

TÓTH GÁBOR

## Vitaminoktól a peptidekig – Szent-Györgyi intézeteinek kutatási témái

Szent-Györgyi Albert talán az egyik legismertebb magyar Nobel-díjas, s ezt részben annak köszönheti, ő volt az egyetlen Nobel-díjasunk, aki miután átvette Nobel-díját, Magyarországra váltotta meg menetjegyét. Munkássága azonban nem túlságosan ismert, általában az a közvélekedés, hogy Szent-Györgyi a C-vitamin felfedezéséért kapta a Nobel-díjat, ami így azért nem egészen pontos. Alább egy régi újságcikknek a fotója látható, 1932-ben jelent meg, és arról szól, hogy Szent-Györgyi felfedezte, hogy a Szeged környéki paprikában nagyon sok C-vitamin van.

**Szent-Györgyi Albert professzor  
szenzációs felfedezése a szegedi papri-  
kával kapcsolatban**

**A szegedi paprika négyszer több C vitamint tartalmaz, mint  
akár a narancs, akár a citrom — A felfedezéssel kapcsolat-  
ban nagy export lehetőségekre van kilátás**

Szeged, december 3.

Ebbe, az évben rége e: panasz hang-  
zott el a szegedi paprikatermelők ré-  
széről. A néhány évvel ezelőtti virágzó  
paprikasport az idén az Ausztráliával  
való vámháború miatt teljesen elaladt,  
s ezzel kiszámíthatatlan kár érte a szegedi  
termelőket. Pedig Szegeden közel  
20 ezer ember érdekelt a paprikatermelés,  
értékesítés és felkészítés.

A földművelésügyi minisztérium illeté-  
kcs osztálya megpróbált segíteni a szegedi  
paprikatermelőkön, sajnos, azonban  
nem azaz az eredménnyel, amelyet a  
szegediek reméltek.

A különféle érdekeltségek szintén ak-  
cióba léptek a paprikatermelés érdeké-  
ben, de nem lévén export, a földalatu  
támogatás nem jelentett kiadósabb anyagi  
hasznot. Állandó volt tehát a panasz a  
szegedi paprikások részéről. A vámhá-  
ború és a külföldi felkelten kenéur-  
relia miatt az árak olyan mélyre estek,  
amelyek tovább folytatódva, fölétele-  
nül a paprikatermelés válságát idézők  
volna elő. Hogy ez mit jelentene az or-  
szág gazdasági életében, az csak most  
tűnik ki.

Szent-Györgyi Albert professzornak,  
az egyetemi vegytani intézet igazga-  
tójának szenzációs felfedezéséből,  
amelyre nemcsak Magyarországon, nem-  
csak Európában, hanem az egész világban  
fel fognak figyelni a amelyeten üzleti  
haszna, helyes megalapozással volna nem  
remélt arányokban bontakozhat ki.

Szent-Györgyi professzor buvátkodá-  
sának régebbi eredménye az egészségre

anyira fontos C-vitamin. S a kiváló  
tulós állandóan kuta: olyan növények  
után, amelyekben a C-Vitamin bősége-  
sen fellelhető. Így kezdett foglalkozni  
ez év októberében a szegedi természet  
paradicsom-paprika vegyi összetételével,  
s néhány napi laboratóriumi munka után  
nagy számban felfedezése jutott. Felfe-  
dezéséről a következőket mondotta el a  
Szegedi Új Nemzetnek interviójában:

— Vitaminoknak nevezzük az anyagok  
egy csoportját, melyek táplálékunk-  
ban igen kis mennyiségben vannak jelen,  
azonban az élethez és egészséghez nélkülöz-  
hetetlenül szükségesek. Ezeknek a  
Vitaminoknak nagy teoretikus jelentősé-  
gük mellett igen nagy közgazdasági  
és economicus jelentőségük van. A mo-  
dern ember tápláléka nem lehet még a  
természetes tápláléknak és így könnyen  
nőkölőri ezeknek az életfontosá-  
gu Vitaminoknak egyikét, vagy másikát.  
Nem kell mást felhozunk a Vitami-  
nok fontossága bizonyításul, mint egyes  
betegségeket, melyek szinte járványzer-  
rően pusztítanak, amelyek lényege utam-  
más, mint egyik vagy másik Vitamin hi-  
ánya, amilyen betegségek a beri-beri, az  
angolkór és scorbut.

Az én szegedi laboratóriumomnak ju-  
tott osztályrésztől, hogy tisztáshas-  
sa egyik legfontosabb vitaminnak,  
az úgynevezett Vitamin C-nek a  
kémiai természetét.

Ez a Vitamin C. csakis friss gyümölcsök-  
ben, vagy növényekben található. A Vi-  
tamin C hiánya által okozott betegségek  
vagy gyengeség könnyen süjt olyanokat,

Ez igaz egyébként, a felfedezés is és az újságcikk is, de amikor Szent-Györgyi megkapta a fiziológiai Nobel-díjat 1937-ben, ugyanazon a napon két másik úriember, Sir Walter Norman Haworth és Paul Karrer is Nobel-díjat kapott, ugyancsak vitaminokkal kapcsolatos kutatásokért, sőt Haworth részben a szénhidrátok és részben a C-vitamin szerkezetének felderítéséért kapta ezt a magas kitüntetést.



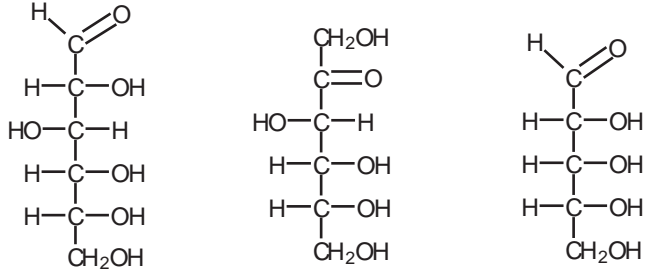
Sir Walter Norman Haworth  
(1883–1950)



