

Interjú

BUDAPEST ÉS OXFORD KÖZÖTT – BESZÉLGETÉS NOVÁK BÉLÁVAL –

Hargittai István

az MTA rendes tagja, egyetemi tanár
BME Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék,
BME–MTA Anyagszerkezeti és modellezési kutatócsoport
istvan.hargittai@gmail.com

Novák Béla (sz. 1956), az MTA doktora, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kara Mezőgazdasági Kémiai Technológia Tanszékén egyetemi tanár. Kutatási területe biológiai folyamatok, elsősorban a sejtszaporodás matematikai modellezése a kémiai reakciókinetika eszközeivel. Novák Bélát nemrég kinevezték az Oxfordi Egyetem újonnan létrehozott Rendszerbiológiai Központja vezető professzorának. A kinevezést többfordulós széleskörű nemzetközi pályáztatás előzte meg.

Beszélgetésünket 2006. november 30-án rögzítettük.

Kezdjük azzal, hogy határozd meg magadat.

Matematika-fizika szakra jártam a Kölcsey Ferenc Gimnáziumba, és mindig nagyon érdekeltek a kvantitatív leírások. Az egyetemen az érdeklődésem teljesen a biológia felé fordult, és biológus-mérnöként végeztem a BME és az ELTE közös képzésében. Mindebből levezethető, hogy olyan biológusként határozhatom meg magamat, aki matema-

tikát használ munkaeszközként. Fő érdeklődésem a sejtszaporodás matematikai leírása. Édesapámtól, aki kutató biológus, rengeteget tanultam, elsősorban szemléletet, de részleteket is. Akkor kezdett velem foglalkozni, de akkor nagyon komolyan, amikor már értelmesen lehetett velem beszélni, amikor el tudta mondani nekem, hogy mi egy szénhidrátgyűrű szék és kád konformációja között a különbség, és attól kezdve hajnali kettőig tartottak a beszélgetéseink. Gimnazista koromra édesapám már semmi időt sem tartott túl soknak arra, hogy velem foglalkozzon. Ugyancsak nagy hatással volt rám a keresztanyám is. Óriási szerepe volt a pályaválasztásomban. Keresztanyám tudta, hogy a legjobban a biológia érdekel, és ő magyarázta el nekem, hogy a biológia legnagyobb hibája az, hogy nem elég kvantitatív, és a biológusok nem tudják alkalmazni a matematikát. Ő terelt engem a matematika felé, amiben egyébként végig nagyon jó voltam. Nagyon fontosnak tartotta, hogy először a matematikában érezzem otthon magamat, mert a biológiát később is meg lehet tanulni.

Most pedig, kérlek, határozd meg a rendszerbiológiát.

Amit az 1990-es évek óta csinállok, azt ma rendszerbiológiának nevezik, bár akkor ezt még inkább számításos sejtbiológiának neveztek. A rendszerbiológia ma rendkívül sikeres terület, és a tudomány sem mentes attól, hogy legyenek benne divatirányzatok, ez is ilyen. A rendszerbiológia azt jelenti, hogy a rendszernek mint egésznek a tulajdonságait a részek kölcsönhatásaiból vezetjük le, ahol a kölcsönhatásokon van a hangsúly. Jól illik ide az ismert jelszó, hogy az egész több, mint a részek összessége, és ez a többlet a kölcsönhatásokból származik. Ez a rendszer-szemléletű gondolkodás már régóta megvan a biológiában, és a matematikai eszközök biológiai alkalmazása sem új keletű. A rendszerbiológia igazi áttörését az emberi genom felderítésére lehet visszavezetni. Azáltal, hogy egyes élőlények teljes genomját szekvenálták, tehát feltárták a nukleotidsorrendet, és így megmondható, hogy a genom milyen komponenseket kódol, a sejtek összes alapvető összetevőjét azonosították. Ha ismert a genom, és ismertek az alkatrészek, akkor a következő kérdés, amelyet meg kell válaszolni, már magára a működésre vonatkozik, arra, hogy a rendszer hogyan áll össze egy egészé.

A Budapesti Műszaki Egyetemen a Te kutatásaid úttörők voltak. Hogyan jöhetett ez létre?

