

BRAUN TIBOR

# A qinghaosu (artemizinin) felfedezése

## A kínai kulturális forradalom és a malária gyógyítása

*A malária betegségnek, amely évezredek óta veszélyezteti az emberek életét, oka a Plasmodium falciparum vörösvérsejtbeli szaporodása. A moszkító szúnyogok terjesztik. A malária tüneteit már Kr. e. 2700 körül leírták a „Huang Di nei jing”-ben, a „Sárga Császár belső könyvé”-ben [1]. A Plasmodium parazitát Charles Louis Alphonse Laveran francia katonarvos fedezte fel egy maláriás beteg vérében 1880-ban. Laverant ezért a felfedezésért 1907-ben Nobel-díjjal tüntették ki. Korábban a kinafa (Cinchona officinalis L.) kéregből izolált kinin bizonyult a malária legeredményesebb gyógyszerének, de az idők folyamán a Plasmodium törzsekben kininrezisztencia alakult ki. A malária elsősorban a trópusi országokat sújtja. A WHO adatai szerint ma is évente 500 millió fertőzést és 2 millió halált okoz.*

Írásunk témája valószínűleg a kínai „hosszú menetelés” idején vette kezdetét. A menetelés átfogó katonai viszonulást jelentett, amelyet a Kínai Kommunista Párt Vörös Hadserege, azaz a Népi Felszabadulási Hadsereg elődje valósított meg, hogy kiszabaduljon a Csang Kai-sek tábornok által vezetett Kuomintang katonai szorításából. A Csianghszi és Senhszi tartomány közötti 12 500 kilométernyi menetelés 1934 októberében indult és 370 napig tartott. A végét a résztvevők körülbelül egytizede érte meg. E jelentős emberi veszteség nagy részét a malária állítólag jelentősebben befolyásolta, mint a Kuomintang állandó támadásai a menetelés során. A hosszú menetelést, annak viszonyosságait és veszteségeit a Kínai Kommunista Párt történetében jelentős epizódnak tekintették, ami döntően hozzájárult Mao elnök és támogatói személyi hatalmának későbbi megalapozásához. A malária által okozott pusztítást Mao elnök sohasem felejtette el, és ez rendkívüli szerepet kapott az írásunkban ismertetett események alakulásában. Mindehhez még az is hozzájárult, hogy az 1964-ben kezdődött amerikai–vietnami háborúban a malária a vietnami csapatoknak eleinte állítólag nagyobb emberi veszteséget okozott, mint az amerikai támadások. A krónikák szerint ennek enyhítésére a vietnamiak a baráti kínai hatóságok segítségét kérték.

Feltétlenül meg kell említenünk, hogy a kínai Nagy Proletár Kulturális Forradalom

is befolyásolta a történeteket. A „kulturális forradalom” néven ismertté vált társadalmi-politikai mozgalom 1966 és 1976 között zajlott le a Kínai Népköztársaságban. Létrehozója Mao Ce-Tung, a Kínai Kommunista Párt akkori elnöke volt. A forradalom azért indult, mert Mao szerint burzsoá elemek szivárogtak be a pártba és a társadalomba azzal a céllal, hogy visszaállítsák a kapitalizmust. Mao szorgalmazta, hogy ezeket a „revizionistákat” erőszakos osztályharcra távolítsák el. A kínai fiatalság országszerte „Vörös Gárda” csoportokat hozott létre. A mozgalom áterjedt a katonaságra, városi dolgozókra és a kommunista párt vezetőségére. Ezalatt Mao személyi kultusza óriási méretűvé nőtt. Mao 1969-ben jelentette be a kulturális forradalom végét, de annak aktív fázisai még 1971-ig, Lin Piao tábornok haláláig érezhetőek voltak, és a következő, rendezetlen időszakot egészen a Négyek Bandájának 1976-os letartóztatásáig, illetve Mao ugyanez évi haláláig is a forradalomhoz sorolják.

