

HANNUS ISTVÁN

A C-vitamin szegedi analízise

Szent-Györgyi Albert 1937-ben, 44 éves korában kapta meg a Nobel-díjat. A körülbelül 200 gramm súlyú, 23 karátos aranyból készült érem, mint minden Nobel-érem egyik oldalán Alfréd Nobel portréja látható, az orvosi Nobel-érem másik oldalán pedig egy szimbolikus kép. A sziklából valószínűleg az élet vize folyik, és ennek segítségével egy alélt hölgyet meg fog gyógyítani egy másik hölgy. Az érem elég kalandos úton a Magyar Nemzeti Múzeumba került, és ma is ott van, Budapesten. Egy másolat található a Szent-Györgyi Emlékszobában Szegeden, a Tisza Lajos körút 103. alatt. (1. kép. Nobel-érem)

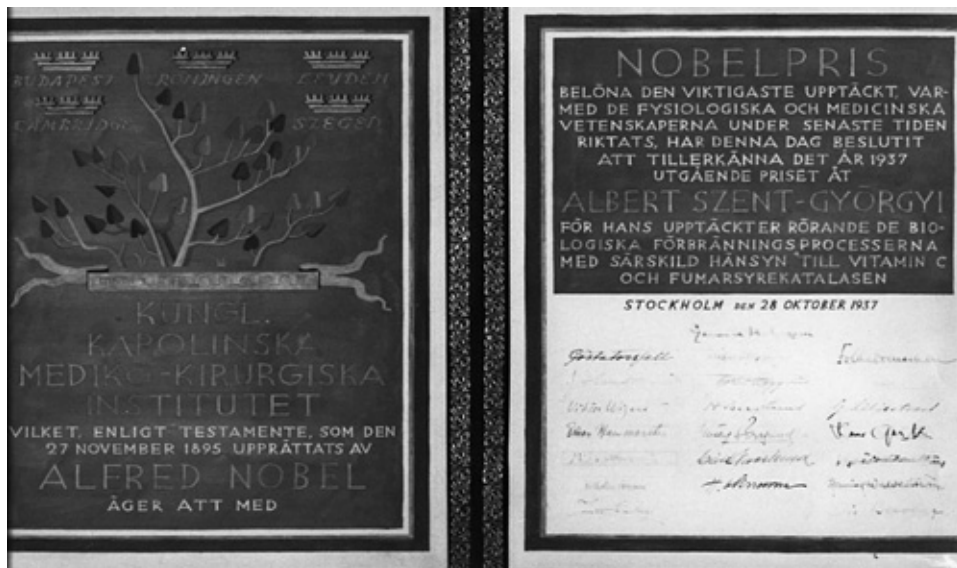


1. kép. Szent-Györgyi Albert Nobel-érmének két oldala.

A Nobel-díj indoklása az oklevélen ékes svéd nyelven olvasható „a biológiai égésfolyamatok, különösen a C-vitamin, valamint a fumársav-katalízis terén tett felfedezéseier”. Előadótársaim, Dux László, Wölfling János és Tóth Gábor is hangsúlyozta korábban, hogy ebben a biológiai oxidáció a lényeg. Ahogy Dux professzortól hallottuk, a citrát-körnek (amit tulajdonképpen Krebs fedezett föl és tett teljessé) a kezdeteit sejtette meg Szent-Györgyi Albert, és a négy szénatomos karbonsavak, köztük a fumársav szerepét ebben az oxidációs körfolyamatban. A stockholmi Nobel-díjas előadásban ezt egy félkörként írta le egy ábrán. Tehát megsejtette ezt a ciklust, amit általában Krebs-ciklusként tanítanak a világban, de mi itt

Magyarországon, Szegeden azt hiszem, hogy joggal hívhatjuk Szent-Györgyi–Krebs-ciklusnak.

Az oklevélen a korabeli svéd grafikus, kicsit furcsán, „paprikafa” módon ábrázolta a paprikát. De láthatók a Szent-Györgyi addigi karrierjében fontos helyszínek: Budapest, ahol született és tanult, a holland városok, Groningen, Leiden, az angliai Cambridge és végül Szeged. (2. kép. Nobel-oklevél)



2. kép. A Nobel-oklevél a „paprikafával”.

A szegedi C-vitamin-kutatás előzményeként érdemes Szent-Györgyi életének legfontosabb állomásait röviden ismertetni. Orvosi tanulmányokat folytatott Budapesten. Közben kitört az első világháború, és ő az ukrán fronton szolgált. Elég sok szenvedést élt át, fizikait, lelkét egyaránt, és nagyon szeretett volna hazajönni. Elérte, hogy megsebesüljön úgy, hogy a saját karjába lőtt. Ez az egyik legnagyobb vétség egy hadseregben, az öncsonkítás. De sikerült, nem derült ki, amint Szent-Györgyi ezt később elmesélte. Hazajött orvosi kezelésre, be tudta fejezni az egyetemet, megkapta a diplomát, sőt még annyi ideje is volt, hogy megnősüljön. Még mindig nem volt vége az első világháborúnak, úgyhogy visszakerült az olasz frontra, az isonzó–piavei mocsarak szörnyűségeit is átélte, mire vége lett a háborúnak.

A háborút követő évek egész Magyarország, így a Szent-Györgyi család számára is elég hektikusak voltak. Több helyen is dolgozott, családjával együtt

Hamburgban próbált szerencsét, majd Leidenben, Hollandiában kapott állást. Még fontosabb a groningeni tartózkodása, ahol már a biológiai oxidációval foglalkozott komolyan. Kutatási eredményei tisztázták a Wartburg és Wieland közötti vitát. Dux László a biokémia alapjait ismertetve jól megvilágította, hogy akkoriban ez volt a fő kérdés. Érdekes módon a „Nomen est omen”-nek megfelelően O. Wartburg úgy gondolta, hogy az aktív oxigén (O) játssza a főszerepet, H. Wieland meg úgy gondolta, hogy az aktív hidrogén (H). „és akkor jött egy fiatalember, Szent-Györgyi Albert, aki krumplival végzett kísérletekkel bebizonyította, hogy mind a kettejüknek igaza van, csak egyikük az egyik oldalát, másikuk a másik oldalát vizsgálta ugyanannak a folyamatnak. Tehát az aktív oxigén oxidálja az aktív hidrogént”. Egy öt cikkből álló cikksorozattal meg is szerezte nemzetközi hírnevét a biológiai oxidáció terén.

Még Groningenben a '20-as évek végén mellékvesekéregből izolált egy erősen redukáló, antioxidáns anyagot, ami hasonló volt ahhoz, mint ami a citrusfélékben, narancsban, citromban, sőt savanyú káposztában is megtalálható. Aztán Cambridge-be került, amit később tudományos otthonának tekintett. Mi kémikusok büszkék vagyunk arra, hogy kémiából doktorált, tehát a PhD-ját kémiából szerezte 1927-ben. Ekkorra egy gramm tiszta, kristályos anyagot tudott előállítani a mellékveséből, és tulajdonképpen ennek a vizsgálatnak az eredményei adták a doktori disszertációját.

