus kutatóit, hogy ne hagyják abba a paprika tanulmányozását, mert véleménye szerint ebből még óriási tudományos eredmények szülehetnek! Az utóbbi ötven évben hazánk kimagasló paprikakutatási eredményekkel rendelkezik, bár Nobel-díjat ez ideig csak Szent-Györgyi professzor munkája kapott, melyet Annau Ernő, Banga Ilona, Gözsi Béla, Laki Kálmán és Straub F. Brunó szegedi kutatók segítettek. A nevezettek mellett Angeli Lampert, Obermayer Ernő, Szalva Péter, Túri István paprikakutatók nemesítő munkáját is elismerés övezi. Hőgyes Endre, valamint Jancsó Miklós orvosprofesszorok a hazai paprikakutatás humánéletteni, illetve farmakognóziái eredményeinek úttörői voltak.

Ázsiában, az Egyesült Államokban és Dél-Amerikában is széles körben kutatják a Capsicum nemzetséghez tartozó paprika típusokat, nemcsak termesztéstechnológiai, hanem a termések beltartalmának elemzéseiről szempontjából is. A paprika mára a nemzetközi kutatások célkeresztjébe került.

A hazai étkezésipaprika típusok, de főleg a fűszer- és chili paprikák olyan anyagokat tartalmaznak, melyek a gyógyszerkutató, az orvostudomány, de akár a kozmetikaipar hasznára is lehetnek. A paprika alternatív felhasználásának a kutatására égető szüksége van a hazai paprikatermesztésnek és nemesítésnek, hiszen ez az ágazat legalább 300 éves nemzeti tradícióra tekint vissza, de sajnos a magyar fűszerpaprika termesztés léte megkérdőjelezhető az elkövetkező évtizedben.

A könyv minden olyan anyagot részletesen elemezve bemutat, melyek a paprikák terméseiben megtalálhatóak és természetesen létfontosságú biokémiai hatással vannak az emberi szervezetre. Céлом, hogy felkeltsem az érdeklődését a tudománynak és az olvasónak a magyar paprika iránt.

Lantos Ferenc

FOREWORD

The subject of this book is the *Capsicum* genus, the sweet pepper. Being the most popular vegetable in our homeland, Hungary, it has a lot of mysteries for science. The investigation of sweet pepper must not be stopped, since there are still many research results hiding in the sweet pepper bell, claimed Szent-Györgyi Albert Nobel laureate, physician-researcher, referring to the possibilities of subsequent researcher generations. Our homeland had outstanding achievements in paprika research in the past few years, although it was only prof. Szent-Györgyi's scientific work that earned the Nobel-prize. Annau Ernő, Banga Ilona, Gözsi Béla, Laki Kálmán and Straub F. Brunó researchers were his assistants in this scientific work. Of course, we must appreciate the paprika breeding work of the excellent Hungarian researchers: Angeli Lampert, Obermayer Ernő, Szalva Péter and Túri István as well. We also have to mention Hőgyes Endre and Jancsó Miklós MD; they were leading pioneers in human-physiological and pharmacognosy research in Hungary. The investigation of the *Capsicum* genus is very popular in Asia, USA and South America, too. This topic has become the objective of international research. Not just because of growing technology, but also for content analysis and the determination of paprika bell properties. The Hungarian

types: sweet, spice and chilli peppers contain special substances, which can be used for medicine, pharmacognosy or cosmetics.

The Hungarian paprika breeding has had a national tradition for 300 years, but I'm afraid, the existence of the Hungarian spice red pepper growing can be unsubstantiated in the future! From now on, we have to start more new investigations for alternative usage of Hungarian spice red pepper. This book presents and analyses in detail all properties of the paprika fruits, which have got biochemical effect on the human body. My objective is to arouse interest of the scientist and the reader for Hungarian paprika.

Ferenc Lantos

前言

本书的主题是辣椒属，甜椒。作为我们祖国匈牙利最受欢迎的蔬菜，它有很多科学的奥秘。由于医学研究员 Szent-Györgyi Albert Nobel-laureate 声称后续研究人员的可能性，表示仍有许多研究结果隐藏在甜椒钟中，因此甜椒的调查一定不能停止。在过去几年里，我们的祖国在辣椒粉研究方面上取得了显着成就，尽管只有教授 Szent-Györgyi 在这方面的研究上获得了诺贝尔奖。 Annau Ernő, Banga Ilona, Gözsi Béla, Laki Kálmán 和 Straub F.Brunó 等研究人员是他在这项科学工作中的助手。当然，我们必须欣赏匈牙利优秀研究人员的辣椒粉育种工作：Angeli Lampert, Obermayer Ernő, Szalva Péter 和 Túri István。另外还有 Hőgyes Endre 和 Jancsó Miklós MD;他们是匈牙利人类生理学和药理学研究的先驱。对辣椒属的研究在亚洲，美国和南美洲也很受欢迎。这项主题已成为国际研究的目标。不仅仅是因为技术的发展，还有内容分析和辣椒钟属性的判定。匈牙利类型：甜椒，辣椒香料和辣椒中含有特殊物质，可用于医药，生药或化妆品。匈牙利红辣椒育种已有 300 年的民族传统，但我担心，匈牙利红辣椒种植的生存在未来可能未经证实！从现在开始，我们必须开始对匈牙利红辣椒香料的替代使用进行更多新的调查。本书详细介绍和分析了辣椒粉的所有特性，以及这些特性对人体有生化作用。我的目的是引起科学家和读者对匈牙利辣椒粉的兴趣。

1. Fejezet

A paprika származása és anatómiája

A *Capsicum* nemzetségbe tartozó fajok eredete, más szóval géncentruma DE CANDOLLE (1894) kutatásai alapján Közép- és Dél-Amerika trópusi vidékeiről származtatható. JONES-ROSA (1928) szerint az őslakos dél-amerikai indiánok több száz éves tapasztalattal használták fel, leginkább gyógyítási célokra a paprikát. Ezekkel az ismeretekkel azonban a kínai orvosok is rendelkeztek, már jóval Kolombusz előtt. Termesztésbe vont paprikák őseit, azaz a vadpaprikát azonban csak Dél-Amerikában, a mai fűszerpaprika őseit (*Capsicum annuum* var. *aviculare*) pedig Mexikóban találták meg. Ebből adódóan tehát, a *Capsicum* nemzetség őshazájának Dél-Amerika nevezhető (BIANCHETTI & BARBOZA).

A *Capsicum* nemzetséghez tartozó fajok, alakkörök azonban Amerika európaiak által történő meghódítását követően több kontinensre is elkerültek, így Európába és Ázsiába is. Hazánkba legnagyobb valószínűség szerint török közvetítéssel került a XVI. század elején. Elnevezése a „törökbors” is ezt igazolhatja! 1570-ben olvashatunk erről Széchy Margit növényi ritkaságokat gyűjtő könyvében,

ahol a paprikát „vörös törökbors” néven említik. A paprika hazai elterjedése majd termesztése a XVIII. században, a török hódoltság elől ide menekülő bolgár kertészek tevékenysége által honosodott meg. MÓD és SZALVA, az ide vonatkozó kutatásaikban leírják, hogy a Szentés és környékére letelepedett bolgárok beilleszkedve a magyar hagyományokba, később együtt hoztak létre egy új zöldségkertészeti rendszert, az ún. bolgárkertészetet, melynek legnagyobb eredménye a hazai étkezési paprika nemesítése és termesztése lett. A nemesítések, a különböző fajok, alfajok keresztezése következtében a paprika rendszertana többféleképpen jelent meg az elmúlt években. Soó (1963) által kidolgozott, majd elfogadott növényrendszertana alapján a paprika a következőképpen határozható meg:

Spermatophyta (magvas növény)

XIV. törzs: Angiospermae (zárvatermők)

A osztály: Dicotyledones (kétszikűek)

2. sector: Malvales-Tubiflorae

XXI. : Personatae

1. család: Solanaceae

Nemzetség: Capsicum

Primitív vagy ősi paprikának BIANCHETTI munkája nyomán a $2n=26$ kromoszómával rendelkező Capsicumok nevezhetők. Ezek többnyire a chilei nedves, csapadékos erdőkből származnak, melyek nem vonzották a madarakat. Eredetileg a legprimitívebb Capsicumok Chile és Brazília őserdeiben terjedtek el, ahol két faj a *C. lanceolatum* és a *C. rhomboideum* még ma is megtalálhatóak, mint az élő fosszilis fajokból a múlt. A dél-amerikai Andok-hegység kialakulását követően a térség trópusi őserdeinek éghajlata megváltozott. A kialakult magas, nyitott terek miatt a megváltozott körülményekhez a paprikának is alkalmazkodnia kellett. Minden bizonnyal ekkor alakult ki a feszes, csípős bogyó, amely a madarakat vonzza, de a növényevő emlősöket nem. Valamilyen, eddig ismeretlen oknál fogva egy pár kromoszóma elveszett az adaptáció során, így terjedt el a $2n=24$ kromoszómaszámmal rendelkező, fiatalabb evolúciójú „hegyipaprika”, amely megalapozta és meghatározta a Capsicum nemzetséget. Ez a két evolúciós vonal nem halad át egymáson, a keresztezési tesztek szerint. Két ismert hídfő létezik a régi és az új vonalak között: a *C. flexuosum* és a *C. parvifolium*. A paprika származásának és elterjedésének abszolút bizonyítható tudományos munkája nincs. A HIETAVOU által kidolgozott elmélet, az eddig ismert Capsicum fajok és alfajok kromoszómáinak ismeretében is csupán feltételezi a géncentrumtól az elterjedést.

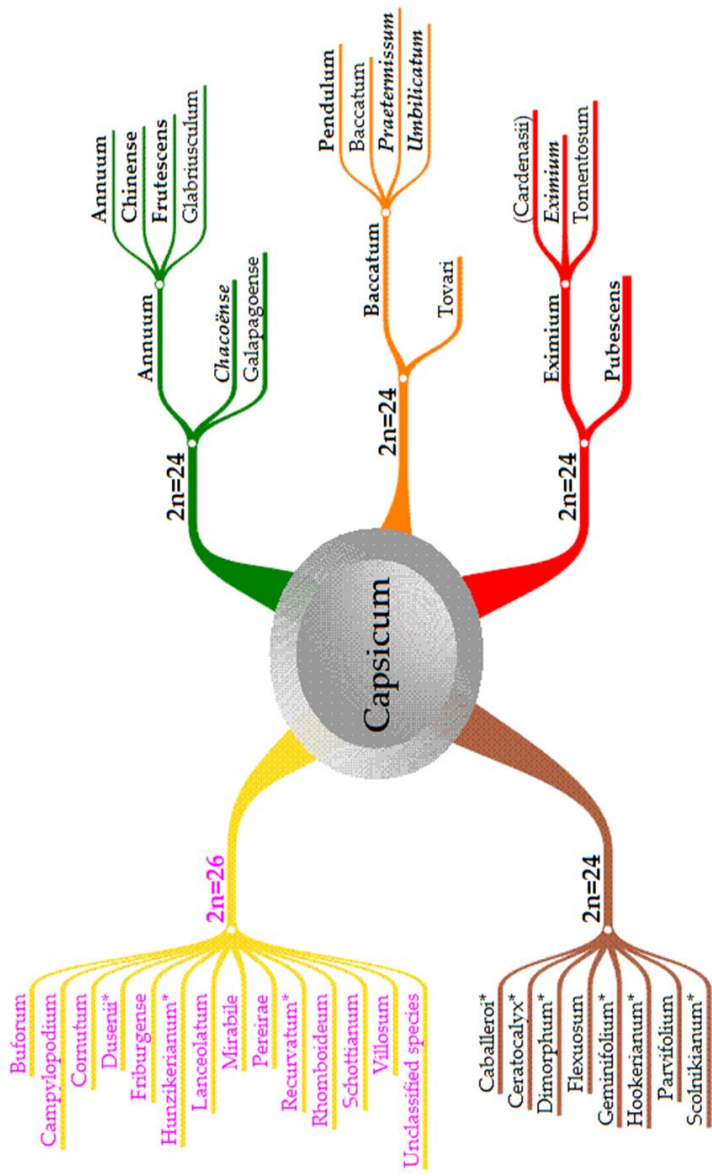
A Capsicum genus géncentruma



feke: nemesített, természetű fajták nemzetségei

piros: 2n=26 kromoszóma készletű paprika nemzetségek

kék: 2n=24 kromoszóma készletű paprika nemzetségek



A *Capsicum* nemzetséghez mintegy 200 paprikafaj tartozik, de a termesztésben mindössze 5 nemesített fajt találunk. Ezek, az étkezési paprika (*Capsicum annuum*), a cserjés paprika (*Capsicum frutescens*), a kínai paprika (*Capsicum chinense*), a bogyós paprika (*Capsicum baccatum*), valamint a szőrös paprika (*Capsicum pubescens*). A napjainkban termesztésbe vont paprikák növényi részeinek méreteit, alaktanát már fajtabélyegeknél is tekintjük. A növény botanikai tulajdonságait a nemesítési munkák mellett, a külső környezeti tényezők is befolyásolhatják. Az általános botanikai leírások, tanulmányozások alapján (LANTOS) 2011 a paprika a következő alaktannal rendelkezik:

A paprika *gyökérzete* erőteljes orsógyökér, melyből az oldalgyökerek egyenletesen elosztva, két szemközti sorban fejlődnek ki (diarch gyökérzet). A fejlett paprika gyökérzete sűrű bojtához hasonlít. A gyökerek túlnyomó többsége a talajfelszínhez közel helyezkedik el. Vízszintes irányban 30-50 cm- es körben hálózza be a talajt. Függőleges irányban 30-60 cm mélyre hatol. A paprika egészségesen fejlett gyökértömege a kifejlett növény 7-17%-a.

*

A *hajtásrendszer* a kifejezett állapotban alul fürtös, felül bogas elágazású, amely a csúcsban többes vagy kettősbogban ágazik el. A természetett fajtákat hajtásrendszerük alapján két típusba sorolhatók, eszerint folytonos növekedésű és csokros (determinált) alakokat különböztetünk meg. A paprika lágyszárú növény, ám a tenyészidő folyamán a gyökérnyaktól felfelé haladva a szára folyamatosan fásodó.

*

A *levelek* mérete és alakja a nemzetségen belül is sokféle, amely egyben fajtabélyeg is lehet. A levéltömeg mennyisége is eltérő lehet a fajták és hibridek tekintetében. Általános formája lehet tojás vagy lándzsa alakú. Felülete sima, ép szélű, rövid levélnyéllel csatlakozik a szárhoz. A levelek egyesével (szórt állásban) vagy kettesével (átellenes állásban) fejlődnek. Az epidermisz nagyobb részét szorosan záródó sejtek alkotják, de találunk közöttük sajátos alakú (vese vagy bab) sejtpárokat is, sztómákat vagy levegő gázcserenyílásokat, amelyek a növények párologtatását és gázcseréjét szabályozzák. A sztómák protodermából keletkeztek és kloroplasztiszokat is tartalmaznak. Nagyobb számú sztómát (légzőnyílást) a levél fonák részén találunk. Számuk mm^2 -ként változó, 50-700 is lehet. A sztómák zárósejtjei között légrés található,

melynek záródását és nyitódását a melléksejtek végzik. A sztómák működését a fényerősség, illetve a levegő páratartalma is befolyásolja.

*



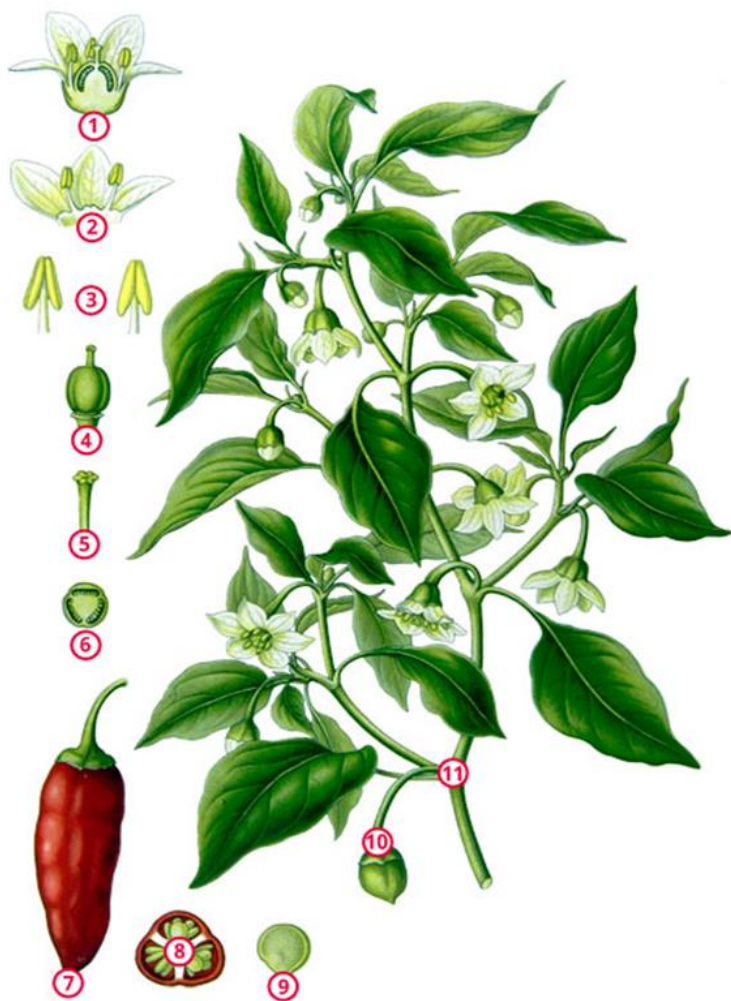
A paprika *virágai* egyesével, mindig az ágvillaikban fejlődnek. Színük általában fehér, de lehet sárga vagy lila is. A virágok rendszerint először a főhajtásokon (80%-os arányban), majd a „mellékágakon” fejlődnek. A paprika virágai egylakiak, váltivarúak, öntermékenyülők. A termékenyülés mindig a főhajtáson kezdődik és csak ezt követően következik be a mellékajtásokon. A virág porzóinak száma 5-7, a portokban mintegy 11-18000 pollenszem fejlődik. A pollen 70-80% relatív páratartalom felett összetapad, így nem képes termékenyíteni. A paprika virága nagyon érzékeny az alacsony hőmérsékletre, az étkezési paprika például már 16 °C alatt elrúgja a virágait. A nemzetséghez tartozó fajok virágainak színe általában fehér, de lehet sárga vagy lila is.

Fehér színű virágot fejlesztenek a *C. annuum var. annuum*, a *C. annuum var. avicular*, a *C. frutescens* és a *C. chinense*.

Fehér színű virágot fejlesztenek sárga foltokkal a *C. baccatum var. baccatum*, a *C. baccatum var. praetermissum*, a *C. baccatum var. pendulum*, valamint a *C. chacoense*.

Lila színű virágot fejlesztenek a *C. eximium*, a *C. pubescens* és a *C. cardenasii*.

Halványsárga virágot fejleszt sárga foltokkal a *C. tovarii* paprika.



1. a kifejlett virágzat; 2. szíromlevelek; 3. portok (hím ivarlevél); 4. vacok; 5. bibe (nő ivarlevél); 6. placenta; 7. termés; 8. magház; 9. mag; 10. termés; 11. hajtásrendszer (XELA RUTNEGA, 2017 nyomán).

A paprika *termése* felfújtt bogyótermés. A fűszer- illetve a chilipaprikák esetében azonban toktermésről beszélünk. A termés alakja változatos. A termesztésben leginkább a tölteni való, a hegyes erős, a kaliforniai és a kápia típusú, a paradicsom-, az alma-, illetve az elefántorr alakú paprikákat alkalmazzuk. A chili paprikák termesztése Magyarországon kevésbé terjedt el, leginkább a dísznövénytermesztésben népszerű. A termések beltartalma igen változatos, mely a paprika legértékesebb része. Hazánkban a magas C-vitamin tartalma miatt került leginkább a köztudatba, de találunk benne több más értékes vitamint, ásványi anyagokat és egyéb esszenciális tápanyagokat is. A fajtanemesítés valójában a termés alakjának, illetve beltartalmának a változására, javítására irányul.

Az étkezési- és a fűszerpaprika termése lehet édes vagy csípős, ugyanakkor a chili jellegű paprikák kizárólag csípősek. A termés csípős ízét a paprika növény által termelt alkaloid, a kapszaicin adja. Valószínű, hogy a termésben lévő magvak védelmére szolgál a növényevő állatok ellen. Számos kutatás azt bizonyítja, hogy az emberi szervezet számára jótékony hatással van, ezért egyes területeken alkalmazott gyógyszerek hatóanyagává vált.

A termések színe eleinte többnyire zöld, majd az érése során egy barnás átmenetben pirossá, illetve mély bordó színűvé változik. Vannak olyan típusok is, melyek

narancssárga vagy lila színű terméseket érlelnek. A szakirodalmak a paprikát a termése alapján kategorizálják, osztályozzák, illetve ez alapján helyezik el gazdasági csoportokba.

2. Fejezet

- **Az étkezési paprika** (*Capsicum annuum* L.)

Az étkezési paprika a Közép- és Dél-Amerikában őshonos *C. annuum* var. *annuum* és/vagy a *Capsicum annuum* var. *aviculare* vadpaprikák nemesített, majd termesztésbe vont változatai. Az étkezési paprika számos szelekción (cél tudatos válogatáson), nemesítésen ment keresztül addig, míg az ember az általa felállított elvárásoknak megfelelően létrehozta a kívánt fajtát.

A paprika magyarországi megjelenése, majd étkezési célra történő termesztése összefügg a török hódoltság elől hazánkba menekülő bolgárokkal. A bolgár-török háború mintegy 500 évig tartó török megszállást és kizsákmányolást jelentett. A bolgár zöldségkertészet viszont ez idő alatt fejlett volt, mivel ez a török hadsereg élelmezésének igen jelentős hányadát szolgálta ki. Ezt a fejlett zöldségkertészeti tudást gyarapította a magyar kertészet, s majd létrehozta a világon egyedülálló ún. bolgárkertészeti technológiát. Ez indította el 1920-tól a magyar étkezési paprika nemesítését. Legjelentősebb nemesítési és termesztési körzet Szentes és környéke lett. A tájjellegű étkezési paprikafajták még napjainkban is magukban őrzik Szentes nevét (pl. *Szentesi piacos paprika*,

Szentesi paradicsomalakú paprika). A világháborúk idején sajnos több tájjellegű magyar paprika eltűnt, mint például a *Csabai fehér*, a *Fehér kalinkói* vagy a *Jubileum* fajták. Talán ezért is vált időszerűvé a 70-es évektől az új paprikanemesítési program, melynek célja a vastaghúsú, csípősségmentes, több célú felhasználhatóságú (friss fogyasztás, savanyítás, konzerv stb.) fajták előállítását.

Világhírnevet a magyar paprika Szent-Györgyi Albert professzor munkássága által szerzett, miután 1937-ben Nobel-díjjal ismerték el a paprikából kivont aszkorbinsav (későbbi C-vitamin) kutatását.

Az étkezési paprika termesztésének és nemesítésének oktatása egyetemi szintű rangra emelkedett hazánkban. Napjainkban már számos országból érkeznek hallgatók a paprikatermesztés elsajátításának céljából a hazai főiskolákra, egyetemekre. A termesztés modernizálása azonban új típusokat követel. Ez hozta létre az intenzív hibridpaprika nemesítést, melyben ugyancsak vezető szerepe van a magyar paprikanemesítésnek. Az étkezési paprika szabadföldi, illetve a különböző hajtatóberendezésekben történő intenzív hajtatása sajnos - egy előre ugyan látható - problémát is okozott. Megindult a károkozók megfékezhetetlen inváziója. Napjainkban az étkezési paprikának több mint harminc károkozója (baktérium, vírus, gomba, fitoplazma, különböző rovarok, csigák) jelent meg a Dél-Alföldön és más termesztési

körzetekben. Súlyos problémát jelent az étkezési paprika növényvédelme. A probléma megoldásában a kémiai növényvédelem nem lehet cél, nagyobb jelentőséggel bírhat a biológiai növényvédelem, valamint a rezisztencia nemesítés!

Az étkezési paprika táplálkozásbiológiai szempontból egy magas ízharmóniát nyújtó, ásványi anyagokban, nyomelemekben, vitaminokban, szénhidrátokban igen gazdag, ugyanakkor könnyen emészthető zöldségnek számít. Tápláléértéke az alacsony fehérje (1g/100g), - illetve zsírtartalma (0,2g/100g) miatt nem tekinthető teljes értékűnek. Sokat vitatott dolog, hogy az emberi szervezet számára vajon elegendő-e napi 1 étkezési paprika elfogyasztása? Fedezheti-e a szükséges vitaminokat, illetve ásványi anyagokat? Nos, bizonyított tény, hogy az emberi szervezet nem képes a vitaminok közvetlen előállítására, ezért azokat vagy azok provitaminjait az ételmünkkel kell pótolnunk. Ebben a paprika aszkorbinsav (C-vitamin), illetve β -karotin tartalma igen jelentős szerepet játszik. Ebből is következhet, hogy egy egészséges, aktív ember számára a napi 1 étkezési paprika elfogyasztása hozzájárul szervezetének C- és A-vitamin alapszükségletéhez.

Az étkezési paprika termése felfújtt bogyótermés, rendszerint sárgás-fehér vagy zöldszínű, éretten piros vagy narancssárga. A termésének nagysága, alakja és tömege típusonként változó. Alakja lehet szarv -, keskeny háromszög, háromszög-, trapéz-, téglalap-, négyzet-, lapított vagy szívalakú, esetleg kerek. A termés részei a terméshártya, a központi oszlop a magokkal, rekeszfalak, a csésze és a kocsány. A biológiailag érett étkezési paprikabogyó értékmérői között kimagasló jelentőségű a C-, az E-, az A- valamint a B₁-B₂-B₃-B₅-B₆-B₇-B₉-vitaminok. Szénhidrátjai, melyek túlnyomó része fruktóz, illetve glükóz könnyen emészthetők, kellemes édes ízt kölcsönöznek a bogyónak. A paprikabogyók pektintartalma kicsi, általában 3-7%. A friss étkezési paprika íz anyagának kialakulásában specifikus aromavegyületek (*2-metoxi-3-izobutilpirazin*), aminosavak, ásványi sók, illetve lipidek is szerepet játszanak. A paprika termésének színét különféle pigmentanyagok alkotják. Ezek leginkább karotinoidok, melyek a bogyó érése során termelődnek vagy átalakulnak. Többségük vízben nem, de zsírban, illetve alkoholban jól oldódik (hidrofób). A karotinoidok humánéletteni szerepe kimagasló, szervezetünk számos sejtcsoportja, szerve igényli és/vagy átalakítja őket. Leginkább az antioxidáns hatásuk miatt nélkülözhetetlen az emberi szervezet számára! Ugyanakkor meghatározó szerepük van a paprika érésének

folyamatában is. Az érés kezdeti fázisától jól nyomon követhető a karotin anyagok termelődése, fejlődése, illetve a fokozatos változása.