### Az „523-as projekt”

Valószínűleg Maonak a hosszú menetelésből megmaradt emlékei és a vietnamiak maláriával kapcsolatos segélykérései hatására a kínai kormány 1967. május 23-án eldöntötte az „523-as projekt”-nek elnevezett kutatási program létrehozását. Az

523 május (5. hónap) 23-át jelenti. Koordinálására Csou En-lai akkori miniszterelnököt és az általa személyesen felügyelt „523 vezető csoportot” jelölték ki. A projektben való részvételre a következő intézményeket utasították: a Kínai Népi Felszabadulási Hadsereg Általános Logisztikai Részlege, a Kínai Állami Tudományos és Technológiai Bizottság, a Kínai Népköztársasági Egészségügyi Minisztériuma, a Kínai Népköztársaság Vegyipari Minisztériuma, a Nemzetvédelmi Tudományos és Technológiai Bizottság, a Kínai Tudományos Akadémia és az Általános Gyógyszerügyi Ipari Szövetség. A felsorolt intézmények jellege és hatásköre is jelzi a projekt érdekében mozgósított erőket, a hatalmi befolyásolási lehetőségeket. A projektet a lehetséges legmélyebb katonai titkosítással látták el. Fő feladata pedig a következő volt: „új maláriaellenes gyógyszerek felfedezése a kezelésnek ellenálló malignus malária kezelésére trópusi területeken”. A projekt vezető irodája két fontos kutatási irányt jelölt meg: új, maláriaellenes gyógyszerek szintézise (ezzel most nem foglalkozunk); illetve a hagyományos kínai gyógyászatban használatos malária elleni növényi és más eredetű szerek vizsgálata.

Annak ellenére, hogy a projekt a kulturális forradalom idején kezdődött, amikor az osztályharc messze fontosabb volt minden másnál – így a kutatásnál is –, kb. hatvan intézmény ötszáz kutatóját moz-

gósították. A tudósokat az akkori idők legjobban felszerelt csapatává szervezték. A csoport tevékenységének eredményeként fedezték fel a *qinghaosu* – *artemizinin* – nevű maláriaellenes gyógyszert. Titkosítása folytán a gyógyszer 1988-ig Kínában és Vietnámban „csak” sok tízmillió, ismertté válása után világszerte több százmillió maláriabeteg életét mentette meg.

Az „523-as kutatócsoport” vezetőjévé *You-You Tu* farmakológust (1. ábra) nevezték ki. Az akkori körülmények közötti kinevezés rendkívüli hatalmat és befolyást jelentett. Az akkori körülményekhez az is hozzátartozott, hogy *You-You Tu* feladata végrehajtásának kezdetekor négyéves kislányát kénytelen volt egy pekingi gyermekmenhelyen elhelyezni és diplomás férjét, átnivelésként, répföldekre vitték kapálni. Az „523-as projekt” részletes működéséről és az artemizin felfedezéséről Kínában 2006-ban könyv jelent meg [2]. Szerzője eddig felderítetlen szerepet játszott a projektben. A kínai nyelven íródott könyvet a világhálón mindmáig nem lehet elérni. Állítólag [3] létezik egy angol nyelvű fordítása, de annak kiadásától egy jelenlegi (2011) kínai kiadó – a cenzúráról tartva – visszalépett. 2009-ben – szintén csak kínaiul – *You-You Tu* is publikálta saját változatát az artemizin felfedezéséről [4]. 2011-ben ezt angolul is megjelentette [5].

### A felfedezés (egyesült államokbeli változat)

2006 után tehát négy forrás is rendelkezésre állt a *qinghaosu* felfedezésének történetéről [2–5]. Különösen érdekes egy 2011-es cikk [7] egyik részlete: „Shanghai-ban 2005-ben kínai malária-szakértőkkel együtt részt vettem egy konferencián, és megkérdeztem őket, hogy ki fedezte fel az artemizint – említi *Louis Miller*, az egyesült államokbeli rockville-i (Maryland) National Institutes of Health (NIH) maláriakutatója. – Meglepetésemre a választ senki sem tudta.”