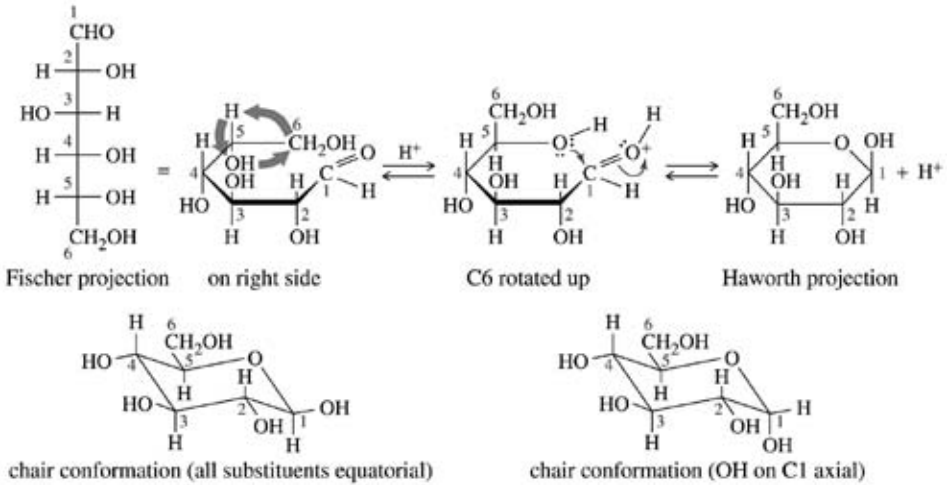
Paul Karrer  
(1889–1971)

Nézzük csak meg, mik is ezek a vitaminok, miért voltak ezek annyira érdekesek, hogy ilyen sok Nobel-díjat osztottak érte. A kémiai szerkezetkutatás valamikor a 19. század végére, 20. század elejére jutott el arra a szintre, hogy meg tudtuk mondani, milyen kémiai anyagok vannak a tápanyagokban. Ennek során 3 fő komponenst lehetett elkülöníteni. A tápanyagok döntő mértékben vagy szénhidrátokból állnak, ezek a szénhidrátok a kémia definíciója szerint polihidroxi-oxovegyületek. Tehát tartalmazznak egy oxocsoportot és néhány alkoholos hidroxilcsoportot. Az alábbi ábrán néhány fontos és közismert egyszerű szénhidrát képlete látható. Van a szénhidrátoknak egy érdekes sajátossága, képesek arra, mint a saját farkába harapó kígyó, hogy egy ciklust alakítsanak ki az oxocsoport és valamelyik hidroxilcsoport között, aminek a végén kialakul a szénhidrátoknak egy érdekes gyűrűs szerkezete, hordozva egy új hidroxilcsoportot. Ez a környezete miatt más reaktivitású, mint amilyenek a normális hidroxilcsoportok, ami aztán megadja azt a lehetőséget, hogy a szénhidrátok hosszú láncokká fűződhessenek fel. A szénhidrátok ezután képesek egymással kapcsolatot létesíteni, amikor nemcsak két, hanem nagyon sok molekula tud összekapcsolódni, és ez a nagyon sok molekula ha

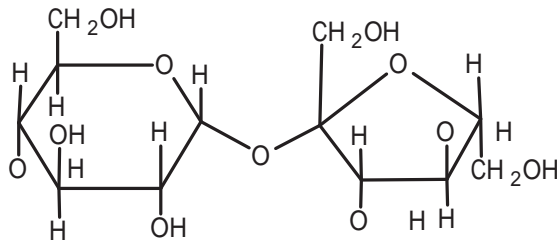
glükózegységekből áll, akkor eljutunk a keményítőhöz vagy a cellulózhoz vagy glikogénhez. Ezek a tápanyagainknak egy fontos csoportját jelentik.



A D-ribóz, a D-fruktóz és a D-glükóz szerkezete

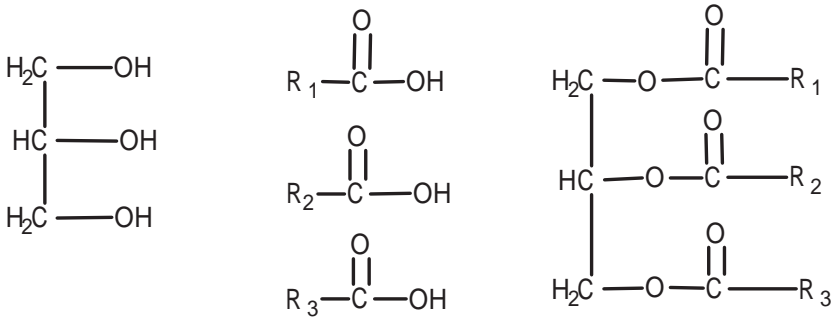


A D-glükóz gyűrűs szerkezete és a gyűrű téralkata



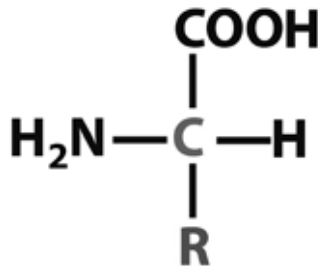
A D-fruktózból és D-glükózból álló répacukor szerkezete.

A következő csoportot a zsírok és olajok alkotják. Ezek egy háromértékű alkoholból, a glicerinnél és valamilyen zsírsavakból állnak. Ez a triészter a triglicerid, amit mi közönségesen növényi olajnak vagy zsírnak nevezünk, attól függően, hogy ezek a zsírsavak milyenek, mennyire telítettek, így beszélhetünk állati zsírokról vagy növényi olajokról.



A trigliceridek általános szerkezete.

Végül, nem utolsó sorban a tápanyagokban található harmadik komponens a fehérjék csoportja. A fehérjék aminosavakból állnak, az aminosavak pedig olyan szerves vegyületek, amelyeknek van egy karboxilcsoportjuk és egy aminocsoportjuk, és tartozik hozzájuk valamilyen oldallánc. A fehérjealkotó aminosavak esetében az aminocsoport és a karboxilcsoport ugyanazon a szénatomon, az alfa szénatomon található. Az aminosavak képesek a karboxilcsoport és az aminocsoport közti kötődéssel, az úgynevezett peptidkötéssel egymáshoz kapcsolódni, és ha 100–150–200 aminosav összekapcsolódik, a kapott molekulát úgy hívjuk, hogy fehérje. Hogy mennyire fontosak számunkra a fehérjék, azt az is mutatja, hogy az élő sejtek szárazanyag-tartalmának kb. a fele aminosav vagy aminosav-származék.