A könyv további részében részletes bemutatást nyújtunk a legnépszerűbb paprikatípusok jellemző tulajdonságaiba. Részletes leírást közlünk a hazánkban legnagyobb termőterülettel rendelkező paprika alakkörök, fajták, valamint típusok morfológiájáról, termőképességéről és beltartalmáról.

Fehér, tölteni való paprika típus
(*Capsicum annuum* L. var. *grossum*)



Az intenzív paprikahajtás egyik meghatározó ún. tölteni való alakkörbe tartozó típusa. Szabadföldön és hajtató-berendezésekben is egyaránt termesztendő. Bőtermő típus. A talaj nélküli hajtásban elérheti a 12-16 kg/m² termésátlagot is. A rezisztencianemesítéseknek köszönhetően a típuson belül igen ellenálló fajtákat találunk. Termése kúpos, zömök, de nyújtott alakú. A termés hossza (100-140 mm) és a váll átmérője (40-70 mm) határozza meg a termés különböző osztályokba sorolhatóságát. A terméshártya vastagsága fajtától függően 4-10 mm, lehet 3 vagy 4 erezetű. A tölteni való paprikák

terméseinek bőrszövege sima felületű, fényesen csillogó. Érése során a bogyókötdéskor halvány sárga, majd élénk sárgaszínű. A teljes érettség állapotában viszont piros színűre változik, rövid ideig tartó narancssárga átmenettel. Íze ekkor édesebb, termésfala puhább, bár a piaci igényeket sokkal inkább az egységes élénksárga színű paprikabogyók elégítik ki.

A tölteni való paprika habitusa három növekedési csoportba sorolható. A *folytonos növekedésű* típus hajtása a tenyészidő végére meghaladja a 3-4 m magasságot. Szára hajlékony, gyorsan növekvő, ezért támrendszert igényel. Az intenzív hajtásban műanyag kötöző madzaggal rögzítik s vezetik a hajtást. A tenyészidő folyamán a hajtás folyamatosan fásodik, ezáltal törékennyé válhat. A *féldeterminált* (1,2- 1,5 m magas), illetve a *bokor habitusú ún. determinált* (0,5-1 m magas) fajtáknál a szár lényegesen keményebb, stabilabb. Támrendszert csak ritkán igényelnek. Az ide tartozó paprikák rendszerint szabadföldi termesztésre is alkalmas fajták. A tölteni való paprika gyökérzete a paprikára jellemző alakú és tömegű. Levelei puhák, lándzsahegy alakúak, felületük sima, csillogó, épszélű. Rövid levélnyéllel kapcsolódnak a szárhoz. Az intenzív fajták fényigénye igen aktív, fotoszintézise C4-es típusú. Virágai fehérszínűek,

öntermékenyülők. Legtöbb virág az ágvillákban alakul ki. Rovarok ezeket nem, vagy csak ritkán látogatják. A tölteni való paprikahibridek intenzív generatív jellegű növények, ezért a hajtásuk során a kiváló minőségű termés hozam érdekében a virágok ritkítása célszerű. A fajták bőtermők (12-16 kg/m²), de igen érzékenyek. Folyamatos növényápolást és integrált növényvédelmet igényelnek. Terméseik a magas beltartalmi értékek és a kiváló minőség miatt friss fogyasztásra alkalmasak.

*

Hegyes erőspaprika típus (*Capsicum annuum* L. var. *longum*)



Az intenzív paprikahajtás másik, piaci és szakmai szempontok szerint is meghatározó paprikatípus. Az egész világon közkedvelt, nagy mennyiségben fogyasztott paprika. Szabadföldön és hajtató-berendezésekben egyaránt termeszthető. Gomba és baktérium fertőzésekre viszonylag érzékeny típus. A termés alakja hosszú, hegyesen végződő, kevésbé vállas. Fajtától függően 120-300 mm hosszú, váll átmérője 15-30 mm általában. Az intenzív hibridek ettől nagyobb terméseket is produkálhatnak. A bogyó húsa és viszonylag vékony 2-5 mm. Bőrszövege feszes, fényesen csillogó. A termés igen gazdag kapszaicin anyagokban, ami a paprika csípős ízét adja. A gyerekek

körében éppen ezért csak kevésbé kedvelt. A termés színe bogyókötdéskor halványzöld, majd élénk zöldszínű. A teljes érettség állapotában viszont piros színűre változik, rövid ideig tartó barna vagy sötétbarna átmenettel. A piaci igényeket leginkább a zöldszínű hegyes erőspaprikák elégítik ki. Ekkor tartalmazza a termés a legtöbb klorofillt.

A hegyes erőspaprikák napjainkban többnyire intenzív, folytonos növekedésű hibridek. Leginkább fűtött vagy enyhén fűtött hajtató-berendezésekben termesztik. Hajtása a tenyészidő végére meghaladja a 3 m magasságot, ezért műanyag kötöző madzaggal rögzítik s vezetik a hajtást. A hegyes erőspaprika gyökérzete a paprikára jellemző alakú és tömegű. Levelei puhák, lándzsahegy alakúak, felületük sima, csillogó, ép szélű. Hosszú levéllyéllel kapcsolódnak a szárhoz. Az intenzív fajták fényigénye igen aktív, fotoszintézise C4-es típusú. Virágai fehérszínűek, öntermékenyülők. Legtöbb virág az ágvillákban alakul ki. Rovarok a paprika virágát nem, esetleg ritkán látogatják. A hegyes erőspaprika hibridek intenzív generatív jellegű növények, ezért a hajtásuk során a kiváló minőségű terméshozam érdekében a virágok ritkítása célszerű. Terméshozama intenzív körülmények között elérheti a 10 kg/m² átlagot, melynek legalább 90%-a I. osztályú termés.

Kápia típusú paprika
(*Capsicum annuum* L. var. *grossum*)



A kápia típusú étkezési paprika a Földközi-tenger partvidékéről a mediterráneumból, valamint a Balkánról származik. Napjainkban a közkedvelt paprika típusok közé tartozik. Népszerűségét a jó tárolhatóságával, koraiságával, édes ízével és természetesen piacosságával vívta ki. Fűtetlen és fűtött hajtató-berendezésekben egyaránt, de szabadföldön is biztonsággal termeszthető. Bőtermő típus. A bogyók alakja kúpos, zömök, kissé karcsú. A termés hossza 60-120 mm, váll átmérője 40-70 mm. A bogyó terméshártya vastagsága általában 5-8 mm, átlag tömege fajtától függően 120-140 g. A bogyó színe a terméskötődés időszakában zöldszínű. Rövid ideig tartó barna, majd sötét barna színű átmenettel az érése során mélybordó színre

változik. Vannak narancssárga színű típusok is, ezek még kevésbé elterjedtek. A bogyó bőrszövege feszes, csillogó, de hajlamos a mikrorepedésekre.

A kápia típusú paprikát a jelenlegi gyakorlatban többnyire fűtetlen hajtató-berendezésekben termesztik, de szabadföldön is folyamatosan növekszik a termőterülete. Hajtásrendszerük ebből kiindulva folytonos növekedésű vagy féldeterminált (70-90 cm). A kápia típusú paprika nagyban hasonlít a tölteni való típushoz. Szembeötlő valójában a termések alakjának és színének a különbsége, ami már a terméskötődés kezdetétől jól megfigyelhető.

A kápia hibridek igen erőteljes növekedésűek, támrendszert igényelnek. Gyökérzete a paprikára jellemző alakú és tömegű. Levelei puhák, lándzsahegy alakúak, felületük sima, csillogó, ép szélű. Virágai fehérszínűek, öntermékenyülők. A fertőzések iránt kevésbé fogékony típus. A kápia alakkörhöz tartozó fajták bőtermők, hajtásban elérhetik a 8-10 kg/m² terméshozamot, melynek legalább 90%-a I. osztályú termés.

*

Paradicsomalakú paprika

(*Capsicum annuum* L. var. *lycopersiciforme rubrum*)



A paradicsomalakú paprika bolgár közvetítéssel a Balkánról került be hazánkba. A további európai elterjedésében a dél-alföldi bolgárkertészetnek kiemelkedő jelentősége volt. A paradicsompaprika a 70-es években az egyik legelterjedtem paprika típus volt hazánkban. Leginkább szabadföldön termesztették, de később a fóliás hajtásban is megjelent. Termésalakja a szabadföldi paradicsomra emlékeztet, innen kapta a nevét. Legismertebb fajtája a Szentesi paradicsomalakú zöldpaprika, a PAZ. Nemesítője a Szentesi Vetőmagkutató Állomás alapítója, Dr. Szalva Péter volt.

A termés tükrös, 80-120 mm széles, 40-60 mm magas, felülete feszes, sima. A bogyók falvastagsága 4-8 mm, átlag tömege 90-150 g. Színe a terméskötődéskor mélyzöld, majd lassú halvány barnaszínű átmenettel mélybordó színűre változik. A narancssárga színű változata (*Capsicum annuum* L. var. *lycopersiciforme flavum*) kevésbé közkedvelt, bár magas karotintartalma miatt egyes bébiételek, ételízesítők alapanyagában megtalálhatjuk. Feldolgozhatósága kiváló, a konzerviparban több termék formájában is előállítják. A termés a rövid bibe miatt hajlamos az ún. magházpenészesedés (*Botrytis cinerea*) kialakulására. Ennek elkerülésére szívesen keresztezik a fajtát hasonló adottságú kaliforniai típusokkal. A klasszikus paradicsomalakú paprika friss piaci eladásra szánt termőterülete napjainkban egyre csökken, helyét az ún. pritamin, illetve a kaliforniai típusú paprika típusok váltották fel.

A paradicsomalakú paprika bokor habitusú, leginkább szabadföldi termesztésre alkalmas növény. Ágrendszere közepesen feltörő, kissé kehely formájú, 2-4 elágazással. Magassága 60-70 cm. Támrendszert nem igényel. Levelei lándzsa alakúak, 5-7 cm hosszú levélnyéllel kapcsolódnak a szárhoz. A levélzet jól eltakarja a termést, a napégés ezért csak ritkán tapasztalható a terméseken. A virágkörök száma 5-7, a bimbó és a párta színe fehér, enyhén lilás

sávval. A bogyók vastag kocsányon kapcsolódnak a szárhoz, lehetnek felfelé, vagy oldalt állók. Tenyészideje 105-110 nap. A Dél-Alföld termesztési viszonyai mellett, szeptembertől több menetben (akár 3-4 alkalommal) is betakarítható. Terméshozama 8-12 kg/m², melynek várhatóan 80-90 %-a I. osztályú bogyó.

*

Almapaprika

(*Capsicum annuum* L. var. *grossum*)



Az almapaprika alakkör a bolgárkertészet hazai megjelenésével egyidőben - a XX. század elejétől - vált népszerűvé hazánkban. Balkáni eredete ezzel is bizonyítható. Rendkívül gyorsan fejlődő, erőteljes ágrendszerű paprika típus. Ellenállóképessége kitűnő, több fertőzéssel szemben rezisztens. Leginkább szabadföldi termesztésű, csak ritkán fordul elő a fűtetlen fóliás hajtásban. Legelterjedtebb almapaprikák kezdetben a Szentesen nemesített édes és csípős fajtatípusok voltak, de napjainkban az intenzív szabadföldi hibridek vették át a

termesztés nagyrészét. Az almapaprika termése vajsárga színű, halvány narancssárga átmenettel érik piros színűre. Nem jellemző a termés pirosodásának igénye, friss fogyasztásra nem termesztjük. Többnyire a konzervipar vagy a savanyító üzemek használják fel. A bogyó lapított gömb alakú, sima bőrszövetű. A bogyók szélessége 50-70 mm, magassága 30-40 mm, a bogyófal vastagsága 4-9 mm, átlag tömege fajtától függően 40-90 g.

Bokor habitusú, csokros jellegű, 2-3 elágazással, mintegy fél méter magas paprika típus. Szára erős, folyamatosan fásodó, dőlésre nem hajlamos. Támrendszert nem igényel. Leveli közepes méretűek 6-8 cm, hegyes végű lándzsa alakúak, rövid 4 cm-es nyéllel kapcsolódnak a szárhoz. A virágkörök száma 5-7, a bimbó és a párta színe fehér, a virágok zöme oldaltálló. Tenyészideje fajtától függően 105-120 nap. Száraz művelésben is termeszthető, intenzív öntözést nem igényel. A Dél-Alföld termesztési viszonyai mellett, szeptembertől több menetben is betakarítható. Terméshozama termesztéstechnológiától, valamint fajtától függően 6-9 kg/m², ennek várhatóan mintegy 70-80 %-a I. osztályú bogyó.

*

Kaliforniai típusú paprika (*Capsicum annuum L. var. grossum*)



Amerika legnagyobb termőterületét lefedő paprika. A kaliforniai paprika típusba tartozó nemesítések több változata is ismert a tengerentúlon. Az USA-ban és Mexikóban „bell” paprika néven közismert. Nyugat-Európában a kisebb kocka alakú blocky, Új-Zélandon a kissé hosszabb gourmet paprika típus termesztése vált népszerűvé. A típusok nemesítésében a „lamuyo” alakkörbe tartozó paprikák szolgáltattak alapot. A kaliforniai paprika termése nagyméretű, begyűrt, tompa végű, 3 vagy 4 eres bogyó. A bogyók a terméskötődéskor egyaránt zöldszínűek, ezt követően barna színátmenettel

válhat a bogyó narancssárga vagy mély bordó színűvé. Több típusból hiányoznak a kapszantin és kapszorubin bordó színanyagok termelődését koordináló enzimek, illetve gének. Ezek a fajták több ideig maradnak zöld állapotban. A piac ezt is kedveli. Ilyenkor a bogyó fő színanyaga a klorofill és az ahhoz tartozó lutein, valamint a β -karotin. A narancssárga bogyókban a violaxantin és a zeaxantin, a bordósínű bogyókban pedig a kapszantin válik domináns karotin jellegű színanyaggá. A bogyók bórszövege sima, csillogó, tükrös. A bogyók szélessége 70-110 mm, magassága 80-100 mm, a bogyófal vastagsága általában 8-10 mm, átlag tömege fajtától függően 80-120 g.

A kaliforniai típusba tartozó paprikák leginkább szabadföldi fajták, de egyre erőteljesebb a hajtásban való alkalmazásuk is. A növény erőteljes, tetszetős bokor habitusú, 70-90 cm magas. A hajtásra is alkalmas fajták karcsúbbak, folytonos növekedésűek. Ágrendszere erőteljesen felfelé törő, kissé kehely alakú. Levélzete sűrű, szabálytalan szív-alakú, csúcsa hegyesedő. Hosszú levélnyéllel kapcsolódik a szárhoz. A levéllemezek az első és második terméseket jól takarják, viszont a felsőbb bogyókat csak részben. A virágkörök száma 5-7, a bimbó és a párta színe fehér. A hajtatott fajták termései lefelé

csüngők, de a csokros típusoké lehet felfelé álló is. Tenyészideje fajtától függően 110-120 nap. Terméshozama a szabadföldi vagy hajtattott termesztéstechnológiától függően változik. Intenzív hajtásban elérheti a 10-12 kg/m² átlagot, melynek legalább 90 %-a I. osztályú termés.

*

Kosszarvú paprika

(*Capsicum annuum* var. *ceratoides*)



A nemzetközi szakirodalom több helyen is a magyar paprika alakkörök közé sorolja a kosszarvú paprikát. Hazánk mellett e paprikatípus igen közkedvelt még Franciaországban és Olaszországban is. A tengerentúlon „ram horn” paprika néven vált ismerté. Magyarországon a Szentesi kosszarvú fajta terjedt el, amelyet leginkább savanyításra vagy konzervipari felhasználásra nemesítették, de a friss fogyasztása is kellemesen zamatos. A termés csüngő állású, enyhén vállas 30-50 mm, hosszúkás alakú 28-30 cm, végén hegyesedő. A váll alatt mintegy 40-80 mm-en gyűrődött a terméshús, amely leginkább a kosszarvára emlékeztet. Bőrszövege enyhén feszes, inkább hullámos, kevésbé csillogó. A terméshártya 3-4 mm vastag, íze édes. Több színben is előfordul. Vannak enyhénzöld, zöld,

illetve sárga fajták is. Érett állapotban azonban mindegyik piros színűre változik. A kosszarvú paprika viszonylag bőtermő típus. Hajtásrendszere folytonos növekedésű, fejlődése intenzív. Levele közép méretűek, lándzsahegy alakúak, hosszú 7-8 cm-es levélnyéllel kapcsolódik a szárhoz. Szabadföldi termesztésre és fóliás hajtásra is egyaránt alkalmas paprikatípus. Tenyészideje a termesztéstechnológiától függően 100-105 nap. Termésátlaga hajtási időszaktól függően 20-22 termés/növény az intenzív tenyészidőszakban. Szabadföldi termesztésben ennél kevesebb termést hoz.

*

3. Fejezet

- **A fűszerpaprika származása és anatómiája**
(*Capsicum annuum* L. var. *longum grossum*)



A fűszerpaprika az étkezési paprikához hasonlóan a *Capsicum* nemzetségbe tartozó faj, de több tekintetben is eltér az étkezési paprikától. Az ANGIOSPERM PHYLOGENY GRUOP (2009) tudományos csoport fejlődéstörténeti kutatásai alapján a fűszerpaprika növény kialakulása a következő rendszertani besorolás szerint határozható meg:

Zárwatermők (Angiosperm)
Kétszikűek (Rosophyta)
Valódi kétszikűek (eudicots)
Központi kétszikűek (core eudicots)
Asterids klád
Campanulids klád (euasterids I.)
Solanales rend
Solanaceae (család)
Capsicum (nemzetség)

A növény evolúcióját mintegy 19 millió évben határozták meg. A fűszerpaprika őshazája PERRY (2007) régészeti közleménye szerint Mexikó. Termesztésbe vonása a *C. annuum* fajtából vezethető vissza. Dél-Mexikó területén több lelet is igazolja a típus őslakosság körében történt termesztését és felhasználását. A kontinens felfedezését követően a fűszerpaprika is először mint dísznövény vált népszerűvé Európában, de később szárítva, majd őrölve, fűszerként került felhasználásra. Az Új világból történő hódító útja spanyol közvetítéssel történt Európába a XVI. századtól. Elterjedésének a fő oka azonban az Európába érkező áruk blokádja volt (1806), melynek hatására a csípős fűszerpaprika a bors kereskedelmi tilalmát váltotta ki. Ennek következtében került Magyarországra is a XVIII.

század végén. Kezdetben mint külföldről származó áru jelent meg a magyar piacon, de az évek során folyamatosan sajátították el a fűszerpaprika termesztését és feldolgozását a magyar kertészek is. A XVIII. századból több írásos emlék is bizonyítja a magyar fűszerpaprika elterjedését. CSAPÓ (1775) az „Új füves és virágos magyar kert” c. könyvében így fogalmaz róla: *„Igen erős eszköz ez, s az ember vérét igen megehevíti.”* A fűszerpaprika korabeli feldolgozásáról HOFFMANSEGG (1793) munkájában olvashatunk: *„Ha már megérett, felfűzik és felakasztják, azután sütőkemencében megszáritják és összetörik.”*

A következő évszázadra már két termesztési körzet alakult ki Magyarországon, Szeged és Kalocsa. A kertészek mellett, a két város környéki kisebb települések, falvak lakossága viszonylag hamar megértették, majd tovább fejlesztették a fűszerpaprika termesztését és a fűszer feldolgozását. Több családnak hosszú éveken keresztül a fűszerpaprika jelentette az egyetlen megélhetést. A két világháborút követően (1945) az ország egysége megszakadt, ez befolyással volt a fűszerpaprika termesztésére is. A kisebb családi gazdaságok megszűntek, vagy a nagyüzemi körülményekhez integrálódva beolvadtak a központosított, téeszésített termelésbe. A termesztés mértéke egyre csökkent, mely csökkenés sajnos napjainkra sem állt meg. A minőség javítására azonban nagy gondot fektettek, s az 1950-es évektől beindult a

magyar fűszerpaprika nemesítés. A nemesítési körzet ugyancsak Szeged és Kalocsa lett. Később a nemesítói munkába Kecskemét is bekapcsolódott. Jelenleg 30 magyar nemesítésű fűszerpaprika fajtát tart számon a 2016. évi Nemzeti Fajtajegyzék.

Növekedési típus	Jelleg	Fajta
folytonos növekedésű	csípősség mentes	Szegedi 20; Szegedi 80; Kalocsai 50; Kalocsai 90; Mihálytelki; Kalorez; Csárdás Folklor; Napfény; Kármin; Déliab; Bolero; Förgeteg; Meteorit; Palotás; Remény
	csípős	Kalocsai V-2; Jubileum; Szegedi 178; Sláger F1; Hírös; Szikra; Kalóz
földeterminált növekedésű	csípősség mentes	Kalocsai merevszárú 622; Kalocsai 801; Delikát; Zuhatag; Rubin; Kaldom
csokros, determinált habitus	csípősség mentes	Kalocsai D-601

Nemzeti Fajtajegyzék 2016.

A fűszerpaprika termesztés területi és mennyiségi csökkenése óriási problémát jelentett a magyar kertészet számára. A probléma kezelésére kezdetben Dr. Túri István (1933-99) a Budapesti Kertészeti Egyetem docense, paprikanemesítő próbálta megtalálni a megoldást. Elmélete a következő volt: a fűszerpaprika termesztését minél hamarabb fűtetlen fóliasátras, esetleg vándor-fóliasátras rendszerben kell hajtatni, mely kisebb termőterületen fog megvalósulni, mint a szabadföldi termesztés, ugyanakkor nagyobb terméshozamot lehet elérni. A minőség megtartására, esetleges javítására pedig olyan fajtákat kell nemesíteni, melyek a fóliasátras hajtatásra is alkalmasak!

Terve sikerült, vezetésével megvalósult a fűszerpaprika fóliasátras hajtatásra alkalmas magyar fajta nemesítése. Munkáját azonban nem koronázta teljes siker. Az általa nemesített fajta kisebb-nagyobb hajtatási felületen megvalósultak ugyan, de csípősségmentes tulajdonságukban sajnos nem bizonyultak teljesen stabilnak. A munka ennek ellenére tovább folytatódott s az ezredfordulót követően Dr. Somogyi György a Szegedi Fűszerpaprikakutató Intézet vezetője, paprikanemesítő bejelentette, hogy új, fóliasátras hajtatásra is alkalmas fajtákat nemesítettek. Az általuk nemesített fajta, valamint a fűszerpaprika fóliasátras hajtatása Hungarikum elismerést nyert, s így vonult be a magyar fűszerpaprikanemesítés történetébe.



Determinált növekedésű fűszerpaprika habitusa (STOCK-FOTÓ)

A fűszerpaprika *gyökérzete* hasonlóan az étkezési parikáéhoz egy erőteljes orsógyökér, melyből az oldalgyökerek egyenletesen elosztva, két szemközti sorban fejlődnek ki (diarch gyökérzet). A fejlett paprika gyökérzete sűrű bojthoz hasonlít. A gyökerek túlnyomó többsége a talajfelszínhez közel helyezkedik el. Vízszintes irányban 30-50 cm- es körben hálózza be a talajt. Függőleges irányban 30-60 cm mélyre hatol. A paprika egészségesen fejlett gyökértömege a kifejlett növény 7-17%-a.

*

A hazai nemesítésű fűszerpaprika fajták *hajtásrendszerük* alapján, BALÁZS (2000) szerint négy csoportba oszthatók:

A *folytonos növekedésű* fajták a teljes fejlettség idejére bogas elágazásúak lesznek. A főhajtás első elágazása a talajtól mintegy 15-25 cm magasságban keletkeznek. Ez rendszerint kettős bog, de előfordulhat többes bogas elágazás is. Az oldalhajtások később szintén elágaznak, így alakulnak ki a többi villák. Az első bogelágazás alatti szárrészen abban az esetben képződnek nagy valószínűséggel oldalhajtások, ha a felső bogelágazási rendszer folyamatos fejlődését időjárási szélsőségek gátolják. A folytonos növekedésű fajták fóliasátras hajtásra is alkalmasak. A tenyészidő végéhez közeledve a

hajtáscsúcsot elcsípjük, ezzel megakadályozzuk a növény további növekedését, valamint elősegítjük a generatív fejlődést.

*

A *determinált növekedésű* fajták főtengeleynél hajtáscsúcsán virágok képződnek, így fejeződik be a növény hosszanti növekedése. A főtengeleynél oldalsó hajtásokat is fejleszthet vagy fejleszt, ez leginkább a fűszerpaprika igényeitől eltérő szélsőséges időjárás függvénye. Az oldalhajtásokon virágok is fejlődnek, de az ezekből keletkező termések később érnek be.

*

A *féldeterminált növekedésű* fűszerpaprika a főtengeleynél első bogelágazását követő második elágazás a szokásosnál rövidebb oldalágakat fejleszt. Az elágazásokban fejlődő virágok egyesével helyezkednek el. Botanikai szempontból folytonos növekedésű fajtatípus.

*

A *csokros növekedésű* fajtatípus főtengeyének első elágazásában, valamint az oldalhajtásokon csokrosan képződnek a virágok. A termésképződés folyamata a tenyészidő végéig tart.