A cikk szerint ezután *Miller* és NIH-beli kollégája, *Xinzhuang Su* beleásták magukat az artemizinin történetébe. Levelek, eredeti kutatói jegyzőkönyvek és naplók, titkos értekezletek feljegyzéseinek átnézése után azt a következtetést vonták le, hogy a felfedezést járó legnagyobb érdem *You-You Tu* farmakológusé [7]. Valószínűleg a *Miller–Su*-kutatás, illetve cikk eredményeképpen 2011 decemberében az akkor 81 éves *You-You Tu* a nagy presztízsű és 250 ezer dollárral járó *Lasker–DeBakey* díjjal tüntették ki.

Az említett amerikai változat szerint [7] *You-You Tu* és munkatársai több mint



1. ábra. *You-You Tu* 2011-ben (news.sciencemag.org)

2000 hagyományos kínai gyógynövényből ajánlott receptet vizsgáltak meg, és feltételezték, hogy 640-nek lehet valamilyen maláriaellenes hatása. Maláriás rágcsálókon végzett vizsgálataik szerint 200 gyógynövény és ezek 380 kivonata rendelkezett bizonyos hatással. A reményt keltő növények közül eredetileg az *Artemisia annua* L. (*Qing Hao*) nevű<sup>1</sup>, Ázsiában honos, de hazánkban is megtalálható (magyar neve egynyári üröm) ürömfajból főzött tea körülbelül 68 százalékban gátolta a *Plasmodium* parazita fejlődését.<sup>2</sup> A megismételt kísérletek azonban csak 12, illetve 40 százalékos fejlődésgátlást mutattak. Az időközben professzorrá kinevezett *Tu* arra gondolt, hogy a gyengülő hatások a preparátumba bekerülő hatóanyag alacsony koncentrációjának tulajdonítható

1 A *Qing Haót* már az ókorban ismerték, például aranyér kezelésére és lázcsillapításra használták.

2 *Diószeghy Sámuel* XIX. század elején kiadott könyvében is megemlíti az egynyári üröm szerepét az akkor Magyarországon is jelentős betegség, a malária kezelésében: „...az üröm igen jó sárgaságban, máj- és lépdagadásban és a napos hideglelésben”. A kiegészítésért köszönet Csupor Dezsőnek.

tó, ezért javítani akarta a hatóanyag kivonására szolgáló módszer hatékonyságát. Miután tanulmányozta a *Ge Hong* (Kr. e. 283–343) könyvében (2. ábra) leírt receptet, miszerint „végy egy csokor *Qing Haót*, áztasd két sheng (kb. 0,4 liter) vízben, facsard ki a levét és idd meg az egészet”, rájött, hogy a hagyományos forralás magas hőmérsékleten károsíthatja a kivonat hatóanyagát. Amikor etanol helyett dietil-étert használt alacsony hőmérsékleten, sokkal hatásosabb kivonatot tudott előállítani. De ez a kivonat mérgezőnek mutatkozott.

*Tu* ezután a kivonból elválasztott egy olyan savas részt, ami nem fejtett ki maláriaellenes hatást. A maradék nem volt mérgező, de maláriaellenes hatása erősnek bizonyult. A semleges kémhatású részt „191-es kivonatként” nevezte el, és ez az egérkísérletekben 100 százalékosan maláriaellenes hatású volt. Eredményeit az „523-as projekt” 1972. március 6-án tartott nankingi összejövetelén ismertette. Azt is felvázolta, hogyan lehetne a kivonból tiszta *qinghaosu*-kristályokat előállítani. Annak ellenére, hogy *Tu* csoportja a következő hónapokban jelentős erőfeszítéseket tett jó minőségű kristályok előállítására, ez két másik csoportnak – az általa