Egy alfa aminosav általános képlete.

Ezek tehát a tápanyagok komponensei. Miután tisztán izolálták ezeket az anyagokat, kísérleti állatoknak táplálékul adták. Ezek az állatok rövid idő után megbetegedtek, majd elpusztultak. Ebből keletkezett az a felfedezés, hogy vannak olyan anyagok, amelyekre szüksége van az élő szervezeteknek, de csak kis mennyiségben találhatók meg a táplálékokban. Ezeket vitaminoknak nevezzük. Maga a szóalkotás egy lengyel biokémikustól, Kazimierz Funktól származik 1912-ből, aki a latin vita 'élet' szót látta el egy amin végződésel, gondolván, hogy a vitaminok olyan aminok, amelyek nélkülözhetetlenek az élethez. Ma már tudjuk, hogy ez nem egészen így van, a vitaminok egy része nem amin jellegű, pl. a C-vitamin sem az. A definíció tulajdonképpen az lenne, hogy olyan kis molekulájú, szerves anyagok, amelyek nélkülözhetetlenek az élethez. Kémiai szempontból elég diverz családról van szó, szokás felosztani őket zsírban oldódó vitaminokra és vízben oldódó vitaminokra. Hogy hány vitamin is van, az persze vitatható, nem egységes benne a szakirodalom, de az alábbi ábrán az látható, hogy 13. Később más anyagokat is elneveztek vitaminoknak, ez kicsit szerzőtől is függ, de attól is függ, hogy mihez viszonyítjuk, hiszen nekünk a C-vitamin az vitamin, mert nem tudja a szervezetünk előállítani, az oroszlánnak viszont nem, mert ő tudja szintetizálni, tehát az oroszlánnak nem kell friss gyümölcsöt ennie ahhoz, hogy ne kapjon skorbutot.

#### Vízben oldódó vitaminok:

- B1-vitamin (tiamin, aneurin)**
- B2-vitamin (riboflavin)**
- B3-vitamin (nikotinsavamid)**
- B5-vitamin (pantoténsav)**
- B6-vitamin (piridoxin)**
- B7-vitamin (biotin)**
- B10-vitamin (folsav)**
- B12-vitamin (kobalamin)**
- C-vitamin (aszkorbinsav)**

#### Zsírban oldódó vitaminok:

- A-vitamin (retinol)**
- D-vitamin (kalciferol)**
- E-vitamin (tokoferol)**
- K-vitamin (fillokinon)**

Miért fontosak a vitaminok? Alább egy összefoglaló táblázat látható, az első oszlopban különböző vízben, illetve zsírban oldódó vitaminok láthatók. Föl is tehetnénk azt a kérdést, hogy miért fontos, hogy vízben vagy zsírban oldódik

a vitamin? Azért, mert a vízoldékony vitaminok általában gyorsan kiürülnek, ezzel szemben a zsírban oldódó vitaminok tudnak akkumulálódni a szervezetben, és ott nem muszáj naponta friss vitamint bevinni. A következő oszlopban enzimfunkciók láthatók, olyan enzimfunkciók, melyek működése az adott vitamint igényli. Tulajdonképpen ez a vitaminok fontosságának magyarázata. Ha nincs vitamin, bizonyos enzimek nem tudnak működni, és ha ezek az enzimek nem tudnak működni, az bizonyos kórképet fog okozni, és a következő oszlopban látható vitaminhiány-betegség jelenik meg. Ezeknek nagyon sok formája van, véralvadási zavaroktól kezdve, vérképződési zavarok, bőrbetegségek, látászavarok, csontképződésnek a betegségei, és így tovább. A dolog súlyosságára talán az jellemző még, hogy első hallásra az, hogy van valakinek bőrbetegsége, nem tűnik nagyon tragikusnak – hát van neki, majd meggyógyítják –, de ezeknek a vitaminhiányos betegségeknek nagy része halálos, ha nem kezelik.

Vitaminnév	Kémiai név	Oldékonyság	Hiánybetegség	Túladagolás	Átlagos napi szükséglet
Vitamin A	Retinol	Zsír	Szürkületi vak-ság Keratoma-lacia	25,000 IUs	620 µg
Vitamin B1	Thiamin	Víz	Beriberi	n/a	1 mg
Vitamin B2 (G)	Riboflavin	Víz	Ariboflavinosis	n/a	1,1 mg
Vitamin B3 (PP)	Niacin	Víz	Pellagra	2,500 mg	12 mg
Vitamin B5	Pantothénsav	Víz	Paresthesia	n/a	
Vitamin B6	Pyridoxin	Víz	n/a	400 mg	1,1 mg
Vitamin B7 (H)	Biotin	Víz	n/a	n/a	30 µg
Vitamin B9 (M)	Folsav	Víz	[3]	1,000 µg	320 µg
Vitamin B12	Cianokobalamin	Víz	Vészes vérszegénység	n/a	2 µg
Vitamin C	Aszkorbinsav	Víz	Skorbut	n/a	75 mg
Vitamin D1-D4	Lamisterol, Ergocalciferol, Calciferol, Dihydro-tachysterol, 7-dehydrostosterol	Zsír	Angolkór	50,000 IU	2 µg minden D-vitamin
Vitamin E	Tocopherol	Zsír	n/a	50,000 IU	12 mg
Vitamin K	Naphthoquinon	Zsír	n/a	n/a	75 µg

A vitaminok neve, hiánybetegsége, átlagos napi szükséglete.