*

Morfológiai jellemzése:

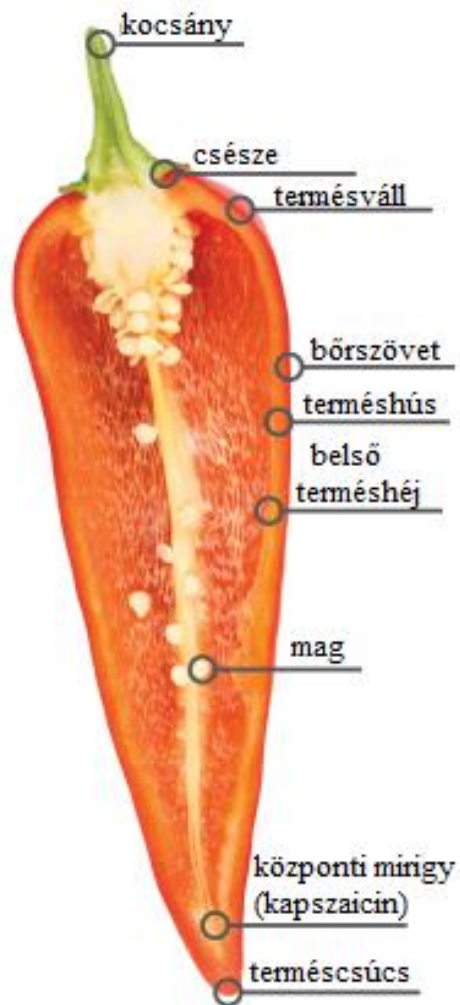
A fűszerpaprika *levelei* ép szélűek, 4-5 cm-es levélnyéllel kapcsolódnak a szárhoz. A levelek állása, mérete fajtabélyeg. A csípős fajtáké kisebb méretűek, keskenyek, számuk kevesebb, mint a csípősség mentes fajtáké.

*

Virágai a paprika sajátosságaihoz hasonlóan az ágvillaikban fejlődnek. A bokros növekedésű fajtáknál a hajtások végén is keletkeznek virágok. Színük rendszerint fehér, bogernyő virágzat, öntermékenyülő. A fűszerpaprika virágjában a portokok a szíromhasadás kezdetén nyílnak fel. A megtermékenyülés a kinyílt virágban már megtörténik. A fűszerpaprika virága nagyon érzékeny az alacsony hőmérsékletre, már 16 °C alatt elrúgja a virágait.

A fűszerpaprika termése *toktermés*, de több irodalom *bogyótermésként* is jelöli. A termés alakja hosszúkás 10-16 cm, kissé vállas 3-4 cm, hegyes csúcsban végződik. A csípős típusok bogyóalakja karcsúbb, rövidebb, mint a csípősség mentes fajtáké. A csokros növekedésű, csüngő és felálló termésű fűszerpaprika fajták bogyója általában kisebb és rövidebb, mint a folytonos növekedésűeké. Az étkezési paprikától eltérően a fűszerpaprika termésfala nem túl vastag, fajtától függően 3-4 mm, 2 vagy 3 eres. Az ereket bõrszeveti sejtek között húzódnak a központi mirigyek, melyek a paprika csípős anyagát a kapszaicint termelik. A termés legértékesebb beltartalma a színanyagok (*β-karotin*, *kapszantin*, *kapszorubin*). Ezek karotinoid természetű anyagok. A bogyó érése során folyamatosan változnak, átalakulnak, egyesek karotinoidok eltűnnek (*klorofill*). A karotinoidok mellett a másik értékes tulajdonság a termés aroma anyag tartalma. Ezek sajátos ízt és illatot kölcsönöznek a fűszerpaprikának és az őrleménynek. A termés igen gazdag cukor és szénhidrát anyagokban is, leginkább a fruktóz és a glükóz tartalma kimagasló.

*



WOODLAND FOODS nyomán

A fűszerpaprikát, mint gyógynövényt is széles körben alkalmazta az emberiség. A termés igen gazdag kapszaicinoid anyagokban, melyekről az ókorban DIOSCORIDES (*piperlangum, rotordum*) mint méregről tesz említést. Magyarországon a török hódoltság idején került az orvostudomány érdeklődésének középpontjába. A harcoló török katonák megfázáskor a hideglelés ellen alkalmazták a csípős paprikát. A XIX. század végén Ferences rendi szerzetesek olajban vonták ki a csípős összetevőket, majd a magyar, modern orvostudomány műszeres eljárásokkal kristályosította a fűszerpaprikából kivont kapszaicinoid vegyületet, melyet *oleoresin capsicum* néven azóta is gyógyászati termékként alkalmazzák.

A fűszerpaprika karotin színanyagai is igen nagy biológiai hatással rendelkeznek. Például a tojótúkok tojásainak sárgájára, egyes halak húsának színezésére, de hatást gyakorolhatnak az emlős használlataink emésztésére, valamint a szaporulat hatékonyságára is. A fűszerpaprika őrlemények kiváló takarmány-adalékanyagnak is tekinthetők, amely a fűszerpaprika termésének egy alternatív felhasználását is jelentheti a jövőben.

- **A cseresznyepaprika**
(*Capsicum annuum* L. var. *cerasiforme*)



A cseresznyepaprika a hazai szakmai nomenklatúra alapján a fűszerpaprika fajhoz tartozó paprikatípus. A cseresznyepaprika ősének HIETAVOU (1997) által közölt publikációjában a Bolíviában őshonos, kicsiny méretű, gömb alakú *Capsicum baccatum* var. *baccatum* paprika faj tekinthető. Ebből alakulhatott ki – több nemesítési folyamat eredményeként – a tetszetős, jellegzetesen cseresznyére emlékeztető termésalak. A nemesítés folyamata Mexikóban kezdődött, majd Európában folytatódott. A cseresznyepaprika hazánkban is népszerűvé vált. A XX.

század elején a cseresznyepaprika nemesítése Magyarországon Szenteszhez kötődött, de később Kalocsa is bekapcsolódott a fajtaelőállításba. A típus egyre népszerűbbé válik, napjainkban egyre több országban jelennek meg a fiatal nemesítésű cseresznyepaprika hibridek is.

A növény általában finom megjelenésű, gyorsan fejlődő 40-60 cm magas, főtengegy hossza 15-20 cm. Ágrendszere felfelé törekvő, később széthajló, kissé kehely alakú, bokor habitusú. Levélzete hosszú, lándzsahegy alakú, közép, vagy sötétzöld színű, széle sima. A levéllemez válla a levélnyélre aszimmetrikusan fut rá. Virágai felfelé hajlók, a bimbó és a párta fehérszínűek. SZALVA (1971) fajtaleírása szerint a virágkörök tagszáma 5-7. Inkább idegen beporzásúak, mivel a bibe állása erősen kiemelkedő. A bogyó vékony kocsányon lecsüngő állású. Alakja teljesen gömbölyű, mélyebb bibepont nélkül. A bőrszövetet felülete sima, tükrösen csillogó. Átmérője 2-3 cm. Magházpenészesedésre, csúcsrothadásra nem hajlamos. Színe a terméskötődéskor sötétzöld, majd barna átmenettel pirossá vagy mélybordóvá válik. Karotin színanyagainak minősége közepes, viszont kapszaicinekben rendkívül gazdag és tiszta minőségű. Egy bokor termése fajtától függően 20-26 bogyó. Ellenállóképessége kiváló. Tenyészideje általában 95-105 nap.

4. Fejezet

- **A chili paprika származása és anatómiája**
(*Capsicum frutescens*; *Capsicum annuum*.)



A chili paprika a *Capsicum* nemzetségbe tartozó a *Capsicum annuum*, a *Capsicum frutescens*, a *Capsicum baccatum*, a *Capsicum chinense*, a *Capsicum pubescens* és a *Capsicum chacoense* fajok nemesítéséből kialakított új alakkör, amely HAYANO-KANASHIRO (2016) szerint a csípős

bogyójú, de nem az étkezési, - és a nem magyar fűszerpaprikák gyűjtőneve. PERRY (2007) munkájában közölt régészeti leletek szerint a chili nemesítése mintegy 8000 évre tekint vissza Mexikóban. 6000 évvel ezelőtt, kezdetben gyógynövény majd, mint dísnövényként terjedt el Közép, -és Dél-Amerikában. Amerika felfedezését követően a portugál felfedező Vasco de Gama arab, perzsa, török, indiai és vietnámi kereskedőkkel épített ki kapcsolatot, amely kedvezően hatott a chili térhódításának is. Elterjedését követően további nemesítéseken ment keresztül, s igen népszerűvé vált Ázsiában (thai chili) és Afrikában. 1542-ben portugál misszionáriusok juttatták el a chilit Japánba, majd Koreába. Indiából pedig Perzsián keresztül török kereskedők által jut be Magyarországra a XVI. században. A hazai chili paprika termesztés nem számottevő. Leginkább cserepes dísnövényként ismerjük.

A chili paprika habitusa nem egységes, a növény magassága, hajtásrendszere, mérete attól is függ, hogy a fajta melyik fajhoz tartozik. A hazánkban ismert fajták zöme a *C. annuum* és a *C. frutescens* fajok nemesítései. A chili paprikák virága lehet fehérszínű, fehérszínű lila szegéllyel vagy teljesen lilaszínű. Leginkább öntermékenyülők. A termés 40-140 mm hosszú, tompa végű, éretten általában mélybordó színű. A terméskötődéskor zöldszínű, majd

barna átmenettel éri el a teljes bordó színt. Vannak sárgaszínű változatok is. Karotin színanyagainak minősége közepes, viszont rendkívül gazdag kapszaicin anyagokban. Minden chili paprika rendkívül csípős! A hazai chili paprika termesztés igen csekély termőfelületet fed le, NAGY (2018) közlése szerint ez mindössze néhány száz hektár. Az országos termésátlagot általában a fűszerpaprikával együtt közlik. A chili paprika termésátlaga, fajtától függően 6-8 kg/m². Tenyészideje 100-105 nap.

A *Capsicum* nemzetségben tartozó chili paprika fajokat különböző alakkörbe sorolva csoportosíthatjuk. Ezek többsége nemesített változatok, melyekből további szabad elvirágzású fajtákat, valamint hibridfajtákat is nemesítettek. Az alábbi táblázat a paprikafajokból nemesített chili alakköröket ismerteti.

Paprika faj	Nemesített alakkör
<i>Capsicum annuum</i>	Ancho; Cayenne; Bell pepper; Cherry; Cuban; Jalapenos; Mirasol; De Arbol; Ornamental; New Mexican; Pequin; Pimiento; Serrano; Squash; Wax pod
<i>Capsicum pubescens</i>	Canario; Rojo; Peron; Manzano
<i>Capsicum frutescens</i>	Tabasco; Malagueta; Xiaomila
<i>Capsicum chinense</i>	Yellow Lantern Chili
<i>Capsicum baccatum</i>	aji amarillo; peppa dew; lemon drop

A paprika jelenlegi növényvédelme LANTOS ET AL. (2015)

A Capsicum nemzetségbe tartozó paprikafajok károkozói		
vírusok	baktériumok	gombák
TMV ToMV ObPV, PVY TSWV TMGMV PMMoV	<i>Xantomonas vesicatoria</i> <i>Pseudomonas syringae</i>	<i>Rhizoctonia solani</i> <i>Verticillium dahliae</i> <i>Phytium ultimum</i> <i>Sclerotinia scerotorium</i> <i>Botrytis cynerea</i> <i>Leveilulla taurica</i> <i>Alternaria alternata</i> <i>Phytophthora capsici</i> <i>Phae. capsicicola</i>
rovarok	fonálférgék	csigák
<i>Aphididae</i> <i>Trialeurodes</i> <i>vaporariorum</i> <i>Frankliniella</i> <i>occidentalis</i> <i>Helicoverpa</i> <i>armigera</i> <i>Tetranychus urticae</i> <i>Polyphagotarsonemus</i> <i>latus</i>	<i>Meloidogyne hapla</i> <i>Meloidogyne incognita</i>	<i>Arion lusitanicus</i> <i>Capaea hortensis</i>

A károkozók felszaporodása az elmúlt 100 év távlatából vizsgálva, sajnos egyre növekvő mértékű. Az intenzív paprikahajtás még fokozza a patogének migrációját. A zöldségkertészetben komoly gondot fog okozni az újabb károkozók ellen hatásos, de embert kímélő növényvédelem.

5. Fejezet

A paprika tápanyagtartalmának táplálkozásbiológiai hatásai

A *Capsicum* nemzetségbe tartozó paprikafajok, típusok és fajták beltartalma között szinte semmi különbség sincs. Minden paprika ugyanazokat az ásványi anyagokat, vitaminokat, szénhidrátokat, fehérjét és zsírt tartalmazza. Az anyagok mennyisége és minősége között azonban óriási különbségeket tapasztalhatunk. Vannak olyan paprika-típusok, melyek ugyan vörös színű karotinoidekat nem tartalmaznak, de karotinoidekat természetesen igen, melyek koncentrációja fajtánként igen eltérő lehet. Természetesen a legjobb minőségű beltartalommal a *Capsicum annuum* fajhoz tartozó nemesítések rendelkeznek. Ennek a fajnak az egyedei uralják a világpiacot. A nemesítési cél a bőtermés mellett, a legjobb minőség elérése is. Hazánk közel 300 éves tradícióval rendelkezik ebben a munkában. A magyar paprika minősége, sokszínűsége világhírűvé tette hazánkat. A paprikanemesítésről számtalan nagyszerű egyetemes irodalmak láttak napvilágot az elmúlt 100 évben hazánkban, melyek ugyancsak számtalan külföldi ország paprikatermesztésének tudományos és gyakorlati alapot

nyújtottak. Bulgáriának például a magyar fűszerpaprika termesztés és nemesítés nyújtotta a termesztés beindításához az alapokat, s vált később Bulgária a Balkán legnagyobb fűszerpaprika termesztő országává a 70-es évektől. Természetesen azt is meg kell említeni, hogy az arab világ, de még Japán étkezési paprika termesztése is a magyar paprikatermesztés elsajátításának köszönhetően fejlődött. A paprika beltartalmának kutatása valójában Szent-Györgyi Albert 1937-ben odaítélt Nobel-díja indította el a világban. Ő volt az, aki a szegedi laboratóriumában a paprikából kivonta és meghatározta az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen aszkorbinsav vegyületet, melyet később a világ C-vitamin néven ismert meg.

A könyv további részében részletesen taglaljuk és tanulmányozzuk a paprika összes tápanyagtartalmát és azok humánéletteni hatásait. Az előzetes laboratóriumi kutatások, anyagmeghatározások a következő beltartalmat mutatták ki valamennyi a *Capsicum* nemzetségbe tartozó paprikafajok esetében.

A vízben és zsírban oldható vitaminok közül a C; E; A; B₁; B₂; B₃; B₄; B₅; B₆ és a B₉ -vitaminok, az ásványi anyagok és fémes elemek esetében a *kálium*, a *foszfor*, a *magnézium*, a *kalcium*, a *nátrium*, a *vas*, a *cink*, a *mangán* és a *réz* vannak jelen minden paprika termésében. Ezek kívül *emészthető nyers fehérjék*, *karotinoidok*, egyes *szénhidrátok* (*fruktóz*, *glükóz*) és *cukor*, valamint csekély mennyiségű *zsír*.

- A vitaminok

„A vitamin olyan anyag, ami akkor okoz betegséget, ha nem esszük meg”. Ez volt Szent-Györgyi Albert professzor örök érvényű megállapítása azokról a vegyületekről, melyekről a orvostudomány csak a XX. századtól alkotott tiszta képet a fiziológiás hatásukról. A vitaminok felfedezése és alkalmazása már az ókori Kínában elkezdődött, bár szerkezetüket és pontos biokémiai hatásmechanizmusait természetesen még nem tudták feltárni és pontosan meghatározni. Azt azonban tudták, hogy a hosszabb hajóút során (20 napot meghaladó) mindig kellett beiktatni 2-3 dzsunkát a hajók közé, melyeken valamilyen levélzöltséget természetek. Ez tartotta kellő életerőben a hajósokat és a katonákat. Leginkább a vitaminok hiánya okozott nagyobb problémát, mivel a betegség okát, illetve az azt kiváltó anyagot nem ismerték. A népi gyógyászati tapasztalatok alapján viszont némelyiket tudták kezelni. A farkasvakságot például mézbe mártott májjal kezelték, de az i.e. 1500-ból származó ókori egyiptomi Ebers-papiruszokból is tudjuk, hogy az egyiptomi orvosok például a farkasvakságot a halak májával gyógyították. Ugyanezt olvashatjuk az ókori görög DIOSKURIDES és a római GALENUS írásaiból is, hogy a kecske és marha mája jótékony hatással bírt a farkasvakság gyógyítására. Az A

vitamin szerepét azonban csak a XX. században tudták tudományosan bizonyítani.

A vitaminok tudományos meghatározásának úttörője a holland CHRISTIAAN EIJKMANN (1858-1930) katonaoorvos volt, aki tényszerűen megállapította, hogy az emberi szervezetnek a tökéletes működéséhez a fehérjék, cukrok és a zsírok mellett (Liebig-triász), valami másra is esszenciális szüksége van. Az orosz LUNIN (1881) egereken végrehajtott kísérleteiben bizonyította, hogy a kizárólag fehérjével, cukorral, zsírral és némi sóval etetett egerek 16-36 nap elteltével sorra elpusztultak. Megoldásként C. A. SOCIN (1891) a tojássárgájának fogyasztását ajánlotta. Meggyőződése volt, hogy a tojássárgája olyan anyagokat rejt magában, melyek az élet alapja, *„Felfedezésük a jövő elsődleges feladata”!*

A növények vitamin kutatását az 1882-83-ban Japánban észlelt kak-ke (beriberi) betegség indította el. A japán hadiflotta tengerészei sorra betegedtek és haltak meg a TAKAKI (1849-1920) által izolált vitaminhiány okozta kórban. A tengerészek egészségi állapota csak annak hatására javult, hogy étrendjüket gyümölcsökkel és főzelékekkel bővítették. A jelenséget igazán senki sem értette, de a növényekben rejlő gyógyhatást az 1904-1905-ben zajló japán-orosz háború is bizonyította, melyben a 211 ezer japán katona közül 27 ezer kak-ke következtében vesztette életét, míg a háborúban mindössze 47 ezren haltak

meg. A *beriberi* betegség később a holland gyarmatokon és Afrikában is megjelent az őslakosság körében. Érdekes, hogy a beriberi ugyanakkor állatokban is jelentkezhethet, de nem zoonózis! EIJKMANN vizsgálatai rámutattak arra, hogy a hántolt rizzzel takarmányozott tyúkok idegrendszeri megbetegedése a beriberi tünetei voltak, míg a kapirgáló tyúkok ilyen jellegű megbetegedést nem mutattak. Miután a hántolatlan rizzzel kezdték el etetni a beteg tyúkokat, azok is meggyógyultak. A következő nagy felfedezést HOPKINS (1912) gondosan végrehajtott patkány és tengerimalac kísérletei hozták. A kísérletben a szintetikus diétán tartott rágcsálók rövid idő után elpusztultak, míg a pálmaolaj, szezám-mag- és az olívaolaj némi eredményt jelentett. Ezeket az anyagokat *járvulékos táplálkozási faktoroknak* nevezte el, melyek a növények mellett a tejben is igen nagy mértékben megtalálhatóak. Később ezek lettek a vitaminok. Eijkmann és Hopkins 1929-ben Nobel-díjat kaptak a növekedést serkentő vitaminok felfedezése, valamint a neuritis (ideggyulladás) elleni vitamin felfedezéséért. Az ezt megelőző kutatásaikban MCCOLLUM azt figyelte meg, hogy a zsírokban létfontosságú növekedési faktor van, melyet A-faktornak nevezett el. Munkájukat erősítette az 1915-ben MCCOLLUM és DAVIS által elvégzett közös növénykísérlet, mely során kukoricából vizes kivontot készítettek, majd kimutatták a vízben oldódó növekedési faktor aktivitását is, melyet B-faktornak neveztek el. A

rágcsálókon végzett kutatásaik alapján megállapítást nyert, hogy a szervezetben nélkülözhetetlen két járulékos faktor működik, egy vízben oldódó A-, és egy zsírban oldódó B-faktor. Ezek hiányában a szervezet elpusztul.

A tudományos közlés elfogadását követően az anyagok elnevezése volt a teendő. Az anyagok kategorizálása és közös elnevezése azonban óriási vitát robbantott ki a tudósok között. Néhány beterjesztett elnevezésről tudomásunk van, melyek a következők voltak: tápanyag kiegészítő, járulékos tápanyag, kompletin, nutramin, táphormon, növekedési faktor, védőétel stb. Később egy összetett szó a vit-amine, majd a vitamin lett elfogadva.

A vitaminok tehát olyan létfontosságú, fontos biológiai hatású szerves szénvegyületek, melyeket az emberi szervezet nem képes előállítani, ugyanakkor valamilyen mennyiségben a szervezetünknek ezekre állandóan szüksége van! Ezek nélkül a szükséges sejtenergia, a sejtosztódás, a szervek és az anyagcserefolyamatok működése zavart szenved. Természetes pótlásuk csak a táplálkozás útján biztosítható.

Az 1920-as években elindult vitaminkutatások a magyar tudósok érdeklődését is felkeltette. Több vitamin esetében nemcsak a növényekből vagy állati szervekből kivont vitaminokat izolálták, hanem a nagyüzemi előállításukon is dolgoztak. KELEMEN (2014) munkájában ezt az időszakot nevezi a „klasszikus vitaminok izolálásának és előállításának korszakának.” A hazai kutatásokra Szent-

Györgyi Albert munkája helyezte fel a koronát, amikor 1933-ban a paprikából kivonta az aszkorbinsavat, melyet később C-vitaminnak nevezett el. 1937-ben pedig Nobel-díjat kapott.

A következő táblázat a vitaminok felfedezésének idejét és izolációjuk anyagát mutatja be.

Izolálás éve	Vitamin	Izoláció anyaga
1900	A-vitamin	halmájolaj
1912	B ₁ -vitamin	rizshéj
1912	C-vitamin	citrom
1918	D-vitamin	halmájolaj
1920	B ₂ -vitamin	tojássárgája
1922	E-vitamin	búzacsíra
1926	B ₁₂ -vitamin	máj
1929	K-vitamin	lucerna
1931	B ₅ -vitamin	máj
1931	H-vitamin	máj
1934	B ₆ -vitamin	rizshéj
1936	B ₃ -vitamin	máj
1941	B ₄ -vitamin	máj

Az oktatási anyagokban összefoglalt és közzétett publikációk szerint a tudomány 13-féle vitamint tart számon jelenleg. Ezek a következők:

B₁-vitamin- *tiamin, aneurin*

B₂-vitamin- *riboflavin*

B₃- vitamin- *niacin*

B₄-vitamin- *folsav*

B₅-vitamin- *pantoténsav*

B₆-vitamin- *piridoxamin*

B₁₂-vitamin- *kobalamin*

C-vitamin- *aszkorbinsav*

H-vitamin- *biotin*

A-vitamin- *retinol*

D-vitamin- *calciferol*

E-vitamin- *tokoferol*

K-vitamin- *fillokinon*

A kutatómunka természetesen ezzel nincs befejezve. Biztosan léteznek még olyan vegyületek, melyek létfontosságúak az egészséges életvitelünk érdekében. Sajnos azzal is szembe kell nézni, hogy egyes vitaminok megegyeznek más eddig már ismert anyagokkal! Például:

B₇-vitamin azonos a H-vitaminnal.

B₉. a B₁₁- és az M-vitamin azonos a B₄-vitaminnal.

B₁₀-vitamin azonos a p-amino-benzoésavval.

B₁₃-vitamin azonos az orotsavval.

B₁₅-vitamin azonos a pangaminsavval.

B₁₆-vitamin azonos a B₆-vitaminnal.

B₂₂-vitamin egy *Aloe vera* kivonat.
BH-vitamin azonos a H-vitaminnal.
F-vitamin valójában a linolsav és a linolénsav.
I- és a J-vitamin azonos a C-vitaminnal.
PP-vitamin azonos a B₃-vitaminnal.
Q-vitamin= Q10
T-vitamin azonos az L-karnitinnel.

A vitaminokat, mint szerves anyagokat oldhatóságuk alapján célszerű csoportosítani. Ennek megfelelően a vízben oldható vitaminok a: B₁; B₂; B₃; B₄; B₅; B₆; B₁₂; C és H. Ezeket a vitaminokat a szervezetünk tárolni nem képes. A felhasznált mennyiség feletti vitamin kiürül a szervezetünkből. Ezért ezeket minden nap pótolni kell! Kivéve a B₁₂-vitamint, melyet a májunk sokáig tudja raktározni. A zsírban oldható vitaminok pedig az A; D; E és a K. Ezek a vitaminok a szervezetünkben akár hónapokig is raktározódnak. Ezért ezeket csak kis mértékben és lehetőleg természetes anyagokkal pótoljuk!

A vitaminok másik csoportosítása a biológiai funkció szerinti csoportosítás. Ezek alapján megkülönböztethetjük az *enzimogén* és az *induktív* vitaminokat! Az enzimogén vitaminok egyfajta koenzimek, melyek bizonyos enzimekkel funkcionális egységet alkotnak. Jelenlétük az adott enzim működési területétől függ. Az enzimről nem választhatók le!

Az induktív vitaminok szerepe specifikus. Biológiai funkcióik nem enzimműködéshez kötött, ugyanakkor hiányuk meghatározott helyeket jellegzetes tüneteket alkot. Funkcióik lehetnek hormonhatásúak, antioxidánsok vagy véralvadásgátlók.

Enzimogén vitaminok: B₁; B₂; B₃; B₄; B₅; B₆; B₁₂; C; H; K

Induktív vitaminok: A; D; E; K; C

Az enzimogén vitaminok viszonylag könnyen felszívódnak diffúzió vagy foszforilációval egybekötött aktív transzporttal. Kiválasztódásuk a vese által történik a vizeletbe. Az induktív vitaminok felszívódásához zsírsavak és/vagy epesavak szükségesek. Módja lehet diffúzió vagy passzív diffúzió. Kiválasztódásuk a székletben (az állatoknál a bélsárban) történik. A vitaminok a felszívódásuk során antagonistá hatást is gyakorolhatnak egymásra. Például az E; D és a K-vitaminok gátolják egymás felszívódását.