2. ábra. *Ge Hong* kézikönyvének 1574-es kiadása a *Qing Haót* említő oldallal [4]

javasolt módszerek alapján – előbb sikerült. Az említett amerikai cikk [7] szerzői érdekesnek találták, hogy az a Kínában, 1979-ben kínaiul publikált cikk, ami a *qinghaosu* (artemizinin) kristályszerkezetét, farmakológiáját és maláriaellenes hatékonyságát részletesen ismertette, csak egy kutatócsoport nevét tüntette fel a szerzőké helyett. A cikk leírta, hogy a *qinghaosu* egy endoperoxid-csoportot tartalmazó szeszkviterpén-lakton, és azt is, hogy az endoperoxid-csoport nélkülözhetetlen a maláriaellenes aktivitáshoz (3. ábra).

### A felfedezés történetének kínai változata

2010. augusztus 20-án „The Insiders: The Discovery of New Antimalarial Drug – Qinghaosu” (A beavatottak: az új maláriaellenes gyógyszer, a qinghaosu felfedezése) címmel megjelent egy rendkívül érdekes közlemény [8], amiben leírták a qinghaosu felfedezésének kínai változatát. Ez új fénybe helyezi a felfedezés történetét, annak amerikai változatait [6, 7], You-You Tu valós szerepét a felfedezésben, és bizonyos mértékben kérdésessé teszi a felfedezésért odaítélt 2011. évi Lasker–DeBakey-díj jogosságát. Rejtély, hogy ez a 2010-ben publikált, akkortól az interneten bárki számára hozzáférhető közlemény hogyan kerülhetett el az amerikai szerzők [6, 7] figyelmét.

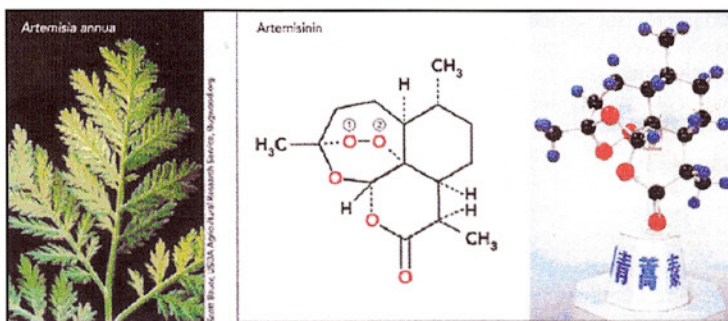
A rejtély tisztázására 2011. december 14-én emailben megkérdeztem McKennát, hogyan látja a „The Insiders”-cikk [8] fényében a gyógyszer felfedezését és You-You Tu szerepét. McKenna még aznap válaszolt: „Köszönöm a „The Insiders”-link megküldését. Gyorsan elolvastam, és hasonló érveket fedeztem fel, mint kínai tartózkodásom során. Szerettem volna megírni, hogy az ő [You-You Tu] szerepe az artemizinin felfedezésében vitatható, de ezt helyhiány miatt [a New Scientist-cikkben] nem tudtam megtenni [9]”.