Enzimek osztályozása		
Fő osztály	Alosztályok	A katalizált reakció
Hidrolázok	Lipázok Nukleázok Proteázok	Észtercsoport hidrolízise Foszfátcsoport hidrolízise Amidcsoport hidrolízise
Izomerázok	Epimerázok	Szttereogénközpont izomerizációja
Ligázok	Karboxilázok Sztintetázok	CO <sub>2</sub> -hozzáadás Új kötés kialakítása
Liázok	Dekarboxilázok Dehidrázok	CO <sub>2</sub> -vesztés H <sub>2</sub> O-vesztés
Oxidoreduktázok	Dehidrogenázok Oxidázok Reduktázok	Kettős kötés kialakítása H <sub>2</sub> -elvétellel Oxidáció Redukció
Transzferázok	Kinázok Transzaminázok	foszfátcsoport-átvitel aminocsoport-átvitel

## Enzimfunkciók

A fenti ábrán az látható, hogy milyen enzimcsoportok vannak, és hogy hívjuk ezeknek az alcsoportjait, és mit tudnak ezek az enzimek csinálni. Látható, hogy az élő szervezetben három olyan csoport is van, ami hidrolízissel el tud valamit bontani, nukleinsavakat, zsírokat vagy fehérjéket, de más enzimek meg tudják változtatni a vegyületek térszerkezetét, új kémiai kötések képesek kialakítani, el tudnak bontani vegyületeket, tehát ki tudnak venni a molekulából szén-dioxidot, vizet, oxidálni vagy redukálni tudják a molekulákat, és aminocsoportot vagy foszfátcsoportot tudnak odahelyezni molekulákra. Látható, hogy a szerves kémia nagy része megtalálható ezek között, és ez egyértelművé teszi, hogy az enzimrendszerünknek a működése alapvető az egészségünk megtartása szempontjából.

Mennyi vitamin is van szükségünk? Néhány mikrogrammtól néhány milligrammig terjedhet. Egyébként a C-vitaminból, amiből a legtöbb kell, kb. 75 milligramm egy felnőtt embernek a napi szükséglete.

A C-vitamin azért is nagyon fontos számunkra, mert van egy betegség skorbut, ami valamikor nagyon komoly problémát okozott az emberiségnek. A felfedezések korában hosszú utakat tettek meg a tengerészek vitorlás hajókon úgy, hogy nem volt friss élelmiszerük. Elég gyakori volt, hogy néhány nap vagy inkább néhány hét után megbetegedtek skorbutban. Ez először csak kellemetlen, de utána bele is haltak, úgyhogy sok olyan tengeri háború volt, ahol a tengeri csatákban tizedannyi tengerész sem pusztult el, mint a skorbutban. Az első igazán hatékony felfedezést James Lind, skót orvos tette, aki valamikor

az 1750-es időkben egy hadihajón szolgált, ahol skorbut ütötte fel a fejét, és ő csinálta először a világon azt, hogy alkotott egy kontrollcsoportot, amelyben az elkülönített betegeket nem kezelte semmivel, és a többi beteget több, kisebb csoportra osztotta, és különböző anyagokkal kezelte őket. Az egyik csoportot almaecettel kezelte, és ott valamiféle javulást tapasztalt; egy másik csoportot citromlével, ott drámai javulást figyelt meg, az összes többinél pedig erős romlást.



James Lind (1716–1794)

Abban az időben sem volt könnyű az új dolgokat elfogadtatni, úgyhogy először Lindnek sem akartak hinni, de valamikor a 18. század végére az angol haditengerészetnél bevezették azt, hogy kötelező az angol hadihajókon minden nap adott mennyiségű citromlevet adni a tengerészeknek. A konkurencia az angol hadihajókat ezután citromléhajóknak csúfolta, de ez nem akadályozta meg Angliát, hogy a tengerek ura legyen a világon.



18. századi vitorlášajók.



Tulajdonképpen mondhatjuk azt is, hogy bizonyos értelemben már korábban felfedezték a C-vitamint, de akkor még fogalmuk sem volt arról, hogy mi is van a citromlében. Ebbe a vitaminkutatásba kapcsolódott be jóval később Szent-Györgyi Albert, aki hosszú ideig a Dóm téren lévő épületekben fejtette ki tevékenységét.



Szent-Györgyi Dóm téren lévő intézetei.

Szent-Györgyi Albert 1893-ban született, egy földbirtokos családban, nagyrápolti Szent-Györgyi Albert néven, anyai ágon egyébként orvosi dinasztiából, a Lenhossék családból származott. A Lónyai utcai Református Gimnáziumban érettségizett, 1917-ben kapott a Budapesti Egyetemen az Orvostudományi Karon diplomát. Közben katona is volt, a világháború idején két fronton is harcolt, majd a háború után Pozsonyban helyezkedett el, de onnan sürgősen kidobták, mert a csehszlovák kormány nem akart magyar kutatókat egy pozsonyi kutatóintézetben. Ezután Szent-Györgyi Albert elment egy világméretű útra, Prágába, Berlinbe, Leidenbe, Groningenbe, Cambridge-be. Az utolsó két helyen évekig dolgozott, és tulajdonképpen a Nobel-díjat megalapozó kutatások is itt kezdődtek. Egyébként a Groningeni Egyetem kicsit saját Nobel-díjasának is tekinti, hiszen évekig dolgozott ott. 1928-ban elfogadta Klebelsberg Kuno, mai értelemben akkori oktatási miniszter meghívását, és a Szegedi Tudományegyetem (akkor úgy hívták, hogy Ferenc József Tudományegyetem) tanára lett az Orvosi Vegytani Intézetben. 1935-ben, Széki Tibor távozása után

a Szerves és Gyógyszerész Vegytani Intézetnek is professzora lett, úgyhogy két intézetet vezetett 1940-ig, amikor lemondott az egyik vezetéséről, mert rektor lett. 1945-ben Budapestre távozott, majd 2 év után úgy döntött, hogy emigrál, végül 1986-ban az Egyesült Államokban, Woods Hole-ban, emigrációban halt meg. Közben 1937-ben Szent-Györgyi Albert megkapta a Nobel-díjat, a Korvin-koszorút, akadémikus lett, Szeged díszpolgára és az újonnan alapított szegedi Horthy Miklós Tudományegyetem első rektora. Majd a német megszállás után illegálisan bujkált.



