

A tudomány hivatásánál fogva vállal kockázatokat

Amikor a nagy léptékben gondolkodó tudósok, politikusok, közírók a jövő századot két-három szóval próbálják jellemezni, szívesen emlegetik a tudásalapú társadalom korát, a biológia századát, alkalmasint a tudományok újabb forradalmi ezredvének kezdetét. Magam, agykutató orvosbiológusként hajlamos lennék elfogadni, hogy a genetika hatalmas eredményeitől determinált biológia uralkodóvá válik a tudományban, s vezérelni fogja minden természettudomány fejlődését. Talán akadnak is, akik úgy képzelik a tudományos fejlődést, hogy minden más tudományág az élet tudományának alárendelve, az élet meghosszabbítása és védelme érdekében működik majd. Valóban lehet, hogy a fizika nagy huszadik százada után a most kezdődő korszakot a biológia nagy századaként emlegetik majd későbbi korok történészei.

Ha nagyon optimista lennék, abból indulnék ki, hogy az élettudományok eredményeit csakugyan az Élet minőségének szolgálatába állítják a politikusok világszerte, s akkor valóban nem csak az élet tudományának századát kellene prognosztizálnunk, hanem azt is, hogy a jövő század az Élet tiszteletének és az emberi életkor jelentős meghosszabbodásának, sőt talán a reményteljes fiatalság és a nyugodt harmonikus öregkor ideje lesz.

De kutató vagyok, akit mindenekelőtt a tények és összefüggések érdekelnek. Nem ésszerű a 21. század tudományát leegyszerűsítve jellemezni. Azok az ellentmondások ugyanis, amelyek az életet és az élet minőségét veszélyeztetik, a tudomány fejlődését pedig roppant bonyolulttá teszik, arra intenek, hogy nézzünk a nagy szavak mögé, és adjuk vissza a gondolatok tisztaságát, egyszersmind a definíciók egyértelműségét.

Például magát a tudományt. Az ó- és a középkori latin nyelvben ugyanis még nem választották ketté a tudás és a tudomány kifejezést. A 15–16. század táján egy jobb nevelésben részesült ifjú, elérve a felnőtt kort, képes volt kora valamennyi fontos tudományágának alapvető ismereteit áttekinteni és elsajátítani. Az 1473 és 1543 között élt Kopernikusz például művelte a jogtudományt és a matematikát, valamint a gyógyászatot, mégpedig megközelítően azon a magas szinten, mint kedvenc diszciplináját, amelyben a korábbi maga alá temető világgépet alkotott: a csillagászatot.

Mára ellenben – az élő és élettelen természettudományok fejlődése során – érzékeny megkülönböztetést igényel a tudás és a tudomány fogalma. Mint ahogy az alkotó tudós és az érdeklődő-kiművelt emberfő fogalma is distinkciót követel. „A” tudományokról beszélünk, mégis hajlamosan vagyunk elkülönült tudományágakat: fizikát, matematikát, kémiát, orvosi és agrártudományokat, különböző klasszikus és modern, kemény és puha társada-

lomtudományokat elkülöníteni -- és egyikben-másikban szerzünk hivatalos doktori címeket.

Praktikus ok miatt tört szét cserepeire a tudomány, ugyanis egyetlen tudós elme sem képes arra, hogy befogadja a tudomány egészét, a kopernikuszi teljesség szintjén, s még kevésbé képes arra, hogy egyetemi szinten tanítsa a természettudományok összességét, vagy akár az élettudományok teljességét. Mára, a 20–21. század fordulópontjára lépve, olyan mennyiségi és minőségi haladást regisztrálunk, ami a tudományt arisztokratikussá formálja. A 19. század végétől fogva a kiválasztottak: a szakértők, a szaktudósok leginkább egy-egy tudományág értelmezésére és kezelésére törekedtek.

A 20. században a tudományos információk exponenciálisan szaporodtak. De egyre több tudományos ismeret vált felfoghatatlanná a szakértelemmel nem rendelkezők, az érdeklődő nagyközönség számára. Az értelmiség frusztrált attól az ellentmondástól, hogy képtelen az információ tetőre biztonságosan haladni: a részt és egészt kopernikuszi módon szeretné világképbe foglalva látni. Az új évezred hajnalán a tudóstársadalom kénytelen tudomásul venni a gyakorlatban: ahhoz, hogy a tudomány társadalomalkító erőként funkcionáljon, nem ágakra széttörölve, hanem rendszerben kell működnie. A modern társadalomnak egyetlen ága sem különíthető el, és, funkcionális értelemben, nem nélkülözhető. A tudományok analízáló funkciója mellett tehát a szintézis újra előtérbe kerül.