McKenna javasolta, hogy a kérdéssel keressék meg Millert is, a Miller–Su szerzőpárosból. Ez megtörtént, de Miller mindmáig nem válaszolt. A „The Insiders”-cikkben [8] a következő, súlyosnak nevezhető kijelentések szerepelnek: az előző század 70-es éveiben a kutatásban részt vevők közül mindenki nagyon jól ismerte a felfedezés történetét, de csoportvezetőként You-You Tu sohasem a qinghaosu felfedezésének valódi történetét mondta el az érdeklődőknek. Az évek múltán, a qinghaosu ismertségének kínai és külföldi növekedésével párhuzamosan, belföldi és külföldi tudósítónak adott interjúk során és a könyvében You-You Tu egyszerűen azt állította, hogy ő fedezte fel a qinghaosut: ő volt az, aki végül sikeresen megvizsgálta a Qing Hao kínai gyógynövény maláriaellenes komponensét, 1972. november 8-án ő állította elő tiszta formában a maláriaellenes komponensét, és ő nevezte el qinghaosunak. A valóság az, hogy 1972 decemberében Zhong Yurong és Cui Shulian választotta el az inghaosut a Pekingben termő *Artemisia annua* L.-ből. 1973 áprilisában Luo Zeynan pedig izolálta a huanghaosut a Kunmingban (Jünnan) növő *Artemisia annua* L. f. *macrocephala* Pamp.-ból, valamint a *csungkingi* (Szecsuan) *Artemisia annua* L.-ből, ráadásul 1973 novemberében Weizhen Xing a santungi Taixingben növő *Artemisia annua* L.-ből is elválasztotta a huanghaosut [2]. Annak ellenére, hogy a kémiai, a farmakológiai vizsgálatok és a klinikai kísérletek három intézetben zajlottak olyan hatóanyagkristályokkal, amelyeknek különböző elnevezéseket adtak, és amelyek mindegyikét az *Artemisia annua* L.-ből állították elő, a vegyületek a növény egyetlen maláriaellenes hatóanyagát képezték. A kémiai szerkezetvizsgálat után egyetlen vegyületként, hivatalos néven qinghaosuként jelentek meg a 2000-ben kiadott kínai

rocephala Pamp.-ból, valamint a *csungkingi* (Szecsuan) *Artemisia annua* L.-ből, ráadásul 1973 novemberében Weizhen Xing a santungi Taixingben növő *Artemisia annua* L.-ből is elválasztotta a huanghaosut [2]. Annak ellenére, hogy a kémiai, a farmakológiai vizsgálatok és a klinikai kísérletek három intézetben zajlottak olyan hatóanyagkristályokkal, amelyeknek különböző elnevezéseket adtak, és amelyek mindegyikét az *Artemisia annua* L.-ből állították elő, a vegyületek a növény egyetlen maláriaellenes hatóanyagát képezték. A kémiai szerkezetvizsgálat után egyetlen vegyületként, hivatalos néven qinghaosuként jelentek meg a 2000-ben kiadott kínai

a tudományos kutatás egyik, egyébként szükséges és nélkülözhetetlen velejárója, a tudományos publikálás egy sajátos formája az „523-as projekt” esetében is kialakulhatott.

Bár a qinghaosut (artemizint) már 1972-ben vagy 1973-ban felfedezték, kutatását első ízben 1977-ben ismertették tudományos cikk formájában. A cikk, természetesen kínai nyelven, a *Ke Xue Tong Bao* (*Chinese Science Bulletin*) című folyóiratban jelent meg [10] (4. ábra). Az egyoldalas cikk címe „A szeszkviterpén-lakton egy új változata: qinghaosu”. A cikk a következő szöveggel kezdődik: „Az *Artemisia annua* növényből egy kristályos vegyületet választottunk el, ami a qinghaosu nevet kapta.” A cikk a vegyület tulajdonságainak vizsgálatával folytatódik. Valószínűleg ebben a cikkben említik először a qinghaosu elnevezést. A tudományos kutatás világában általános és több száz éve elfogadott szokással ellentétben a cikkben nincsenek feltüntetve a szerzők. Szerzőként – rendhagyó módon – „A qinghaosu szerkezetét kutató koordináló csoport” szerepel. Érdekes és nehe-



3. ábra. Az *Artemisia annua* és az artemizinin/qinghaosu maláriaellenes vegyület szerkezeti képlete. Az alapon a szöveg kínaiul „qing hao su” [4]

gyógyszerkönyvben. *Nem You-You Tu volt az, aki felfedezte a qinghao-kivonat maláriaellenes hatását, sem az, aki a maláriaellenes qinghaosut elválasztotta. Ezeket a kutatásokat nem ő irányította. Ezért nemcsak méltánytalan és ésszerűtlen volt, hanem a történelmi igazságnak sem felelt meg, hogy egyedül You-You Tunak tulajdonították a felfedezést* [8].

