



**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi Tanszék**

BIOKÉMIA LABOR

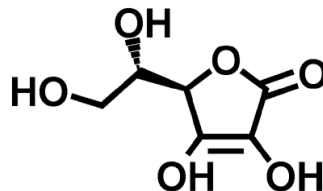
A C-VITAMIN BIOKÉMIÁJA ÉS MEGHATÁROZÁSA

Készítette: Dr. Szarka András egyetemi docens

2008.

Bevezetés

C-vitaminnal kapcsolatos feljegyzések már az ókorban is készültek. Hiánybetegségét a skorbutot már az egyiptomiak is leírták, a figyelem középpontjába a XV-XVIII század között a nagy felfedezések idején került, amikor a tengerészek rettegett betegsége lett. A skorbutról és lehetséges kezelési módjáról az első komoly tudományos munkát „A treatise of the scurvy” címmel James Lind közölte 1753-ban. Dr. Lind a Salisbury hajó orvosaként, a hasonló állapotú skorbutos betegeket csoportokra osztotta, majd mindegyik csoportnak különböző diétát írt elő (kontroll csoport, vitriol, ecet, tenger víz, narancs-citrom, szerecsendió). Az első ismert kontrollcsoportos kísérlet eredményeként megállapította, hogy a skorbut leghatásosabb ellenszere a citrusdiéta. Majd kétszáz év telt el mire kiderült, hogy a James Lind narancsaiban található „skorbut ellenes faktor” egy hat szénatomos cukorszármazék az aszkorbinsav (1. ábra). Az aszkorbinsavat ökor mellékveséből, narancsból és káposztából elsőként Szent-Györgyi Albert izolálta 1928-ban. Kezdetben egy mellékvesehormonnak vélte és rendkívül csodálkozott, hogy az növényekben is előfordul, ezért kezdetben az „ignose” (csuda tudja) és „godnose” (isten tudja) elnevezéseket javasolta, majd a skorbut ellenes hatásra utalva, az újonnan felfedezett anyag szerkezetének felderítőjével, Haworth-tel együtt az aszkorbinsav elnevezés mellett döntöttek.