Akkor még nem olyan mértékben ugyan, mint most, de kellett publikálni is a doktori disszertációhoz. Össze kellett foglalni az elért eredményeket. Cambridge-ben a kollégái csak úgy nevezték, hogy „Szent-Györgyi anyaga” ezt az érdekes antioxidáns anyagot, de így nem lehetett publikálni. Annyit lehetett megállapítani az egy grammból, hogy az összegképlete $C_6H_8O_6$, egy cukorszerű, tehát valami szénhidrát és savas kémhatású anyag.

A publikációban nevet kellett adni a vegyületnek. Mi legyen a neve? Szent-Györgyi azt mondta, hogy legyen Ignóz, mert latinul ignosco a nem tudom, az óz végződés pedig a cukorra utal, tehát „nem tudni, milyen cukor”. Az újságnak a főszerkesztője nem volt ennyire humoros vagy költői, mint Szent-Györgyi, ezért azt mondta, hogy ilyen névvel nem lehet közölni, adjon neki más nevet. Szent-Györgyi azt mondta, hogy akkor legyen Godnóz, „Isten tudja, milyen cukor”. Ez sem tetszett a főszerkesztőnek, azt mondta, hogy hat szénatomos, savas kémhatású, legyen hexuronsav. Ekkortól hexuronsavként ismerték Szent-Györgyinek ezt az anyagát, amiről később kiderült, hogy ez maga a C-vitamin.

1928-ban, amikor Szent-Györgyi már nemzetközileg ismert volt, Klebelsberg Kuno akkori kultuszminiszter, tehát az oktatásügyi miniszter Szegedre

hívta, mert megüresedett a szegedi egyetemen az Orvosvegytani Tanszék vezetői állása. El is jött Szegedre. Még folytak az egyetemi építkezések, ezért kért és kapott két év fizetés nélküli szabadságot, és az USA-ban, a híres Mayo klinikán dolgozott. Egy év alatt (a Chicagóhoz közeli marhavágóhidakról kapott elég mellékvesét) 25 gramm hexuronsavat sikerült kinyernie. Ebből 10 grammot elküldött Haworth professzornak Birminghambe, aki a kor neves szénhidrátkutatója, hogy próbálja meghatározni a szerkezetét is ennek a vegyületnek, a többit pedig hozta magával, amikor Szegedre jött.

1930-tól professzor Szegeden, a Kálvária téren, ott volt a lakása, laborja. Még nincs 40 éves, amikor Szegedre jön, de már nemzetközileg ismert a biológiai oxidációval kapcsolatos kutatásai révén. Azt a közkeletű mondást, hogy Szent-Györgyi az egyetlen természettudós, aki magyarországi kutatásaiért kapta a Nobel-díjat egy picikét árnyalnám, részben magyarországi kutatásaiért. Ezzel nem akarom kisebbiteni az érdemeit, különösen én, aki nagy Szent-Györgyi-rajongó vagyok. (3. kép. A Déri Miksa épülete)



3. kép. Ebben az épületben volt Szent-Györgyi első laboratóriuma.

Hol van az *a hely* Szegeden, ahol a C-vitamin kutatások történtek? A Kálvária téren, a mai Déri Miksa Ipari Szakközépiskola épületében. Szép nagy épület, 1914-re készült el iskolának, mire kitört az első világháború. Kiderült,

hogy ez a szép, nagy, széles folyosókkal, nagy ablakokkal rendelkező épület kiválóan megfelel katonai kórháznak. Az első világháborúban katonai kórház volt, utána erdélyi menekültek jöttek, utána '21-ben a Kolozsvárról Szegedre került egyetem klinikái, pl. a sebészeti klinika kapott itt helyet. Emellett elméleti intézetek is, például az Orvosvegytani Intézet, ahova Szent-Györgyi érkezett. Az épületnek az oldalszárnyában voltak szolgálati lakások is, itt lakott a Szent-Györgyi család, felesége, lánya és édesanyja Lenhossék Jozefina. (4. kép. A nők)



4. kép. Lánya, felesége, (ismeretlen), édesanyja
a 1930-as években a Déri Miksa udvarán.

A másik fontos szereplő, aki főszerepet játszott a C-vitamin-kutatásokban, *a munkatárs*. 1931 őszén megjelent egy magyar származású, fiatal amerikai úriember, Joseph Svirbely, hogy Szent-Györgyivel szeretne kutatni. A szülei magyarok, és a doktorálása után erkölcsi kötelességének érezte, hogy meglátogassa szülei hazáját. A legismertebb biokémikushoz, Szent-Györgyihez jött. Kérdezte Szent-Györgyi, hogy mivel foglalkozik, mihez ért, és akkor mondta, hogy C-vitamin-kutatásokkal foglalkozott King professzor irányításával, és meg tudja mondani tengerimalac-teszt segítségével, hogy egy

anyag skorbutellenes, tehát C-vitamin hatású-e vagy nem. (Az emberhez hasonlóan a tengerimalac szervezete sem szintetizál C-vitamint, a táplálékkal kell bevennie. Ezért jó teszttálat.) Ekkor Szent-Györgyi azt mondta, hogy itt van egy üvegben még néhány gramm anyag, amit ő hozott Amerikából, úgy gondolja, hogy ez a C-vitamin. Ezzel csinálja meg a kolléga a tengerimalacos tesztet. Tehát a harmadik fontos szereplője a szegedi C-vitamin kutatásoknak a *tengerimalac*.¹

Régóta ismert, hogy van egy anyag, amelyik megakadályozza a skorbut kialakulását, el is nevezték C-vitaminnak. Hogy mi pontosan ez az anyag, azt addig, a '30-as évek elejéig még nem sikerült kideríteni. Tehát 1931 őszen jött Szegedre Svirbely József, és 1931–32 telén sikerült is a kísérlet. Ujjongva ment Szent-Györgyihez, hogy „Uram, az ön anyaga, ez a hexuronsav, ez a C-vitamin”. Ennek nagyon örültek, de nem volt teljesen pontos a kísérlet (kevés volt az állat, meg a táplálék se volt teljesen az, amit az irodalomban leírtak), meg egy kísérlet nem kísérlet, meg kell ezt még ismételni. Az ismételt kísérlet is sikerrel kecsegtetett, és Szent-Györgyi visszaemlékezése szerint akkor Svirbely József megkérdezte tőle, hogy megírhatja-e King professzornak Pittsburghbe, hogy megtalálták a C-vitamint, és hogy a hexuronsav az. Szent-Györgyi azt felelte, hogyha fordítva lenne, ha velem dolgoztál volna, és amit nem találtam még meg, azt te máshova elmenve megtalálnád, és azt nem írnád meg nekem, azt mondanám, hogy te egy tetves, komisz fickó vagy. Hát persze, hogy írd meg.