*

Az emberi szervezet vitaminszükséglete régóta vitatott terület. Bizonyos nézetek szerint a vitaminok már viszonylag kis mennyiségben is kiváltják hatásukat, ezért rendszeres fogyasztásuk fölösleges. Mások azt állítják, hogy csak az ún. mega-dózis mennyiséggel lehet a megfelelő vitaminhatást elérni, mert az ember valójában növényevő, ebből kifolyólag nagy mennyiségű, folyamatos vitaminfelvételre van szüksége. Az ún. becsült átlagos vitamin szükséglet (EAR *Estimated Average Requirement*) azt a mennyiséget határozza meg, amely fogyasztásával a vitaminhiány megjelenésének valószínűsége 50%. KELEMEN (2014) vitaminokról szóló munkájában az RDA érték (*Recommended Daily Allowance*) az ajánlott napi bevétel mennyiségét definiálja. Munkájában meghatározza, hogy az RD érték egy adott vitaminra vonatkoztatva, az az átlagos szintű napi bevétel, ami elég ahhoz, hogy az egészséges emberek túlnyomó többsége számára megfeleljen a szükséges tápanyag-követelményeknek, de ne legyen annál több! Az AI érték (*Adequate Intake*) a vitaminok megfelelő bevétele függ a kor, a nem, az egészségi állapot, a testtömeg, a fizikai állapot, az életvitel, a bélflóra állapot, valamint a szervek aktuális állapotától is. A vízben oldódó vitaminok a felszívódást követően viszonylag szabadon szállítódhatnak, míg a zsírban oldódók transzportáló fehérjékhez vagy lipidfrakciókhoz kötődve jutnak el a szervekhez.

Vitamin	RDA értékek az EU-ban és Magyarországon
B ₁ -vitamin	1,4 mg
B ₂ -vitamin	1,6 mg
B ₃ -vitamin	18 mg
B ₄ -vitamin	0,2 mg
B ₅ -vitamin	2 mg
B ₆ -vitamin	2 mg
B ₁₂ -vitamin	0,001 mg
A-vitamin	0,8 mg
C-vitamin	60 mg
D-vitamin	0,005 mg
E-vitamin	10 mg
H-vitamin	0,15 mg vagy 0 mg
K-vitamin	-

A nemzetközi egység IU vagy NE, elsősorban egy-egy vitamin molekulaformája által keltett biológiai, élettani hatásainak nyomon követhetőségére szolgál. Azokra a vitaminokra érvényes, melyek élettani hatásai nem érintik az anyagcsere egészségét, hanem hiányuk miatt sajátságos kórtünetek jelentkeznek, de nem érinti a szervezet egészségének a működését.

*

A továbbiakban a Capsicum nemzetségbe tartozó paprika fajokban izolált vitaminokat, ásványi anyagokat és egyéb táplálóanyagokat ismertetjük.

❖ **C-vitamin** $C_6H_8O_6$ (L-aszcorbinsav)

A C-vitamin szerkezetének teljes meghatározása előtt számos olyan kutatás, kísérlet zajlott, melyek során a kutatók szembesültek a C-vitaminnal, de sajnos akkor még nem tudták, hogy mi az! A C-vitamin élettani jelentőségét, Jaques Cartier francia fölfedező a XVI. században tapasztalta először, amikor egy hosszabb hajóút során a fenyőtobozból készült főzetek hatására a matrózok teljesen kigyógyultak a skorbutból LANTOS (2015). Ezt követően jó néhány évig nem kutatták a skorbutellenes szereket. Több mint 100 év telt el az újabb tudományos bejelentésig, amikor Johann Kramer orvos felismerte azt, hogy a citrusokat (narancs, citrom) fogyasztó matrózok nem betegsznek meg skorbutban. Az orvostudomány a tézist csak azt követően ismerte el, amikor James Lind hajóorvos a matrózok egyik felének narancsot osztott ki, de a legénység másik fele ebből nem kapott. Az út végére azok a matrózok, akik nem kaptak narancsot, iszonyatos kínok között haltak meg a skorbuttól. Akik viszont kaptak narancsot, egészségesen kötöttek ki. A hír óriási jelentőségű volt a gyógyszer tudomány számára is. 1841-ben George Budd egy konferencián megjósolta, hogy a vegyészek hamarosan izolálják a citrusfélék „alapvető elemét”. A gyógyszeripar válaszolt a jóslatra, s 1920-ban az Ely Lilly cég egy vagonnyi citromport vásárolt, hogy abból tiszta C-

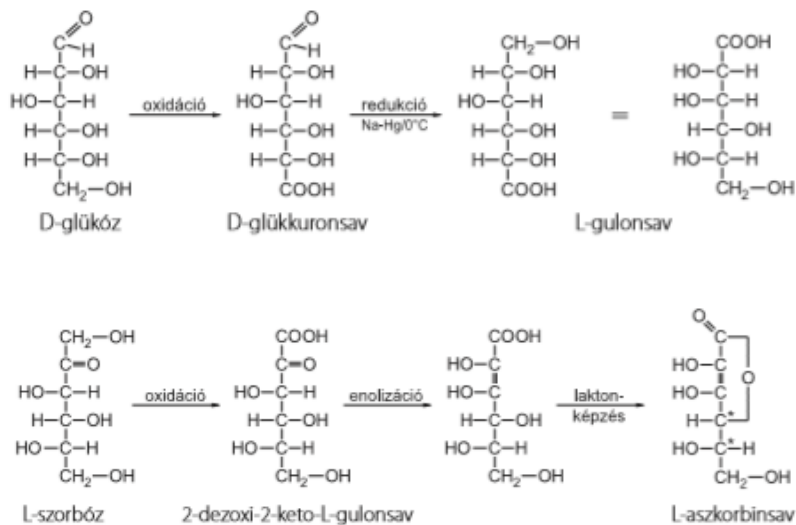
vitamin-kristályhoz juthasson. A kiábrándító eredmény azonban csak zavaros citromfőzet lett. Ennek ellenére Európa és az Egyesült Államok tudósai hatalmas versenybe kezdtek a C-vitamin izolálásáért, valamint kémiai szerkezetének meghatározásáért. A legmélyebb kutatómunkát két magyar tudós végezte az USA-ban. Az aszkorbinsav (majd később C-vitamin) kristályos anyagszerkezetének meghatározását az amerikai-magyar származású JOE SVIRBELY tengerimalacokon végrehajtott kutatásai bizonyították. Ennek során kiderült, hogy a másik magyar tudós, Szent-Györgyi Albert által, a vágóhídi állatok mellékvesekéregéből fölfedezett hexuronsav $C_6H_8O_6$ tiszta, kristályos C-vitaminból áll. A harc igazán ekkor kezdődött el. Az USA-ban dolgozó Charles Glen King saját nevével igazolva (Szent-Györgyiéket kihagyva) 1932 áprilisában a Science-ben publikált cikkében, a C-vitamin feltalálásáról adott számot.

Szent-Györgyi Albert akkor a Szegedi Tudományegyetem orvos-biológus kutatója volt, számos kiváló kutató vezetője. Egészen véletlenül a tiszaparti város tájjellegű zöldsége, a paprika került lehetőségként a C-vitamin-kutatás előterébe. Szent-Györgyi a paradicsom alakú piros paprikából 5-6-szor annyi C-vitamint izolált, mint azelőtt a citrusokból. Ezt követően egy általa kidolgozott módszerrel 1,5 kg, majd 2 kg tiszta, kristályos C-vitamint állítottak elő a paprikából. Az esemény világszenzáció lett, több

tudományos lap is kiadta Szent-Györgyiék munkáját. Rövid időn belül meghatározták a C-vitamin kémiai szerkezetét, és közzétették a vegyület biokémiai hatásait is. Mint mondta: *„a C-vitamin kémiai azonosítása megnyitotta a szintéziséhez vezető utat. Tehát főleg a magyar paprikának köszönhető, hogy olyan figyelemre méltóan rövid idő, két év alatt a C-vitamin a titokzatosság homályából az olcsó szintetikus termékek birodalmába került. Ma a C-vitamint alacsony áron, mázsaszámra készítik szintetikusan.”* A Szent-Györgyi kutatás végeredménye, jutalma 1937-ben orvostudományi Nobel-díj lett.

*

Az L-aszkorbinsav színtelen, kristályos anyag, amely vízben jól oldódik. Sűrűsége $1,65 \text{ g/cm}^3$, moláris tömege $176,13 \text{ g/mol}$, olvadáspontja $190 \text{ }^\circ\text{C}$. Erősen redukáló hatású, érzékeny a hőre és a lúgokra. Szerkezetét a glükóz oxidációjából is le lehet vezetni, de tekinthetjük az L-szorbóz származéknak is!

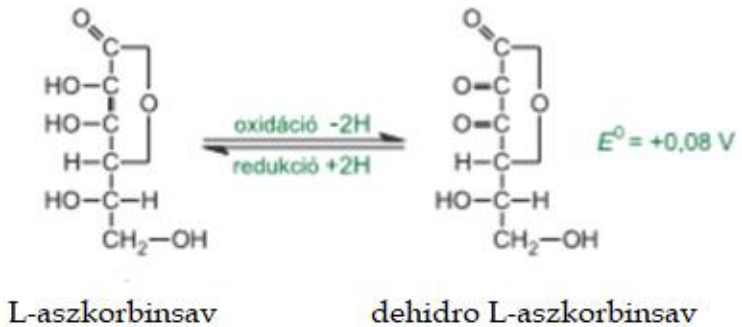


KELEMEN (2014) nyomán

A levegőn könnyen oxidálódik, ekkor oxálsav és L-treonsav keletkezik. Az oxidációt egyes fémionok (Fe^{2+} ; Cu^{2+} ; Al^{3+}) katalizálják. Az aszkorbinsav erősen savas jellegű, savas oldatokban változatlan, állandó. A C-vitamin a glükóz körforgalmával áll biokémiai kapcsolatban, átalakulási útvonala átfedésben van a pentóz-foszfát ciklussal.

Élettani hatása igen sokrétű. Leginkább antioxidáns szerepe számottevő, melyben az oxidatív szabadgyökök keletkezését gátolja. Az emésztőcsatornában elősegíti a kalcium és a vas felszívódását. Bizonyított szerepe van egyes esszenciális aminosavak, mint a lizin, prolin és a

triptofán anyagcseréjében. WEBER (1996) szerint fokozza a véredények falában a sejtközötti állomány szintézisét. Folyamatos, nagy dózisú terápiával csökkenti az LDL koleszterinszintet. Több részletes kutatás, többek között CHEN QUI (2005) munkája is igazolta, hogy i.v. mega dózis C-vitamin a szervezetben hidrogén-peroxidot H_2O_2 generálva, 5 általuk vizsgált ráksejtvonalban apoptózist (programozott sejthalált) generált. Általános rákelleni gyógyszerként azonban a C-vitamin még nincs elismerve!



Az L-aszorbinsav a vérben dehidro-aszorbinsavvá oxidálódik, amely a glükóz transzporttal átjut a sejtmembránon. A dehidro-aszorbinsavat a glutation enzim L-aszorbinsavvá redukálja, amely nem tud kijutni a ráksejtből. Az L-aszorbinsav lecsökkenti a ráksejt növekedéséhez szükséges aminosavak koncentrációját. A folyamat során az L-aszorbinsav újra oxidálódik (dehidro-

aszorbinsavvá változik), mialatt H_2O_2 hidrogén-peroxid is keletkezik. A hidrogén-peroxid likvidálja a ráksejteket.

*

A C-vitamin a paprikában, mint trópusi növényben óriási mennyiségben van jelen. A fotoszintézis útján az asszimiláló levelekben is a glükóz-6-P molekulából kiindulva, majd 9 enzimatikus átalakulást követően keletkezik:

D-glükóz-6-P,

D-glükóz-1-P,

UDP-D-glükóz,

UDP-D-glükoronsav,

D-glükoronsav-1-P,

D-glükoronsav,

L-gulonsav,

L-galaktono1,4 lakton dehidrogenáz,

L- aszorbinsav - folyamatban.

Sokkal nagyobb mennyiségű szintézise az érés során a termésben, a sejtfal pektinanyagainak bomlása során keletkező metil-D-galakturonsavból kezdődik:

Me-D-galakturonsav,
Me-D-galakturonát,
D-galakturonsav,
L-galaktonsav,
L-galaktono 1,4 lakton dehidrogenáz,
L- aszkorbinsav.

ANGIUS (2003).

A paprika termésében LANTOS ÉS GYÖRGYI (2015) kutatásai szerint, a frissen szedett tölteni való paprikákban átlagosan 85 mg, a paradicsom alakú piros- és narancssárgaszínű paprikában 150 mg, a szentesi cseresznyepaprikában ugyanakkor 22 mg C-vitamin volt kimutatható 100 g mintából. A kutatás során kapott eredmények azt a feltevést erősítették meg, hogy napi 100 g friss étkezési paprika elfogyasztása biztosíthatja egy aktív munkát végző ember C-vitamin szükségletét.

A C-vitamin a gyomorban nem változik, a duodénumban (patkóbél) és a vékonybélben szívódik fel. Felszívódását a Na⁺ ionok segítik. A fölösleges mennyiség a vizelettel dehidro-aszkorbinsav formájában távozik. Bizonyított esszenciális élettani hatásainak ellenére sem tudja az ember, bizonyos emberszabású majmok, a tengerimalac és a gyümölcsevő denevérek előállítani szervezetükben. Kizárólag a táplálékukkal tudják felvenni!

Ajánlott napi bevétel C-vitamin RDA érték				
Életkor	Férfi	Nő	Terhes	Szoptató
0-6 hónap	40 mg	40 mg		
7-12 hónap	50 mg	50 mg		
1-3 év	15 mg	15 mg		
4-8 év	25 mg	25 mg		
9-13 év	45 mg	45 mg		
14-18 év	75 mg	65 mg	80 mg	115 mg
felnőtt	90 mg	75 mg	85 mg	120 mg
A dohányzó egyéneknek napi 35 mg-mal több C-vitamin bevétel szükséges.				

Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. 2000.

„Az elmúlt évben... nagyon kellemetlen személyes tapasztalatom volt. Tüdőgyulladás döntött le lábamról, s a betegséget hónapokig nem tudtam kiheverni, mígnem rájöttem, hogy az az aszkorbinsav-mennyiség, melyet rendszeresen szedek (naponta 1000 mg) életkoromban (84 év) már nem elégséges. Amikor növeltem az adagot 1000 mg-ról 8000-re, panaszaim megszűntek”.

Szent-Györgyi Albert

❖ **A-vitamin** $C_{20}H_{30}O$ (retinol)

Az A-vitamin hiánya már az ókori tudósok előtt is nyitott könyv volt. A farkasvakság (nyctalopia) Egyiptomban, az arab világban, de az ókori Görögországban is számos gyermeknél jelentkezett. Az ókori orvosok főtt hal- vagy csirkemáj rendszeres fogyasztásával kezelték és tudták gyógyítani a kórt. A betegség tudományos leírását a japán MORI (1904) beszámolójában tanulmányozhatjuk, melyben beszámol arról, hogy a főleg kisgyermekeket érintő kötőhártya szárazság, szürkületi vakság, több esetben gyermekhalált okozó súlyos szembetegség tapasztalható Japánban, melyet csirkemájjal, illetve halmájolajjal kezeltek. 1913-ban jelenik meg OSBORN ÉS MENDEL munkája, melyben a mandulaolajat rövid ideig tartó, de hatékony kezelésnek, míg a tojássárgáját a teljes megoldásnak tartják a farkasvakság legyőzésére. Az orvostudomány végül elismerte, hogy a zsírokban és az olajokban egy létfontosságú növekedési faktor található, melyet MCCOLLUM (1915) A-vitaminnak nevezett el. Az A-vitamin élettani hatását tehát, a növekedésben, a szervezet fejlődésében, valamint a látás mechanizmusának kialakulásában határozták meg. STEENBOCK (1919) amerikai kutató eredménye forradalmasította az A-vitamin kutatást. A sárgarépában a karotin mellett olyan anyagot talált, amely a zsírban

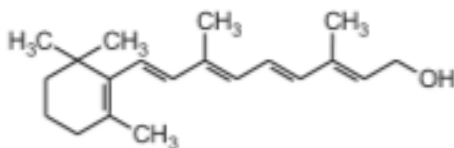
oldódó, növekedési A-faktorra megegyező. Egy évvel később OSBORN ÉS MENDEL a zöld növényekben szintén óriási A-vitamin hatást mutattak ki. A karotinok és az A-vitamin ettől kezdve elválaszthatatlanokká váltak a tudomány számára. A karotint a sárgarépából WACKENRODER 1831-ben izolálta. A karotin a sárgarépa angol *carrot* vagy a latin *Daucus carota* nevéből származik. A sárgarépa mellett a paradicsom (*Lycopersicon esculentum* Mill.) karotintartalma is a tudomány célkeresztjében került. A latin-amerikai zöldség legértékesebb karotin anyagát a likopint HARTSEN (1873) mutatta ki. A karotin és a likopin kémiai összegképletének megállapításáért WILLSTATTER 1915-ben Nobel-díjat kapott. 1931-ben mutatták ki, hogy a karotin nem egy egységes vegyület, hanem három, az α , β és γ vegyületekből áll. Ezeket később sikerült elkülöníteni egymástól. 1933-ban bebizonyították, hogy az A-vitamin a szervezetben a β -karotin kettéhasadásával jön létre. Az is megállapításra került, hogy a β -karotin lényegesen nagyobb A-vitamin hatással bír, mint az α - és a γ -karotinok. Az A-vitamin kutatása ettől fogva hatalmas anyagi és tudományos bázist kapott. A β -karotin szerkezetének pontos ismerete után az A-vitamin élettani hatásának igazolása következett. Bizonyítást nyert, hogy az A-vitamin a retinában található alkohol jellegű vegyület. A béka szemében felfedezik az A₂-vitamint, amely a 3,4 dehydroretinolnak, a legyek (*Brachycera*), illetve a duplaszárnyú

lepkék (*Lepidoptera*) szemében pedig az A₃-vitamint, amely a 3 hydroxi-retinolnak felel meg. 1967-ben WALD orvosi Nobel-díjat kap „a látás elsődleges retinális vegyi és élettani folyamatainak vizsgálata” c. munkásságáért.

*

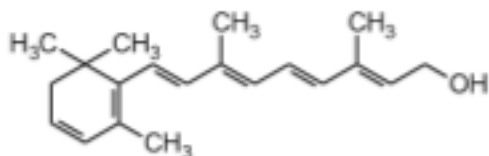
„Az A-vitamin izoprén-egységeket és β-jononyűrűt tartalmazó, többszörösen telítetlen, egyértékű alkohol vegyület. Hat azonos biokémiai hatású vitamér vegyület (*retinol, retinal, α-karotin, β-karotin, γ-karotin, β-kriptoxantin*) összefoglaló neve”. Oxidációra, redukcióra, UV fényre érzékeny. Szobahőmérsékleten kristályos szerkezetű, olvadáspontja 64 °C. Előfordulásuk és kémiai szerkezetük alapján három A-vitamint különböztetünk meg!

A₁-vitamin (C₂₀H₂₉-OH) retinol, amely a tengeri halak májában és a szemében található.



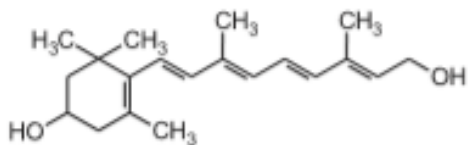
A₁-vitamin szerkezete (retinol)

A₂-vitamin (C₂₀H₂₇-OH) dehydro-retinol, amely az édesvízi halak szemében és májában fordul elő.



A₂-vitamin szerkezete (dehydro-retinol)

A₃-vitamin (3-hydroxi-retinol), amely egyes lepkefajok és a héjas állatok szemében fejti ki hatását.



A₃-vitamin szerkezete (3-dehydro-retinol)

KELEMEN nyomán (2014)

A táplálékkal bevitt A-vitamin gyakorlatilag teljesen felszívódik, hasznosulása összefügg a zsíremésztési mechanizmusokkal. Szervezetünk a májban tárolja palmitát észter formájában. Kiválasztódása glükuronsav konjugátumként a vesékben és a májban történik.

*

A paprika A-vitamintartalma nagymértékben összefügg a bogyó érési fázisaival. Mennyiségét leginkább a folyamatosan termelődő karotinoidok befolyásolják. Jelenlegi forrásaink szerint az A-vitamin RDA értéke az ORSZÁGOS ÉLELMÉZÉS ÉS TÁPLÁLKOZÁSTUDOMÁNYI INTÉZET alapján, nők esetében 800 µg, szoptatás alatt 1300 µg, férfiak esetében 1000 µg az ajánlott napi bevitel mennyisége. E tekintetében az étkezési paprika csak közepes A-vitamin forrásként tekinthető. A Capsicum nemzetségbe tartozó paprikák A-vitamin tartalma 150 µg - 370 µg között határozható meg.

❖ A karotinoidok

Az A-vitamin provitaminjait összefoglaló néven karotinoidoknak nevezzük! Jelenleg mintegy 700 karotinoid vegyületet tart számon a tudomány. Szervezetünk az A-vitamin bioszintézisére képtelen, ezért a szervezetbe jutott karotinoidokat alakítja át A-vitaminná. Tehát, az A-vitamin csak provitaminjaiban tud a szervezetünkbe bekerülni! A karotinoidok bioszintézisére a magasabb rendű növények, a tengeri halak, rákok, egyes baktérium törzsek és a tengeri algák képesek.

A karotinoidok sárgászöld színű növényi festékanyagok, melyek vagy a növények fotoszintézisének folyamatában vesznek részt vagy a növények virágaiban, illetve a terméseiben keletkeznek. A karotinoidok karotin- vagy xantofill-származékok. A karotinok szénhidrogén vegyületek, legjelentősebb közöttük a β -karotin ($C_{40}H_{56}$). A xantofill vegyületek ezek mellett oxigén atomokat is tartalmaznak, mint például a paprika bordó színanyaga a kapszantin ($C_{40}H_{56}O_2$). Az oxigén O_2 megjelenhet hidroxil,- keto,- epoxi,- karboxil,- és metoxicsoportokban egyaránt.

A fotoszintézisben (csak a növények levelében) résztvevő karotinoidokat *primer karotinoidoknak* nevezzük! A *szekunder karotinoidok* a növények vegetatív (répatest, gyökér, gumó) és/vagy generatív (virág, termés) szerveiben, bizonyos baktériumokban, illetve egyes gombákban termelődnek.

A *primer karotinoidok* izomer vegyületek ($C_{40}H_{56}$). A β -karotin például teljesen szimmetrikus felépítésű, ezért a hasadása a májban fontos biokémiai folyamat, amely során az A-vitamin keletkezik. A xantofillek igen változatos kémiai szerkezettel rendelkeznek, mivel a keletkezési helyük, azok körülményei, illetve a színük is sajátosak. Ezeket járulékos pigmenteknek vagy járulékos színyanyagoknak is nevezzük! Ezek biokémiai szerepe a fényenergia elnyelése, bizonyos védekezési mechanizmus, valamint a fényenergia kémiai energiává történő átalakítása.

*

A paprika színyanyagainak első tudományos leírását BRACCONOT (1817) végezte el, melyben kezdetleges módszerekkel meghatározta a paprika legfontosabb vörös színyanyagát, de említést tett egyéb festékanyagok jelenlétéről is. A leválasztott anyag a paprikavörös nevet kapta. Később, a Pécsi Orvostudományi Egyetem laboratóriumában ZEICHMEISTER ÉS CHOLNOKY (1927) kristályosította az anyagot s ezt követően a kapszantin, s a mellette izolált másik vörös színű festékanyag a kapszorubin nevet kapta. A paprika további kutatásai során

még három sárgaszínű pigmentanyagot izoláltak, melyek a két vörössel meghatározzák az érett paprikabogyó színét. CHOLNOKY (1950) a későbbi paprikakutatásai során az érésben lévő terméseket is megvizsgálata, és egy újabb módszerrel további színanyagokat is felfedezett. A bekötött, éretlen zöldszerű bogyó az érése során víz, napsugárzás, hőhatás, valamint a kálium ionok felvételének következtében enyhén barna, majd erősen barnaszínűre változik. Ezt követően az előző tényezők mellett, az etilén hormon hatására beindul a teljes érés. Az érett paprika újabb színanyagok termelődésének köszönhetően narancssárga, majd bordó színűre változik. A paprika érésfázisaiban tehát a karotinoidok folyamatosan változnak. DELI (2001) leírta, hogy a paprika leveleinek karotinoidjai minőségileg teljesen megegyeznek a zöldszerű termésével. A termés zöld színét okozó klorofillek az érés folyamán eltűnnek, majd a paprika mélybordó színben beérik, de vannak olyan típusok is, melyek narancssárga színűre érnek.

A paprika érése során keletkező karotinoidok			
zöld levél	éretlen zöldszínű bogyó	narancssárga színű bogyó	mélybordó színű bogyó
<i>a és β-karotin</i>	<i>β-karotin</i>	<i>a és β-karotin</i>	<i>a és β-karotin</i>
<i>xantofill</i>	<i>xantofill</i>	<i>a és β-kriptoxantin</i>	<i>zeaxantin</i>
<i>violaxantin</i>	<i>violaxantin</i>	<i>xantofill</i>	<i>anteraxantin</i>
<i>β-kriptoxantin</i>	<i>β-kriptoxantin</i>	<i>violaxantin</i>	<i>violaxantin</i>
<i>anteraxantin</i>	<i>anteraxantin</i>	<i>lutein</i>	<i>lutein</i>
<i>fóliaxantin</i>	<i>fóliaxantin</i>	<i>zeaxantin</i>	<i>zeaxantin</i>
<i>fóliakróm</i>	<i>fóliakróm</i>	<i>anteraxantin</i>	<i>β-kriptoxantin</i>
<i>klorofill</i>	<i>klorofill</i>	<i>fóliaxantin</i>	<i>kapszantin</i>
		<i>fóliakróm</i>	<i>kapszorubin</i>
		<i>β-karotin-monoepoxid</i>	<i>kriptokapszantin</i>

A sárga és/vagy narancssárga színű paprikafajták esetében a bogyók teljes biológiai érése az anteraxantin és a violaxantin karotinoidok bioszintézisével ér véget, míg a mélybordó színű bogyók esetében ugyanekkor kapszantin, kapszorubin és a kriptokapszantin keletkezik. A gyakorlatban ezt az állapotot csak vizuális felméréssel tudjuk valószínűsíteni.