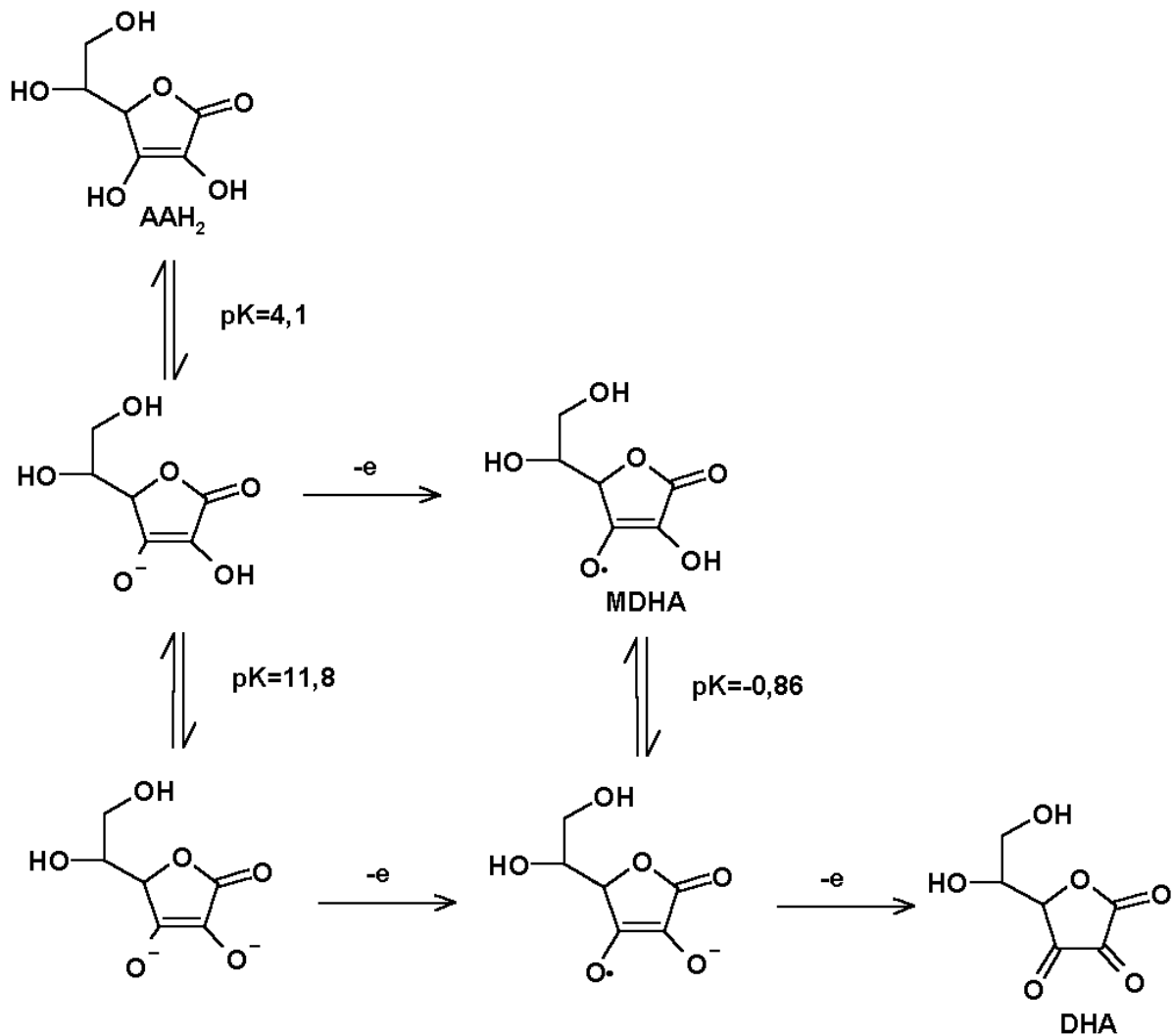
1. ábra. A főszereplő: L-aszkorbinsav

A C-vitamin szerepe, biokémiája

Talán nincs senki, aki ne tudná, hogy C-vitamint fogyasztani szükséges és hasznos. Mégis érdemesnek látszik megemlíteni néhány biokémiai folyamatot, amelyekben a C-vitaminnak kulcsszerepe van. Az aszkorbinsav az élő szövetek egyik legfontosabb vízzoldékony antioxidánsa. Mit jelent ez? A biológiai oxidáció során a molekuláris oxigén négy elektron felvételével tökéletesen redukálódik. Bizonyos reakciókban azonban ez a folyamat „balesetet szenvedhet”: a részleges redukció során, az oxigén csak egy vagy három elektront vesz fel. Ennek következtében oxigéntartalmú szabadgyökök keletkeznek. A szabadgyökök olyan vegyületek, amelyeknek a legkülső elektronhéján párosítatlan elektron található, s ez rendkívüli reaktivitást ad nekik. Ismeretesek az oxigénnek olyan vegyületei (ilyen például a hidrogén-peroxid), amelyek valójában nem szabadgyökök, de reakcióképességük azokéhoz mérhető. Az effajta molekulákat reaktív oxigénvegyületeknek nevezik. Ez utóbbi vegyületcsoporttal együtt emlegetik az oxigéntartalmú szabadgyököket is. A reaktív oxigénvegyületek rendkívül veszélyesek az élő szervezetekre (lipidekre, fehérjékre, nukleinsavakra), mert a bennük levő részlegesen redukált oxigén tökéletesen redukálódni igyekszik, párosítatlan elektronjai töreksenek párt befogni. Az elektront a szerves molekuláktól vehetik át, miközben oxidálják azokat. A szerves anyagok oxidációja láncreakciószerűen újabb folyamatokat indíthat el, s ez a sejtek szintjén szerkezeti és funkcionális károsodásokat okozhat.

Oxidatív stresszhelyzet valójában akkor áll elő, ha az oxidánsok és az antioxidánsok egyensúlya az előbbiek javára billen. Erős redukáló-képességének köszönhetően a C-vitamin

az antioxidáns védelmi rendszerek „első vonalában” veszi fel a harcot. A veszélyes oxigénvegyületek először a vitamin molekuláját oxidálják, megkímélve ezzel az életfontosságú biomolekulákat. A C-vitamin tehát egy igazi altruista molekula mások „jóléte” érdekében feláldozza saját magát. Az oxidánsok hatására az aszkorbinsav változatos formákban és különböző mértékben oxidált állapotban lehet jelen a szervezetben (2. ábra). Az oxidált formák könnyen regenerálhatók, azaz „visszaredukálhatók”. Az állati szervezetekben az aszkorbinsav redukciója döntő mértékben egy másik, szintén az első vonalhoz tartozó, vízdékony antioxidáns, a redukált glutation oxidációjának rovására megy végbe. Sőt, az oxidált glutation is „visszaredukálható” az élő sejten, más redukáló molekulák terhére.



2. ábra. Az aszkorbinsav önfeláldozása

Az aszkorbinsav azonban nemcsak antioxidáns, hanem számos reakció elősegítője is a bioszintetikus folyamatokban. Szerepet játszik az epesavak termelésében, továbbá közreműködik a kötőszövet fontos alkotójának, a kollagének a szintézisében. Segíti a nagy szénatomszámú zsírsavak sejten belüli szállításában fontos molekulának a termelődését, valamint a noradrenalin és az adrenalin keletkezését. A tirozin aminosav lebomlásában is szerepe van, és hozzájárul bizonyos neuroendokrin peptidek (például az oxitocin és a vazopresszin) termeléséhez is. Ezen kívül részt vehet az oxidált E-vitamin és a tetrahidrofólsav (a B4-vitamin) regenerálásában.