Éppen ezért az interdiszciplinaritás igénye jellemzi az ezred- és századfordulót. Vegyük például a biológiát! A mai biológia már nem elszigetelt, megfigyelő, rendszerező, skatulyázó, leíró tudomány, hanem maga is integrál. Nem nehéz észrevenni, hogy bármilyen biológiai eredmény csak más tudományágaktól megtermékenyítve hozhat jelentős új eredményeket. Például a gyógyszerian a most kezdődő időszakban magától értetődően egyre inkább az önmagában is komplex, eszközeiben interdiszciplináris genetikából táplálkozik.

A nyugati országok ipara és agrárkomplexuma feltűnően gyorsan az egészségügy és az egészséges életmód szolgálatába állította a biológiai alapkutatást. Emiatt az életvezetés és a táplálkozási szokásrendszer megváltozott. A civilizált országokban szembetűnő a demográfiai korfa változása. A Nemzetközi Munkaügyi Szervezet kimutatása szerint az átlagéletkor Európában 38 évről 75–80 évre emelkedett száz esztendő alatt (például Németországban minden ötödik lakos 60 évnél idősebb, Görögországban és Olaszországban még ennél is magasabb átlagéletkorról számolnak). Az életkor emelkedése természetesen a modern társadalom legnagyobb vívmányai közé tartozik, azzal együtt, hogy nem egyszerűen a magas átlagéletkor, hanem az egészséges öregség válik világszerte elsőrendű stratégiai céllá. A szociális biztonság és az egészséges életvezetés révén ma nyugaton az öregkori tanulás, művelődés jelentős rétegek számára elérhető. 60–70 éves emberek beiratkoznak egyetemre és szervezett oktatásban vesznek részt, nyelveket tanulnak, aktívan politizálnak és öregkorban utazzák be a világot.

Nem ilyen rózsás a helyzet nálunk. A még egészséges populáció fogy, az életminőség romlása tömegesen vezet krónikus betegségekhez. A beteg vagy tömegesen betegező társadalom közép-kelet-európai modelljének kialakulásában szerepet játszik a helytelen, az egészségre veszedelmes táplálkozás. A magyar lakosság egészségi állapota rosszabb, mint ami az ország gazdasági

helyzetéből következnek. Különösen aggasztó, hogy nálunk a társadalom életkorátlagának növekedését a népesség abszolút számának fogyatkozása kíséri. Ezen belül feltűnő a középkorú férfiak nagy halandósága, amiben a szív- és érrendszeri betegségek, a daganatok, a légző- és az emésztőrendszeri betegségek magas aránya dominál. 1993-ban a férfiak születéskor várható élettartama 64,5 év volt, ugyanannyi, mint a 30-as években. Történelmünkhez képest 60 évvel léptünk vissza.

Ezeket a többé-kevésbé nyilvánvaló és szembetűnő társadalmi veszélyeket felismerve a Széchenyi-tervnek a legelső helyre sorolt főiránya az életminőség javítása, és a többi főiránynak is vannak az élettudományokat érintő komplex vonatkozásai, melyek kapcsolódnak az életminőség problémáihoz.

A világ tudományos fejlődésén belül a legszembetűnőbb tendencia a molekuláris biológia térhódítása, ezen belül a humán genom szerkezetének felderítése. Az egyetlen gén hibája által okozott betegségek egy-két évtizeden belül gyógyíthatók lesznek. A sok gén kölcsönhatásától függő, nem fertőző népbetegségek, például a keringési zavarok, a rosszindulatú daganatok esetében arra számíthatunk, hogy sok új gyógyszer-célpont keletkezik. A kutatás e téren felgyorsul, terjednek a házi diagnosztizálás eszközei. A fő figyelem ma az egyén kockázatainak becslésére, a halmozott kockázatú állampolgárok szűrővizsgálataira és fokozott gondozására összpontosul világszerte.

Nehezen válaszolhatunk általában arra a kérdésre, hol áll a magyar tudomány a nemzetközi tudományos kooperációban és versenyben. Azt ellenben nyugodtan elmondhatjuk, hogy néhány területen a világ tudományának élvonalában járunk, és versenyképességünket ezeken a súlyponti helyeken tovább növelhetjük, fokozott megbecsülést szerezve a magyar tudománynak.