Svirbely megírta, a tengeren ment a levél Pittsburghbe. Onnan meg King professzor azt írta, hogy még nem tudjuk, mi a C-vitamin. A két levél keresztezte egymást. De miután King megkapta a levelet, gyorsan közöltek a Science-ben egy cikket, hogy most már tudjuk, hogy mi a C-vitamin, és innentől egy komoly, elsőbbségi vita alakult ki King és Szent-Györgyi között. Kingék rövid cikke a Science-ben, a vezető amerikai természet-tudományos folyóiratban 1932. április elsején jelent meg. Arról van benne szó, hogy a korábban Svirbelyvel végzett kísérleteket folytatták, újrakisztályosítottak és citromléből sikerült ugyanazt az anyagot előállítani, amit Szent-Györgyinek mellékvesekéregéből, azaz a hexuronsavat. A skorbutellenes kísérletek is pozitívak voltak, tehát ez a C-vitamin. (5. kép. *Science-cikk*)

¹ 2013 szeptemberében, Szent-Györgyi Albert születésének 120. évfordulója alkalmából a Magyar Kémikusok Egyesülete Csongrád Megyei Csoportja a Szegedi Vadaspark örök-befogadási programja keretében a tengerimalacokat fogadta örökbe.

SCIENCE

Vol. 75

FRIDAY, APRIL 1, 1932

No. 1944

APRIL 1, 1932

SCIENCE

357

DISCUSSION

THE CHEMICAL NATURE OF VITAMIN C

THE concentration of vitamin C from lemon juice has been continued in a manner similar to that recently described by Svirbely and King,¹ with the additional procedure of recrystallization from organic solvents (e.g., ethyl acetate + petroleum ether). The recrystal-

¹Jour. Biol. Chem., 94: 483, 1932

358

SCIE

lized substance corresponds in chemical and physical properties to a hexuronic acid, and is apparently identical with the hexuronic acid described by Szent-Györgyi² and reported as a reducing factor in adrenal cortex, cabbage and other sources. Feeding approximately 0.5 mg daily protects growing guinea-pigs from scurvy and permits normal vitality in the animals when on a vitamin C-free diet. A detailed account of the experimental work will be published in the near future, but this involves only a few steps beyond the work previously published.

As in all such work, there is a possibility that contaminating active material has adhered to the crystals fed, but that seems unlikely, since the maximum activ-

ity has reached an approximate constant with recrystallization, and much of our previous work has indicated such a chemical nature for the active factor.

The recent report of isolation and synthesis of vitamin C by Dr. Ottar Rygh³ is not in accord with many of our findings, and we believe his experimental results were misinterpreted. It is perhaps sufficient to point out from his paper: (a) That experimental animals receiving his synthetic o-diphenol derivative of narectine in addition to their basal vitamin C-free diet survived no longer than those receiving the basal diet only; and: (b) That the animals receiving a partial supply of vitamin C in addition to the synthetic compound showed a physiological response not greatly different from that of the group which received only the partial supply of natural vitamin.

C. G. KING
W. A. WAUGH

DEPARTMENT OF CHEMISTRY,
UNIVERSITY OF PITTSBURGH

²Biochem. Jour., 22: 1387, 1928.

³Zeit. f. Physiol. Chem., 204: 105, 1932.

5. kép. Kingék cikke a Science-ben.

Szent-Györgyiék cikke az állatkísérletek befejezése után az európai híres természettudományos lapban, a Nature-ben jelent meg, de csak április 16-án. Ebben ők leírják pontosan, hogy mik voltak az állatkísérletek. Egy-egy csoport 8–10 tagú volt. A kontrollcsoport alapdiétája tejpor, zabpehely, korpa, tejszín, só volt. Ezek átlag 26 napot éltek, folyamatosan csökkent a súlyuk, és skorbutban elpusztultak szegények. A pozitív kontroll tagjai még kaptak ehhez másfél milliliter citromlevet naponta, a vizsgálati csoport tagjai pedig egy milligramm hexuronsavat. Ezek 56 nap után, a skorbut mindenféle jele nélkül, vígan éltek. Benyújtották ezt a cikket, és írták, hogy folytatják a kísérletet 90 napig. Ugyanitt egy másik rövid cikk, Haworth Birminghamból írja, hogy dolgozik a kapott 10 grammból a C-vitamin szerkezetének az azonosításán. (6. kép. Nature-cikk)

Letters to the Editor

[The Editor does not hold himself responsible for opinions expressed by his correspondents. Neither can he undertake to return, nor to correspond with the writers of, rejected manuscripts intended for this or any other part of NATURE. No notice is taken of anonymous communications.]

Hexuronic Acid as the Antiscorbutic Factor

EXPERIMENTS are being carried out in order to decide whether 'hexuronic acid' is the antiscorbutic factor. So far as is known, the distribution of this acid in plants follows closely the distribution of vitamin C. In the animal body it can also be found in relatively high concentration in the suprarenal cortex. Its chemical properties closely agree with the known properties of the vitamin. It was discovered and isolated several years ago at the Biochemical Laboratory, Cambridge.¹

The hexuronic acid used in the present series was prepared in crystalline form from beef suprarenal glands two years ago at the Chemical Department of the Mayo Clinic.² As is known, 1.5 c.c. of lemon juice is the minimum protective dose for guinea-pigs against scurvy. This quantity of lemon juice contains approximately 0.5 mgm. of hexuronic acid. 1 mgm. of the acid has been given to our test animals daily, since, owing to the long exposure to air, some of our hexuronic acid preparation may have been decomposed.

The general procedure used in studying the antiscorbutic activity of hexuronic acid was that recommended by Sherman and co-workers.³

The test period in the first experiment consisted of 56 days. At the end of that time the guinea-pigs which had been receiving hexuronic acid, as well as the positive controls which received 1 c.c. of lemon juice, were chloroformed. The positive controls showed mild scurvy on autopsy, while the animals receiving hexuronic acid showed no symptoms of scurvy at all. The negative controls, which received the basal diet only, had an average survival of 26 days and had typical symptoms of scurvy. In this experiment, however, only a small number of animals were used, and the animals receiving hexuronic acid, as well as the positive controls, were losing weight continually because the basal diet employed at that time contained no milk powder (it consisted of rolled oats, bran, butter fat, and salt). For this reason we decided to repeat the experiment.

In the test which is in progress at the present time the defects mentioned above have been remedied. A large number of animals has been used, and skimmed milk powder has been added to the basal diet.