Valószínűleg a legfontosabb és legrégebbi megfigyelés a C-vitamin hatásaival kapcsolatban

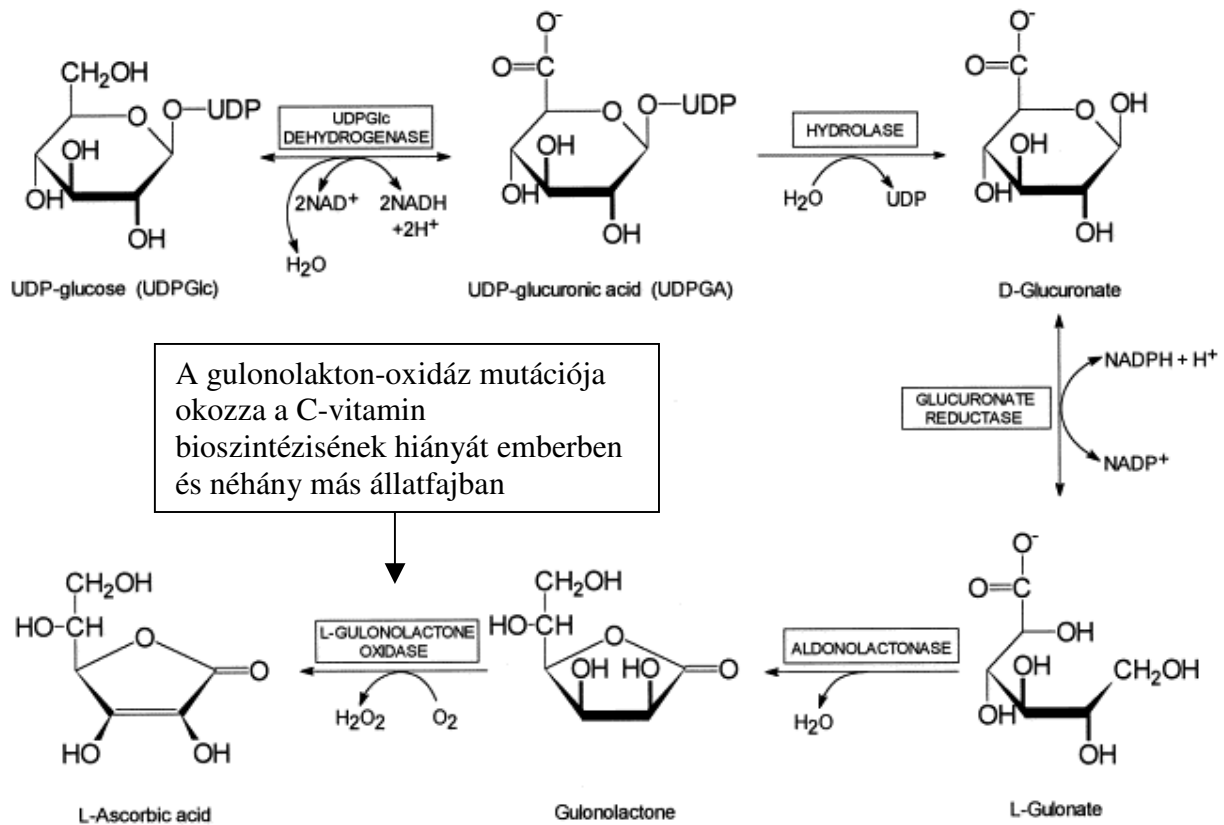
az, hogy hiányában skorbut fejlődik ki, amely a kollagénszintézis zavarának következménye. A kollagén szintézis „klasszikus” zavara a prolin hidroxiláz működésével függ össze. Az enzim a polipeptidláncban levő prolin részleteket hidroxilálja, működéséhez C-vitamint igényel. Ennek hiányában a keletkező láncokban nem alakul ki kellő számú hidroxil aminosav, nem megfelelő minőségű polipeptidláncok keletkeznek. A szénhidrát-részek sem tudnak a lánchoz kapcsolódni és kialakul a skorbut. A nem hidroxilált kollagén nem képes megfelelő, fonalas szerkezetet kialakítani, a kötőszövet lazává, a véredények és a bőr fragilissé válnak. Kialakulnak a skorbutra jellemző tünetek, bizonyos szövetek és a hajszálerek spontán vérzéseiben megnyilvánuló fokozott törékenysége.