Szent-Györgyi Albert



Szent-Györgyi Albert átveszi a Nobel-díjat. Alább a méltatás olvasható:  
Professor A.E. Lindh of the University of Uppsala addressed the laureate:

*The name of Haworth and Karrer are, via Vitamin C, in close connection with the name of Albert von Szent-György, this year's Nobel Prize laureate in Physiology and Medicine, the ingenious and indefatigable scientist. Kindly accept our greetings, Albert von Szent-György, and at the same time accept our expressions of sincere admiration for the untiring energy you have hitherto shown, and for the extraordinary results you have obtained in your research work despite the difficulties you have, and have had to overcome. Your investigations into oxidation in living cells enabled you to crystallize Vitamin C, a discovery of vital importance to medical science. Your discovery of the Fumaric Acid Catalysis, and your ingenious penetration of its complicated mechanism has opened the way to undreamt of paths within the sphere of medical science and its practical work in the service of suffering humanity. We congratulate you and participate in your happiness in connection with the reward you have gained for your great scientific work, a work of research which has aroused the sincere admiration of the scientific world and in whose continuation we place our highest hopes.*

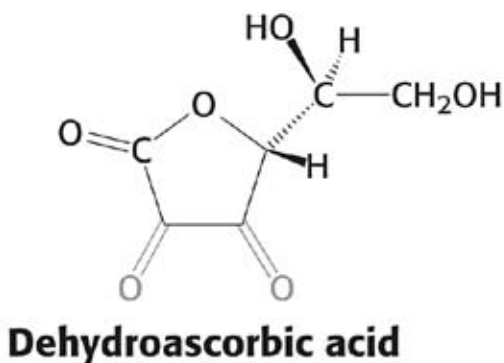
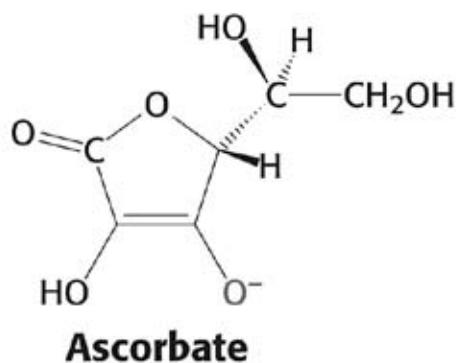
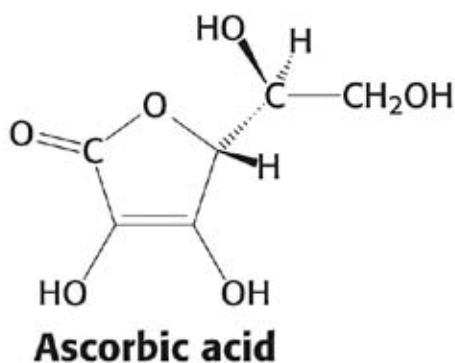


Hóman Bálint beszédét mondja az egyetem tanévnyitóján  
1940-ben, mellette Szent-Györgyi Albert rektor.



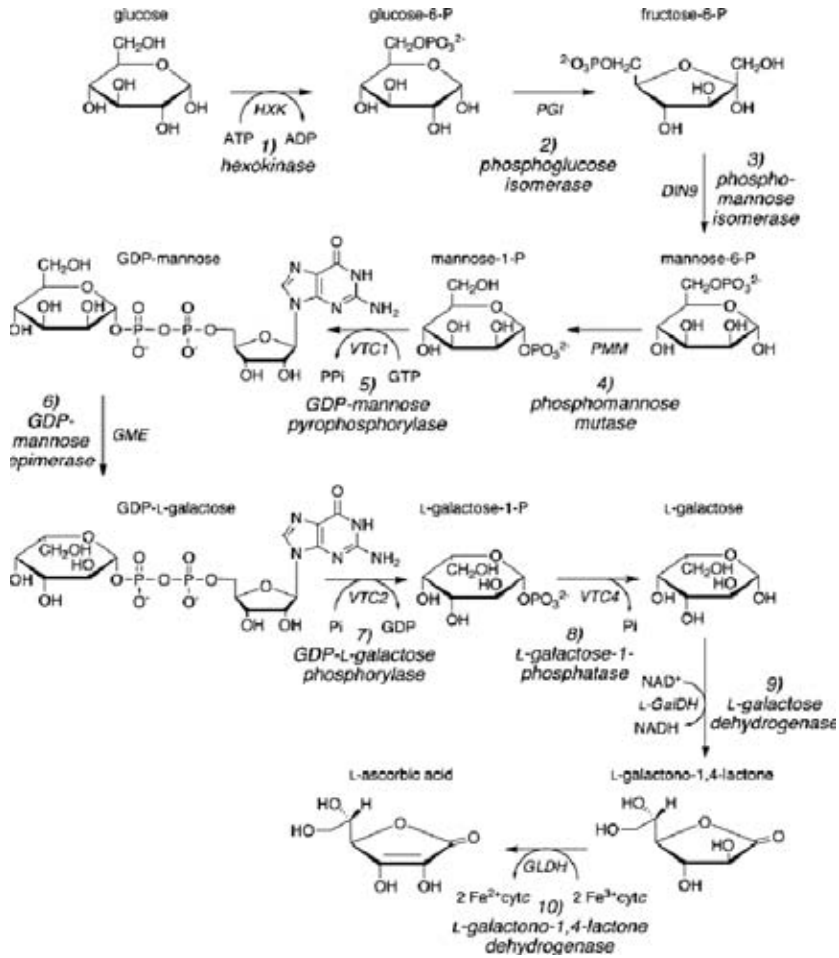
Szent-Györgyi Albert a Dóm téri árkádsoron, illetve intézetei bejáratánál.

Milyen kutatások is folytak ebben a két intézetben? Mindenekelőtt a legközismertebbek, a C-vitaminra, az alábbi ábrán látható molekulára vonatkozó kutatások. Az is oda van írva, hogy aszkorbinsav, ez a név pedig onnan jön, hogy ez egy olyan anyag, ami savas kémhatású, és megakadályozza a skorbutot.



Az aszkorbinsav és a két fontos átalakulásának eredménye

Aztán Szent-Györgyi nevezte el hexuronsavnak, mivel ez egy hat szénatomos sav. Másik fontos tulajdonsága az aszkorbinsavnak, hogy nagyon könnyen oxidálódik dehidroaszkorbinsavvá. Ez a folyamat egy redox folyamat, és ebből az is következik, hogy maga az aszkorbinsav, a C-vitamin elég jó redukálószer, egyik központi faktora annak, hogy szervezetünk ne legyen túlságosan oxidált állapotban. Ha egyébként enzimfunkciókat nézünk, akkor azt mondjuk, hogy az aszkorbinsav nélkülözhetetlen bizonyos hidroxiláz enzimek működéséhez, és ezen keresztül a kollagén-szintézishez.