The test was composed of the following groups: (1) Negative controls receiving the basal diet only, 9 animals. (2) Positive controls, receiving 1 c.c. of lemon juice daily, 8 animals. (3) Test animals receiving the basal diet and 1 mgm. of hexuronic acid daily, 10 animals. (4) Controls receiving mixed diet, 10 animals.

The negative controls all died between the time limit of 20-34 days, with an average survival of 26 days, after a continuous and big drop of weight. They all had symptoms of severe scurvy.

At the end of 55 days all the animals receiving hexuronic acid, as well as the positive controls with lemon juice or mixed diet, were living apparently in good health and were gaining weight consistently. At this time three animals which received hexuronic acid and two animals which received lemon juice were chloroformed. Mild symptoms of scurvy were present

in the positive controls with lemon juice, but no signs of scurvy in the animals receiving hexuronic acid.

The test will be continued until the ninety-day period is over, and full details will be published later. This research was supported by the Ella Sacha Plotz Foundation.

J. L. SVIRHELY.*

A. SZENT-GYÖRGYI.

Institute of Medical Chemistry,
University Szeged, Hungary.

* Holder of an American-Hungarian Exchange Fellowship, 1931-32, from the Institute of International Education, New York.

¹ Szent-Györgyi, A., NATURE, May 29, 1927; Biochem. J., 22, 1287; 1928.

² Szent-Györgyi, A., J. Biol. Chem., 96, 295; 1931.

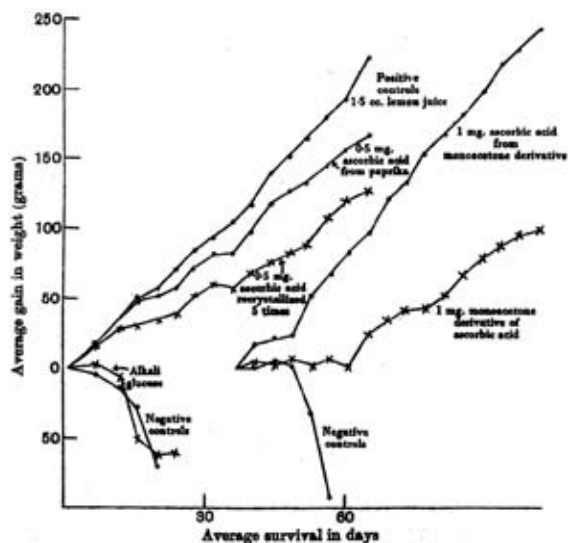
³ Sherman, H. C., LA Mer, H. K., Campbell, H. L., J. Am. Chem. Soc., 44, 165; 1922.

At the wish and by the courtesy of Prof. A. Szent-Györgyi, I arranged to examine in my laboratory the 'hexuronic acid' which he isolated while working in the Biochemical Laboratory, Cambridge. At the end of 1929 he sent me 10 grams of the substance, which had been prepared in the chemical laboratory of the Mayo Clinic, Rochester, U.S.A. Owing to the value and scarcity of this material, it has been necessary to carry out each experiment with very small quantities, and to establish with much deliberation and care the experimental conditions and controls. This work is still in progress and is being directed to the elucidation of the constitution and the achievement of the synthesis of the substance; this has involved the study of its chemical properties, and the formation of a crystalline derivative. The preliminary results now communicated show that the hexuronic acid is most probably the 6-carboxylic acid of a keto-hexose, which does not appear to be related either to *D*-fructose or to the ketose corresponding to *D*-galactose. This work has been conducted by my colleague Dr. E. L. Hirst, assisted by Mr. R. J. W. Reynolds, whose report is given in the accompanying note.

W. N. HAWORTH.

University of Birmingham,
March 28.

Mi lett az elsőbbségi vitának az eredménye? A tudománytörténészek kiderítették, hogy írásban is Szent-Györgyiéké az elsőbbség, ugyanis egy Budapesten tartott előadáson már korábban bejelentette, és az Orvosi Hetilap, igaz, hogy magyarul, de március 26-án közölte, amit egy német újság is átvett, és még márciusban közölt. Márciusban tehát már írásban is megvolt, hogy Szent-Györgyi azt állította, hogy a hexuronsav a C-vitaminnal azonos. Aztán májusban egy újabb rövid cikk a Nature-ben, hogy a 90 napos kísérleteknek is vége, akkor sincs skorbut. Sajnos azokat az állatokat, amelyek túléltek a kísérletet, utána elaltatták és felboncolták, hogy tényleg nem mutatják a skorbutnak a jeleit a belső szervekben sem. Az eredmény teljes siker, ez a hexuronsav megakadályozza a skorbutot. Ennek a cikknek a végén Szent-Györgyi finoman utal arra, hogy a Kingék cikkéből hiányzik az állatkísérlet pontos leírása, a hexuronsav analízise, és amíg ezek nincsenek meg, addig nincs bebizonyítva kétséget kizáróan, hogy a C-vitamint állították elő. Egy későbbi, 1933-as Biochemical Journalból származó ábrán láthatjuk, hogy a kontrollcsoport tagjai, amelyek nem kaptak C-vitamint, súlyvesztés után rövid időn belül elpusztultak, amelyek pedig kaptak, vagy citromlevet vagy aszkorbinsavat (ekkor már így nevezték a C-vitamint), azok vígan éltek, amíg meg nem haltak. Aztán az újabb kísérlet eredménye, mindenféle származékokkal. Ha acetonszármazéka volt az aszkorbinsavnak, az nem volt annyira hatásos, mint a tiszta anyag, és így tovább. Tehát Szent-Györgyiék részletesen publikálták azokat az eredményeket, amelyeket 1932 tavaszán kaptak. (7. ábra. Biochemical Journal-cikk)



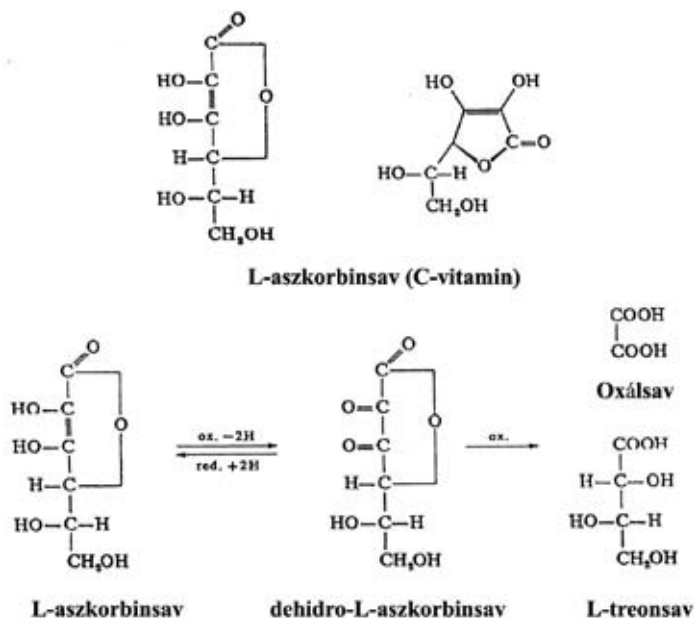
7. ábra. A C-vitamin hatása a tengerimalacok súlyára (Biochemical Journal. 1933, 27, 279. o.).