Hiánya ezenkívül egyéb, aszkorbinsavat igénylő enzimek gyenge vagy elégtelen működésére vezet. Az aszkorbinsav részt vesz a sejthártyán keresztüli anyagszállításban is, jótékonyan hat az immunrendszer néhány elemére, és a máj méregtelenítő működésével való kapcsolata is ismeretes. Hat a hemoglobin és az oxigén kapcsolatának alakulására is, s bizonyos betegségekben segíti a felfekvési fekélyek gyógyulását.

Miért vitamin az aszkorbinsav?

Ember, tengerimalac, gyümölcsdenevér, füstifecske. Kissé bizarrnak tetszik e fajokat együtt emlegetni, pedig van egy közös sajátosságuk. Az állatvilág fejlettebb képviselői közül (többek között) ők is elvesztették az aszkorbinsav-termelő képességüket. Emiatt a C-vitamin számukra vitamin, míg a fejlettebb gerincesek túlnyomó többsége számára nem az.

Az aszkorbinsav-szintézisének elvesztését valószínűleg két tényező – a génmutáció valamint a környezeti (táplálkozási) körülmények változása – véletlen egybeesésének és kölcsönhatásának „köszönhetjük”. Az aszkorbinsav szintézise – az erre napjainkban is képes fajokban végbemenő folyamatokhoz hasonlóan – elődeink szervezetében is több lépésben ment végbe. A reakciósor utolsó három lépése a máj, illetőleg a vese sejtjeinek endoplazmatikus retikulumában, enzimek közreműködésével játszódik le. Valószínűnek látszik, hogy az utolsó lépést katalizáló enzim génjét érte többszörös mutáció, s ez akadályozta meg az enzimfehérje hatékony működését (3. ábra). Tehát genetikai háttérű enzimhiányról van szó. A ma aszkorbinsav-termelésre képtelen fajokban is megkezdődik a szintézis, de az utolsó közti terméknel, a gulonolaktonnál megakad, mivel hiányzik az átalakításhoz szükséges enzim. A fehérjét kódoló gén mutációt szenvedett formája ott szunnyad a máj (vagy a vese) sejtjeiben. Olyan stopjelek vannak benne, amelyek több ponton megszakítják az enzim kifejeződését. Népes tengerimalac-populációkat vizsgálva úgy találták, hogy ezer egyedből egynek a számára nem vitamin az aszkorbinsav, mert a mája elő tudja állítani. Ez arra utal, hogy akár napjainkban is megeshet, hogy a mutációt szenvedett gulonolakton oxidáz gén visszaalakul 70 millió évvel ezelőtti állapotába. Nincs kizárva, hogy az emberek között is akadnak olyanok, akik képesek az aszkorbinsav szintézisére. Az aszkorbinsav szintézisének utolsó reakciója során a gulonolaktonból aszkorbinsav keletkezik, eközben molekuláris oxigén felhasználásával hidrogén-peroxid termelődik. Az utóbbtól a szervezet egy másik vízdoldékony antioxidáns, a redukált glutation terhére szabadul meg. Az aszkorbinsav szintézise közben tehát körülbelül vele azonos mennyiségű redukált glutation fogy. Az enzimreakció elvesztésének mellékkövetkezménye, hogy nem keletkezik veszélyesnek számító hidrogén-peroxid. Olyan környezetben, ahol a táplálékkal bevitt aszkorbinsav bőségesen fedezte az állatok igényeit ez még előnyös is lehetett. A gulonolakton oxidáz génjének 25-70 millió évvel ezelőtti mutációja tehát szelekciós szempontból valószínűleg nem volt hátrányos.



3. ábra. A C-vitamin bioszintézise az arra képes állati sejtekben

Avitaminózis-megavitaminózis?

Ha már szükségünk van a C-vitamin állandó pótlására, mennyit fogyasszunk belőle? A „Mennyi C-vitamin elegendő naponta?” kérdés heves vitákat vált ki. Az általánosan elfogadott adag a régebben a skorbut megelőzésére javasolt napi 60-80 milligramm, de ez a nézet napjainkban tarthatatlan. Ha csak ennyi C-vitaint fogyasztunk naponta, akkor tulajdonképpen állandóan a szubklinikai skorbut állapotában élünk. A mai átlagember tápláléka nem tartalmaz elegendő C-vitaint, a táplálékból csak akkor juthatnánk kielégítő mennyiséghez, ha visszaköltöznénk az esőerdőbe. Nemrégiben végzett felmérések szerint napi 250 milligramm C-vitaminra van szükségünk. Még újabb tanulmányok azt sugallják, hogy naponta 500 milligrammot kell fogyasztanunk. Azt állítják, hogy a szív- és érrendszeri károsodások mutatói javulhatnak ekkora adag aszkorbinsav hatására, sőt, az immun- és a neuroendokrin rendszer megfelelő működéséhez is szükség van ennyi C-vitaminra.