Nézzünk erre két példát! A Szegedi Biológiai Központ Genetikai Intézetének mesterséges kromoszóma programja nem csupán azért kimagasló jelentőségű, mert az alapkutató nemzetközi mércével mérve is kiváló eredményt produkál és a tudományos haladás fő irányához kapcsolódik, hanem az alapkutatói programot sikertelenül Szegeden technológiává is fejleszteni. Célrányos kromoszómaépítési eljárásukkal ma rutinszerűen állíthatók elő állati mesterséges kromoszómák, amelyek felhasználhatók a biotechnológiai ipar sokféle területén, például gyógyszeranyag-termelésre, sejtek, illetve genetikailag módosított állatok tenyésztésére. A legújabb szegedi eredmény a működőképes emberi kromoszóma prototípusát hozta létre, ami génhordozó és -működtető eszközök kifejlesztésére szolgálhat és a 21. századi génterápia területén jelent ígéretet. Négy és fél évvel ezelőtt a szegedi eredmények hasznosítása végett Kanadában megalakult és az SZBK-val szerződött a Chromos Molecular Systems nevű biotechnológiai egyesülés, amely vállalta a szellemi termékek szabadalmaztatási költségeit. Az eredmény: mesterséges kromoszómával kapcsolatos 15 bejelentett és 7 elfogadott szabadalom. A ma már saját kutató-fejlesztő laboratóriummal rendelkező, alig négy és fél éves kanadai vállalat eddig 4–5 milliárd forintot költött technológiafejlesztésre, és az eredmények piaci értéke mintegy 30 milliárd forint.

A másik példa. A molekuláris biológia a mezőgazdaságban is új korszakot teremt. Az Akadémia növénynemesítői Európában elsőként Martonvásáron hoztak létre hibridkukoricát 1953-ban. Jelenleg viszont a

martonvásári kukorica nemcsak hazánkban és régióinkban részesül teljes elismerésben, hanem közös kutatási program eredményeként jelen van az Európai Unióban, így Francia- és Németországban is. A martonvásári búzafajták stabil fagyállóságuk révén átvészelik a leghidegebb teleket is. Jó betegség-ellenálló tulajdonságaik miatt pedig viszonylag csekély mennyiségű kémiai növényvédőszer alkalmazására szorulnak, ami környezetvédelmi szempontból is előnyös, és olcsóvá teszi az előállítását. A 2000. év e búzafajták kiváló szárazságtűrő képességét is bizonyította. Az átlagon felüli klímarezisztencia nem lett volna megvalósítható fitotron nélkül. Ma már igen fontosnak látszik a fitotron valamikor mellékfunkcióként kezelt lehetősége: alkalmas a klímaváltozás következményeinek tanulmányozására. A kiváló beltartalmi minőség, a nagy fehérjetartalom révén e gabonák világszerte értékesíthetők, nyers vagy feldolgozott állapotban. A kutatás és fejlesztés során létrehozott érték évente mintegy 70–80 milliárd forint, ami mutatja a hagyományos növénynevelés jelentőségét. A jövő persze a molekuláris szintű kutatásoké, s ezek révén már sikerült Martonvásáron a hagyományos minőséget reprezentáló Bánkúti 1201 búzafajta egyik génjét meghatározni, és ezt hasznosítjuk a gyakorlatban. Ezeknek az eredményeknek köszönhető, hogy a világszerte tapasztalható súlyos agrárproblémák ellenére nemcsak fenntartható a legjobb magyar gabonák termesztési szintje, hanem még növelhető is, az EU-val történt egyeztetés után.

Végül megemlítem szűkebb szakterületem, az agy- és idegrendszer-kutatás világszerte elismert és hasznosított eredményeit. A hagyományos iskolák után és nyomdokainkban újabb iskolák keletkeznek. Itt van nyomunkban Freund Tamásnak, első Bolyai-díjas tudósunknak immár szintén iskolának tekinthető kutatócsoportja, amelyet külföldi alapítvány is támogatásra érdemesnek tekint.

A molekuláris biológia a modern életforma nélkülözhetetlen része és áldása lett. A biológiai forradalom megkönnyítheti az emberiség nagyobbik részének életét, miután az egészségügyi tanácsadást nem annyira az orvosi tapasztalat, mint a pontos genetikai méréseken alapuló diagnózis teszi megbízhatóvá.