Az igazi áttörés 1932. október első napjaiban történt, amikor már elég bőséges volt a paprikatermés. Paprikából egy hét alatt másfél kilogrammot tudott Szent-Györgyi társaival kinyerni. 25 gramm volt korábban a maximális mennyiség, amivel rendelkezett. Erre ő így emlékezett, és így vonult be a tudománytörténetbe, hogy *egy férj gyávasága eredményezett egy világraszóló felfedezést*. A történet az, hogy lakásukon, a Déri Miksa épületében látta vendégül egy új professzortársát. A hideg vacsorához felesége paprikát adott, amit Szent-Györgyi nem szeretett, de ezt nem mert megmondani a feleségének. Azt mondta, hogy én még ezt nem is vizsgáltam meg, hogy van-e C-vitamin-tartalma. Most azonnal megyek, és elég udvariatlanul, a vendégeket ott hagyva, átment a lakásból a laborba, hogy megvizsgálja. Hamarosan kiderült, hogy a paprika, Szent-Györgyi szavaival, „egy valóságos C-vitamin-bánya”. Ebből a hatalmas mennyiségből tudott újra küldeni Birminghambe, amiből sikerült a szerkezetét is megállapítani. Másoknak is küldött, akik a világon C-vitamin-kutatással foglalkoztak. Mindenkinek küldött, hogy tessék, itt van, vizsgálják. Így erkölcsi győztese is ő lett a látszólagos elsőbbségi vitának.

Elegendő mennyiség volt részletes kémiai analízishez, és akkor Haworth-szal közösen a hexuronsav elnevezést lecserélték aszkorbinsavra. Ezt egy újabb rövid cikkben közlik a Nature 1933. januári számában, hogy a hexuronsav most már aszkorbinsav a skorbutellenes faktor. Tehát megtalálták, hogy mi a skorbut-ellenes anyag.

1937-ben két Nobel-díjat is adtak a C-vitaminért. Szent-Györgyi kapta az orvosi Nobel-díjat egyedül, a kémiai Nobel-díjat pedig Norman Haworth megosztva Paul Karrerrel vitaminkutatásokért. Haworth konkrétan a C-vitaminkutatásokért kapta a kémiai Nobel-díjat. (8. ábra. A C-vitamin szerkezete és reakciója.)

Az ábrán látható a képlet egy régebbi írásmóddal, és a mai írásmóddal a gyűrűs szerkezet. Wölfling János előadásában is volt szó róla, hogy ha egy szénatomhoz négy különböző szubsztituens kapcsolódik, akkor királis szén-atomról beszélünk, és két optikailag aktív izomer létezik. Az aszkorbinsav esetében is ez a helyzet, és az L aszkorbinsav a C-vitamin. Az alsó egyenlet pedig azt mutatja, hogyan működik a C-vitamin antioxidáns hatása, amire Szent-Györgyi felfigyelt, hogy bizonyos gyümölcsök, amiket felvágunk, viszonylag hamar megbarnulnak, míg mások kevésbé. Van egy anyag, ami megvédi őket az oxidációtól. Úgy védi meg a C-vitamin a környezetét az oxidációtól, hogy nagyon könnyen tud oxidálódni ő maga, tehát a kovalens kötésekben lévő két hidroxilcsoportból lesz két ketocsoport, két hidrogén leadásával. Ez reverzibilis, nagyon könnyen vissza is fordítható folyamat. Ha nagyon erősen oxidáljuk, akkor irreverzibilisen oxálsavra és treonsavra bomlik.



8. ábra. A C-vitamin szerkezete és reakciója.

Visszatérve a helyre, a Déri Miksa belső udvara látszik a képen. Itt volt a szolgálati lakás bejárata, ezen a lépcsőn jött le Szent-Györgyi, és már bent is volt a laborban. Meg tudta vizsgálni a paprika C-vitamin-tartalmát. Az iskolában ma ezt Szent-Györgyi lépcsőnek hívják. (9. kép. A „Szent-Györgyi lépcső”)



9. kép. A „Szent-Györgyi lépcső” a Déri Miksában.

Korabeli képek is készültek munkatársaival. Ez a boltív ma is ugyanígy megtalálható, és ezen az udvaron volt a röplabdapálya is, ahol rendszeresen együtt sportoltak. Aki egyértelműen azonosítható Szent-Györgyi mellett, az Banga Ilona, a legközvetlenebb munkatársa. (10. kép. Szent-Györgyi Albert munkatársaival.)



10. kép. Szent-Györgyi Albert munkatársaival.

A következő képen a híres paprikacentrifuga látható, amivel a rengeteg felszeletelt paprikából a levét préselték ki. A kövezet még ma is megtalálható a Déri Miksában, tehát egyértelműen beazonosítható, hogy itt dolgoztak, itt voltak ezek a szerkezetek. (11. kép. Szent-Györgyi Albert és Straub F. Brunó a paprikacentrifugával.)



11. kép. Szent-Györgyi Albert és Straub F. Brunó a paprikacentrifugával.

Rendszeresen felmerül a kérdés, hogy milyen paprikából nyerte ki a C-vitamint Szent-Györgyi először? A szegedi Új Nemzedék 1932. december 4-i, vasárnapi száma írja, hogy „Szent-Györgyi olyan növények után kutat, amelyekben a C-vitamin bőségesen fellelhető. Így kezdett foglalkozni ez év októberében a szegedi termésű paradicsompaprika vegyi összetételével”. Ez az újságcikk egyértelműen paradicsom-paprikáról beszél, aztán Ralph Moss, aki a legalaposabb Szent-Györgyi életrajzot írta, könyvében találtam egy utalást, hogy „a prof utasítása szerint a diákok paradicsompaprikát kerestek a piacon, mivel a vizsgálatok szerint ötször-hatszor annyi C-vitamint tartalmaz, mint a narancslé.” Tehát a leírások szerint először paradicsompaprikát próbáltak meg beszerezni nagy mennyiségben. Nyilván ebből nem volt annyi, amennyi kellett. Később másfajta paprikát is feldolgoztak, erős, csípős paprikát is. Arról is van leírás, hogy Szent-Györgyi alkalmazott paprikahasító asszonyokat, és ha valakinek a paprikamag a szemébe csapódott, akkor orvosi diplomáját is hasznosítva, maga nyújtott elsősegélyt. Az első paprika, amit vacsorára kapott az valószínűleg paradicsompaprika volt, de később aztán mindenféle paprikát feldolgoztak.