### A qinghaosu-kutatás tudományos publikálásának patológiás környezete

A kulturális forradalom társadalmi légkörében Mao Kínája nagymértékben elszigetelődött a fejlettebb világtól, és ebből természetesen a tudományos kutatás sem képezhetett kivételt. Így például Kínában hozzáférhetlenné váltak a tudományos kutatáshoz nélkülözhetetlen külföldi könyvek és folyóiratok. Ennek ellenére bizonyos tudományos kutatásoknak, így például az „523-as projekt”-nek a legmagasabb körök támogatásával még a kulturális forradalom legvadabb időszakában is folyniuk kellett. Szigorú titkosítása révén ez a működés már eleve patológiás körülmények között zajlott úgy társadalmi, mint tudományos vonatkozásban. Ennek ellenére, valamilyen rejtélyes belső mechanizmus következtében,

zen magyarázható, hogy ez a cikk egyetlen árva szót nem említ a maláriáról és annak gyógyításáról. A qinghaosuról beszámoló második cikk 1979-ben jelent meg, szintén kínaiul a *Hua Xue Xue Bao* (*Journal of Chemical Engineering of Chinese Universities*) című folyóiratban. Ez a közlemény már 10 oldalas és a fentiek után meglepő módon a szerzőket és munkahelyeiket is felsorolja. Ilyen előzmények után még meglepőbb, hogy szintén 1979-ben a *Chinese Medical Journal* ezúttal angolul publikálta azt a cikket, amely a qinghaosut (artemizint) és malária gyógyítására való alkalmazását a világ tudomására hozta, de szintén a szerzők felsorolása nélkül. A meglepetések sora azzal folytatódik, hogy az angol nyelvű cikk csak kínai nyelvű hivatkozásokat tartalmaz. A 9. hivatkozás az 1979-ben publikált cikket említi, míg a 10. hivatkozás – szintén kínai nyelven – „megjelenés alatt” megjegyzéssel „A qinghaosu kristályszerkezete és abszolút konfigurációja” című cikket említi. Ez a cikk angol nyelven jelent meg a *Scientia Sinica* című folyóiratban 1980-ban, szintén anonim jelleggel, de ezúttal „Qinghaosu Research Group, Institute of Biophysics, Academia Sinica” szerzőséggel. Valószínűleg sokatmondó, hogy az 1980-ban publikált angol nyelvű cikk nem hivatkozott a szintén angol nyelvű, 1979-ben publikált, szerzőket is feltüntetett cikkre. Elképzelhető persze, hogy az anonim szerzőknek nem volt

tudomásuk arról a cikkről, de az is, hogy az akkori körülmények miatt készakarva nem emlékeztek meg róla.