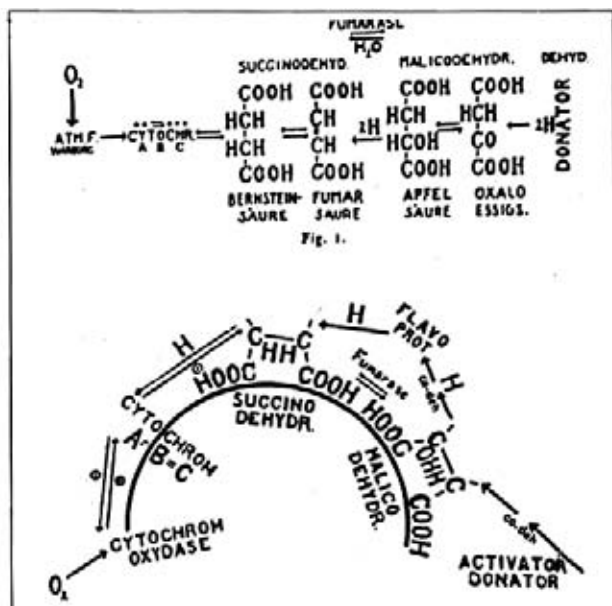


A C-vitamin bioszintézise. Az utolsó lépés a főemlősökben blokkolva van.

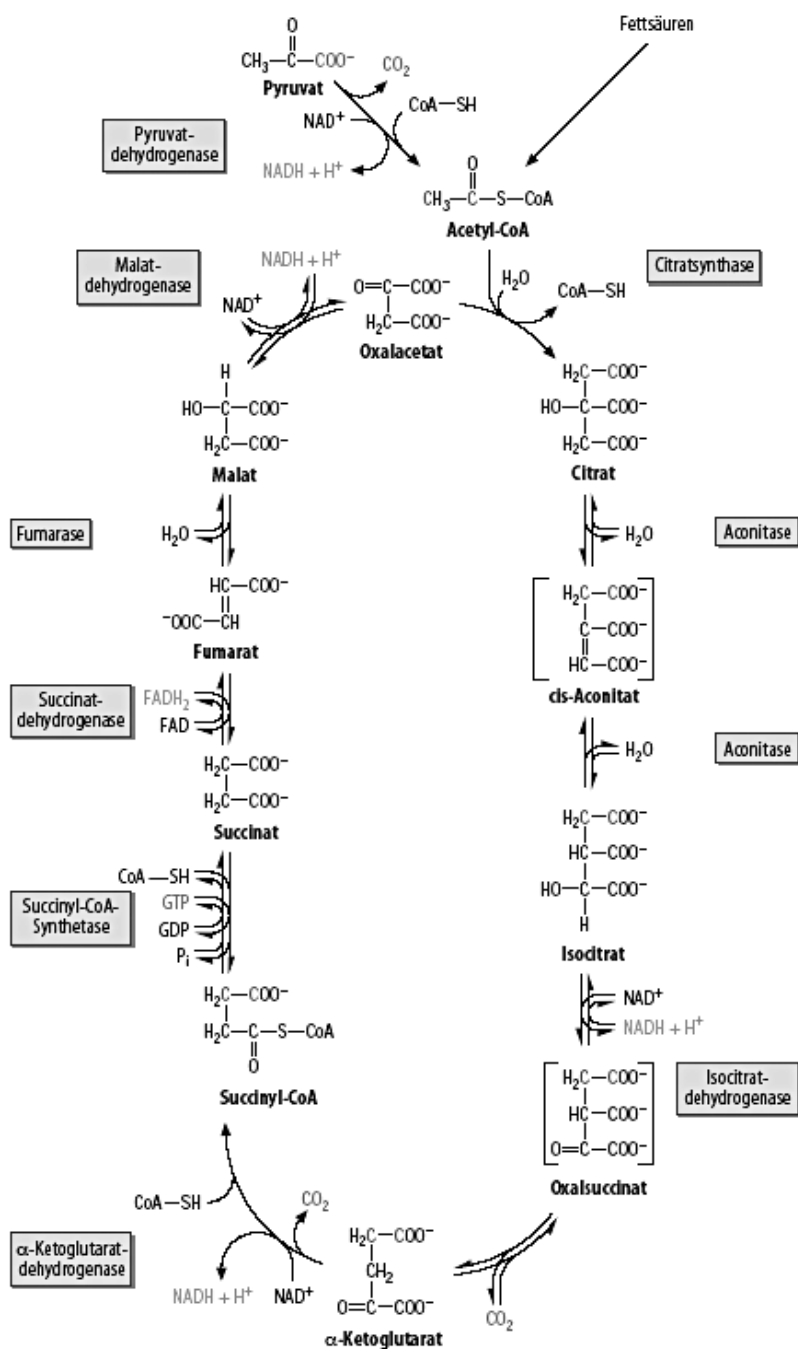
Miben van a C-vitamin? Az a közhiedelem, hogy a citromban sok van – ez igaz is, a paprikában is, sok minden másban is, pl. a friss húsbán is, ezért van az, hogy az eszkimók nem kapnak skorbutot, pedig kevés zöldséget ettek évszázadokon keresztül.

Szent-Györgyi egyik nagy felfedezése az volt, hogy a korabeli C-vitamin-kutatásokhoz elég nehéz volt C-vitamint szerezni. Vágóhídi maradékokból, mellékveséből próbálták izolálni, de nem kellő tisztaságban, és csak nagyon kicsi mennyiségben tudták ezt megoldani. Szent-Györgyi volt az, aki nagy mennyiségben és kellő tisztaságban tudott C-vitamint izolálni paprikából, amit részben aztán szerkezetvizsgálatra, részben pedig funkcióvizsgálatra használtak. Ennek a funkcióvizsgálatnak a során tett nagy felfedezést Szent-Györgyi,

pl. azt, hogyan lesz a borostyánkősavból több lépésen keresztül almasav. Ha megesszük a tápanyagot, sok-sok lépés után mi történik a tápanyaggal? Mi élünk belőle, energiát szerzünk, építjük a testünknek a molekuláit, de végső soron a tápanyagból jelentős részben szén-dioxid és víz lesz. Hogyan lesz, mondjuk a szén-dioxidból disznózsír? Ezt sokáig nem tudták, és ennek egy része világosodott meg Szent-Györgyi kutatásai által.