A kulcsszereplő, amint a publikációkból is látszik, Svirbely József volt. Ő később tragikus szereplővé vált, mert a King és Szent-Györgyi közötti vitának tulajdonképpen ő lett a vesztese. (Itt van róla egy korabeli kép, Szegeden is meg lehet találni a Somogyi Könyvtárban.) (12. kép. *Joseph Svirbely*)



12. kép. Joseph Svirbely

Az USA-ban azzal vádolták, hogy ellopta a főnökétől, King professzortól a C-vitamin titkát, és elhozta ide Magyarországra Szent-Györgyinek. Szegeden meg azért hibáztatták, hogy megírta Kingnek, hogy a hexuronsav a C-vitamin. Később, mikor

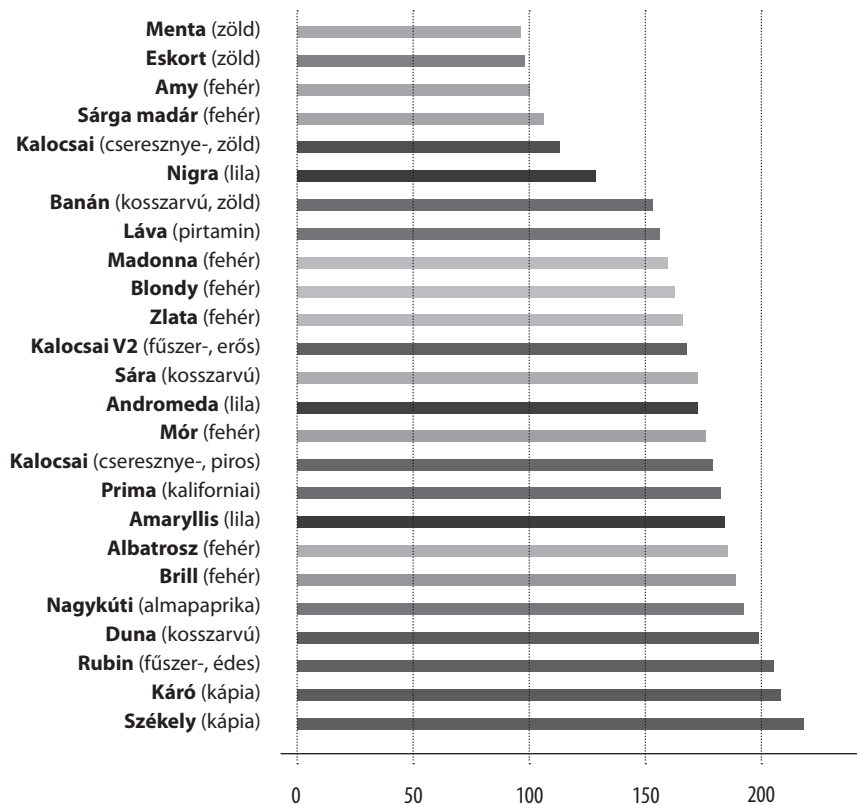
visszament az USA-ba, akkor magyarázkodnia kellett. Baráti tanácsra próbált is visszavonulni, hogy ne is vegyen részt ebben a vitában. Nem is foglalkozott többé C-vitamin-kutatással. Később nincs nyoma annak, hogy Szent-Györgyivel együttműködött volna, amikor már Szent-Györgyi is Amerikában élt. Péter László a Szege-d Folyóirat 2012. augusztusi számában írt egy tanulmányt az Igazi Svírbely címmel, amiben próbál elégtételt adni neki, akinek olyan nagy szerepe volt a C-vitamin kutatásában. Igaztalan vádak miatt nem emlékezünk meg róla megfelelőképpen.

A HVG néhány évvel ezelőtt rendelt vizsgálatának eredményét látjuk a különböző zöldségek és gyümölcsök vitamintartalmáról. Témánk szempontjából a C-vitamin az érdekes. A hivatalosnak mondott adatokat a felső sorban találjuk. Azt látjuk, hogy kiugróan a paprikának a legmagasabb a C-vitamin-tartalma a zöldségek között. A piacról vásároltak különböző termelőktől. A diszkont a legkisebb C-vitamin tartalmú, de 100 és 200 milligramm körüli minden esetben. Ez azt jelenti, hogyha 200 milligramm van 100 grammban, akkor 0,2 százalék a paprika C-vitamin tartalma. Ebben a tanulmányban a paprikákat külön is összehasonlították, a színek a paprika színére utalnak. Zöld vagy a fehér tölteni való cecei paprika, a piros paprikák is, a kalocsai fűszerpaprika is látjuk, 150–200 milligramm C-vitamint tartalmaznak 100 grammonként. A kápia paprika vezeti a listát, és itt van a paradicsompaprika is az élmezőnyben. Tehát a paprika tényleg egy „valóságos C-vitamin-bánya”, ahogy Szent-Györgyi megállapította 80 évvel ezelőtt. (13. ábra. Különböző gyümölcsök, zöldségek és paprikák C-vitamin-tartalma.)

	PAPRIKA	PARADICSOM	SÁRGARÉPA	KÁPOSZTA	ALMA	SZILVA	SZÓLÓ
C-vitamin (mg/100 g)							
Hivatalos	120	25	3	50	5	6	5
Termelő 1	239	25	12	14	10	18	29
Termelő 2	259	32	11	18	10	35	27
Piac	157	36	17	11	20	27	22
Diszkont	102	33	0	20	11	40	23
B1-vitamin (mikrogramm/100g)							
Hivatalos	50	100	50	40	50	50	50
Termelő 1	101	59	79	75	23	34	55
Termelő 2	62	35	59	87	21	82	60
Piac	63	55	53	73	23	76	56
Diszkont	95	55	56	75	21	58	83
B2-vitamin (mikrogramm/100g)							
Hivatalos	30	60	50	60	50	20	50
Termelő 1	8	9	9	21	4	8	23
Termelő 2	24	5	11	6	3	17	21
Piac	9	6	14	21	8	12	19
Diszkont	25	5	10	13	7	8	22
B6-vitamin (mikrogramm/100g)							
Hivatalos	240	70	200	310	70	40	70
Termelő 1	776	66	166	160	44	35	103
Termelő 2	688	67	110	47	9	34	96
Piac	620	72	110	99	8	35	76
Diszkont	355	72	165	88	15	35	103

13. ábra. a) Különböző gyümölcsök, zöldségek és paprikák C-vitamin-tartalma.

Magyarországi paprikafajták C-vitamin-tartalma (mg/100 g)



Forrás: Semmelweis Egyetem egészség tudományi kar dietetikai és táplálkozástudományi tanszék 2004-es vizsgálata

13. ábra. b) Különböző gyümölcsök, zöldségek és paprikák C-vitamin tartalma.