A főleg felvett aszkorbinsav - vízdékony lévén - könnyen távozik a vizelettel. Joggal mondhatnánk tehát: ha túl sok aszkorbinsavat fogyasztunk, csak elpocsékoljuk. De vajon mennyi az a túl sok? Dr. Michael Colgan nagy létszámú csoporton végzett vizsgálata szerint az emberek egynegyede napi 1,5 gramm C-vitamin fogyasztása után érte el a vese ürítési küszöbét, a páciensek több mint fele napi 2,5 grammnál, és akadt négy személy, akiknél napi 5 gramm volt a határ. Mégis, ha a bevitt C-vitamin napi adagját 50-ről 500 milligrammra növelték, megkétszereződött a vérplazma aszkorbinsav-szintje, s a napi 5 grammot elérve újra megkétszereződött.

Vajon károsná válhat-e a túlzott adagú C-vitamin? A vesekőképződésről, a húgysavszint növekedéséről, a túladagolt C-vitamin okozta skorbut jellegű betegségről szóló jelentések egyelőre megalapozatlannak bizonyultak. A nagy dózisú aszkorbinsav igazából csak a

bélrendszerre lehetne veszélyes, de erre sem találtak bizonyítékot. 14 éven keresztül vizsgáltak 11 000 páciens, és megállapították, hogy a bélrendszer aszkorbinsavtűrő képessége egészséges emberekben 10-15 gramm C-vitaminig terjed, 30 és 60 gramm között van a közönséges náthában szenvedőkben, míg rendkívül súlyos fertőzés esetén 199 gramm fölé emelkedik. A legjobb gyógyulási eredményt akkor érték el, amikor legalább 3 vagy több gramm C-vitamint adagoltak minden negyedik órában.

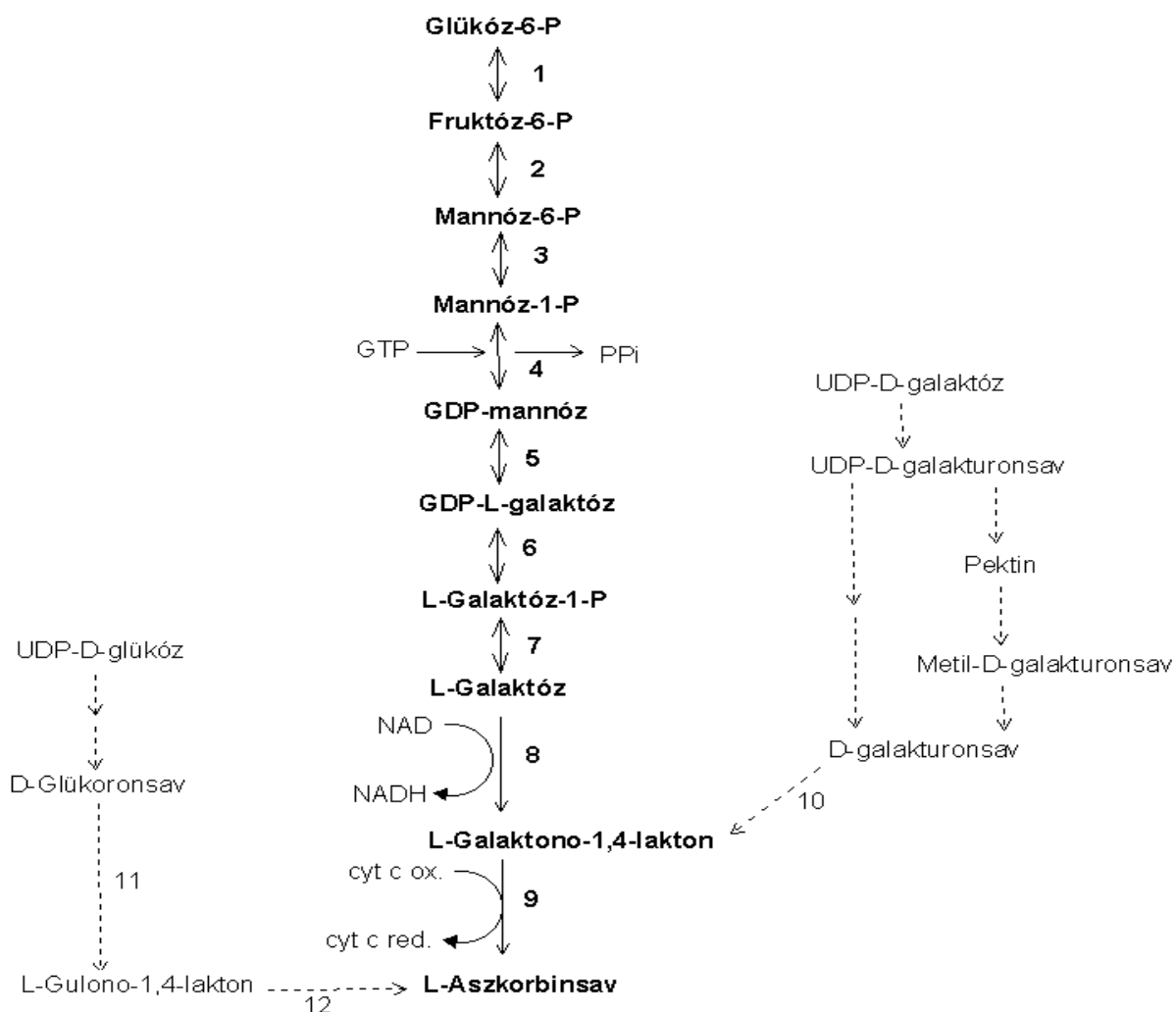
Szerencsénkre a C-vitamin az ember számára az egyik legkevésbé toxikus vegyület. Több mint 3000 személy kapott különféle adagú – 10 grammtól a bélrendszer tőrőképességének felső határáig terjedő mennyiségű – C-vitamint, s nem észleltek mérgezésre utaló tüneteket. Mennyi lehet az optimális napi C-vitamin-szükségletünk? Az aszkorbinsav-szintézisre képes állatok naponta 3 – 15 grammnyi termelnek ebből a molekulából. Ha ezt átszámítjuk egy 70 kilós ember testtömegére, az jön ki, hogy nekünk valahol 1 és 10 gramm/nap között állapítható meg a C-vitamin szükségletünk. Ehhez képest a mai átlagember jó, ha napi 80-100 milligramm C-vitamint fogyaszt. A megfelelő adagot nagyban befolyásolják az életkörülmények. Ha valaki sok alkoholt fogyaszt, szennyezett levegőjű városban él, rendszeresen szed szalicilsav-származékokat tartalmazó gyógyszert vagy dohányzik, egyszóval az életét meghatározza a stressz, tanácsos az adagot akár 10 grammra is növelni. Dohányosok esetében minden egyes elszívott cigarettára 50 milligramm C-vitamint kellene számolni.