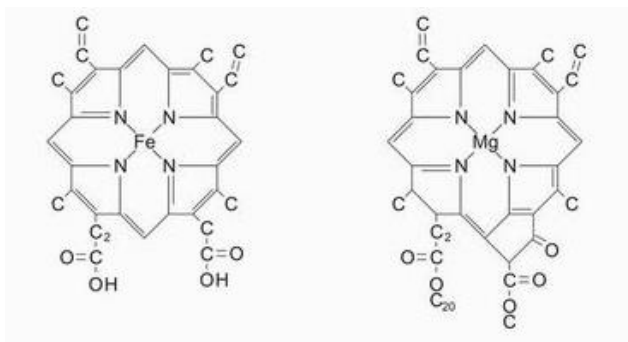
A laboratóriumi meghatározásokra szolgáló berendezések fejlődésével egyre több karotinoidokat tudnak kimutatni a különböző színű bogyókból. A modern HPLC kromatográf vizsgálatokkal már többek között lycopint, cucurbitaxantint, neoxantin és nigroxantint is meghatároztak az érett paprikabogyókban.

❖ **Klorofill** ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$)

A klorofill a zöld növények energiagyűjtő és átalakító színanyaga. A klorofill a fotoszintézis során elnyeli a fényenergiát, melyet átalakít kémia energiává s azt közvetíti a növényi sejtekhez. A klorofill két egymáshoz hasonló szerkezetű anyag keveréke. Pontos szerkezetét FISCHER (1940) határozta meg. Alapját a nitrogéntartalmú pirrolgyűrű képezi, melynek a nitrogénnel szomszédos szénatomjait α -val, a másik kettőt β -val jelöljük. Ha négy pirrolgyűrű egy gyűrűvé zárul porfirinváz keletkezik. A porfirinváz a klorofillben egy magnézium atom köré épül. Amennyiben a porfirinváz vas atom köré épül fel, akkor a vörös véresejt (hemoglobin), ha kobalt atom köré, akkor a B₁₂-vitamin (kobalamin) szerkezetéről beszélünk. Klorofillképződés azonban csak vas jelenlétében lehetséges, melyet később a magnézium vált fel a sejtekben. A klorofill képződése fényigényes folyamat, a paprika fényigénye 5000 lux. A klorofill mennyiségét genetikai tényezők is befolyásolhatják, szintézisében számos gén is szerepet játszik. A mutáns paprika leveleiben viszont a klorofillképződés elmarad, majd albínó növények fejlődnek. Ezek általában miután felélik tápanyagtartalékaikat, elpusztulnak. Itt jegyezzük meg, hogy a csípősségmentes fűszerpaprika is egy mutáció eredménye. Levelei általában nagyobbak és halvány zöldebb színűek,

mint a csípős fajtaké. A klorofill képződésében igen fontos tényező még a talaj magnéziumtartalma. Amennyiben a termőtalaj vagy az alkalmazott tápoldat nem rendelkezik magnéziumtartalommal, akkor a növényben klorofill nem képződik.

FISCHER a klorofill szerkezetéről alkotott munkájában megállapította, hogy a β -klorofill abban különbözik az α -klorofilltól, hogy a 3' szénatomon a metilcsoport helyett aldehid-csoportot találunk. A kémiai szerkezet különbsége a pigmentsejtek színében és abszorpciós spektrumában is jelentős változást idéz elő. A klorofill színe attól is változhat, hogy a látható fény mely részét abszorbeálja. Az α -klorofill kékeszöld, a β -klorofill pedig sárgászöld színű. Ez a színelkülönbséget az elnyelt fény abszorpciós spektrumának tulajdoníthatjuk. Az α -klorofill mennyisége a zöld növényekben mintegy háromszorosa a β -klorofillétól.



A hemoglobin és a klorofill szerkezete (NATURLIFE nyomán)

A klorofill humánéletteni szerepe az antioxidáns hatása mellett a vörös véresejt képzésben van. A klorofill közepében található magnézium a zöldsővény emésztése során beépöl a szívizom anyagcsere folyamatába, a porfirin váz pedig a vörösvéresejt vastartalma köré épölve, felépít egy újabb vörös véresejtet. DELI (2016) a paprika klorofill tartalmának kutatása során megállapította, hogy a zölđ, még éretlen paprikabogyó igen gazdagon tartalmaz klorofillt. A vizsgált hat érési stádium során azonban csak négyben volt jelen klorofill. Megállapította, hogy amikor a paprikabogyó elérí piros szint, a zölđ klorofill eltűnik.

Karotinoidok	A paprika érési folyamata					
	zölđ	halvány-zölđ	barnás-vörös	barna	piros	bordó
klorofill (mg/100g)	41,6	42,6	28,8	4,4	0	0
összes karotinoidok (mg/100g)	19,6	33,5	64,7	230,6	542,9	1297,1
bordó karotinoidok (mg/100g)	4,7	17,0	31,1	49,8	44,2	51,4

PTE ÁOK FARMAKOGNÓZIAI INTÉZET

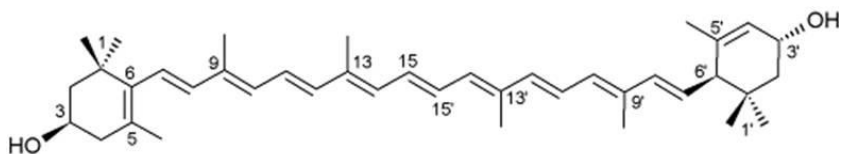
❖ Lutein $C_{40}H_{56}O_2$

Alacsony koncentrációban sárgaszínű, magasabb koncentráció esetén halvány piros színű, könnyen kristályosítható xantofill. Vízen nem, de zsírokban, olajokban és alkoholban jól oldódik. Moláris tömege 568,871 g/mol, olvadáspontja 190 °C. A zöldségvényekben a kékszínű fény adszorpciójáért felelős anyag. A fűszer- és a chili paprikákban igen magas koncentrációban van jelen, de valamennyi Capsicum fajban megtalálható. Az érett hazai fűszer-, és étkezési paprikák, színüktől függetlenül gazdag lutein források.

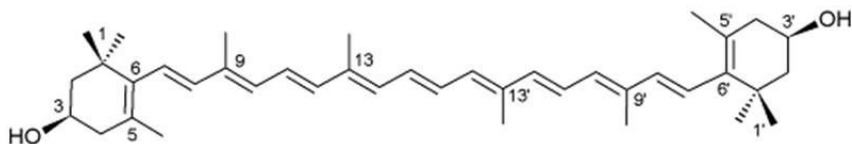
A lutein RDA értéke egy felnőtt ember számára 20 mg/nap. A lutein az erős, ibolyán túli fénysugarak ellen, a retinán található sárgafoltban látja el szemünk védelmét. Elnyeli a foto-oxidatív hatású kékszínű fényt. Fontos szerepe van az időskori makula-degeneráció kialakulásának gátlásában, de már gyermekkorban is nélkülözhetetlen az éleslátás kialakulásáért. Humánéletteni jelentősége a szabadgyökök elleni erős antioxidáns hatásában is megnyilvánul. Az élelmiszeriparban (E161b) elnevezésű természetes színezőanyag.

❖ Zeaxantin $C_{40}H_{56}O_2$

A zeaxantin az egyik leggyakoribb sárgaszínű xantofill, amely a természetben megtalálható. Nevét a kukorica *Zea mays* latin elnevezéséből származtathatjuk. Moláris tömege 568,88 g/mol, olvadáspontja 215,5 °C. Biokémiai szerepe és humánélettani hatásai hasonlóak a luteinéhez. A zöld növényekben az erős fénybesugárzás ellen védelmi funkciót lát el, ugyanakkor az általa elnyelt fényenergiát továbbítja a klorofillnek. Szemünkben a zeaxantin a luteinnel együtt a sárgafoltot alkotják a retinában.



lutein



zeaxantin

❖ **Anteraxantin** $C_{40}H_{56}O_3$

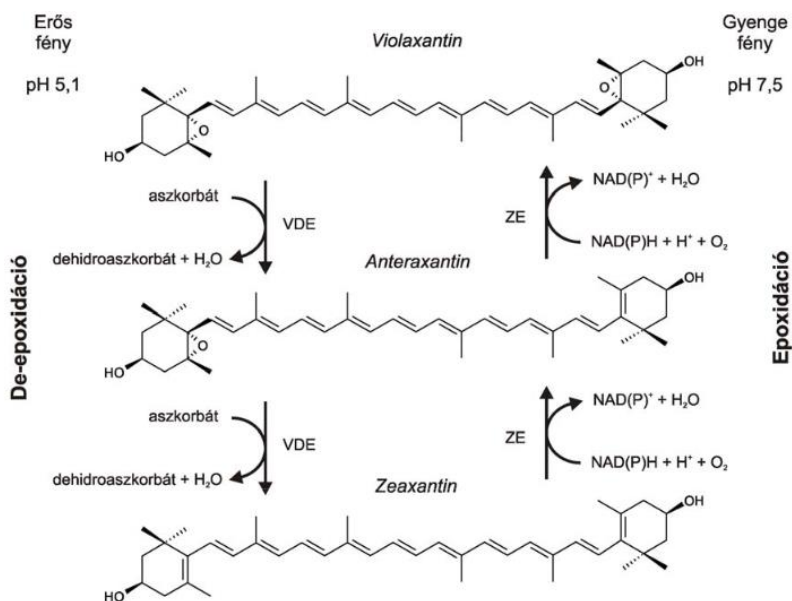
A fotoszintetizáló növényekben termelődő sárgaszínű xantofill, kiegészítő vagy járulékos pigment. A virágpór (pollen) fő karotinoid komponense. Vízen nem, de zsírokban, olajokban és alkoholban jól oldódik. Moláris tömege $584,89 \text{ g/mol}^{-1}$. Leginkább kristályos formában fordul elő. A zöld növényekben, a veszélyes nem fotokémiai hő elvezetésére szolgál. Az anteraxantin a violaxantin részlegesen epoxidált formája. A violaxantin két epoxid-csoportjának egyikét eltávolítják a kémiai szerkezettől az antheraxantin előállítására. A legtöbb érett paprikabogyóban megtalálható.

❖ **Violaxantin** $C_{40}H_{56}O_4$

Narancssárga színű, természetes xantofill, mely cisz-izomerjei az árvácska szíromlevelében, valamint a narancs héjában is fő komponensek. A legtöbb Capsicum nemzetségbe tartozó paprika terméseiben megtalálható, érésstádiumtól függetlenül. Moláris tömege $600,85 \text{ g/mol}$, olvadáspontja $200 \text{ }^\circ\text{C}$. A kloroplasztisz fotoprotektív folyamatában (xantofill ciklus), erős fénysugárzás hatására az anteraxantin közbeiktatásával zeaxantinná alakul. Ezzel

védi a klorofillt a veszélyes többlet fényhatástól. A többlet fényenergiát hőenergia formájában hasznosítja. Enyhébb fényhatásnál a zeaxantin visszaformálódik violaxantinná. Növényélettani szerepe a látható fény okozta stressz kivédésében valósul meg.

A violaxantint ipari módszerekkel előállítva számos országban élelmiszer színezőanyagként (E161e) is alkalmazzák. Az EU-ban nem engedélyezett!



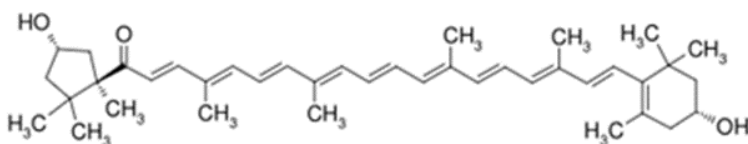
A xantofill ciklus komponensei (BAJKÁN nyomán)

❖ β -kriptoxantin $C_{40}H_{56}O$

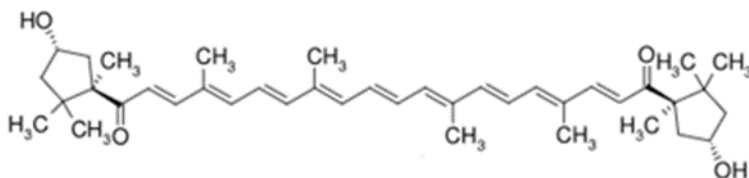
Piros színű, a *Capsicum* nemzetség valamennyi fájában, azok fajtáiban megtalálható természetes xantofill. Szerkezetét tekintve a β -karotinhoz áll legközelebb, mindössze egyetlen OH-csoporttal különböznek. Moláris tömege 552,85 g/mol, olvadáspontja 169 °C. Vízben nem, de kloroformban, benzolban piridinben és széndiszulfidban jól oldódik. Humánéletteni szempontból az A-vitamin provitaminja. A májban retinollá történő átalakulása után a szabadgyökök megkötésében fejt ki antioxidáns hatását. Élelmiszer színezőanyagként (E161c) is alkalmazzák. A β -kriptoxantin piros színe ellenére az éretlen zöld paprikában is megtalálható. A klorofill eltűnésével a kriptoxantin koncentrációja az éréssel egyenes arányban növekszik. Az érett sárga és narancssárgaszínű paprikabogyókban az α - és a β -kriptoxantin egyaránt megtalálható. CHOLNOKY (1959) a sárga szentesi paradicsomalakú paprikából izolálta, majd szerkezetét is igazolta az α -kriptoxantin karotinoidnak. Ugyanezen kutatásai során a piros színű szentesi paradicsompaprikában egy másik piros festékanyagot találtak, a β -kriptoxantint. BURRI (2015) állat- és emberkísérletei igazolták, hogy a kriptoxantint tartalmazó zöldek gazdagabb A-vitamin források, mint a β -karotin.

❖ Kapszorubin $C_{40}H_{56}O_3$

A paprikabogyóban a kapszorubin a kapszantinnal együtt termelődő piros színű természetes xantofill. Az érett paprikabogyó második legfontosabb karotinoidja. Önállóan egyes virágok szirmleveleiben is megtalálható, de előfordul a Liliaceae családba tartozó növényekben is. Moláris tömege $1,016 \text{ g/cm}^{-3}$, olvadáspontja $201 \text{ }^\circ\text{C}$. Növényélettani szerepe a látható fény elnyelésében van, amely gazdag piros színt ad a kapszorubinnak. Vízben egyáltalán nem, benzolban és éterben kevésbé, alkoholban és acetonban jól oldódik. Élelmiszer színezőanyagként (E161c) is alkalmazzák. Erős antioxidáns hatással bír.



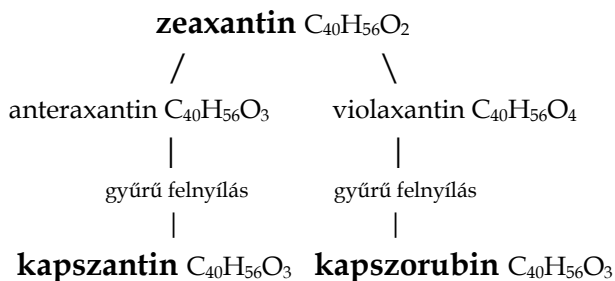
kapszantin



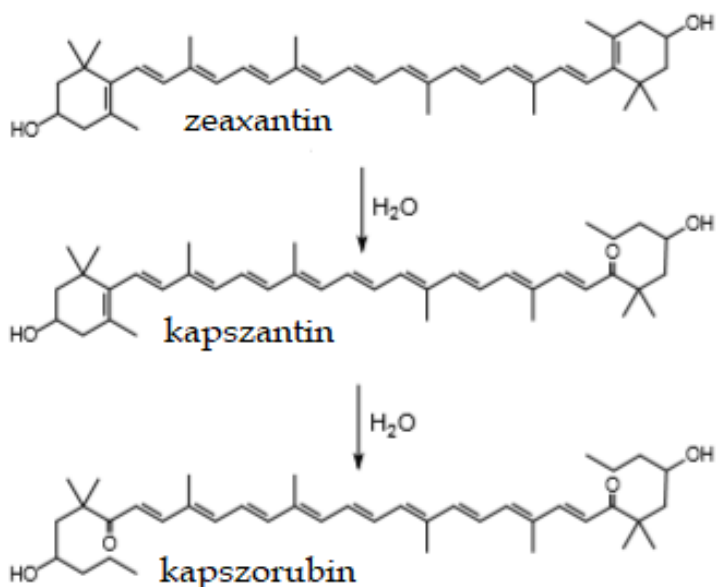
kapszorubin

❖ **Kapszantin** C₄₀H₅₆O₃

Mélyvörös színű xantofill, az érett paprikabogyó legfontosabb karotinoidja. Valamennyi Capsicum nemzetségbe tartozó piros színben érő paprika termésében megtalálható. Moláris tömege 584,871 g/mol, olvadáspontja 176 °C. Kémiai szerkezetét tekintve a xantofillek közé tartozik. Keletkezése a paprikabogyó érése során a zeaxantinból vezethető le. Zeichmeister és Cholnoky (1931) az érett paprikabogyók festékanyagainak kutatását követően megállapították, hogy az érés során a zeaxantin epoxidálásával anteraxantin keletkezik, majd a pirrolgyűrű felnyílásával kapszantin képződik. Ugyan ebben a folyamatban violaxantin is keletkezik, melyből a kapszorubin képződik. E két festékanyag a legmeghatározóbb xantofill például a fűszerpaprika minőségében.



A paprikabogyóban az érés során az etilén hormon termelődése indítja el a piros színű karotinoidok fejlődését, képződését. Ugyanakkor ZEICHMEISTER ÉS CHOLNOKY (1931) azt is megállapította, hogy a gyűrű felnyílása vízaddíció segítségével történik. Ezzel is magyarázható a betakarítás előtti bordó színeződés jelensége, melyet például a fűszerpaprika termesztése során az ún. színező öntözéssel érhetünk el.



A karotinoidokról szóló publikációjában MOLNÁR (2012-2013) feltárta, hogy a zöldségek és gyümölcsök gazdagon tartalmazzák a legfontosabb karotinoid anyagokat, melyek többek között csökkentik a szem daganatos megbetegedéseinek kockázatát. Munkájában az is bizonyítást nyert, hogy a β -karotin daganatellenes és az egyéb szembetegségek kialakulásának gátló, illetve az A-vitamin képző hatása függetlenek egymástól. A kézirat azt is bizonyítja, hogy szervezetünkben mindössze 20 különböző karotinoid szívódik fel. Ezek daganatellenes hatása lényegesen erősebb, ha együtt veszi fel a szervezet (vagy együtt adagolják), mintha ezekből csak egyet-egyed alkalmaznak. Az emberi szervezetben előforduló karotinoidok összes mennyisége alig 100-150 mg. 80-85 % a zsírszövetben, 8-12 % a májban, 2-3 % a harántcsíktolt izomzatban, közel 1 % a pedig a vérérszumban fordul elő és fejt ki biológiai hatását. Az emberi vérérszumb fő karotinoidjai a β -karotin és α -karotin, β -kriptoxantin, likopin, lutein, zeaxantin és egyéb xantofillok, fitoin, fitofluin és a felsorolt vegyületek cisz (Z)-izomerjei. Metabolizmusuk a bél nyálkahártyájában, illetve a májban történik.

KRINSKY (2005) kutatásai szerint a karotinoidok megakadályozzák a lipidek oxidációját és antioxidáns hatást fejtenek ki a plazmában. Kioltják, inaktíválják a gerjesztett állapotú szinglet oxigént $^1\text{O}_2$. Antioxidáns hatást

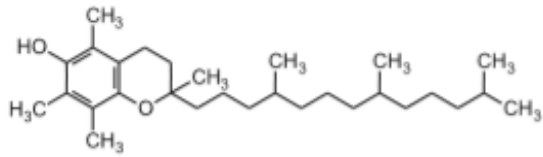
fejtenek ki a liposzómákban. Védőhatást fejtenek ki foto-oxidációs és gyökök által iniciált peroxidációs folyamatokkal szemben

A karotinoidok további kutatásai során PASHKOW (2008) által bizonyítást nyert az is, hogy a karotinoidok képesek beépülni a biológiai membránokba, mivel molekulájuk mérete szinte azonos a kettős rétegű membránok méretével. Az összes-transz karotinoidok stabilizáló hatást fejtenek ki a membránokra, képesek elektronok felvételére és leadására egyaránt. Ioncsatorna-blokkoló hatást fejtenek ki, amely lehetővé teszi, hogy terápiás szerként nyerjenek alkalmazást kardiovaszkuláris betegségek, oxidatív stressz, gyulladásos folyamatok és bizonyos daganatos betegségek megakadályozásában. A karotinoidok cisz-izomerjei is beépülhetnek a biológiai membránokba, biztosítva a membránok flexibilitását.

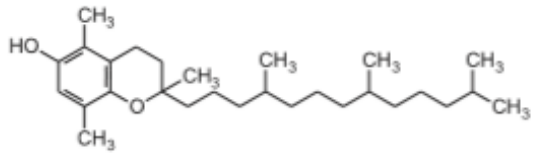
A laboratóriumi analíziseink azt bizonyították, hogy az érett paprika gazdag karotinforrás. Legtöbb paprikabogyó ideális mennyiségben tartalmazza az öt esszenciális karotint (*β -karotin, lutein, zeaxantin, likopin, kapszantin*).

❖ E-vitamin $C_{29}H_{50}O_2$ (tokoferol)

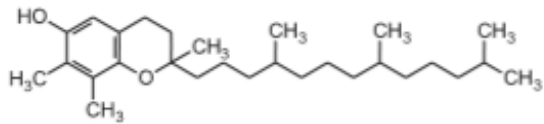
A tokoferol szó görög eredetű, jelentése „a gyermek születését elősegítő.” A tokoferol biokémiai és élettani hatásai 1922-ben EVANS ÉS BISHOP kutatásaik által váltak nyilvánossá, majd közérdekűvé. Munkájukban leírták, hogy zsírokban és növényi olajokban gazdag takarmánnyal etettek vemhes nőstény és hím patkányokat. A kísérleti állatok teljes egészséget mutattak, szaporodtak. Egy idő elteltével megvonták a takarmányból a zsírokat és a növényi olajokat. Kis idő elteltével a hím patkányok termékenytlenné váltak, a vemhes nőstényekben pedig elhaltak a magzatok. Ezt követően újra pótolták a zsírokat és a növényi olajokat, majd a szaporodási zavarok megszűntek. 1925-ben kimondták, hogy az anyag a növényi olajok alkotója, amely az E-vitamin elnevezést kapta. EVANS (1936) búzacsíraolaj kristályosított kivonatából megállapította, hogy az E-vitamin nem egy egységes anyag. Több vegyület alkotja. Ezeket α - és β -tokoferolnak nevezték el. Ezt követően húsz évig tartott az E-vitamin intenzív kutatása. Több növényi magvakból is vontak ki csíraolajokat, melyekből eltérő tokoferol vegyületeket azonosítottak. Jelenlegi ismereteink alapján azt állíthatjuk, hogy a tokoferol egy gyűjtőfogalom, amely több, de egymáshoz hasonló szerkezetű vegyületeket tartalmaz.



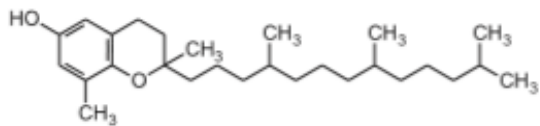
α -tokoferol



β -tokoferol



γ -tokoferol



δ -tokoferol

Ezeket a vegyületeket a *tokoferolok* és *tokotrienolok* nagy csoportjára oszthatjuk.

A tokoferol csoportba 7 konstrukciós izomer sorolható, de biokémiai jelentősége az α , β , γ és a δ -tokoferolnak jelentős. Hatékonyságát tekintve az α -tokoferol a legaktívabb. A β - és γ -tokoferolok hatékonysága ennek alig 50 %-a, a δ -tokoferol pedig csupán 1-3 %-a.

A tokotrienolok csoportjában ugyancsak 7 konstrukciós izomer keletkezése figyelhető meg, de ezek biológiai hatása lényegesen elmarad a tokoferolokétól.

A tokoferolok felszívódása szervezetünkben kizárólag passzív diffúzióval a belekből történik, alkohol formájában. KELEMEN (2014) munkájában kifejtette, hogy az A-D- és a K-vitaminok, valamint a β -karotin és a koleszterinek antagonistá hatással vannak az E-vitamin felszívódására. A bélsejtekbe abszorbeált E-vitamin a májba kerül, ahol nincs raktározása, de a szervezet a fölösleget mindig ide szállítja vissza. Az E-vitamin RDA értéke férfiak és nők esetében egyformán 12 mg. Az étkezési paprika E-vitamin tartalma igen alacsony, 0,2-2 mg/100g között mérhető. Ugyanakkor a paprikamag akár 30mg/100g α -tokoferolt is tartalmazhat. A fűszerpaprika őrleményekbe ezért rendszeresen beledaráljuk a magokat. Ez másrészt védi az őrleményt is az avasodástól.

Az E-vitamin humánéletteni hatása antioxidáns és membránvédő tulajdonságaiban nyilvánul meg. Reakcióba

lép az oxigén ($^1\text{O}_2$; OH; H_2O_2), a nitrogén (NO), valamint a kén (S-R) szabadgyökökkel. Ugyancsak reagál a zsírsavakból kilépő lipid-gyökökkel és lipid-peroxidokkal. Szervezetünkben gátolja a sejtmembránban és az extracelluláris térben lévő telítetlen zsírsavakat az avasodástól. Kedvező hatása van a vér erek falára tapadt zsírrészecskék bomlásában, ezáltal stabilizálja az ereket és a vérkeringést. Véralvadásgátló és értágító hatása ugyancsak jelentős.

„A vitaminok tápanyagok nélkül nem hasznosulnak, ezért nem helyettesítik az élelmiszereket.

A vitaminok az enzimrendszereink alkotórészei. Az anyagcserénket szabályozzák különböző enzimrendszereken keresztül. Akár 1 fajta vitamin hiánya is veszélyeztetheti a szervezetet!”

Earl Mindell

❖ **B₁-vitamin** C₁₂H₁₇N₄OS⁺ (tiamin)

A tiamin volt az első vitamin, melyet elsőként ismert fel a tudomány. A tio-amin az egyetlen kéntartalmú aminosav, melyet később B₁-vitaminnak neveztek el. A tiszta tiamin jellegzetes élesztőszagot áraszt. Vízen, alkoholban és glicerinben jól oldódik. Zsírokban és különböző olajokban viszont egyáltalán nem. Kristályos szerkezete higroszkópos jellegű. Moláris tömege 265,356 g/mol. Olvadáspontja 220 °C, ennél magasabb hőmérsékleten már bomlik. Igen hőérzékeny vegyület. Savas pH-n stabil, lúgos közegben ugyancsak bomlik. Mélyhűtés során viszont nem változik, így a mirelit paprika B₁-vitamin tartalma hosszú ideig változatlan marad. Szervezetünkben tiamin-pirofoszfát (TPP) formájában van jelen. Számos jelentős enzim koenzimje. Mennyisége általában 25-30 mg. Leginkább a szénhidrát hasznosító izmokban, a szívben, a májban, az agyban és a vesékben fordul elő. Az agy igényli legnagyobb mértékben a tiamint. Az élelmiszerekből szabad formában kerül az emésztőrendszerünkbe. A B₁-vitamin a vékonybél proximális szakaszában szívódik fel szaturációval vagy passzív diffúzióval. Az alkohol gátolja a felszívódását. A vérben a szérumfehérjékhez kötődve szállítódik az albuminhoz. Szervezetünk nem képes tárolni a tiamint, ezért a táplálékkal kell pótolnunk. A fölösleg nagyobb része a széklettel, kisebb hányada a vizelettel távozik. A B₁-

vitamin RDA értéke 20 µg/ testtömeg kg. Az étkezési paprika típusoknak általában 0,05 mg/ 100g a B₁-vitamin tartalmuk. A paprika tehát csak kielégítő tiamin forrás.