Szent-Györgyi próbált valamennyire üzletet is csinálni. Jól eltartható, nagy C-vitamin-tartalmú termékek előállítására, mint a mai Erős Pista vagy Édes Anna készítmények, nyújtott be szabadalmat. A sors fintora, hogy az ő termékét, aki nagy németellenes, háborúellenes volt, a legnagyobb mennyiségben német tengeralattjárók legénységének a C-vitamin-ellátására használták a háború alatt, hogy ne kapjanak skorbutot. Érdekes módon angolszász területen nem volt nagyon népszerű ez a készítmény, amit vitaprik néven forgalmaztak. Ralph Moss leírása szerint Szent-Györgyi nem tudott olyan jól angolul, hogy ismerte volna a szleng kifejezéseket is, aztán valaki végül felvilágosította, hogy a prick a férfi hímvesző legdurvább kifejezése. Akkor gyorsan átnevezték pritaminra, és azóta a paradicsompaprikát hívjuk pritaminpaprikának is.

Szent-Györgyiék később felfedeztek egy másik vitamint, a P-vitamint is. Tóth Gábortól hallottuk, hogy a vitamin definíció nem teljesen egyértelmű. Volt/van most 13 igazi vitamin, amelyek élettanilag fontosak, kis mennyiségben kellenek, és valamelyik enzim katalizálta ciklust befolyásolják. Magyarul az az igazi vitamin, ami ha nem jut be a szervezetünkbe, akkor meghalunk. A P-vitamin azért vitatott, mert az utóbbi kritériumot nem teljesíti. A felfedezése úgy történt, hogy a C-vitaminnal sok mindent próbáltak itt a szegedi klinikákon kezelni, és akkor azt tapasztalták, hogy a hajszálerek áteresztő képességét növelő hatása is van. Kiderült, hogy amikor tiszta aszkorbinsavat használtak, akkor nem volt meg ez a hatás, máskor meg, amikor csak paprikakivonatot, akkor megvolt. Tehát nem a C-vitaminnak van ez a hatása, hanem van a paprikában egy másik anyag is, egy flavonoid, az okozza a hatást. Ezt nevezte el Szent-Györgyi P-vitaminnak.

Az ABC-ben még nem a P jött volna a vitaminok elnevezésénél, de Szent-Györgyi fantáziáját már ismerjük az ignóz-godnóz történetből. Most is hasonlóan gondolkodott: legyen P a permeabilitás (áteresztőképesség) és a paprika miatt. Beck Mihály a Humor a tudományban című könyvében írja azt, hogy Szent-Györgyi „egyik dolgozatában még hozzátette azt az érvet is, hogy a világ egyik legjobb dolgának a neve magyarul szintén p-vel kezdődik.” (A szerző, H.I. Szent-Györgyit ismerve a pipára gondol!?) Lehet, hogy a flavonoidok nem elégítik ki a szigorú vitamin-kritériumot, de élettani jelentőségük vitathatatlan.

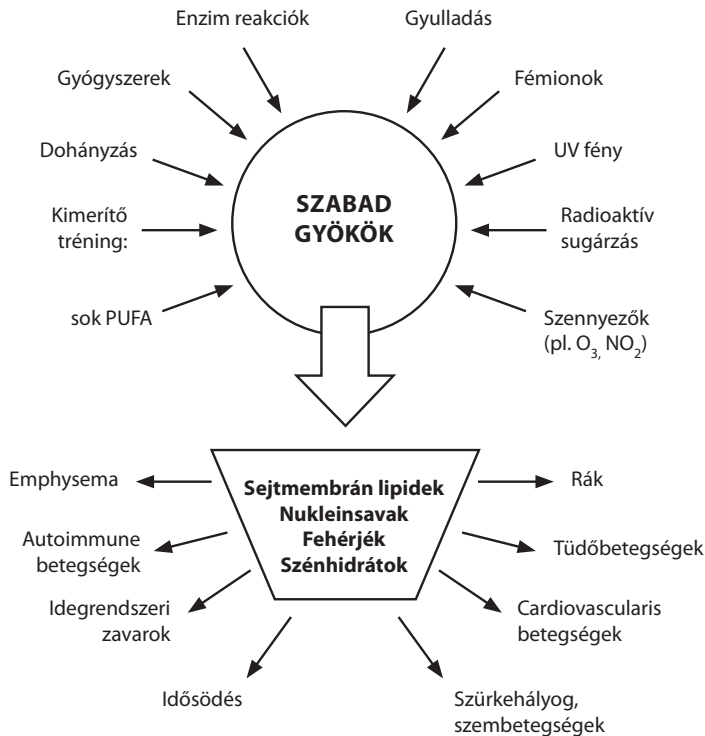
Végül a C-vitamin, illetve Szent-Györgyi utóéletéről, örökségéről néhány gondolat. A már említett Ralph Moss könyve, ami 1988-ban jelent meg az USA-ban, alapos mű és méltó emléket állít Szent-Györgyinek. A szerzőnek vannak magyar gyökerei, és rákkutatással is foglalkozik, ezek motiválták. Amerikában Szent-Györgyivel rengeteg beszélgetése volt, interjúkat készített, és Magyarországra is eljött az anyaggyűjtés során. Szegeden Szent-Györgyi tanítványa, az MTA Biológiai Kutatóközpontjának alapító igazgatója Straub F. Brunó kalauzolta. Ő vitte el a Déri Miksába is, és mutatta meg a kutatás helyszíneit. Valószínűleg az iskola vezetői is akkor, azaz a '80-as években szembesültek igazán azzal, hogy milyen híres dolgok történtek ott a falak között. A mű eredeti címe Free radical, alcíme Szent-Györgyi Albert és a C-vitamin körüli harc. Az alcím Amerikában nyilván jól eladhatóvá tette, ahol még mindig él a régi vitának az emléke King professzorral. A free radical egy kémiai műszó, szabad gyököt jelent. A szabad gyök egy párosítatlan elektronnal rendelkező atom vagy atomcsoport, és emiatt nagyon reaktív, mert a kémiai kötéshez egy elektrópár kell, tehát kell még egy elektront szereznie. A könyvet megjelenése után Szegeden, a Délmagyarországban Péter László ismertette oly módon, hogy a cím, a Free radical amellett, hogy kémiai műszó, utal Szent-Györgyi független, radikális természetére, jellemére is. Erről a lap hasábjain vita alakult ki.

Jelen cikk szerzője Péter Lászlóval értett egyet, annál is inkább, mert ilyen ketős értelmű fejezetcím is van. A Muscle Man egyaránt utal az izomkutatásokra és Szent-Györgyi sportemberi sokoldalúságára. A könyvet nagyon sokáig nem fordították le magyarra, pedig máig a legteljesebb Szent-Györgyi életrajz. A 15 évvel későbbi kiadásban elkerülve az értelmezéseket, Szent-Györgyi Albert címmel jelent meg magyarul. Aki már olvasta, annak nem kell bizonygatni, hogy érdemes, aki nem, annak ajánlom, mind Szent-Györgyi kalandos magánélete, mind tudományos munkásságának egyedülállóan érdekes volta miatt.