Szent-Györgyi előad Szegeden



A Krebs-(vagy Szent-Györgyi-Krebs-) ciklus.  
A zsírsavak biológiai elégetésének mechanizmusa.



A fenti ábrán látható, hogy bekerül a zsírsav a ciklusba, majd sok lépésen keresztül két szén-dioxid-vesztéssel megtörténik az oxidációja ennek az ecetsavrésznek, és visszaalakulnak ezek a karbonsavak azzá, amik voltak. Van a szervezetünkben egy négy szénatomos karbonsav, ami a két szénatomos ecetsavrészrel együtt egy hat szénatomos citromsavat alakít ki, majd több lépésen keresztül a citromsavból visszakapjuk a négy szénatomos karbonsavat, és közben két szénatom szén-dioxiddá válik, és energiát nyerünk belőle. A teljes ciklust végül Krebs, Szent-Györgyi barátja írta le.



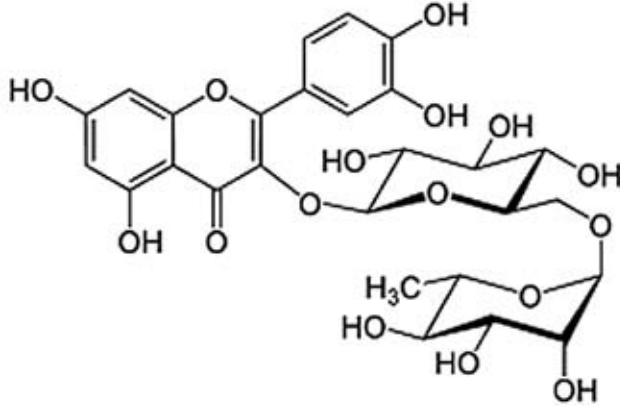
Sir Hans Adolf Krebs (1900–1981)

Szent-Györgyi Albert Nobel-díját a „biológiai oxidációs folyamatok kutatása terén elért eredményekért” kapta, „különös tekintettel a fumársav-katalízis és a C-vitamin jelentőségének tisztázására”. Ez a korabeli biokémia egyik alapkérdése, a Warburg-féle oxigénaktivációs és a Wieland-féle proton- vagy hidrogénaktivációs elmélet közötti ellentmondás feloldását jelentette. A négy szénatomos dikarbonsavak oxidációs sorának felállítása a későbbi citrát-ciklus egyik felének felfedezését jelentette.

Az fejezet címe, hogy a vitaminoktól a peptidekig. És eddig csak egy vitaminnal beszéltünk. Szent-Györgyi Rusznyák Istvánnal együtt fölfedezte, hogy amikor előállított nagyon szép, tiszta C-vitamint, az bizonyos dolgokat nem tudott, mint amikor a korábbi, kevésbé tisztított készítményekkel el tudtak érni. Felfedezte, hogy a kevésbé tisztított készítmény tartalmazott valami más, biológiailag aktív anyagot is.

Ezek az anyagok kémiai szempontból polifenolok voltak. A flavonok közé tartoztak, és megtalálhatók nagy mennyiségben a citrusfélékben, a teában, de még a borban is. Ezek ugyan nem igazi vitaminok, de fontos élettani hatásaik

vannak. Szent-Györgyi a maga korában elnevezte P-vitaminnak. Számos jótékony hatásuk van, ezért isszuk a teát, esszük a gyümölcsöket és aki szereti, issza a vörösbort.



Az egyik flavonoid, a rutin, amit Szent-Györgyi P-vitaminnak nevezett.

Még egy dolog, amivel Szent-Györgyi foglalkozott Szegeden, ez pedig az izombiokémiának a megalapítása volt. Hogy hogyan működnek az izmok, akkor még kevésbé volt ismert. Azt tudtuk, hogy van egy fehérjekomplex, az aktin-miozin komplex, amiből a miozin már ismert volt, de az aktin részének felfedezése már Szent-Györgyi intézetének a nevéhez fűződik.



Az aktin-miozin komplex modellje.



A Dóm téren van Szent-Györgyinek egy mellszobra, az alatt van egy bronztábla. Szeretném fölhívni a figyelmet arra, hogy ezt az Amerikai Kémiai Társaság állította, és ezt ott szokták felállítani, ahol nagy felfedezés született a kémiában. a tábla egyébként magyar és angol nyelvű, Szent-Györgyi felfedezését méltatja, és nem haszontalan megemlíteni, hogy elég kevés ilyen tábla van az USA-n kívül.

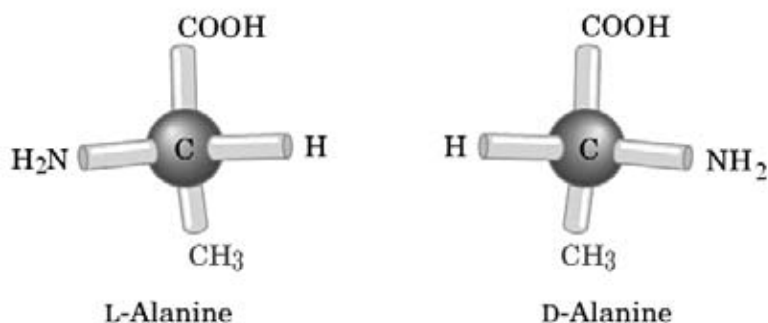


Bruckner Győző  
(1900. november 1.–1980. március 8.)

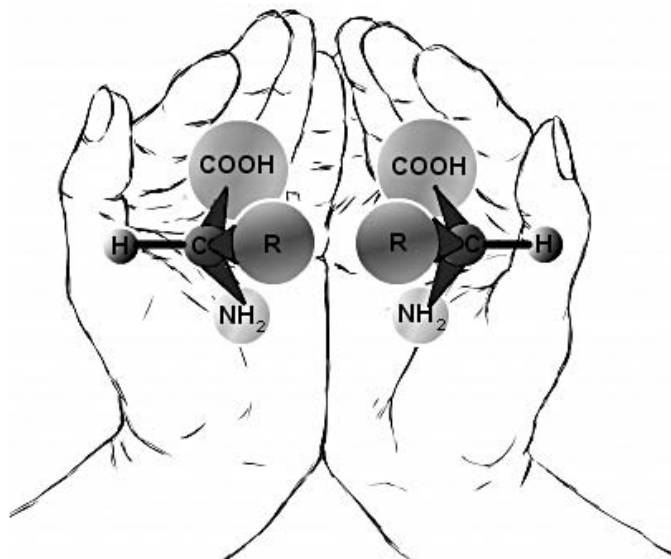


Ivánovics György  
(1904. június 11.–1980. szeptember 1.)