Egyes gyógyszerek gátolhatják a tiamin hatékonyságát. Például a gyomorsav lekötő (antacid) gyógyszerek gátolhatják a tiamin hatékonyságát, mivel lúgos közegben nem stabil. A vízajtó készítmények (diureticum) is befolyásolhatják a tiamin koncentrációját, hatásukra fokozódik a vizelettel történő ürülése.

A tiamin (B₁-vitamin) humánéletteni hatása a szervezetünk szénhidrátháztartásában, ezáltal a sejtek energiaellátásában kiemelkedő. Hiánya a szőlőcukor (glükóz) lebontásában, a lipid és az aminosav anyagcserében, valamint a mielintermelésben (idegsejtek működtetése) okoz zavarokat. Antioxidáns hatása nem számottevő, de védi a szervezetet a nikotin károsító hatásaitól.

Másodlagos tiamin hiányról akkor beszélhetünk, ha a táplálékkal bevitt mennyiség az emésztőrendszerből nem képes felszívódni vagy szervezetünk tiamin igénye megnőtt (*erős fizikai vagy szellemi igénybevétel, versenysport stb.*). A következő táblázat a B₁-vitamin napi szükségletét tartalmazza.

Életkor	B ₁ -vitamin szükséglet (mg/nap)	
	nő	férfi
félévesnél fiatalabb	0,3	
7-12 hónapos	0,5	
1-3 éves	0,7	
4-6 éves	0,9	
7-10 éves	1,2	
11-14 éves	1,3	1,4
15-18 éves	1,3	1,4
19-30 éves	1,3	1,4
31-60 éves	1,2	1,3
60 évnél idősebb	1,1	1,3
terhesség	1,5	-
szoptatás	1,6	-
menopausa	1,2	-
nehéz fizikai munka	-	2,0
dohányzás	1,4	1,4
alkoholfogyasztás	1,8	1,8
stressz	1,4	1,4

A fentiekből kiderül, hogy napi egy paprika fedezi egy gyerek tiamin szükségletét, ezért a paprikapüré beilleszthető a kisbabák, illetve a gyerekek étrendjébe. A felnőtt szervezet számára viszont a heti rendszerességgel fogyasztott étkezési paprika lehetne javasolt. A paprika folyamatos fogyasztása során sem léphet fel tiamin túladagolás!

❖ **B₂-vitamin** C₁₇H₂₀N₄O₆ (riboflavin)

Narancssárga színű széntartalmú vegyület. Több elnevezése is ismert. A riboflavin, riboflavinum és a B₂-vitamin azt jelöli, hogy a szervezet energiatermeléséért felelős vitaminok közé sorolható. A lactoflavin pedig, hogy az ember és az emlősállatok tejében is előfordul. A VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben *Riboflavinum* néven hivatalos.

A paprika riboflavin tartalma igen alacsony, bár a narancssárga és a zöldszerű paprikákban általában magasabb koncentrációban van jelen, mint a pirosban. Az étkezési paprika közölt B₂-vitamin tartalma 0,03-0,3 mg/100g. A javasolt RDA értéke 1-1,3 mg/nap. Az étkezési paprika tehát csak közepes B₂-vitamin forrás.

A riboflavin vízben kiválóan oldódó vitamin. Moláris tömege 376,36 g/mol, olvadáspontja 280 °C. Fényre érzékeny, a közvetlen napfényen elbomlik. Humánéletteni hatása elsősorban a zsírsavak, a fehérjék, illetve a szénhidrátok bontásában nyilvánul meg. Segíti a vas felszívódását, ezáltal elősegíti a vörös vörsejtek képződését. A szervezet nem raktározza, legnagyobb mennyiségben a máj dolgozza fel. A fölösleg a vizelettel ürül. Túladagolása nem jelent veszélyt! SCHNIUN (1989) a *Clinical Nutrition* folyóiratban közölt tanulmánya szerint a megemelkedett ribiflavin szint, 102 intenzív osztályon vizsgált beteg esetében jelentősen elősegítette a gyógyulást. A tanulmány

azt is közölte, hogy az alacsony B₂-vitaminszint viszont jelentősen emelte a halálozás kockázatát.

Az élelmiszeriparban bébiételek és gyümölcsitalok természetes színezőanyagként is alkalmazzák, riboflavin-5'-foszfát (E101a) néven. A B₂-vitamin a fejlődő gyermek szervezetének nélkülözhetetlen. A Capsicum nemzetségbe tartozó paprikák sajnos nem alkalmasak a szükséges mennyiség pótlására, de az étkezési paprika rendszeres fogyasztásával megakadályozhatjuk a B₂-vitamin betegséget okozó hiányát.

Életkor	B ₂ -vitamin szükséglet (mg/nap)	
	fiú	lány
félévesnél fiatalabb	0,3	
7-12 hónapos	0,4	
1-3 éves	0,5	
4-8 éves	0,6	
9-13 éves	0,9	
14-18 éves	1,3	1,0
19-nél idősebb	1,3	1,4

❖ **B₃-vitamin** C₆H₅NO₂ (niacin)

A niacin (nikotinsav) a B-vitaminok közé tartozó, de nem természetes vegyület. Laboratóriumi módszerrel állították elő a nikotin mesterséges oxidációjával. Több irodalomban ezért nikotinsav vitaminnak is nevezik. A B₃-vitamin is a szervezet energiatermeléséért felelős vitaminok közé sorolható. A VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben *Acidum nicotinicum* néven hivatalos. Moláris tömege 123,11 g/mol, olvadáspontja 236,6 °C. Vízben jól oldódik, a szervezetben könnyen felszívódó vitamin. Humánéletteni hatása a triglicidek és az LDL koleszterin csökkentésében nyilvánul meg. A niacin RDA értéke felnőtt férfiak esetében a napi minimális 16 mg, nők esetében 14 mg. Az étkezési paprika B₃-vitamin tartalma átlag 0,2 mg/100g. Az étkezési paprika tehát csak közepes B₃-vitamin forrás. Szervezetünk azonban maga is állít elő niacint triptofánból, amelyhez a növényi fehérjék (*kivéve a kukorica, mivel abból hiányzik a triptofán nevű aminosav*) fogyasztásával jutunk hozzá. GOLDBERGER (1926) mélyreható kutatásokat végzett, majd rájött, hogy niacin hiányában a bőr napsütötte felületén ún. pallegra (durva bőr) keletkezik. A tanulmány nemzetközi elismerésekben is a B₃-vitamin élettani fontosságát igazolta.

❖ **B₅-vitamin** C₉H₁₇NO₅ (pantoténsav)

Elnevezése a görög *panthoten* szóból ered, melynek jelentése a mindenhol, mindenütt arra is utalhat, hogy a pantoténsav vegyület a legtöbb humán élelemben fellelhető, ugyanakkor az emberi szervezet valamennyi sejtje számára esszenciális, nélkülözhetetlen. MCCOLLUM (1931) fedezte fel a vegyületet, akit ezt követően óriási népszerűség övezett a tudományos életben. A vitaminok sorrendjében a B₅-vitamin elnevezést kapta. A pantoténsav a pantoinsav és a β-alanin amidja. Szintetikus formája a kalcium-d-pantotenát. Moláris tömege 219,23 g/mol, olvadáspontja 183,8 °C. Vízben jól oldódik. Leginkább a májban, a tojásban, a gabonafélékben, a káposztafélékben, a mediterrán gyümölcsökben és egyes magvakban található magas koncentrációban. Az étkezési paprika B₅-vitamin tartalma átlag 0,2 mg/100g. A pantoténsav RDA értéke egy felnőtt dolgozó ember számára 8 mg/nap, melyet a napi változatos étrenddel fedezni tudjuk szervezetünk számára. A minimum szükséglet 2 mg/nap. Az étkezési paprika ebből a szempontból igen csekély B₅-vitamin forrás. A pantoténsan humánélettani hatása a zsírokból nyert energiaszolgáltatásban, valamint a mellékvese hormonok és az esszenciális neuromuszkuláris transzmitterek termelésében nyilvánul meg, a Coenzim-A legfőbb eleme. A fölösleget a vesék választják ki, majd a vizelettel ürül.

❖ **B₆-vitamin** C₈H₁₁NO₃ (piridoxin)

A B₆-vitamin valójában három egymáshoz hasonló tulajdonságú és szerkezetű vegyület. A *piridoxin*, a *piridoxál* és a *piridomamin* ún. koenzimek, melyek részt vesznek a fehérjék, a zsírok és a szénhidrátok bontásából nyert energianyerésben, valamint nélkülözhetetlen kofaktorok az aminosavanyagcserében. A B₆-vitamin mélyreható tanulmányozása GYÖRGY (1934) nevéhez fűződik. Kutatása során felismerte, hogy az élesztőből kivont anyag a patkányok bőrgyulladását nagymértékben gyógyítja, valamint az izmokban a glikogént glükózzá alakítja át. Ezt az anyagot B₆-vitaminnak nevezte el, melynek pontos kémiai szerkezetét kicsit később HARRIS ÉS FOLKERS 1939-ben közölték le. A piridoxin magas koncentrációban az élesztőben, a lazac húzában, a tojásban, a káposztafélékben és a dióban található. Az étkezési paprika B₆-vitamin tartalma 0,2-0,8 mg/100g. A B₆-vitamin RDA értéke egy felnőtt dolgozó ember esetében 1,4 mg/nap. Az ajánlott napi érték azonban országonként változó (pl.: USA 25 mg/nap, Ausztrália, Új-Zéland 50 mg/nap). A kaliforniai és a paradicsom alakú paprikák viszonylag jó piridoxin források. Rendszeres fogyasztásukkal fedezhető a szervezetünk B₆-vitamin alapszükséglete. A B₆-vitamin vízben jól oldódik, érdekessége, hogy szinte 100%-ban felszívódik a bélrendszerből.

❖ **B₇-vitamin** C₁₀H₁₆N₂O₃S (biotin)

H-vitamin néven is ismert kéntartalmú vegyület. Természetes formájában a májban, a barnarizsben, egyes gabonákban, a dióban, valamint a tojássárgájában is előfordul. Vízen jól oldódik, a szervezetben viszonylag rosszul hasznosul. A bevitt mennyiség alig fele. Az emésztőcsatorna bélfloájában szervezetünk képes a biotin előállítására, ezért magas koncentrációban történő pótlására nincs szükség. Humánéletteni hatása megegyező az előzőekben ismertetett B-vitaminokéval. A B₇-vitamin RDA értéke életkortól függően 1,3-1,7 mg/nap. Az étkezési paprikák biotintartalma igen alacsony, mindössze 0,001 mg/100g. Ebből a szempontból a paprika igen alacsony biotin forrásnak számít.

❖ **B₉-vitamin** C₁₉H₁₉N₇O₆ (folsav)

A folsav, más néven M-vitamin humánéletteni szerepe és hatása nagymértékben megegyező a biotinéval, azaz részt vesz a zsírok, a szénhidrátok és egyes fehérjék bontásában, ezáltal a szervezet energia-ellátásában. Leginkább a szerotonin hormon szintézisében nyilvánul meg, a redukált folsav koenzimként (*tetrahidrofolsav*) formában aktív néhány esszenciális aminosav, egyes

porfirinek és nukleinsavak (DNS) metabolizmusában. A biotin kutatásokat WILLS (1930) kezdte el, a spenót leveleinek vizsgálatával. A folsav ebből a levélzöldség latin *folium* szóból ered. Az anyag kristályos szerkezetét STOCKSTAD 1943-ban szintetizálta, ezt követően a B₉-vitamin elnevezést kapta. Vízen jól oldódik, a szervezetben zavartalanul szívódik fel. Természetes formájában a májban, a levélzöldekben, a gabonafélékben és a szójában található magas koncentrációban. Szervezetünkben a bélbolyhok kis mennyiségben képesek a folsav szintézisére. Moláris tömege 441,4 g/mol, olvadáspontja 250 °C. A B₉-vitamin RDA értéke életkortól függően 0,2 mg/nap, terhesség előtt max. 15 mg/nap. Az étkezési paprikák folsavtartalma igen alacsony, mindössze 0,001 mg/100g. Ebből a szempontból a paprika igen alacsony folsav forrás.

„Mindenhol vannak rákkeltő dolgok, még az életben maradásunkhoz nélkülözhetetlen anyagokban is. Csak mert valami természetes, az nem jelenti azt, hogy korlátlan mennyiségben fogyaszthatjuk vagy használhatjuk fel, és nem kell káros egészségügyi hatásuktól tartanunk.”

M. F. Holick

- Az ásványi anyagok

A paprika vitamintartalma mellett, a nutriensek nagy csoportjába tartozó ásványi anyagok is jelentős helyet foglalnak el a Capsicum nemzetségbe tartozó fajok, illetve azok fajtáinak a terméseiben. Az ásványi anyagok élettani hatásait már a középkorban is felismerték, de a rendszertani csoportosításukat a modern tudomány fektette le. Ezek alapján a *makroelemek* csoportjának nevezték el azokat az ásványi anyagokat, amelyek szervezetünkben 0,005 %-nál nagyobb mennyiségben vannak jelen. Az ennél kisebb mennyiségű, de élettani hatásukat tekintve létfontosságú ásványi anyagokat pedig a *mikroelemek* csoportjába sorolták. A szervezet tökéletes biológiai egyensúlyához mindkét csoportba tartozó elemekre szükségünk van. Az ásványi anyagok hiányára és a szervezetünkben kimutatható hiánytünetek fontosságára LIEBIG (1832) az általa alapított „*Gyógyszerészeti Évkönyvek*” publikációiban mutatott rá először. Itt kell megjegyeznünk, hogy a növények ásványi anyag szükségleteinek kielégítésére ő ajánlotta először a műtrágyázás hasznosságát! Tehát, az ásványi anyagokat a paprika is, - mint minden más növény - nemcsak felveszi, hanem beépíti, raktározza, majd egy részüket bonyolult enzimális folyamatok útján átalakítja. Ezekkel a biokémiai folyamatokkal részletesen a növényélettan és az agrokémia tudomány foglalkozik.

Az ásványi anyagok humánéletteni szempontból rendkívül fontos szinergista szerepet töltenek be a vitaminok felszívódásában és azok hasznosulásában. Az ásványi anyagok kölcsönhatása nem mindig zavartalan. Egyes elemek gátolhatják a másik elem felszívódását. Ezt a jelenséget antagonistá hatásnak nevezzük! Az ásványi anyagok napi szükségletének meghatározására az orvostudomány (*gasztroenterológia*) természetesen hasonló ajánlott mennyiséget állított fel, mint a vitaminok RDA értékének esetében. Ugyanakkor, az orvostudomány az ásványi anyagokat más szempontból is rendszerezte. Biogén elemeknek, azaz olyan elemeknek tekinti, melyek atomjai részt vesznek a sejtek, a szervek, valamint a teljes élő szervezet felépítésében és működésében. A rendszertan alapján *elsődleges (organogén) biogén elemek* a szén, az oxigén, a hidrogén és a nitrogén. A *másodlagos biogén elemek* csoportját alkotja a nátrium, a kálium, a kalcium, a magnézium, a kén, a foszfor és a vas. A mindössze néhány ezrelék (μg) mennyiségben van szükségünk a *harmadlagos biogén elemekre*, melyek a mangán, a kobalt, a réz, a molibdén, a cink és a jód. A *negyedleges biogén elemek* a fluor, a bór, a szilícium, a titán, a króm, a nikkell, a bróm és az ón nem esszenciális ásványi anyagok az ember számára, de vitathatatlanul rendelkezhetnek terápiás hatással. A paprika csak az esszenciális, hasznosuló biogén elemeket tartalmazza!

❖ Kálium (K)

A kálium az alkálifémek csoportjába tartozó tápelem. A levegő oxigénjével reakcióba lépve gyorsan oxidálódik, ebből adódik, hogy a természetben leginkább a káliumsók fordulnak elő. A szervezetünk kálium igénye nagyban összefügg a nátriummal együtt lezajló ingerületátvitel (Na-K pumpa) mechanizmusával. Szervezetünk kálium igénye kiemelkedő! A kálium viszonylag könnyen felszívódik az emésztőcsatornából, de a túlzott sófogyasztás ezt akadályozhatja. A paprika termése gazdagon tartalmaz káliumot, érési állapottól függően 160-180 mg/100g. Ez a mennyiség csak egyharmada egy felnőtt ember kálium szükségletének. Ugyanakkor úgy véljük, hogy a paprika rendszeres fogyasztása fedezheti szervezetünk kálium alapszükségletét.

A növény K^+ -ion formájában veszi fel a talajból, majd a szénhidrátok, illetve a színanyagok kialakulásában szerepet játszó enzimek munkájában hasznosítja. Az étkezési paprikák a káliummal (K_2O) jól előkészített talajt kedvelik. A kálium felvételét azonban a talaj túlzott kalciumtartalma gátolja. Káliumhiány esetében a paprika csak halványabban színesedik, a bogyók bőrszövege mikrorepedésekre hajlamosabb, íze kevésbé lesz édes. A kálium a paprika számára esszenciális tápelem, ezért más elemmel nem pótolható!

❖ Foszfor (P)

A foszfor a nem fémek csoportjába tartozó biogén elem. Az elemet a világon először BRAND (1669) vizeletből állította elő. A természetben a foszfor az apatitokban és a foszfátközetekben fordul elő leggyakrabban. Több módosulata is ismert, a fehér, a vörös és a fekete foszfor. Az élő szervezetekben, így a növényekben is ATP és/vagy ADP formájában energiaszolgáltató szerves foszfát molekula. A sejtmagvakban az RNS és a DNS alkotója. Legnagyobb mennyiségben mégis szerves foszforsó formájában a csontvázban és a fogakban található, leginkább a kalcium beépülését segíti elő. A magnézium és a vas viszont gátolja a foszfor felszívódását. Az étkezési paprika termésének foszfortartalma viszonylag alacsony, 30-40 mg/100g. Ez a mennyiség még egy csecsemő foszforigényét sem elégíti ki, ezért a paprikát nem tekinthetjük kielégítő, természetes foszfor forrásnak.

A paprika a gyökeresedésekor, a virágzása során, valamint a magvak kialakulásának idején igen nagy mennyiségben igényli a foszfort. A foszfor a talajban és ahhoz hasonlóan a műtrágyákban is, P_2O_5 formában van jelen. A növény ortofoszfát $H_2PO_4^-$ -ionként hasznosítja. A savanyú pH gátolja a foszfor felvételét és hasznosulását a talajból. Hiányában a paprika a termését elrúgja!

❖ Kalcium (Ca)

A kalcium puha szerkezetű, ezüstszínű alkáliföldfém. Halmazállapota szilárd, a levegő oxigénjével hevesen reagál, ezért a természetben csak vegyületei fordulnak elő. Vízben nem oldódik csak CO₂ jelenlétében. Az elemet DAVY (1808) brit kémikus állította elő hidrolízissel. A kalcium primer forrásai a kalcit, az argonit és a gipsz. A gipsz az üledékes kőzetek különleges ásványa, melyet a paprikatermesztés során a talajok közömbösítésére, illetve természetes kalciumpótlásra használnak. A talajok kalciumtartalma kontinensenként változó, ennek fő oka a kalcium könnyű kimosódása. A paprika géncentrumában, a trópusokon a legcsekélyebb a talaj kalciumtartalma. Az Európában nemesített étkezési paprikák kalcium igénye aránylag nagy és folytonos. Ezért, az intenzív termesztésbe vont étkezési paprikák bogyóin könnyen kialakul a kalciumhiány tünete az ún. csúcsrothadás. TAKAHASHI (1999) kutatásai bizonyították, hogy a Ca²⁺-ion koncentrációja a paprika sejtjein belül viszonylag alacsony, a környezet kalcium koncentrációjának mindössze 1/100-ad része. A talajban CaCO₃ formájában van jelen, a növény Ca²⁺-ionként tudja hasznosítani. A savanyú pH és a kálium túlzott mennyisége nehezíti az elem felvételét. A kalcium áramlása a paprikában egyirányú, a xilémekben könnyen szállítódnak, de a floémába általában nem jutnak át. A

kalcium ionok a paprika hajtásrendszerének ágvillaiban könnyen lerakódnak. WIERSUM (1966) végig kísérte a kalcium áramlását a paprikában, majd megállapította, hogy a kalcium ionok mennyisége a floémból történő visszashállításának a gyökérzetbe, a fiatal hajtásokba és a frissen kifejlődött levelekbe olyan csekély, hogy annak már nincs növényélettani jelentősége. A paprikák termésének kalciumtartalma rendkívül változó. Talán az étkezési paprika alakkörök rendelkeznek a leggazdagabb kalciumtartalommal. LANTOS (2011) a paprika kalciumigényéről közzétett disszertációjában több paprikatípus kalciumtartalmát vizsgálta. Közlése szerint a termések nedves tömegében mért kalciumtartalom 14-15 mg/100g, míg a paprika szárazanyagának kalciumtartalma elérte a 80-120 mg/100g mennyiséget.

Szervezetünk a kalciumot nem állítja elő, nem emészt meg, nem nyer belőle belső energiát, de minden sejtben megtalálható, nélkülözhetetlen stabilizáló elem. Pótolni csak a táplálékunkkal tudjuk. A paprikából viszonylag kevés kalcium szívódik fel a vékonybélben, ebből a szempontból a paprika igen csekély kalciumforrás. A szervezetünk kalciumigénye talán gyermek- és kamaszkorban, valamint a várandós anyák esetében a legintenzívebb. Egy felnőtt, dolgozó ember napi kalcium szükséglete 800-1000 mg/nap. Kiválasztásában az epe, a vesék, a bélnedvek és az izzadságmirigyek, valamint a vér

játszik szerepet. A főleg a széklettel ürül. A kalcium a foszforral a csontszövetekbe beépülve hasznosul, de más fontos biokémiai szerepet is betölt. Az emberi szervezet kalciumigényére vonatkozó adatok kontinensenként eltérők lehetnek. Valójában minden embertípus más kalciumigénnyel adaptálódott a környezetéhez. A következő táblázat a WHO (*Food and Agriculture Organization, World Health Organization*) ajánlását közli.

Életkor	Ajánlott kalcium bevitel (mg/nap)	
	férfi	nő
0-6 hónapos	400	
7-12 hónapos	400	
1-3 éves	500	
4-6 éves	600	
7-9 éves	700	
10-18 éves	1300	1000
várandós nők	-	1200
menopauza után	-	1300
65 éves korig	1000	1000
65 év felett	1300	1300

❖ Magnézium (Mg)

A magnézium az alkáli földfémek közé tartozó ezüstfehér színű könnyűfém. A természetben ásványaiban fordul elő, mint például a *magnezit* és a *dolomit*. Vizes oldatában vagy a természetben keletkező ásványvizekben Mg^{2+} -ion formájában található. A tiszta magnéziumot DAVY 1808-ban állította elő. A paprika a hidratált magnézium-szulfátot, a keserűsót $MgSO_4$ kiválóan hasznosítja. A magnézium a klorofill központi fématomja, így a zöldpaprika rendkívül sok magnéziumot tartalmaz. Ugyanakkor a paprikabogyó érése, színeződése során a klorofill eltűnik, ezért a piros vagy narancssárga színű paprika magnéziumtartalma már kevesebb. Mivel szervezetünk képtelen a magnézium szintetizálására, ezért azt a táplálékunkkal kell pótolni. A zöldpaprika ebből a szempontból kiváló napi magnéziumforrás. Az étkezési paprika típusok érési állapotától függően, általában 12-20 mg/100g magnéziumot tartalmaznak.

A magnézium legtöbb sejtünkben megtalálható. Humánéletteni hatása a sejtfal védelmében, a váz- és a szívizom anyagcseréjében, valamint több enzim munkájának koordinálásában nyilvánul meg. A kalcium a B₆- az A- és a D-vitaminok segítik a magnézium felszívódását. A fölösleget a vese választja ki, majd a vizelettel ürül.

❖ Nátrium (Na)

A nátrium az alkálifémek csoportjába tartozó ezüstös színű, lágy, igen reakcióképes könnyűfém. A heves reakcióképessége miatt a természetben csak vegyületeiben fordul elő. Számos ásványban megtalálható, mint például a *szodalit*, a földpátok vagy a legismertebb kősó. A Föld tömegének mintegy 2,6%-át adja, így a hatodik leggyakrabban előforduló elem. Az elemi nátriumot először 1807-ben DAVY állította elő nátrium-hidroxid elektrolízisével. A zöldségkertészetben a marónátront vagy nátrium-hidroxidot (NaOH) például a paprika magjainak vírusmentesítésére használjuk, azaz csávázzuk. A paprika nátriumszükséglete viszonylag kevés. A tápoldatok sókoncentrációja, EC értéke nem haladhatja meg a 2-2,5 mS/cm értéket a paprika hajtatása során. A bogyók nátriumtartalma viszonylag alacsony, 3-4 mg/100g. Ez a mennyiség ugyanakkor hozzájárul a paprikában termelődő C-vitamin felszívódásához. A nátriumnak ebből a szempontból esszenciális (nélkülözhetetlen) szerepe van!

A Na^+ -ionok a sejten kívüli ún. extracelluláris térben találhatóak. Mennyiségüket számos hormon szabályozza. Kisebb részben a belekben, nagyobb hányadában a vesékben választódik ki, majd a fölösleg a vizelettel ürül. A paprika nátriumtartalma nem okozhat túlzott bevitelt! A vér nátrium normálértéke 135-150 mmol/l.