Gyakran felmerül a kérdés, hogy mennyi a C-vitamin napi adagja, mennyi C-vitamint együnk. Az ajánlott napi dózis 60 milligramm, mások szerint 75 milligramm, mindenesetre 100 milligramm alatti mennyiségről van szó. Szent-Györgyinek erről az volt a véleménye (elnézést az orvosoktól), hogy az állatorvosok humánusabbak a majmokhoz, mint az emberorvosok az emberekhez, mert a majmoknak megállapított napi érték nagyobb, mint az emberek számára megállapított napi adag. Azt mondta, hogy ez a 60–70 mg arra elég, hogy ne kapjunk skorbutot. De ha több C-vitamint eszünk, akkor a szervezetünk ellenállását, immunrendszerét tudjuk erősíteni. Ő, miután megtalálta a paprikában, napi 1000 milligrammot evett. A mára kialakult megavitamininterápia, multivitaminelmélet egyik nagy harcosa a szintén Nobel-díjas Linus Pauling volt. Ő kétszeres Nobel-díjas (kémiai Nobel-díj, 1954, béke Nobel-díj, 1962, mindkettőt egyedül). Amikor elméletét propagálta az USA-ban, Szent-Györgyit is megkereste, és Szent-Györgyi támogatta, hogy igenis a nagyobb adag vitaminok hasznosak. Az ellenvélemény például az, hogy a nagy adag C-vitamin vesekövet okoz. Az oxidációs egyenletben láttuk, hogy egyik lebomlási terméke az oxálsav. Alapvetően háromféle vesekövet szoktak megkülönböztetni: karbonátos, foszfátos vagy oxalátos. Aki oxalátos vesekőre hajlamos, az nyilván ne egyen túl sok C-vitamint. Vagy mivel aszkorbinsavról van szó, tehát savas kémhatású anyagról, akinek a gyomra nem bírja, az se egyen. Szokták mondani, hogy olyan a gyomrom, hogy megemészténém még a vasszőget is, hát annak az nem lehet probléma, hogy 1000 vagy 2000 milligrammot is megegyen. Tóth Gábortól hallottuk, hogy a zsírban oldódó vitaminoknál van hipervitaminózis, ami azt jelenti, hogy a nagyobb mennyiség káros lehet. A vízben oldódóknál, tehát a C-vitaminnál, nem tudnak ilyen problémáról, a gyomorbántalomtól és a vesekőtől eltekintve. Miután vízben oldódott, a fölösleges mennyiség távozik a szervezetünkől, tehát kipisiljük, ami nem hasznosul.

Visszatérve a szabadgyök-kérdéshez, akkor, amikor Szent-Györgyi a C-vitaminnal foglalkozott, ezek szerepe nem volt ennyire ismert, mint ma. Mára egyértelmű, hogy a szervezetünkben különböző külső tényezők hatására képződnek nagyon reaktív oxigéntartalmú, párosítatlan elektronokkal képződő

szabadgyökök, amelyek nagyon erős oxidálószeresek. Az ábrán látjuk, hogy különböző szennyezők, környezeti ártalmak: ózon, nitrogénoxidok, radioaktív sugárzás, UV fény, nehézfém ionok, betegségek, gyógyszerek, dohányzás és a kimerítő tréning is megnöveli a szervezet szabadgyöktartalmát. A múlt alkalommal kérdezte valaki, hogyha intenzív sportoló, akkor annak ajánlott-e nagyobb adag C-vitamint bevenni. Bármi növeli meg a szabadgyökök mennyiségét, akkor nyilván ha antioxidánsokat, különböző E-, A-, de főleg C-vitamint, viszünk be nagyobb mennyiségben a szervezetbe, felveszik a harcot ezekkel a szabadgyökökkel. A sok PUFA többszörösen telítetlen zsírsavakat jelent (polyunsaturated fatty acid). A telítetlen zsírsavaknak is van egy kampánya, hogy azok milyen hasznosak, különösen az omega 3 zsírsavak. Azt állítja az ábra, hogyha ebből túl sokat eszünk, az is növelheti a szabadgyök mennyiségét, akkor azzal szemben is ajánlatos több C-vitamint enni. Mi ennek a szervezetünk számára az eredménye? Különböző betegségek alakulnak ki a szabadgyökök hatására és idősödünk is. Utóbbival sajnos nem nagyon tudunk mit kezdeni, legfeljebb lassítani egy kicsit, különösen, ha sok C-vitamint eszünk. (14. ábra. A szabad gyökök keletkezésének forrásai és károsító hatásai).



14. ábra. A szabad gyökök keletkezésének forrásai és károsító hatásai.

Summa summarum, miután én se orvos nem vagyok, se vitaminszakértő, mások számára nem akarok ajánlást tenni. Annyit mondhatok, hogy az én napi adagom 1000 milligramm. Én 25 évvel ezelőtt, amikor megjelent Moss könyve Szent-Györgyről, éppen az USA-ban voltam, és meg is vettem ezt a könyvet. Azóta 1000 milligrammot eszem, és a gyomromnak nincs baja, vesekövem sincs, és érzem magamon, hogy sokkal kevésbé betegszem. Van azért olyan ellenvélemény is, hogy ha valaki ekkora adagot eszik, akkor viszont vigyáznia kell arra, hogy ezt tényleg ne hagyja abba, mert ha a szervezet ehhez hozzászokott, akkor utána fogékonyabb lesz a megbetegedésekre, ha elmarad a rendszeres C-vitamin-bevitel.

A tárgyi örökségről annyit, hogy Szent-Györgyi Emlékszoba az orvosi kar dékáni hivatalában (Tisza Lajos krt. 109) került kialakításra 2007-ben, ahol Szent-Györgyi relikviák, például a Nobel-éremnek a másolata látható, és főleg fotókon Szent-Györgyi tevékenysége. 2012 decemberében létesült egy másik emlékszoba is a Déri Miksa Szakközépiskola épületében a Kálvária téren, a C-vitaminnal kapcsolatos felfedezések helyszínén, Szent-Györgyi Albert 1930–1935 közötti munkahelyén.

Felhasznált irodalom

- Ralph W. Moss, Szent-Györgyi Albert, Tipotex Kiadó, 2003
- C.G. King, W.A. Waugh, Science, 357, 75 (1932)
- J. L. Svirbely, A. Szent-Györgyi, Nature, 576, 129 (1932)
- J. L. Svirbely, A. Szent-Györgyi, Biochemical Journal, 279, 27 (1933)
- Beck Mihály, Humor a tudományban, Akadémiai Kiadó, 108 (2010)