Bruckner Győzőről is szeretnék néhány szót ejteni, részben azért, mert benne a magyar szerves kémiának egy meghatározó, nagy alakját tiszteljük. Ebben az időben Szent-Györgyi beosztottja volt, majd később utódja. Ő is tett egy nagy felfedezést, amelyben közvetlenül Szent-Györgyinek ugyan már nem volt szerepe, de mégis az ő intézetében történt. Ez pedig az aminosavakra, pontosabban a fehérjékre vonatkozik. Az aminosavak minden esetben tartalmaznak legalább egy karboxilcsoportot, legalább egy aminocsoportot, és a fehérjealkotó aminosavak esetében mind a két csoport ugyanazon a szénatomon van.

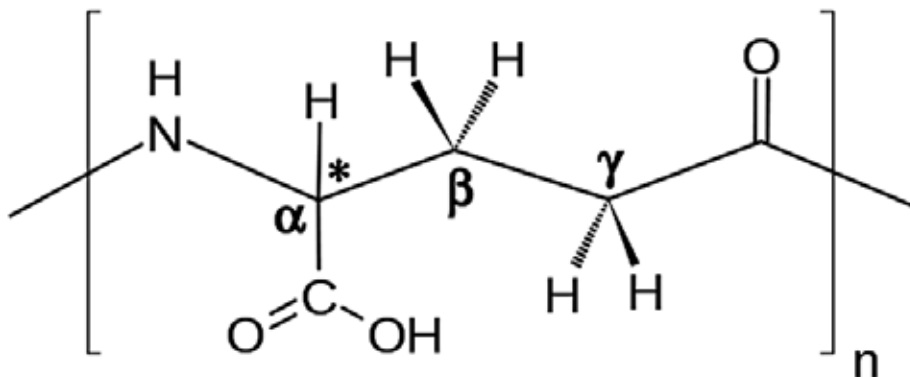


Ha egy szénatomhoz négy különböző szubsztituens kapcsolódik: a szénatom királis, és a vegyületnek enantiomer formái vannak.



Az aminosavak különböző módosulatainak és a jobb-bal kéznek a kapcsolata.

Amikor elkezdték a fehérjeszerkezeteket vizsgálni, akkor kiderült az, hogy a fehérjék különböző aminosavakból állnak, és ezek az aminosavak szinte kivétel nélkül alfa-aminosavak. Az is kiderült, hogy van egy köztük, ami kicsit különböző, mivel ott két hidrogén van, és ott nem áll fönt a tükörképi viszony. Az összes többi, a maradék 19 aminosavnál 2 féle módosulat létezik, és a fehérjék kizárólag az egyikből, az L-alfa aminosavakból épülnek föl. Ez egyfajta dogma volt a tudományban, és volt egy érdekes megfigyelés, ami ezzel a dogmával ellentétben állt. Van egy halálos betegség, amit egy bacillus, az antrax okoz, ezt lépfenének is nevezzük. Normális esetben, ha egy állat megbetegedett és elpusztult, annak a tetemét elásták, az állatnak a fehérjei lebomlottak a föld alatt, beleértve a kórokozókat is. Ezzel szemben a lépfenében elpusztult állatok tetemei még évtizedek múltán is fertőzőek voltak. Ez ellentétben állt a kor tudásával.



Az antrax polipeptid szerkezete

Bruckner Győző és Ivánovics György 1937-ben publikálta azt, hogy a lép-fene tokanyaga egy nagyon unikális szerkezet több szempontból is. Az első dolog, hogy egy monoton fehérje. A normális fehérjék 20 különböző L-aminosavból állnak, különböző szekvenciák szerint, a lép-fene kórokozójának tokanyaga viszont csak glutaminsavból áll, tehát egy poli-glutaminsavnak tekinthető. Ez ráadásul egy olyan poli-glutaminsav, ahol az alfa-amino és a gammakarboxil-csoportok vesznek részt a peptidkötés kialakításában. Ez így nem szubsztrátja a fehérjebontó enzimeknek. Kiderült persze az is, hogy ez is egy királis, kézszerű molekula, mint az alkotó aminosavak is azok. Ezután közölte Bruckner és Ivánovics, hogy az antrax tokanyaga poli-gamma-glutaminsav. Később rájöttek, és helyesbítettek, hogy bár poli-gamma-glutaminsav, de poli-gamma D-glutaminsav, és ez újabb olyan faktor volt, hogy miért

olyan ellenálló ez a proteázokkal szemben. A D-aminosavak ugyanis nem szubsztrátjai proteázoknak. Éppen ezért később sokat foglalkoztak az antraxszal, talán mert tudták, hogy ez jó biológiai fegyver lehet. Mindenesetre, ez a felfedezés éppen akkor történt, amikor Szent-Györgyi Nobel-díjat kapott, és ez egyben a magyarországi fehérjekutatások a születésnapjának is tekinthető.

Összefoglalva azt jelenthetjük ki, hogy Szent-Györgyi intézeteiben alapítódott meg a magyarországi vitaminkutatás, a magyar izomkutatások, aztán később, már Szent-Györgyi távozása után, ezek az intézetek új témákat is elkezdtek művelni. A Szegedi Tudományegyetemen egyébként 4 olyan intézet található, amely Szent-Györgyi utódjának tekinti magát, noha ő csak két intézetben volt tanszékvezető. Ez azért van, mert a Szerves és Gyógyszerész Vegytani Intézetből később a háború után kivált a Gyógyszerész Vegytani Intézet, és maradt a Szerves Kémia Intézet, s az 1960-as években az Orvosi Vegytani Intézetből kivált a Biokémiai Intézet, ahol máig is folynak izombiokémiai kutatások. Az Orvosi Vegytani Intézetben jelenleg peptidkutatások folynak, amelyek ugyan nem Szent-Györgyi nevéhez fűződnek, de az ő intézetéhez köthetők.