A C-vitamin tehát valóban különleges: Szent-Györgyi Albert szerint nem is vitaminként, hanem élelmiszerként kellene fogyasztanunk. Azt mondja, tekintsük az aszkorbinsavat háztartási cikknek. Kilós kiszerezésben kellene árusítani, s az üzletekben egy sorban álljon a cukorral, a liszttel és a sóval. Szent-Györgyi naponta 1 gramm C-vitamint evett 84 éves koráig. Akkor tüdőgyulladás döntötte le a lábáról, s az adagot 1-ről 8 grammra emelte, és hamarosan felépült. A neves táplálkozástudató, dr. Michael Colgan 5 grammot fogyaszt, a kétszeres Nobel-díjas Linus Pauling adagja napi 10-18 gramm volt.

C-vitamin a növényekben

A C-vitamin bioszintézisére képtelen állatok leggyakrabban növényi forrásokból fedezik igényüket. Az aszkorbinsav a száraz magvakat kivéve majd minden növényi sejttípusban előfordul. Ennek okát valószínűleg a mag száradási folyamata alatt bekövetkező oxidációjában kereshetjük, a kiszáradás alatt feltételezhetően olyan alacsony a mag víztartalma, hogy az aszkorbinsav regenerációjáért (visszaredukálódásáért) felelős glutation-aszkorbinsav ciklus működésképtelenné válik. Más növényi sejtekben az aszkorbinsav általában igen nagy koncentrációban (1-100 mM) van jelen. Az állati sejtekhez hasonlóan fontos vízoldható antioxidáns és enzim kofaktor szerepet tölt be.

A nemrégiben feltárt növényi aszkorbinsav bioszintetikus útvonal jelentős különbséget mutat az állati szervezetben megismert bioszintetikus útvonalhoz képest. A bioszintézis ez esetben is D-glukózból indul ki. A Wheeler és Smirnoff által javasolt aszkorbát bioszintetikus út köztitermékei: a fruktóz-6-foszfát, mannóz-6-foszfát, mannóz-1-foszfát, GDP-mannóz, GDP-galaktóz, L-galaktóz és az L-galaktono-1,4-lakton (4. ábra). Csökkent aszkorbinsav szinttel rendelkező mutánsokról (vtc1-4) több ízben is beszámoltak, ellenben a mai napig nem ismert életképes, teljesen aszkorbinsav hiányos (skorbutos) növény. Ennek oka feltételezhetően az, hogy az aszkorbinsav bioszintetikus útvonal köztitermékei más fontos szerepet is betöltenek a növényi sejt életében, valamint ebben az esetben nem tapasztalható hidrogén-peroxid melléktermék képződés.



