Venetianer Pál

A kínai tudomány igazi nagy ugrása

VISSZHANG - LXIII. évfolyam, 45. szám, 2019. november 8.

A közelmúltban több cikk foglalkozott az *ÉS*-ben Kína politikai-gazdasági helyzetével. Ehhez a témához szólnék hozzá a kínai tudomány „nagy ugrás”-ának rövid áttekintésével. Egy sok évtizeddel ezelőtt írt nagyszerű angol szatíra a leegyszerűsítő iskolai történelemoktatásról *(1066 and All That)* minden történelmi esemény ismertetéséhez hozzátette: „és ez jó dolog volt”, vagy „és ez rossz dolog volt”. Kornai János megrendítő cikke az utóbbi, Hegyi Gyuláé az előbbi minősítést hangsúlyozta (*Frankenstein erkölcsi felelőssége*, *ÉS*, 2019/29., júl. 19., *Tisztelet Kornainak – és Kínának*, *ÉS*, 2019/30., júl. 26.). Én meg fogom kísérelni a tények ismertetését – minősítés nélkül.

A 2008-as pekingi olimpia megnyitó ünnepségének közvetítése látványvilágával és technikai tökélyével lenyűgözte a világot. A műsort Kína négy nagy találmánya (iránytű, papír, könyvnyomtatás, puskapor) köré építették. Noha a tudománytörténet elismeri, hogy ezek a felfedezések valóban Kínában születtek, a szó mai értelmében vett természettudományról a császári Kínában nemigen beszélhettünk. Ezt a tényt 1922-ben Feng Ju-lan *Miért nincs Kínának tudománya?* című cikkében szögezte le. A huszadik század viharos történelme során természetesen történtek jelentős próbálkozások a modern természettudományos kutatások megalapozására. A nagy angol biológus, Joseph Needham, élete jelentős részét szentelte a kínai tudomány tanulmányozásának, segítésének és nyugati megismertetésének (például Csou En-lajnak is tanácsadója volt). Mao 1966-ban elkezdett kulturális forradalma (az eredeti „nagy ugrás”) azonban gyakorlatilag teljesen megsemmisítette Kína tudományát.

Mint mindenben, ezen a téren is Teng Hsziao-ping hozta el a fordulatot. Az általa 1978-ban meghirdetett „négy modernizálás” egyike a tudomány és technika fejlesztése. Ennek a fordulatnak egyik látványos eszköze az volt, hogy az azóta eltelt négy évtized alatt 5,86 millió kínai diák tanult külföldön. És ami ennél fontosabb: különösen az utóbbi két évtizedben a számos újonnan létesített és bőségesen ellátott kutatóintézet és az igen nagyvonalú fizetési ajánlatok a legjobbak, legsikeresebbek közül egyre többet csábítottak vissza hazájukba.

Kína tudományos (K+F) büdzséje az elmúlt két évtizedben átlagosan évi 15 százalékkal emelkedett. Ez az ütem ugyan némileg csökkent, és 2018-ban csak 11,6 százalék volt az emelkedés az előző évhez képest, de az idei évben így is el fogja érni a nemzeti jövedelem 2,5 százalékát. Ezzel összértékben a világon a második helyen állnak, megelőzve a teljes EU-t. Kína ma több doktorátust ad ki a műszaki-természettudományos területen, mint bármely más ország. A kínai feltalálók, illetve cégek által elnyert USA-szabadalmak száma évente 30 százalékkal nő, és jelentősen meghaladja az amerikai eredetű szabadalmak számát.

Noha a fejlődés a tudomány minden területén látványos, a következőkben arra a két „forró” területre koncentrálnék, amely a kínai tudománypolitika centrumában van, a mesterséges intelligenciára és a géntechnológiára.

2017 júliusában készült el „Az új-generációs mesterségesintelligencia-fejlesztési program”, benne a következő megállapítással: „Az AI (mesterséges intelligencia) vált a nemzetközi verseny új gyújtópontjává. Kínának szilárdan meg kell ragadnia a stratégiai kezdeményezést az AI fejlesztése területén, versenyelőnyt kell szereznie, hogy megvédje a nemzet biztonságát.” A célkitűzések: 2020-ra utol kell érni a világ vezető hatalmait az AI-fejlesztésben. 2025-re az ország ipari fejlődésének elsődleges motorja kell hogy legyen az AI. 2030-ra Kína legyen az AI innovációs világközpontja. A 2018–20-ra vonatkozó, azaz jelenlegi hároméves tervben célként szerepel az AI integrálása az egészségügyben, robotikában, az autó- és a gyáripar egyéb

területein. Jelenleg a kínai AI start-up cégekbe több kockázati tőke áramlik, mint az amerikaiakba. A fejlesztési program hangsúlyozza „a civil-katonai integrált fejlesztést, azaz egy minden elemre és területre kiterjedő magas hatékonyságú integrációt a katonai fejlesztésekkel”.