❖ Vas (Fe)

A vas szürkésfehér színű fém. A vas az oxigénnel, a savakkal gyorsan reakcióba lép, lúgokkal viszont nem reagál. A vas földi előfordulását sokkal inkább a meteoritvassal lehet összefüggésbe hozni, mivel az elemi vas a természetben nem található. A paprika a vasat Fe^{2+} ; Fe^{3+} -ion vagy szerves vegyületek ún. vaskelátok formájában veszi fel. Növényélettani hatása a légzés folyamatában és a fotoszintézisben jelentős. Jelen van a vastartalmú növényi enzimekben, valamint a klorofill szintézisben. A termőtalaj általában mindig tartalmaz elegendő vasat, amely az ásványok kristályrácsaiban található. A savanyú talajokban a Fe^{3+} -ionok nagyobb koncentrációban vannak jelen. A Fe^{2+} -ionok pedig a semleges pH érték közelében csapódnak ki, vas-hidroxid formájában. A lúgos kémhatású talajokból mindkét forma kicsapódik. A paprika vastartalma a klorofill kialakulását követően csökken. SZALAI (1974) növényélettani kutatásai bizonyították, hogy a klorofill központjában kezdetben mindig vas található, majd a növény magnézium transzportjának köszönhetően cserélődik ki a vas magnéziumra. Az érett étkezési paprika termésében megközelítőleg 0,4 mg/100g vas található.

Egy felnőtt emberi szervezet mintegy 4-5 g vasat tartalmaz, melynek túlnyomó része a hemoglobinhoz

(vörös vérsejt), illetve a myoglobinhoz (a gerincesek izomszövetében található oxigénkötő fehérje) kapcsolódik. A fennmaradó rész a májban és a csontokban található. Szervezetünk nem képes a vas előállítására, ezért azt a táplálékunkkal kell pótolni. Sajnos a vas felszívódása, ún. biohasznosulása rendkívül nehézkes. Az ásványi anyagok közül a kalcium és annak oxalát sói gátolják a vas bélrendszerből történő felszívódását, azaz antagonistá hatással van rá. Átlag napi 14 mg, táplálékkal történő vas bevitelre lenne egy felnőtt szervezetnek szüksége. A zöld levélzöltségek (spenót, sóska) és a cékla kiváló vasforrásnak tekinthetők, ettől függetlenül a vegetáriánusok között gyakran alakulhat ki a szervezetükben vashiány. A zöld paprika sajnos csak a csekély vasforrás kategóriába sorolható, de a paprikában található magasértékű C-vitamin viszont elősegíti a vas hasznosulását. A paprikához közelálló rokon zöltség a paradicsom (*Lycopersicon esculentum* Mill.), az egyik legjobb növényi vasforrás. Nyers vagy szárított formában is közel 9 mg/100g vasat tartalmaz.

Az étkezési paprika fogyasztása tehát, leginkább más táplálék vastartalmának a felszívódásához és annak hasznosulásához járul hozzá.

❖ Cink (Zn)

A cink a különös tulajdonságú átmenetifém. A természetben a cink öt stabil izotópból áll. Ásványaiban *szfalerit* (ZnS), *β-cinkszulfid* (β -ZnS), *cinkit* (ZnO), *smithsonit* (ZnCO₃), *hermimorfit* [Zn₃SiO₇·Zn(OH)₂·H₂O] és *willemit* (Zn₂SiO₄) formában található. A cink a termőtalajban az alumínium- és vas-oxidokhoz, illetve az agyagásványokhoz kötött, a növények elsősorban a vízdoldható és könnyen kicserélhető formáit tudják felvenni, majd számos enzim (a *hidrolázok*, a *transzferázok*, az *amino-peptidáz*, a *karboxi-peptidáz A*, a *karboxi-peptidáz B*, a *szénsav dehidrogenáz* és a *glükóz-6-foszfát izomeráz*) munkáját szabályozza. Tehát, a cink növényélettani és biológiai szerepe, mint enzim-aktivátor és mint szerkezetátalakító ion valósul meg.

Humánélettani szempontból a cinknek egyrészt a sejteket határoló hártájának, azaz a sejtmembrán védelmének fenntartásában van. Másrészt a szaporodásbiológia területén a cink az egészséges spermiumok kialakulását direkt módon szabályozza. A paprika Zn²⁺-ion formájában veszi fel az elemet. Az étkezési paprika alakkörbe tartozó fajták cinktartalma átlag 0,2 mg/100g. KÓNYA szerint az internetes weboldalon közzétett publikációjában, a gyermekeknek napi 3-10 mg, felnőtteknek napi 15 mg cink bevitelére van szükségük az egészség megőrzéséhez. A paprika tehát csak igen csekély cinkforrásnak tekinthető.

❖ Réz (Cu)

A réz vörös színű, puha fém. A természetben főként szulfidjai fordulnak elő, de megtalálható oxidos, arzenidos, kloridos és karbonátos ércekben is. Vegyületei mérgezők, de nyomelemként, egyes enzimek működéséhez alapvető fontosságú. A réz a fotoszintézisben, a szénhidrát- és fehérjeszintézisben, a légzési folyamatokban, valamint a növekedésben résztvevő enzimek alkotórészeként fejt ki növényélettani szerepét. A paprika Cu^{2+} - ionként veszi fel a talajból, de a vas, a mangán és cink antagonistája a réznek. A paprikák réztartalma viszonylag csekély, mintegy 0,5 mg/100g. A napi réz szükségletünk 1 mg, a gyermekeknek ennek alig fele. Tehát, a rendszeres paprika fogyasztás fedezheti a szervezetünk réz alapszükségletét.

A réz humánélettani hatása elsősorban a kötőszövet képződésében, valamint a csontnövekedésben nyilvánul meg, mivel a kötőszövetben a kollagén és az elasztán kialakulásában is részt vesz. A az izomzatban, nagyobb mennyiségek található a májban, az agyban, a szívben és vesékben, valamint a csontrendszerben. Ezen felül számos oxidoreduktáz alkotórésze, azaz olyan enzimeké, amelyek katalizátorként működnek a redoxireakciókban. A réz fungicid (gombaölő) és baktericid (baktérium pusztító) hatással is rendelkezik.

❖ Mangán (Mn)

A mangán növény- és humánbiológiai szempontból is egy igen értékes, az átmenetifémek csoportjába tartozó mágnesszerű fém. A természetben rendkívül ritkán fordul elő elemi formájában. Az elemet KAIM (1770) kutatásaiban ismerte meg a tudomány, habár egyéb területeken a mangán felhasználása már az ókorban is ismert volt. A *manganesia* tudományos meghatározása mégis a svéd GAHN (1774) nevéhez fűződik, aki a piroluzit (MnO_2) ásvány redukálásával állította elő a tiszta elemet, majd mangán néven került be az elemek periódusos rendszerébe. A mangán vízben jól oldódik, a paprika a Mn^{2+} -ionok formájában veszik fel, majd beépül a növény fotoszintézisének folyamatába. A II. fotorendszerben részt vesz a víz oxidációjában és az oxigén termelésében. A mangán kedvezően hat a paprika szénhidrátjainak (*glükóz, fruktóz*) képződésére, ugyanakkor növeli a zöldségnövények, így a paprikák C-vitamin tartalmát is. A paprika mangántartalma elenyésző, alig haladja meg a 0,07 mg/100g mennyiséget. Szervezetünk javasolt napi mangánszükséglete legalább 1 mg, mivel központi szerepet tölt be a citromsav-ciklus szabályozásában, e mellett a *szuperoxid-dizmutáz* enzim létrehozásával, mint antioxidáns védi az RNS és a DNS épségét.

- A paprika fehérjetartalma

A fehérjék biológiai szerepe elsősorban a szervezet felépítésében és az energiaszolgáltatásban van. Fehérjékből épülnek a fel például a hormonok, az enzimek, a nukleotidok és még számos nitrogéntartalmú molekulák. A fehérjék aminosavakból épülnek fel. Egy-egy fehérjemolekula (*makromolekula, nagymolekula*) néhány száz, vagy akár ezer aminosavból épülhet fel. A fehérjék szerkezetét az aminosavak kapcsolódási sorrendje, a biokémiai sajátosságait (*hormonok, enzimek stb.*) pedig a fehérjemolekula alakja határozza meg. A fehérjék összetétele: szénből, hidrogénből, nitrogénből, oxigénből áll, melyekhez járulhat kén és foszfor. Hozzávetőlegesen 50-55% szén, 20-25% oxigén, 15-18% nitrogén, 6-7% hidrogén és 1-2% kén, illetve foszfor van a fehérjemolekulákban. Sok ezer CO-NH (peptid) kötésben egymáshoz kapcsolódó aminosav alkot egy fehérjemolekulát. A fehérjék lehetnek egyszerű fehérjék, ezek a proteinek, amelyek aminosavakra és kevés ammóniára bomlanak.

A fehérjék emésztése a gyomorban a pepszin enzimek munkájával kezdődik. A pepszin savas pH értéken lép működésbe, ezt a folyamatosan termelődő gyomorsav biztosítja (*denaturáció*). A részben emésztett fehérjék a gyomorból a vékonybélbe jutnak, ahol a kromotripszin, a

tripszin, a karboxipeptidáz A;B és az elasztáz enzimek végzik a fehérjék peptidekre és aminosavakra történő bontását (*hidrolízis*). A fehérjék hidrolízisét a proteázok végzik. Az aminosavak, a di- és tripeptidek (*transzporterek*) speciális szállító molekulák segítségével a vékonybélsejtekbe abszorbeálódnak, majd a szabad aminosavak a véráramba jutnak.

A zöldségekben előforduló fehérjék nem igazán a mennyiségi szempontok alapján fontosak, sokkal inkább a minőségük, azaz az aminosav összetételük alapján lehetnek érdekesek. Humántáplálkozásbiológiai értékük annál nagyobb, minél több esszenciális aminosavat tartalmaznak. Amennyiben a táplálékunk elegendő szénhidrátot tartalmaz, akkor a szervezetünknek nincs szüksége arra, hogy az aminosavakból származó glükózt szintetizáljon (*glukoneogenezis*). Ennek elkerülése érdekében a napi minimum fehérjeszükséglete WOLFE (2008) kutatásainak eredménye alapján napi 0,8 g/ testtömeg kg ajánlott. Ez a minimum érték, amely bevitele során nem következhet be testsúlyvesztés. A sportolók, illetve az aktív fizikai munkát végzők fehérjeigénye ennél lényegesen nagyobb, naponta legalább 1,4-2,0 g/testtömeg kg. Komplet fehérjének viszont csak az tekinthető, amelyben minden esszenciális aminosav megtalálható, tehát egyedüli fehérjeforrásként is elegendő (pl.: *tojás, hal, növényi és állati tej*).

A fehérjéket alkotó aminosavak	
glicin (GLY)	szerin (SER)
alanin (ALA)	treonin (THR)
valin (VAL)	cisztein (CYS)
leucin (LEU)	aszparagin (ASN)
izoleucin (ILE)	aszparaginsav (ASP)
metionin (MET)	glutaminsav (GLU)
fenilalanin (PHE)	tirozin (TYR)
triptofán (TRP)	lizin (LYZ)
prolin (PRO)	arginin (ARG)
glutamin (GLN)	hisztidin (HIS)

A vastagabb terméshúsú étkezési paprikák fehérjetartalma átlag 1g/100g. A növényi fehérjék általában alacsony aminosav tartalommal rendelkeznek. A paprika típusok fehérjéinek aminosav összetétele sem teljes, ezért nem tekinthetők teljes értékűeknek. A paprika típusok fehérjetartalmának biológiai értéke igen alacsony. *(A biológiai érték az a mérőszám, amely megmutatja, hogy mennyi épül be a szervezetet felépítő fehérjékbe az adott táplálékból. Mértékegysége: %).* Önmagában tehát a paprika, még a rendszeres fogyasztása során sem elégíti ki a szervezetünk fehérjeszükségletét.

- A paprika zsírtartalma

A zsírok az egyszerű lipidek csoportjába tartozó vegyületek, melyek természetes úton a növényi, állati és az emberi szervezetekben termelődnek. A zsírsavak és a glicerin vegyületei, illetve ezek kapcsolódásából jön létre. Fizikai tulajdonságait a zsírsavlánc hossza és telítettsége határozza meg. A zsírsavak 16-18 szénatomból álló szerves savak. A tiszta zsírok és olajok színtelenek és szagtalanok. Az emberi szervezet csak egyetlen kettőskötést (CH-CH) tartalmazó zsírsavat tud előállítani, de a *linolsav*, a *linolénsav*, valamint az *arachidonsav* bioszintézisére nem képes. Ezeket a táplálkozás útján kell bevinni a szervezetünkbe. Ezeket a zsírsavakat esszenciális zsírsavaknak nevezzük! A zsír elsődleges feladata az energiatárolás. Az ember és legtöbb emlős sok zsírt tud elraktározni, felhalmozni a szervezetében. Testtömegüknek akár 40-50%-át is. A zsírok hőszigetelő hatásuk révén elősegítik a szervezet állandó hőmérsékletének fenntartását, óv a hideghatástól. A zsírsavak bioszintézise szénhidrátokból (glükózból) a májban, a zsírszövetben, a tejtermelő emlő mirigyekben, a vesékben, valamint a sejtek citoplazmájában történik. A zsírok a szénhidrátok mellett a legfontosabb energiaforrásunk!

1 g zsír = 38,9 kJ; 1 g szénhidrát = 17,2 kJ; 1 g fehérje = 18 kJ

A zsírok a lipáz nevű enzim által történő bontása már a szájüregben megkezdődik. Ezt követően az epesavak apró cseppekké emulgeálják. Az enzimek a triglicerideket zsírsavakra, illetve mono-glicerid molekulákra bontják. A trigliceridek emésztését a hasnyálmirigy-lipáz végzi, amely a két szélső zsírsavat lehasítja a trigliceridekről. A folyamat végén zsírsav és 2-monoglicerid keletkezik. A rövid és középhosszú zsírsavakat tartalmazó zsírok közvetlenül a bélbolyhok vérereibe jutnak. A hosszú zsírsavláncokat tartalmazó trigliceridek, zsírcseppek formájában fehérjeburokba zárva a bélhámsejtekből a nyirokerekbe áramlanak. A zsírok tényleges emésztése tehát a vékonybélben, a lipáz enzimek hatására történik. Egy aktívan dolgozó felnőtt ember zsírigenye naponta 1g/testtömeg kg. Ezek lehetnek telített (pl.: *palmitinsav*, *sztearinsav*, *mirisztinsav*), illetve telítetlen zsírsavak (pl.: *olajsav*, *linolsav*, *linolénsav*). A zöldségnövények zsírtartalma általában elenyésző. A paprika is ezek közé a zöldségek közé tartozik. A teljes, biológiai érettségben lévő paprikabogyók általában 0,2-0,4 g/100g zsírt tartalmaznak. A *Capsicum* nemzetségbe tartozó fajok zsírösszetételének pontos meghatározása még hiányos. A tudományos közlemények eredményei leginkább a *Capsicum annum* fajra korlátozódnak. SORA (2015) és kutatócsoportja, munkájuk

során a *C. annuum* mellett, a *C. baccatum* var. *pendulum*, a *C. chinense* és a *C. frutescens* fajokba tartozó különböző paprikafajták terméseit vizsgálták. Megállapították, hogy összességében a paprikák zsírsavösszetételét legnagyobb részben a többszörösen telítetlen zsírsavak, majd a telített zsírsavak, illetve az egyszeresen telítetlen zsírsavak teszik ki. További vizsgálatokat végeztek a termések omega-6 (n-6) és az omega-3 (n-3) zsírsavak arányának kimutatására. Eredményeik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy az összes vizsgált piros, illetve narancssárga színű paprikák esetében az n-6 zsírsavak magasabb koncentrációban vannak jelen az n-3 zsírsavaknál. Táplálkozásbiológiai szempontból a narancssárga színű habanero típusok terméseinek zsírsavösszetételét találták legmegfelelőbbnek.

„A zsírszövetek inkább pénztárcának, mintsem betét- vagy nyugdíj-előtakarékossági számlának tekinthetők: folyamatosan zsírt teszünk beléjük, és zsírt veszünk ki belőlük”.

Gary Taubes

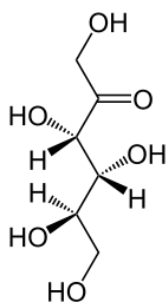
- A paprika szénhidrátartalma

A szénhidrátok vagy - a görög eredetű tudományos néven - szacharidok a növények által, a fotoszintézis során termelt szén,- oxigén- és hidrogéntartalmú szerves vegyületek. A szénhidrátok közé tartozik például a szőlőcukor (*glükóz*), a gyümölcs-cukor (*fruktóz*), a répacukor (*szacharóz*), a keményítő és a cellulóz is. Lefontosabb élettani szerepük, hogy energiát szolgáltatnak szervezetünknek, valamint a nukleinsavak a DNS és az RNS alapkövei. Az emberi táplálékkal bevitt energia legalább 50-70%-a szénhidrátokból származik. Leginkább a vázizomzat használja fel, de természetesen az agyszövetektől a legkisebb sejtekig alig találunk olyan biológiai egységeket, melyeknek ne lenne szükségük valamilyen szénhidrátra. A szénhidrátok tehát alap-tápanyagnak tekinthetők, de a szükséges mennyiségük életkortól és fizikai igénybevételtől változik. Az ajánlott mennyiségek általában a táplálék összes szénhidrátjainak függvényében értendők. Ezek alapján általában, csecsemőkorban 16-18g/ testtömeg kg, kisgyermekkorban 14-16g / testtömeg kg, 10 éves kortól 13-16 g/testtömeg kg, míg felnőttkorban már csak 5 g/ testtömeg kg szénhidrátra van szükségünk.

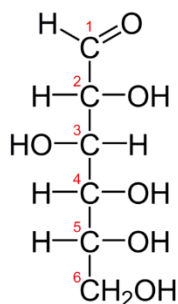
A szervezetünk a szénhidrátokat glikogén formájában raktározza a májban és a vázizomban. A táplálékkal bevitt glükóz elsősorban a máj „glikogén raktárait” tölti fel, majd

az innen kiáramló glükóz molekulák már az összes sejt számára elérhetővé válnak. A főleg a májban zsírsavvá alakul, majd trigliceridként kerül a vérkeringésbe. A szervezet aktív munkavégzése nélkül a trigliceridek zsírsejteként raktározódnak.

A paprika termésének szénhidrát mennyiségét a fruktóz- és a glükóztartalma határozza meg. Ezeket *monoszacharidoknak* tekintjük. A legegyszerűbb cukrok tartoznak ebbe a csoportba, melyek savas vagy enzimes lebontással sem bonthatók egyszerűbb cukormolekulákká. A legfontosabb monoszacharidok a szőlőcukor (*glükóz*) és a gyümölcscukor (*fruktóz*). A monoszacharidok nyílt láncú molekuláiban több alkoholos hidroxilcsoport és egy karbonilcsoport (oxocsoport) található. Ezért *polihidroxioxovegyületeknek* is nevezzük.



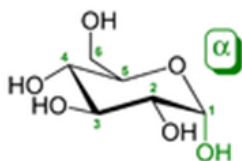
fruktóz



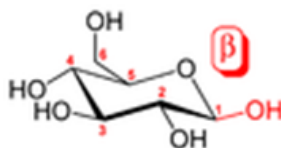
glükóz

❖ Glükóz $C_6H_{12}O_6$

Bioszintézise a széndioxidból CO_2 és vízből H_2O kiindulva a fotoszintézis során fényenergia felhasználásával történik a növényekben. Szerkezetét tekintve a glükóznak nyílt láncú és gyűrűs alakja is létezik. A nyílt láncú alakjának szerkezete hat szénatomos, elágazás nélküli lánc. Az 1-es szénatom egy formilcsoport része, a többi öt szénatomhoz egy-egy hidroxilcsoport kapcsolódik. A nyílt láncú glükóz négy aszimmetriás szénatomot tartalmaz. Más esetben a glükóz szerkezete gyűrűvé is záródhat. A gyűrűvé záródás következtében az eredetileg a formilcsoportot alkotó szénatom (1-es szénatom) is aszimmetriássá válik. Az ezen a szénatomon a gyűrűvé záródáskor kialakuló ún. glikozidos hidroxilcsoportnak kétféle térállása lehetséges, az α -D-glükóz és β -D-glükóz.



α -D-glükóz



β -D-glükóz

❖ Fruktóz $C_6H_{12}O_6$

Az egyik legédesebb „cukorféleség”. Természetes előfordulásában, a gyümölcsökben és a mézben található. Az emberi szervezetben a fruktóz csak nyomokban mérhető a vérben, a spermában és a magzatvízben. A paprikában található fruktóz az emberi szervezet számára könnyen emészthető szénhidrát. Lassabban emeli meg a vércukorszintet, mint a glükóz (*szőlőcukor*). A fruktózt az inzulintól függetlenül hasznosítja a szervezetünk. A májban viszont trigliceridekké, azaz zsírrá alakul, így növeli a szervezet zsírraktározását. A szénhidrátok bármilyen formában kerülnek is be a szervezetünkbe, legvégül glükózzá alakulnak. Emésztését a szacharáz enzim végzi.

*

A *Capsicum* nemzetségbe tartozó paprikatípusok fruktóztartalma, a paprika rendszeres fogyasztása esetén sem okoz élettani vagy emésztési zavarokat. LANTOS ÉS HELYES (2011) paradicsomalakú és kaliforniai típusú étkezési paprikák, majd ezek hibridjeinek szénhidrát tartalmát kutatták. A termések fruktóz- és glükóztartalmát szárazanyagra és nedves tömegre mérve vetítették ki.

Vizsgált paprikafajták	fruktóz (g/100g) szárazanyag	fruktóz (g/100g) nedv. tömeg	glükóz (g/100g) szárazanyag	glükóz (g/100g) nedv. tömeg
Szentesi PAZ	24,5	2,8	2,3	2,6
Torkál F ₁	24,1	3,4	24,4	3,4
Tokyo hibrid	24,5	2,6	21,8	2,3

Megállapították, hogy az érett paprikabogyókban a két szénhidrát mennyisége alig tért el egymástól a két típus, valamint azok hibridjeinek a terméseiben. A szénhidrátok koncentrációja azonban nem állandó, az érés állapotától jelentős mértékben változhat.

„A táplálékod legyen az orvosságod, és az orvosságod a táplálékod legyen”.

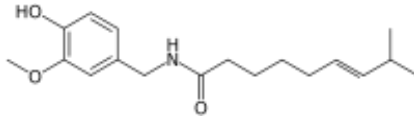
Hippokratész

- A paprika rosttartalma

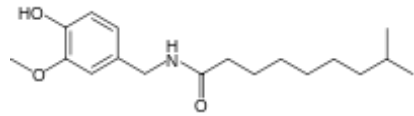
Az élelmi rostokat kizárólag növényi táplálékban, illetve növényi eredetű feldolgozott élelmiszerekben vizsgáljuk. A rost olyan heterogén növényi alkotó, amely ellenáll az emésztésnek, nem szívódik fel a vékonybélben, de nagyrészen vagy teljes mértékben fermentálódik (baktériumok által emésztődik) a vastagbélben. Energiát nem, vagy csak igen jelentéktelen mennyiségben szolgáltatnak. Táplálkozási szerepük mégis jelentős. Bőséges élelmi rost fogyasztása lazítja a széklet állagát, ezáltal könnyíti az ürítést, a méreganyagok, nitrátok kevesebb időt tartózkodnak a vastagbélben. Az élelmi rostok növelhetik a jóllakottság érzetét, ezáltal csökkenthetik a szénhidrátok, a fehérjék és a zsírok felvételét. Vannak olyan rostanyagok, melyek vízdékok (pektin, nem emészthető oligoszacharidok), míg mások nem oldódnak vízben (lignin, cellulóz, hemicellulóz). Szervezetünknek mindkét csoportba tartozó rostanyagokra szüksége van. A zöldségek és a gyümölcsök mindkét élelmi rostokban igen gazdagok. A paprikabogyó élelmi rostokban rendkívül gazdag zöldségnövényünk. FIGUEROLA (2005) kutatásai azt igazolták, hogy a zöldségek inkább vízdékok rostokat tartalmaznak. A paprika élelmi rosttartalma 3-4 g/100g. A javasolt napi rost bevitel felnőtteknek 15 g, gyermekeknek kortól függően 10-19 g.

- **Kapszaicin** $C_{18}H_{27}NO_3$

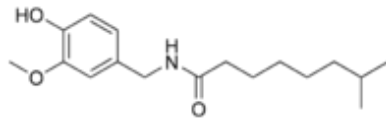
A kapszaicin a paprika termésében termelődő csípős anyagok összefoglaló neve. A paprika az egyedüli növényfaj, amely ezeket az anyagokat, vegyületcsoportokat előállítani képes. Szintetikus módon 1846-ban JOHN CLOUGH THRESH állított elő. Kémiai szerkezete nagyon hasonlít a vanillinhez. A kapszaicint a növényi alkaloidok közé soroljuk, tehát ebben a tekintetben az emberi szervezetre akár káros anyag is lehetne. Sohasem fordul elő egyedül, hanem mindig a kapszaicinoid vegyületcsalád tagjaival együtt. PINO (2006) a kapszaicin kutatásai során megállapította, hogy a *kapszaicinoidok* a paprika biológiai érése során, a termés belső falában lévő mirigyekből fenil-analinból, vanillilaminból vagy leucinből keletkező, elágazó hosszúláncú C_9 - C_{11} zsírsav. Koncentrációjának mértéke általában fajtajelleg, de több új kutatás is igazolta LANTOS (2017); NAGY (2018), hogy az érés során a hőmérséklet csökkenése is befolyásolja. FUJIWAKE (1980) munkájában a csípős paprikák kapszaicinoid vegyületeit és azok előfordulásának átlagértékeit határozta meg. A tiszta kapszaicin képlete $C_{18}H_{27}NO_3$, 8-metil-N-vanillil-6-nonénamid A japán kutatók ezt követően Nonivamide néven egy mesterséges kapszaicinoid vegyületet állítottak elő.