4. ábra. Az aszkorbinsav bioszintézis útvonala növényi sejtekben. A szintézis fő útvonala kiemelve. A szürkével jelölt útvonalak feltételezett kisebb jelentőségű alternatív aszkorbát bioszintetikus útvonalak

(1) Glükóz foszfát izomeráz. (2) Foszfomannóz izomeráz. (3) Foszfomannóz mutáz. (4) GDP-mannóz pirofoszforiláz. (5) GDP-mannóz-3,5-epimeráz. (6,7) Ismeretlen enzimek. (8) L-galaktóz dehidrogenáz. (9) L-Galaktono-1,4-lakton dehidrogenáz. (10) D-Galakturonsav reduktáz. (11) D-Glükuronsav reduktáz. (12) L-Gulono-1,4-lakton oxidáz/dehidrogenáz.

Gyakorlati rész

A rendelkezésre álló növényi források C-vitamin tartalma igen eltérő lehet. Ismert néhány kiemelkedő aszkorbinsav forrás, mint a csipkebogyó, a citrusfélék a kivi, ezek mellett azonban még számos kevésbé ismert és akár nagyobb C vitamintartalmú növény létezik. Néhány gyakran fogyasztott, vagy kiemelkedő C vitamintartalmú gyümölcs átlagos C-vitamin tartalmát az 1. táblázat tartalmazza. Igen, átlagos C-vitamin tartalmát, mivel a gyümölcsök, zöldségek C-vitamin tartalma több tényezőtől is függ, mint a növény kora, érettségi állapota, az adott év időjárási viszonyai stb. A begyűjtött gyümölcsök, zöldségek C-vitamin tartalma a tárolási idő előrehaladtával pedig folyamatosan csökken (2. táblázat).

Gyümölcs	Latin név	mg C vitamin / 100 gramm
Barbadoszi cseresznye	<i>Malpighia glabra</i>	1677
Alma	<i>Malus sylvestris</i>	6
Kajszi barack	<i>Prunus armeniaca</i>	10
Kajszi barack befőtt	<i>Prunus armeniaca</i>	3
Ázsiai körte	<i>Pyrus serotina</i>	4
Avokádó	<i>Persea americana</i>	8
Banán	<i>Musa X paradisiaca</i>	9
Majomkenyérfa	<i>Adonsonia digitata</i>	150 - 499
Kenyérfa	<i>Artocarpus altilis</i>	29
Szeder	<i>Rubus sp.</i>	6
Fekete ribizli	<i>Ribes nigrum</i>	155 - 215
Áfonya	<i>Vaccinium sp</i>	1.3 - 16.4
Camu Camu	<i>Myrciaria dubia</i>	2700
Füge	<i>Ficus carica</i>	2
Szőlő	<i>Vitis vinifera</i>	11
Grapefruit	<i>Citrus paradisi</i>	34
Guajáva	<i>Psidium cattleianum</i>	37
Guajáva, tropusi	<i>Psidium guajava</i>	183
Jávai szilva	<i>Syzygium cumini</i>	14
Jujube	<i>Ziziphus jujuba</i>	500
Kivi, zöld	<i>Actinidia deliciosa</i>	98
Citrom	<i>Citrus limon</i>	46
Lime	<i>Citrus aurantifolia</i>	29
Mango	<i>Mangifera indica</i>	28
Naspolya	<i>Mespilus germanica</i>	0.3
Narancs	<i>Citrus sinensis</i>	53
Papaya	<i>Carica papaya</i>	62
Őszibarack	<i>Prunus persica</i>	7
Őszibarack befőtt	<i>Prunus persica</i>	3
Körte	<i>Pyrus communis</i>	4
Amerikai datolya	<i>Diospyros virginiana</i>	66
Datolya	<i>Diospyros kaki</i>	40
Ananász	<i>Ananus comosus</i>	15
Szilva	<i>Prunus sp</i>	10
Málna	<i>Rubus spp.</i>	25
Ribizli	<i>Ribes sativum</i>	58 - 81
Csipkebogyó	<i>Rosa pomifera</i> cv. 'Karpattia'	1500
Csipkebogyó	<i>Rosa sp.</i> cv. 'Pi Ro 3'	1150
Szurinami cseresznye	<i>Eugenia uniflora</i>	26
Eper	<i>Fragaria x ananassa</i>	57
Mandarin	<i>Citrus reticulata</i>	31
Paradicsom	<i>Lycopersicon sp</i>	19
Dinnye	<i>Citrullus lanatus</i>	10

1. táblázat. Néhány gyakran fogyasztott, vagy kiemelkedő C vitamintartalmú gyümölcs átlagos C-vitamin tartalma

Almafajta	Frissen szedett gyümölcs C-vitamin tartalma mg /100 gramm	A gyümölcs C-vitamin tartalma 3 hónap hidegben történt tárolást követően mg /100 gramm
Cox's Orange	11	5
Jonathan	11	5
Delicious	7	5
Granny Smith	12	5
Sturmer	25	25
Statesman	7	3
Caville blanc	35-40	nd
Sturmer	29	nd
Yellow Newton	16	nd
Northern Spy	15-20	nd
Baldwin	15-20	nd
Winesap	10	nd
McIntosh	4	nd