**Epilógus**

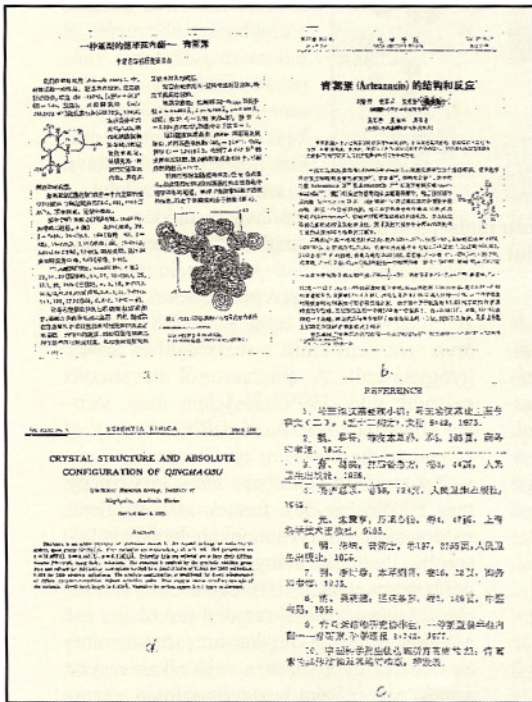
Talán a legjelentősebb következtetés, amit a fentiekből le lehet vonni, az, hogy patológiás körülmények között is születnek nagy, jelentős felfedezések, és a kutatások során át- és megélt sanyarú sorsok nem téríthették el a lelkes résztvevőket a feladat megoldásától. A tudományos kutatásban körülbelül négyszáz éve bevezetett publikálási mechanizmusok hiánya, illetve szokatlan és furcsa jellege az „523-as projekt” során azzal járhatott, hogy a projektben közreműködő körülbelül 500 kutató nagy része anonim maradt, és a legeredményesebbek közül is csak néhány neve vált ismertté. Nagyon valószínűnek látszik, hogy a qinghaosu

**Jegyzet**

Ebben a dolgozatban elsősorban a patológiás környezetben folyó tudományos kutatás jelenségét és az ilyen környezetben is előforduló patológiás versengést szeretnénk volna a maláriaellenes gyógyszer felfedezésének példáján bemutatni. Az itt leírt tényeket és eseményeket megtörténtekkor – mint említettük – szigorú katonai titokként kezelték, minden dokumentum természetesen kínai nyelven íródott róluk, és többségüket rejtett archívumokban helyezték el számos olyan helyen, ahol a leírt események játszódtak, de nagy valószínűséggel jelentős részük máig ismeretlen helyen fekszik és feltáratlan. Végezetül megemlíteném, hogy a Lasker-DeBakey-díj átadása után több írás is kételkedéssel tárgyalta a felfedezésért járó érdemeket [11, 12]. Valószínűnek tartjuk, hogy a qinghaosu (artemizinin) felfedezésének igaz története a jelenlegi Kína cenzúrátoles környezetében még nem tárható fel, és a végső szót a történelem, illetve a tudománytörténészek mondhatják majd csak ki.

**IRODALOM**

[1] [http://www.malariasite.com/malaria/history\\_science.htm](http://www.malariasite.com/malaria/history_science.htm)  
 [2] Zhang Jianfang, A Detailed Chronological Record of Project 523 and the Discovery and Development of Qinghaosu (Artemisinin), Yangcheng Evening News Publisher, 2006.  
 [3] <http://qinghaosu.blogspot.com/2008/05/detailed-chronological-record-of.html>  
 [4] You You Tu, Qinghao ji qinghaosu-lei yaowu, Printing House of Chemical Industry, 2006.  
 [5] You You Tu, The discovery of artemisinin (qinghaosu) and gifts from Chinese medicine, Nature, Medicine, 17 (2011) IX.  
 [6] P. Kenna, Malaria's Nemesis, *New Scientist*, (2011)  
 [7] L. H. Miller, X. Su, Artemisinin: Discovery from the Chinese Herbal Garden, *Cell*, 146 (2011) 855.  
 [8] <http://bbs.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=396469&do=blog&ig=365071>  
 [9] Phil McKenna, publikálatlan e-mail válaszelevél, 2011. dec. 14.  
 [10] Coordinating Group for Research on the Structure of Qinghaosu, *Ke Xue Tong Bao*, 22 (1977) 142.  
 [11] C. Hao, Lasker Award Rekindles Debate Over Artemisinin's Discovery, *Science Insider*, 29 September, 2011.  
 [12] Tu You You, Controversial „Mother of Artemisinin” <http://english.cri.cn/7146/2012/01/23/2702s677560.htm>