Mégis kénytelenek vagyunk szembenézni a szkeptikus kérdéssel: mi végre szorgalmazzák a tudósok az emberi génállomány megfejtését? Erre az alapkérdésre újra meg újra válaszolnunk kell, s visszatérnünk az axiómákhoz. Újra meg újra el kell mondanunk: a tudomány hivatásánál fogva vállal felfedező szerepet, s kockázatokat, nehogy megrekedjünk jelen tudásszintünkön. A tudás gyarapítása ember mivoltunk lényegéhez tartozik.

Számolni kell ugyanakkor azzal, hogy a tudományos-technikai haladás nem mindig áldás. A vékonyodó ózonpajzs, a fenyegetett biodiverzitás, a toxikus és sugárzó anyagok veszedelmes fölhalmozódása, a Contergan-bébi, a peszticidekkel és olajtermékekkel elszennyeződött vizek is tudományos eredmények mellékhatásai. Említhetjük a spirituális szennyeződést és az ipari növekedés miatt keletkező és növekvő különbségeket – szegények és gazdagok, szegény és gazdag népek között. Mindezt, bizonyos áttételekkel, az utca embere hajlamos a tudomány rohanásával magyarázni.

Mégse felejtsük, hogy a tudomány progresszió mellékhatásai többnyire politikailag motiváltak. Az atombomba-kísérleteket politikai szükség diktálta: a hitleri koalíció legyőzésének és térdre kényszerítésének szüksége.

Amikor azonban a hidrogénbomba tömegpusztító ereje a feltétlenül szükségesnél nagyobbra növekedett, az atomtechnikát létrehozó tudós elmék összefogása és mozgalma érte el és újítja meg a pusztító erő korlátozását és visszaszorítását, teljes ellenőrzését. A tudósok vertek hidat a szembenálló szuperhatalmak között.

Most a genetika legkülönbözőbb alkalmazásai gerjesztik leginkább a várakozásokat, s velük a félelmet. A közvélemény aggódik amiatt, hogy reális veszéllyé vált az emberi természet visszafordíthatatlan megváltoztatása, szörnyek és szuperlények jönnek létre. A látomások és rémképek nem csak a tudományos-fantasztikus irodalomban és a filmipari termékekben tűnnek föl: kénytelenek vagyunk reális megjelenésükkel számolni, mert a technikai haladás erre megadja a lehetőséget. A parancsteljesítő emberszabású lény ugyanúgy feltűnhet, mint ahogy megjelent korábban a Homo Erectus vagy a Homo Habilis, és mindegyik kopírozhatóvá válik, akár csak Spielberg dinói. Az emberek Huxley Szép új világának megvalósulásától tartanak és számolnak azzal, hogy a tudósok a természetes szelekciót háttérbe szorítva az emberi faj mesterséges és tervezett szelekcióját idézik elő – akarva vagy akaratlanul. A közvélemény nyomásának eredményeként a társadalmi ellenőrzés kiterjedhet a tudományos kutatásra.

Ha tehát számolunk a tudomány erejének és világformáló képességének növekedésével, nem hessenthetjük el azt a feltételezést, hogy ártalmas és gyilkos célra is felhasználhatják a tudományt. S éppen ezért nélkülözhetetlenek a tudományetikai szabályok és kódexek meg a tudományetika nemzetközi egyezményekkel létrehozott szervezetei. Igaz, ma még a tudósok tetemes része értetlenül és felkészületlenül áll az etikai meggondolásokkal és a megalkotandó intézkedésekkel, szabályozásokkal szemben. Nem vagyunk felkészültek. De az etikai védőrendszert a világos és biztonságos jövő érdekében meg kell alkotni.

Hangsúlyozom, hogy csak a legfelelősebb személyiségekre bízhatjuk ezt az etikai szabályozást. Mindemellett vallom és védelmezem azt az alapelvet, hogy a tudományos kutatás elé nem szabad akadályt gördíteni; minden kutatható, publikálható, terjeszthető, a gondolat nem zárható be. De a tudós felelőssége hogy ezekkel a jogokkal az emberiség és a természet érdekében éljen, és az alapvető emberi joggal soha vissza ne éljen. E felelősség csak növekszik, ahogy tágulnak kommunikációs lehetőségeink s lebomlanak az érintkezés határai.

(Keviczky L. és Vizi E. Sz. akadémiai alelnökök előadását lejegyezte és megszerkesztette: N. Sándor László)