2. táblázat. Néhány almafajta C-vitamin tartalma közvetlenül a leszedés után és 3 hónap hidegben történt tárolást követően

A mesterséges C-vitamin források vitamintartalma is igen változó, így jogos igényként merül fel ezen minták C-vitamin tartalmának meghatározása. A gyakorlat során célunk gyakorlatilag fontos természetes és mesterséges C-vitamin források vitamin tartalmának meghatározása. A különböző C-vitamin források meghatározását két további feladat egészíti ki:

1. **a C-vitamin hőbomlásának vizsgálata.** Kiválasztunk egy C-vitamin forrást (gyümölcsöt, zöldséget), melynek meghatározzuk a C-vitamin tartalmát, ugyanezen C-vitamin forrás ugyanakkora tömegű részét 30 perces 100 °C-os hőkezelésnek vetjük alá (megfőzzük). A hőkezelést követően meghatározzuk a C-vitamin tartalmát és összevetjük a hőkezelést nem szenvedett rész C-vitamin tartalmával.
2. **a tárolás hatása a zöldségek, gyümölcsök C-vitamin tartalmára.** A félév kezdetén kiválasztunk egy zöldséget, gyümölcsöt, ezt 4 °C-on tároljuk az egész félév folyamán. A C-vitamin forrás C-vitamin tartalmát minden egyes csoport hétről-hétre meghatározza és összeveti az előző csoportok eredményeivel.

A C-vitamin meghatározását α - α dipiridiles fotometriás eljárással végezzük. A mintákból kivont és ismert mennyiségű aszkorbinsavat tartalmazó standard oldatokhoz vas(III)-klorid oldatot és α - α dipiridil reagenst adunk. Az aszkorbinsav a vas(III) ionokat vas(II) ionná redukálja, amely az α - α dipiridil reagenssel vörös színű komplex vegyületet ad, mely abszorbanciája arányos az aszkorbinsav mennyiségével.

Kísérleti protokoll

A minta természetétől függően 5-50 g mintát 0,5 ml jégcettel és 50 ml desztillált vízzel turmix segítségével alaposan elhomogenizálunk (közben gondoskodunk a mintatér folyamatos hűtéséről) majd a homogenizátumot 100 ml-re egészítjük ki.

A homogenizátumot csövekbe töltjük és 2500 g-n 5 percig 4°C-on centrifugáljuk.

A felülúszóból 200 µl-t Eppendorf-csőbe pipettázunk, majd 50 µl 85%-os orto-foszforsav, 500 µl 1%-os dipiridil és 200 µl 1%-os (frissen készített) vas(III)-klorid oldatot.

Ezt követően 60 percig sötétben inkubáljuk.

Az inkubációs idő elteltével 10 000 g-n 5 percig centrifugáljuk az oldatot.

A felülúszó abszorbanciáját spektrofotométerben 525 nm-en meghatározzuk.

A mintákkal párhuzamosan 10 mM-os aszkorbinsav törzsoldatból standard sort készítünk extrakciós médium (20 mM metafoszforsav, 2 mM EDTA) segítségével. A sor tagjai: 1 mM, 0,5 mM és 0,25 mM, 0,125 mM 0,065 mM koncentrációjúak.

A standard sor oldatait a mintákhoz hasonlóan kezeljük.

A standard oldatok segítségével kalibrációs egyenest készítünk és meghatározzuk a természetes és mesterséges mintáink C-vitamin tartalmát.

A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell: a mérés célját, a pontos mérési protokollt a végrehajtott feladatok indoklásával, a mérési eredményeket a mérési számításokat a kiszámított vitamintartalmakat, kalibrációs egyenest.

Felhasznált és ajánlott irodalom

Braun László: Kiűzetés a vitaminparadicsomból I.-II. Élet és Tudomány 1997. 41.-42.

Elődi Pál: Biokémia, Akadémiai Kiadó 1989.

Ralph W. Moss: Szent-Györgyi Albert, Típotex 2003.

Szarka András, Bánhegyi Gábor, Mayer Miklós: A mitokondrium szerepe a növényi sejt C-vitamin bioszintézisében és redox állapotának szabályozásában, Biokémia 2006.

Minden jog fenntartva! A jegyzet egészének, vagy bármely részletének felhasználása csak a szerző előzetes engedélyével lehetséges.

A jegyzettel, gyakorlattal kapcsolatos bármilyen észrevételt szívesen fogadok. Elérhetőség:

Szarka András K. épület II. 11. Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi

Tanszék, Biokémiai és Molekuláris Biológiai Laboratórium

Tel.: 463 3858

e-mail: szarka@mail.bme.hu