**4. ábra. A kínai kulturális forradalom alatt és után publikált cikkek a qinghaosuról**

su (artemizinin) patológiás környezetben való felfedezése során egy új jelenség is megfigyelhető, éspedig az ilyen környezetben is felbukkanó versengés. A korrekt eszközöket használó versengés a normális tudományos kutatás egyik elismert hajtóereje. A qinghaosu (artemizinin) felfedezésénél azonban a patológiás kutatási környezet kóros versengési körülményeket hozhatott létre, amikor hatalmi tényezőkre építve a részt vevő, különben eredményes és sikeres kutatók közül egyesek, kollégáik kárára, olyan érdemekre is igényt tartottak, amelyekre nem szolgáltak rá.

**H**a lehetne címre címmel felelni, válasz gyanánt idézhetnénk Leon Lederman Nobel-díjas fizikus könyvének címét, jelesül: „Az isteni a-tom”, avagy „Mi a kérdés, ha a válasz a világegyetem?”. (Fenti választásunkat, túl azon, hogy az említett mű remek olvasmány, motiválta az is, hogy nemcsak címét, de a benne tárgyaltakat tekintve is meglehetősen szorosan kapcsolódik jelen írás témájához.) Öles léptek helyett viszont a továbbiakban haladjunk apránként. Első lépés gyanánt tekintjük a póré tényt, mely szerint 2011. augusztus 14-től augusztus 20-ig magyar fizikatanárok lelkes kis csapata egy hetet töltött a CERN-ben. Rendben – mondhatná erre egy átlagosnál kissé érdeklődőbb diák –, de mi folyik a CERN-ben, s egyáltalán; mi dolga lehet arra egy magyar fizikatanárnak? (Megjegyzés: ha jelen trendek folytatódnak, akkor hamarosan a kérdések sorában találhatjuk a „Mi az a fizikatanár?”-t is.) Ezekről és néhány más érdekes kérdésről szól ez az írás. Vegyük hát sorjában! Az első kérdés:

**Mi folyik a CERN-ben?**

A CERN elsősorban részecskefizikai kutatósoknak, valamint a hozzájuk kapcsolódó fejlesztéseknek ad helyet. A mi szempontunkból legfontosabb eszközöket, a részecskegyorsítókat kell itt mindenképp megemlítenünk. Ezek köré fonódik minden más – nem kevésbé fontos – fejlesztés, ami a részecskefizikai kutatásokat hivatott segíteni. Ilyenek a mérésekhez nélkülözhetetlen detektorok, a mért adathalmaz elemzéséhez szükséges számítógép-hálózatok, nemkülönben a jelfeldolgozást segítő szoftverek stb. Nem mellékesen érdemes megemlíteni, hogy a CERN a World Wide Web szülőhelye is.

Fontos szót ejteni továbbá arról is, hogy – válaszulván a részecskefizikai kutatások értelmét firtató kérdésre – rengeteg, a kutatásokhoz kifejlesztett eszköz, illetve módszer nyert már hasznos alkalmazást az élet más területén is. Noha ez a válasz némileg sumák módon meg is kerüli a kérdés feltevőinek valószínűsíthető célját, mégis alkalmasnak tűnik arra, hogy legalább csitítsa a kizárólag az anyagiakat szem előtt tartók berzenkedését. Célszerűnek tűnik e helyütt Faraday-t idézni, midőn – reagálván egy kutatásainak értelmét, illetve hasznát tudakoló, politikus által feltett kérdésre – a következőt mondotta: „*Sir, még nem tudom, de biztos vagyok benne, hogy egyszer majd adót vet ki rá a pénzügyminiszter.*” S lőn... (igen, világgossá is).

Térjünk azonban vissza cikkünk témájához, evezünk tovább a CERN-beli világ – állónak egyáltalán nem nevezhető – vizében, s fókuszáljuk messzelátónkat a szóban forgó laboratórium lelkére: a részecskegyorsítókra! Ezek ugyanis a legfontosabb eszközök!