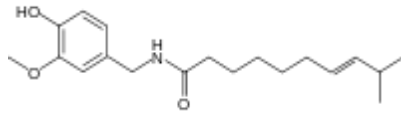
Capsaicin



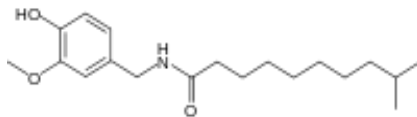
Dihydrocapsaicin



Nordihydrocapsaicin



Homocapsaicin



Homodihydrocapsaicin

Hazánkban a XIX. században kezdődtek el a kapszaicinoid anyagok széleskörű kutatásai. 1870-ben HÖGYES ENDRE kutatóorvos tárta fel, hogy a kapszaicin az érzőidegekre hatással van. Ezt követően JANCsó MIKLÓS a Szegedi Tudományegyetem orvos-professzora folytatta a kapszaicin hatásmechanizmusának kutatását. 1967-ben JANCsó publikációiban ismertette, hogy a kapszaicinnal kezelt kísérleti állatok egy bizonyos kapszaicin koncentráció után már elvesztik a kapszaicinnal szembeni érzékenységüket. Ezt a jelenséget az 1960-ban megjelent publikációjában *kapszaicin deszenzibilizációnak* nevezték el. E tény forradalmasította a fájdalomcsillapítók előállítását. A kutatás további szakasza Pécsre került, ahol SZOLCSÁNYI professzornak és munkatársainak az elmúlt évtizedek eredményes kutatásainak köszönhetően sikerült egy teljesen új hatásmechanizmuson alapuló fájdalomcsillapító és gyulladásgátló gyógyszerek alkalmazásának lehetőségét kidolgozni.

A kapszaicin-kutatás, mint magyar sajátosság innentől kezdve nemzetközi méreteket öltött. „A világ gyógyszeripara 2000-ig közel egymilliárd dollárt költött kapszaicin-kutatásokra. Több mint tizenegyezer cikk jelent meg róla, legalább ezer szabadalmat jegyeztek be vele kapcsolatban, s egy egészen új fehérjecsoport (ioncsatorna-család) felfedezéséhez is elvezetett. Ma már a világ kutatóinak ezrei írnak folyóirat-közleményeket e

témakörben, de sok lényeges irány elindítását és azok alapötletét magyarnak tekinthetjük”.

Jelentős hazai orvostudományi kapszaicin-kutatásokat egyrészt HELYES ZSUZSANNA (2007) laboratóriuma végzett. *„A kapszaicin-érzékeny szenzoros neuronok és a gyulladásosejtek közötti kölcsönhatás vizsgálata normál és transzgenikus egerekben”* című munkájukban tranziens receptor potenciál vanilloid 1 (TRPV1) receptor szerepét vizsgálták oxazolonnal kiváltott kontakt bőrgyulladásos modellen, egérfülön. Az eredmények azt mutatták, hogy a kapszaicin kezelés által létrejött TRPV1 receptor aktivációja olyan neuropeptidok felszabadulását okozták, melyek gátolták a fibrózist (*kötőszöveti sejtek kóros felszaporodását*).

A másik jelentős kapszaicin-kutatás eredményét BÖRZSEI RITA (2012) jelentette meg. BÖRZSEI a *„Kapszaicin-érzékeny érzőideg-végződések aktivációs mechanizmusának vizsgálata és a felszabaduló neuropeptidok meghatározása”* értekezésében bizonyította, hogy a kapszaicin a szervezetbe jutását követően a terhes anyák és a vemhes juhok plazmájában és tejében egyaránt megnövekszik a hipofízis adenilát-cikláz aktiváló polipeptid= PACAP és a PACAP-38 (Pituitary Adenylate Cyclase-Activating Polypeptide) koncentráció. (A PACAP egy pleiotropikus és többfunkciós neuropeptid, melyről ma már több bizonyíték is rendelkezésre áll, hogy fontos szerepet játszik a női hormonháztartás szabályozásában, tehát hatással van a

terhességre, a fertilitásra ugyanúgy, mint a méhizomzat kontraktilitására, ezáltal a vérkeringésére is).

A külföldi kapszaicin-kutatások leginkább a rákbetegség megelőzésére és/vagy kezelésére irányulnak. BAYERSDORFF (1999) „A rák komplex kezelése” című kéziratában összefoglalóan fogalmazta meg, hogy a betegség kialakulásának jellemzője a kontroláltalan genetikai mutációk okozta sejtszaporulatok kialakulása, melyek a sejtciklus szabályozatlan folyamata során a károsult DNS hibáival jönnek létre.

A 2013-ban közzétett „*Capsaicin indices cell cycle arrest and apoptosis in human KB cancer cells*” tanulmányukban CHIA CHAN LINN arra a következtetésre jutott, hogy a kapszaicin modulálja a sejtciklus progresszióját, valamint a mitokondrium membrán átjárhatóságával apoptózisra (programozott sejthalál) kényszeríti az addig kifejlődött rákos sejteket. Az ázsiai kapszaicin-kutatások sikerei napjainkban az USA tudományos munkájában is tovább fejlődött.

Hasonló eredményre jutottak a Pittsburgh Egyetem tudósai is, amikor egércsoportoknak átoltott hasnyálmirigy rák kezelésére különböző dózisban kapszaicint adagoltak. Az eredmény, a heti háromszor adagolt 2,5 mg/kg kapszaicin 37 nap után 1/3-ára zsugorította a tumort (*In vitro and in vivo induction of apoptosis by capsaicin in pancreatic cancer cells is mediated through ROS generation and*

mitochondrial death pathway). A rákos sejtek pusztulását a tanulmány a kapszaicin által generált reaktív oxigén fajták (ROS) hatásának tulajdonította.

A nemzetközi eredmények felkeltették a világmédia érdeklődését is. A világ legnagyobb hírportálja a BBC News riportot közölte TIMOTHY BATES a Nottingham Tudományegyetem orvos-kutatójával „*Scientists have discovered the key to the ability of spicy foods to kill cancer cells*” címmel. A kutató közölte, hogy egy olyan kapszaicin hatóanyagú gyógyszert fejlesztenek, amely gátolja a rákos sejtek mitokondriumának a kialakulását. Így preventív módszerrel lehet megelőzni a betegség kialakulását.

*

A paprika fajok csípősségének meghatározását, azaz a kapszaicintartalom mérésére először WILBUR SCOVILLE (1912) amerikai kémikus dolgozott ki eljárást. A Scoville-féle csípősségi egység (Scoville Heat Unit, SHU) a kapszaicin relatív mennyiségét közli. A *The Journal of the American Pharmacists Association* 1912-ben megjelent publikációban közölte, hogy „*az eredeti eljárásban a paprikából készült oldatot cukros vízzel hígították addig, amíg a „csípést” a tesztelők (eredetileg öt kóstoló) már nem tudták érzékelni; a csípősséget a Scoville-skálán a hígítás mértéke adja*

meg. Ennek alapján a kapszaicint egyáltalán nem tartalmazó édes paprikák (például a zöldpaprika) Scoville-értéke nulla, mivel oldatuk hígítatlanul sem csípős. A másik végletet képviseli például a Habanero chili, az egyik legerősebb paprika. Ennek 300 000 feletti SHU értéke azt jelzi, hogy a kivonatot több mint 300 000-szeresére kell hígítani ahhoz, hogy már ne érezzük csípősnek”.

A Sciville-egységekben mért csípősség azonban csak hozzávetőleges, sok esetben pontatlan értékeket határoznak meg, mivel egyrészt függ a kóstolók véleményétől, a minta termőhelyétől és a növény tápanyag-ellátottságától. Napjainkban a csípős paprikák (étkezési, fűszer, chili) és azok örleményeinek kapszaicin tartalmát modern, megbízható folyadékkromatográf HPLC (*High Performance Liquid Chromatography* - a biokémiában és analitikai kémiában vegyületek elválasztására, azonosítására és mennyiségi meghatározására gyakran használt kromatográfiás eljárás) alkalmazásával végzik.

Capsaicinoid	Jele	Relatív mennyisége	Csípőssége (Scoville- egység)
Capsaicin	C	69 %	16. 000.000
Dihydrocapsaicin	DHC	22 %	15. 000.000
Nordihydrocapsaicin	NDHC	7 %	9. 100.000
Homodihydro-capsaicin	HDHC	1 %	8. 600.000
Homocapsaicin	HC	1 %	8. 600.000
Nonivamide	PAVA		9. 200.000

Scoville- értékek	Paprikafajok
15 000 000 – 16 000 000	kapszaicin
9 100 000	Nordihidro-kapszaicin
2 000 000 – 5 300 000	Szabvány „US Grade” könnygáz
876 000 – 1 598 000	Dorset Naga
855 000 – 1 041 427	Naga Jolokia
350 000 – 577 000	Red Savina™ Habanero
100 000 – 350 000	Habanero Chile
100 000 – 350 000	Scotch Bonnet
100 000 – 200 000	Jamaicai csípős paprika
50 000 – 100 000	Thai paprika, Malagueta paprika, Chiltepin paprika
30 000 – 50 000	Cayenne-bors, Ají bors
10 000 – 23 000	Serrano paprika
7000 – 8000	Tabasco szósz (Habanero)
5000 – 10 000	Viaszpaprika (wax pepper, csípős zöldpaprika)
2500 – 8000	Jalapeño paprika
2500 – 5000	Tabasco
1500 – 2500	Erősen csípős magyar paprikák, Rocotillo paprika
1000 – 1500	Poblano paprika
600 – 800	Tabasco szósz (zöld paprika)
500 – 1000	Gyengébb csípős magyar paprikák, Anaheim paprika
100 – 500	Pimiento, Pepperoncini (toszkan bors, édes olasz bors, görög arany bors)
0 – 400	Bell
0	Csípősségmentes, paradicsompaprika

A kapszaicinoid vegyületek kémiai jellemzői, hogy hő hatására nem változnak, vízben sem oldódnak, rendkívül stabil szerkezetűek. Vegytani szempontból alkaloidoknak (növényi eredetű toxinok) tekinthetők. A közép-nyelvtől a szájpadról át, egészen a torokig a nyálkahártya felületén és mélyebb területeken is (koncentrációtól függően) égető érzést váltanak ki (*kapsaicin, dihidrokapszaicin*). A *Capsicum anuum* fajhoz tartozó paprikatípusok sok esetben alacsonyabb tiszta kapszaicin koncentrációval rendelkeznek, mint például a *C. chinensis* vagy a *C. frutescens* fajokba tartozó típusok.

Különleges, de az édes ízű étkezési paprikákban is termelődnek kapszaicinoid anyagok. Ezeket kapsziátoknak nevezzük! Termelődési helyük megegyezik a csípős kapszaicinoid vegyületekével, de ezek nem okoznak csípős érzést. Ugyanakkor a kapszaicinhez hasonlóan fokozzák szervezetünkben az adrenalin termelődését. A legfontosabb különbség azonban az, hogy egyáltalán nem szívódnak fel a véráramba. A *Hamilton Health Sciences Corporation* tanulmánya szerint, a kapsziátok alkalmazása hatékonynak bizonyult. Mivel növeli a testhőmérsékletet, ezáltal elősegíti a testzsír elégetését, és mint ilyen, az elhízás kezelésére alkalmas terápiát jelenthet!

EPILOGUS

A könyv szerkesztésének, megírásának szükségszerűségének első gondolata talán azért fogalmazódott meg bennem, mert korunk embere számos olyan kérdést tesz fel nap mint nap önmagának, melyek az „egészséges táplálkozás” betartására irányulnak. Napjainkban több olyan új vagy újszerű zöldségekről hallhatunk, olvashatunk a médiában, melyekről azt állítják, hogy a mindennapi étrendünkbe beilleszthető, egészséges, jót tesz ennek vagy annak a szervünknek stb. Ugyanakkor alig tudunk róluk valamit. A könyv első fejezetében éppen ezért szenteltem nagy jelentőséget annak, hogy egy mindenre kiterjedő, hathatós irodalmi gyűjtőmunkát követően feltárjam a legfrissebb genetikai kutatások alapján a Capsicum nemzetség eredetét, történetét. Ebben számos hazai és nemzetközi (főleg észak- és latin-amerikai) tudományos munkát dolgoztam fel. Igyekeztem pontos és hiteltérdemlő tényeket közölni. Remélem segítséget nyújthatok ezzel a kertészeknek, a tanulóknak és a kutató kollégáknak egyaránt! Be kell vallanom, hogy az irodalmi gyűjtőmunka sok olyan új tényeket tárt fel, melyeket eddig nem ismertem és az általam nagy becsben tartott szentesi bolgárkertészekről sem

hallottam. Talán az egyik legmeglepőbb adat az volt, hogy a *Capsicum* nemzetség egy véletlen kromoszóma változásának köszönhető a mai étkezési paprikák nemesítése és termesztése.

Az étkezési paprika (*Capsicum annuum* L.) nemesített fajba tartozó paprikatípusok, paprika alakkörök ismertetése során több éves termesztői és nemesítői tapasztalatokra, kutatási eredményeinkre támaszkodva jutottam el a legnépszerűbb paprikatípusok elemzéséhez és bemutatásához. Ebben a fejezetben a botanikai típusokat, valamint a fajra leginkább jellemző sajátságokat igyekeztem kiemelni, eltekintve az adott paprikatípus termesztéstechnológiájától. A fejezetből kiderül, hogy mennyire gazdag a magyar paprikatermesztés, mennyire változatos a magyar paprika szortiment. Ez nemzetünk, valamint a magyar zöldségkertészeti szakma büszkesége is.

A paprika beltartalmát illetően láthatjuk, hogy táplálkozásbiológiai szempontból egy igen gazdag zöldségnövényről beszélhetünk. Könyvünk ide tartozó fejezetében részletesen elemeztük a vitaminokat, melyekről kiderült, hogy akár napi egy paprika képes fedezni egy felnőtt ember napi C-vitamin szükségletét, de legalább olyan gazdag az A-vitamin hatású karotinoid anyagokban is. Azt is láthatjuk, hogy a paprika ásványi anyagokban is igen változatos, bár az

ásványi anyagok koncentrációja már kevésbé fedezné a napi szükségleteinket. Ettől eltekintve a paprika rendszeres fogyasztásával gazdagon feltölthetjük szervezetünket a legkülönfélébb ásványi anyagokkal. A paprika beltartalmának további tanulmányozásakor egy nagyobb részt tulajdonítottam a kapszaicinoidok elemzésének és bemutatásának. A Capsicum nemzetség tiszta kapszaicin anyaga ugyanis számos különleges tulajdonságokat rejt magában, melyek nemcsak a paprikanemesítők, hanem az orvostudomány érdeklődését is felkeltette. Reméljük, hogy néhány év múlva a magyar paprika nemcsak a kertészettudományban, hanem az orvostudományban is meghatározó jelentőséggel bír!

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani minden kollégának, akik irodalmi gyűjteményeik rendelkezésemre bocsátásával, valamint mindazon kutató-botanikusoknak, illetve kutató-orvosoknak, akik lektorálásukkal segítették a könyv szerkesztését!

Dr. Lantos Ferenc

SUMMARY

The first idea of editing and writing of this book probably came to my mind, because the people of today keep asking themselves questions about "healthy eating" day after day. We can read or hear about several new or novel vegetables in the media that are said to be integrated into our daily diet, healthy, good for this or that organ, etc. However, we hardly know anything about them.

Therefore, I have devoted great importance to discovering the origins and the history of the Capsicum genus, based on the latest genetic research, following a comprehensive and effective literary gathering in the first chapter of the book. I presented several domestic and international (mainly North and Latin American) scientific works. I tried to publish accurate and credible facts. With this, I hope, I can help vegetable gardeners, students and researchers alike!

I must admit that literary materials revealed many new facts to me that I have not known and did not even hear from highly valued Hungarian vegetable gardeners up to now. Perhaps one of the most surprising data was that a random chromosome drift of the Capsicum genus resulted in the growing and breeding of today's sweet peppers.

During the presentation of paprika types of *Capsicum annuum* L. species, I used the results of several years growing, breeding experience and research to analyse and present the most popular types. In this chapter, I tried to highlight the botanical types and the most characteristics of the species aside from the growing technology of species. The chapter showed, how rich the Hungarian sweet pepper production is and how varied the Hungarian paprika varieties are. This is a pride of our nation and Hungarian vegetable-growing profession. Concerning paprika property values, we can talk about a very rich vegetable in aspect of nutritional features. In this section of our book, we analysed the vitamins in detail. It was revealed that even one paprika can cover the daily vitamin C requirement of an adult, and similarly very rich in vitamin A carotenoid substances. We could also find out that the minerals of paprika are varied too, although the concentration of minerals would not entirely cover our daily needs. Apart from that, we can richly fill our body with several minerals by regular paprika consumption. For the further study of the paprika property values, I attributed a major part to the analysis and presentation of capsaicinoids. The capsaicin material of *Capsicum* genus has a number of specialities, which aroused the interest of not only the paprika breeders but also the medical science. We hope that in few years the

Hungarian paprika will have decisive importance not only in horticultural science but also in medicine.

概要

我第一次想到这本书的编辑和写作，是因为当今社会的人们每天都在问自己关于“健康饮食”的问题。我们可以从媒体上读到或听到一些许多新品种的或新奇的蔬菜，据说它们融入了我们的日常饮食健康，而且对这个或那个器官也有好处等等。然而，我们对它们几乎一无所知。

我非常重视发现辣椒属的起源和历史，因此，本书第一章是进行了全面而有效的文献收集之后，在最新的遗传学研究的基础上得来的。我展示了一些国内外(主要是北美和拉丁美洲)的科学著作。我试图发表准确可信的事实。有了这个，我希望我一样可以帮助蔬菜园丁，学生和研究人员!

我必须承认，文学资料向我揭示了许多我至今还不知道的新的事实，甚至也没有从备受重视的匈牙利蔬菜种植者那里得到任何消息。也许，最令人惊讶的数据之一是辣椒属的随机染色体的漂移导致了今天的甜椒的生长和繁殖。

在介绍红辣椒品种的过程中，我利用它多年的生长、育种经验和研究成果，分析和展示了最流行的红辣椒品种。在这一章中，我试图强调除了物种的生长技术之外，还有物种的植物学类型和大多数特征。这一章展示了匈牙利甜椒生产的丰富程度以及匈牙利红辣椒品种的多样性。这是我们国家和匈牙利蔬菜种植行业的骄傲。关于辣椒的特性价值，我们可以谈谈一种营养丰富的蔬菜。在我们书的这一部分中，我们详细分析了维生素。研究表明，即使是一份辣椒粉也能满足成年人每天对维生素 C 的需求，并且同样富含维生素 A 类胡萝卜素。我们还可以发现红辣椒中的矿物质也有差异，虽然矿物质的浓度不能完全满足我们的日常需求。除此之外，我们还可以通过定期食用辣椒来丰富体内的多种矿物质。为了进一步研究辣椒素的属性值，我将主要部分归于辣椒素的分析和呈现。辣椒附属的辣椒素材具有多种产品，不仅引起了辣椒育种家的兴趣，而且引起了医学的广泛关注。我们希望在几年内匈牙利红辣椒不仅在园艺科学中而且能在医学中具有决定性的重要性。

FELHASZNÁLT IRODALMAK

- Bajkán Sz.: *A D1 protein mutáció hatása a kettes fotokémiai rendszer energiahasznosítására eltérő vízellátású növényekben*. PhD doktori értekezés SZTE. (2011)
- Balázs S.: *A zöldségajtatás kézikönyve*. Mezőgazda Kiadó Budapest. (2000)
- Bianchetti B.L.- Barboza G.E.: *Three new species of Capsicum (Solanaceae) and a key to the wild species of Brasil*. *Systematic Botany* 30(4):863-871 · October. 2005.
- Balázs S.: *A zöldségajtatás kézikönyve*. Mezőgazda Kiadó Budapest.
- Börzsei R.: *„Kapszaicin-érzékeny érzőideg-végződéses aktivációs mechanizmusának vizsgálata és a felszabaduló neuropeptidok meghatározása”*. PhD értekezés. Pécsi Tudományegyetem Gyógyszertudományok Doktori Iskola. 2012.
- De Candolle, A. (1894): *Termesztett növényeink eredete*. Természettudományi Társaság, Budapest. Kézirat.
- Deli J.: *Paprikakarotinoidok vizsgálata: analízis, izolálás, szerkezetazonosítás*. Pécsi Tudományegyetem ÁOK. Akadémiai doktori értekezés. (2001).
- Csapó J.: *Új füves és virágos magyar kert*. Második Kiadás. Pozsony (1775)
- EFSA: *Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre*. *EFSA Journal* 8(3):1462 (2010)
- Elődi P.: *Biokémia* (Akadémiai Kiadó, Budapest 1980) ISBN 963-05-1792-2
- Fujitake H., Suzuki T., Oka S., Iwai K.: *"Enzymatic formation of capsaicinoid from vanillylamine and iso-type fatty acids by cell-free extracts of Capsicum annuum var. annuum cv. Karayatsubusa"*. *Agricultural and Biological Chemistry*. 1980.
- Gomez S. (1962): In: Somos A (1981): *A paprika*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

- Hayano, K,- Gámez-Meza, C.- Medina-Juarez, L.: *Wild pepper Capsicum annuum L. var. glabriusculum: Taxonomy, Plant Morphology, Distribution, Genetic Diversity, Genome Sequencing, and Phytochemical Compounds*, *Crop Science*, 56(1): 11p.
- Hietavou T.: *Wild Capsicum. Soumen Kattavin Chilitieto, Voudesta* 1997. www.infernochili.net
- Hoffmansegg v. H.: *H. utazása Magyarországon, Budapest 1887. Olcsó Könyvtár* 231. sz.
- Jancsó M. (1960): *Role of nerve terminals in the mechanism of inflammatory reactions.*
- Jones, H.- Rosa, J.T (1928): *Truck crop plants. New York, Mc Graw-Hill.* 17.p.
- Kelemen J.: *Vitaminok. Medicina Könyvkiadó Zrt. Budapest, 2014. ISBN 978-963-226-451-6*
- Koncsek A.: *Konvencionális és ökológiai nemesítésű fűszerpaprika terméselemzése, érésdinamikája és az örlemények színstabilitás vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő Szent István Egyetem, 2018.*
- Lantos F.-Pék Z.-Monostori T.-Helyes L. (2010): *Studies on the effects of growing substrates and physical factors in sweet pepper forcing in context with the generation of calcium deficiency symptoms. International Journal of Horticultural Science* 2010. 2. 63-66. p.
- Lantos F.: *A kalciumhiány kialakulásának és hiánytüneteinek vizsgálata a paprikatermesztésben. Doktori (Ph.D.) értekezés. Gödöllő Szent István Egyetem, 2011.*
- Lantos F.: *Studium Generale. Egyetemes tanulmányok. Nemzeti Kulturális Alap* 2015. ISBN 978-963-306-399-6
- Lantos F.: *Agrokémia Bsc. hallgatók részére. Nemzeti Kulturális Alap* 2015. ISBN 978-963-306-400-9
- Löffler-Petrides: *Biochemie, pathobiochemie (Springer, 2014)*
- Marton J.- Pap K.: *Szent-Györgyi Albert Magyarországon. Gondolat Kiadó Budapest 2017. ISBN 978-963-693-769-0*

- Márkus F.- Kapitány J.: *A fűszerpaprika termesztése és feldolgozása*, Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. 2001.
- Mengel K.: *A növények táplálkozása és anyagcseréje*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1976.
- Mód L. (2004): *Bolgár kertészet Szentes környékén*. Múzeumi Kiadvány, Szentes. 25-27.o.
- Molnár P.: *A karotinoidok szerepe a daganatos és szembetegségek megelőzésében*. PTE ÁOK GYTSZ Farmakokognóziái Tanszék, Pécs. 2012-2013.
- Nagy Zs.: *Chili paprika minőségi paramétereinek alakulása, különböző színű árnyékoló hálók, genotípusok és érésfázisok függvényében*. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő Szent István Egyetem, 2018.
- Obermayer E. (1922): *A paprikanemesítés irányelvei V. Kézirat*.
- Obermayer E.- Mándy Gy.- Benedek I. (1955): *A paprika*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Perry L.: *Starch Fossils and the Domestication and Dispersal of Chili Peppers (Capsicum spp. L.) in the Americas*. Science 16 Feb 2007: Vol. 315, Issue 5814, pp. 986-988 DOI: 10.1126/science.1136914
- Pino J.- Sauri-Duch E.- Marbot R. (2006): *Changes in volatile compounds of Habanero chile pepper (Capsicum chinense Jack. cv. Habanero) at two ripening stages*. Food Chemistry. Vol. 94.
- Remy H.: *Lehrbuch der anorganische Chemie, Band I. und II.*, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig, 1965
- Simon L. – Szilágyi M. (szerk.): *Mikroelemek a táplálékláncban*. Bessenyei György Kiadó, Nyíregyháza, 2003.
- Sora S.T.G.: *Fatty acid composition of Capsicum genus peppers*. Cienc. Agrotec. Lavras. v.93,n4 p. 2015.
- Szalai I.: *Növényélettan I-II*. Tankönyvkiadó, Budapest. (1974)
- Szalva P.: *Étkezési paprika nemesítése*. Szentesi Zöldségkutató Állomás kiadványa (1971)
- Szalva P.: *Visszaemlékezés a Szentesi zöldségtermesztőtáj, mint a kertészet bölcsője, rövid története*. Szentes. 1-6.p. (1990)

- Szalva P. (1975): A szentesi paradicsompaprika termesztéstechnológiája, termesztési eredményei, problémái. Szentesi Zöldségkutató Állomás kiadványa 1; 36.p.
- Szent-Györgyi A. (1934): A vitaminok és a paprika. Természettudományi Közlöny, Budapest. 66: 401-405.p.
- Takahashi, A.-Camacho P.-Lechleiter, J.D.-Herman, B. (1999): Measurements of intracellular calcium. *Physiol. Rev.* 79. 1089-1125. p.
- Táplálkozásbiokémia, pathobiokémia jegyzet. 2012. Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar Biokémiai és Molekuláris Biológiai Tanszék.
- Tóth A. (2013): A kapszaicin receptor (TRPV1) farmakológiája és keringésélettani szerepe. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem ÁOK.
- Új Szó, 1973. szeptember (26. évfolyam, 208-232. szám) A magyar fűszerpaprika. 6.o.
- WHO: Protein and amino acid requirements in human nutrition. WHO Technical Report Series. (2007)
- Wiersum, L. K. (1966): Calcium content of fruits and storage tissues in relation to the mode of water supply. *Acta Botanica Neerlandica.* 15. 406-418. p.
- Wolfe RR, Miller SL, Miller KB.: Optimal protein intake in the elderly. *Clinical Nutrition Volume 27, Issue 5, Pages 675–684 (2008)*
- www.wikipedia.hu 2018.