Az AI területén publikált legjobb 10 százalékhoz tartozó cikkekben az USA aránya 29 százalék, Kínáé 26,5 százalék. Idén várhatóan már túl fogja haladni az USA-t. Jelenleg Kínában 18 200 AI-kutató és mérnök dolgozik (az USA-ban: 29 000).

Az arcfelismerő technológia területén a világ vezető cége a SenseTime nevű kínai vállalat. Az ezen a területen dolgozó egyesült államokbeli vállalatok között manapság gyakori az olyan reklámszöveg, hogy „a kínaiak után mi vagyunk a legjobbak a világon”.

A kínai tudománypolitika másik fókuszterülete a géntechnológia. Az elmúlt évben a kínai géntechnológia azzal keltett – negatív előjelű – szenzációt a világsajtóban, hogy He Jen-kuai bejelentette, a CRISPR „génolló” felhasználásával létrehozott egy génmódosított emberi ikerpárt. Ezt a súlyosan etikátlan, elhamarkodott emberkísérletet egységesen elítélte a tudományos világ, és szerencsére az illetékes kínai hatóságok is. Ez a negatív szenzáció azonban nem fedheti el, hogy Kína milyen óriási erőfeszítéseket tesz a modern géntechnológia minden területén a gyakorlati felhasználás irányába.

Lássuk először a növényi géntechnológiát. A kínai Mezőgazdasági Akadémia volt elnöke szerint: „1,4 milliárd embert kell táplálnunk, szűkösen rendelkezésre álló természeti adottságokkal. A lehető legmagasabb termelési szintet kell elérnünk a lehető legkisebb termőterületen, minimális műtrágya- és vegyszerfelhasználással. Olyan új fajtákat kell előállítanunk, amelyek ellenállnak a kártevőknek, betegségeknek, szárazság- és sótűrők. Meg kell tehát találnunk a megfelelő géneket, és módosítanunk kell azokat.” Mit tettek e célok elérése érdekében? 2017-ben a ChemChina állami vállalat 43 milliárd dollárért felvásárolta a világ egyik vezető multinacionális mezőgazdasági technológiai cégét, a svájci székhelyű Syngentát, amelynek pekingi kutatólaboratóriumában és más kínai laboratóriumokban intenzíven dolgoznak különböző haszonnövények géntechnológiai módosításán. 2013-ban már Kína 10 milliárd dollárt költött agrárkutatásra, kétszer annyit, mint az USA. A géntechnológiát forradalmasító CRISPR technológia („génolló”) 2012-ben született, ennek első növényi alkalmazása 2013-ban Kínában történt meg. A CRISPR-t hasznosító szabadalmak száma 2018 végéig így alakult: USA 872, Kína 858, Európa 186. A mezőgazdasági alkalmazásra vonatkozó CRISPR-en alapuló tudományos közlemények 42 százaléka származott Kínából, 20 százalék az USA-ból.

A kínai növényi géntechnológiai intézetekben intenzíven dolgoznak paradicsommal, eperrel, salátával, banánnal, krumplival. Legfontosabb eddigi eredményük az óriási károkat okozó lisztharmatnak ellenálló búza előállítása. E kutatások eredményei közül még egyik sem került termesztésbe. Ismeretes ugyanis, hogy a CRISPR génollóval történő genommódosítást az USA szabályozó rendszere nem tekinti GMO-nak, ezért ott ezek termékek nem igényelnek olyan szigorú engedélyezési eljárást, és több termék már piacra is került. Európa egy tavalyi – nagy szakmai felháborodást kiváltó – bírósági ítélet miatt nem ezen az úton jár, nálunk a CRISPR genommódosítás GMO-nak számít, és ez súlyosan visszavetette az ilyen irányú kutatást. Kína még nem döntött, az ottani kutatók ugrásra készen várják az illetékes hatóságok kedvező ítéletét.

Az állati géntechnológiai kutatások egyik fő tárgya a sertés. Kínában évi 300 000 ember vár szervtranszplantációra, és mindössze 10 000 donor áll rendelkezésre. A kutatások egyik fő célja ezért olyan sertések előállítása, amelyek szervei veszélytelenül ültethetők át emberbe. Egy kiváló, Amerikából hazatért kutató már 40 különböző génmódosított sertést állított elő, nemcsak transzplantációs célra, hanem fontos emberi betegségek (Alzheimer-kór, Parkinson-kór, anizotrop-laterál-szklerózis, Huntington-chorea) kutatására szolgáló modellszervezetként. Természetesen a közvetlen állattenyésztési célra is fejlesztenek, így (természetesen még csak kutatási szinten) előállítottak már hidegtűrő, gyorsabban növő, sóványabb húst produkáló és – ami különösen fontos – az afrikai sertéspestisnek ellenálló állatokat is.

Az állati géntechnológiai kutatások másik fő objektuma a majom mint a lehetséges emberi alkalmazások legfontosabb modellorganizmusa. Kínában végeztek először, 2014-ben CRISPR-technológiával genommódosítást rhesus-majmokon. Ma 4 nagy intézetben dolgoznak rhesus-majmokkal, a legnagyobban 4000 állatot tartanak, és naponta százával manipulálnak majomembrió-sejteket. Elkészítették az izomdisztrófia, autizmus és a rák majommodelljeit, számos különböző gén „kiütését", illetve beültetését.

És ezzel eljutottunk az emberi alkalmazásokhoz. A botrányos He Jen-kuai-kísérlet nem feledtetheti, hogy a legális, minden etikai kritériumnak megfelelő klinikai géntechnológiai kísérletekben is vezető szerepet játszik Kína. Az orvosi-biológiai területen az utóbbi néhány évben a kínai publikációk száma megduplázódott, és a CRISPR-technológia klinikai alkalmazásáról Kína produkálja a legtöbb publikációt. A tavalyi évben a világon 10 nagyszabású klinikai génterápiás CRISPR-kísérletet engedélyeztek illetékes hatóságok, és kezdtek el megvalósítani. Ebből egyet az USA-ban, kilencet Kínában.

És végül egy adalék a két fókuszterület összekapcsolásról. A 2015-ben alakult kínai iCarbonX cég „a digitális világ olyan ökoszisztémáját fogja kiépíteni, amely az egyének biológiai, viselkedési és pszihológiai adatait integrálja az internet és a mesterséges intelligencia felhasználásával". „Egyének százmillióinak genetikai információit fogjuk kombinálni életük valamennyi releváns adatával, hogy valóságos személyi jósdát kínáljunk számukra." E cég piaci értéke már meghaladja az egymilliárd dollárt. Természetesen egy ilyen terv végrehajtására Kína jóval alkalmasabb, mint bármely más ország, mert 1.: nagyobb a DNS-szekvenáló és adatfeldolgozó kapacitása. 2.: Nagyobb a lakosságszáma. 3.: Jóval kisebbek az adatvédelmi, etikai korlátok, mint bárhol másutt.

Bevezetőként azt ígértem, hogy nem fogok minősíteni. Tehát az olvasóra bízom, hogy örvendetesnek, reményt keltőnek tartja-e e nagy ugrást (hiszen a tudomány eredményei – bárhol születtek is – az egész emberiség közkincsét képezik), vagy éppen félelmetesnek, elkeserítőnek (hiszen például az élenjáró arcfelismerő technológiát a kínai hatóságok az üldözött ujgurok azonosítására használják).

Befejezésként hadd említsek egy olyan momentumot, amely talán támpontként szolgál annak megértéséhez, milyen kulturális tényezők is járulhattak hozzá e látványos kínai fejlődéshez. 2011-ben jelent meg az USA-ban Amy Chua *A tigrisanya harci indulója* (Battle Hymn of the Tiger Mother) című könyve, amely egyfelől bestseller lett (30 nyelvre fordították le), másfelől óriási megbotránkozást keltett (például beperelték a szerzőt gyermekbántalmazásért). Chua a Yale Egyetem jogászprofesszora, Amerikában született kínai, annak a Leon Chua kaliforniai informatikus professzornak a lánya, aki a néhai Roska Tamás akadémikus jó barátja és együttműködő partnere volt. Amy Chua ebben a könyvben azt írta le, milyen szigorú, sőt kegyetlen, a konfuciánus hagyományon alapuló nevelési módszerekkel érte el ő – és hozzá hasonlóan a kínai anyák tekintélyes hányada –, hogy lányai mindenben maximális teljesítményt nyújtsanak, és így sikeresek legyenek az életben.