Hallgató koromban engem nagyon megfogtak Noszticiusz Zoltán munkái, az oszcilláló reakciók. Ezzel nem voltam egyedül, de én is megsejtettem, hogy ezek az egzotikus jelenségek, amelyeket a kémia mesterségesen produkál, óriási jelentőségűek lehetnek a biológiában. Akkoriban azonban még nem ismertük elég alaposan a sejtek alkatrészeit,

nem tudtuk pontosan, hogy a sejtek milyen fehérjemolekulákból állnak. Miután megismertük a teljes leltárt – az előbb már utaltam erre a forradalomra –, a sejtműködést most már ugyanúgy közelíthetjük meg, mint ahogy a vegyészek kezelik a kémiai rendszereket. Mindez nem szerepelt a hivatalos tananyagban, de számomra ezek a tanterven kívüli kalandozások a nemlineáris dinamikában, Noszticiusz és Gyarmati István munkái, valamint más fizikai kémikusok tanulmányai meghatározó jelentőségűek voltak a későbbiek szempontjából. Csak úgy faltam a cikkeiket. Pályámat kísérletes biológusként kezdtem, de amikor a sejtre vonatkozó molekuláris részletek napvilágot láttak, akkor számomra kézenfekvő volt, hogy alkalmazni kezdjem azokat a matematikai és kinetikai ismereteket és módszereket, amelyeket hallgató koromban autodidakta módon megtanultam. Ez itt akkor valóban teljesen új dolog volt.

Mentorod nem is volt?

Az egyetemen László Elemér mellett kezdtem dolgozni, a sejt szaporodás kísérletes vizsgálatával foglalkoztunk. A rendszerbiológia kutatási vonalat, amit azonban ma csinállok, azt magam raktam össze, mint egy *puzzle*-t. Éppen ezért egyetlen mentort nehéz lenne megnevezni, mivel többen is nagy hatással voltak gondolkodásomra. Ezek a kutatók először olvasmányaimban szerepeltek, de idővel – aktív nemzetközi kapcsolataim révén – mindegyiket személyesen is megismerhettem. Feltétlenül meg kell említenem Murdoch Mitchison professzort, a sejt ciklus kutatás úttörőjét, akitől sejt fiziológiát tanultam. John Tyson professzortól a precíz matematikai leírás rejtjelmeit tanultam el. Paul Nurse és Kim Nasmyth pedig fantasztikus molekuláris genetikai kísérleteikkel

voltak rám óriási hatással. Egyikük nélkül se lennék az, ami ma vagyok.

Mit emelnél ki az elmúlt években született eredményeid közül?

Talán túlzás nélkül állítható, hogy a huszadik század molekuláris sejtbiológiájának egyik legsikeresebb területe a sejt szaporodás, pontosabban a sejt ciklus vizsgálata volt. Nem véletlen, hogy a 100. élettani vagy orvosi Nobel-díjat Lee Hartwell, Tim Hunt és Paul Nurse kapták, megosztva. Ezek a kutatók ugyanis felfedezték azokat a fehérjemolekulákat, melyek minden eukarióta sejt szaporodását szabályozzák. Kiindulva az ő eredményeiből, felvázoltam, hogy ezek a szabályozó molekulák milyen hálózatot alkothatnak. Mivel ez a szabályozási hálózat nagyon bonyolult, ezért matematikailag írtuk le, vagyis modelleztük. Ezt a munkát John Tysonnal kezdtem el a Virginiai Műszaki Egyetemen, és ma is sokat dolgozunk együtt. Matematikai modellezéssel megmutattuk a szabályozási hálózat olyan tulajdonságait, melyeket „józan paraszti ésszel” nehéz megjósolni. Így például kimutattuk, hogy a szabályozási hálózat rendelkezik a bistabilitás és a hiszterézis tulajdonságával. Ezeket a jóslásainkat később kísérletesen mások igazolták is. Néhány esetben sikerült addig ismeretlen fehérjekomponenseket is megjósolni a hálózatban. Egy általunk megjósolt foszfatáz fehérje szerepét a londoni Cancer Research UK-ben Frank Uhlmannal közösen tisztáztuk.

Megpróbálnád megfogalmazni azt, hogy mi az, ami miatt az oxfordiak éppen téged akartak, és ennyire?

Természetesen erre a kérdésre pontos választ csak ők adhatnának, de nekem is vannak sejtéseim. Azt hiszem, a lényeg a következők-

ben van, és ha most nagyképűnek tűnök, azért elnézést kérek. Először is én nem vagyok számukra újszülött, mert korábban már összességében több mint négy évet töltöttem Nagy-Britanniában. Dolgoztam az Edinburgh-i Egyetemen Murdoch Mitchison professzor mellett kísérletes biológusként. Egyébként Paul Nurse és Kim Nasmith, akik meghatározó szereplői az én történetemnek, szintén Mitchison-tanítványok voltak. Paul Nurse egyébként évek óta meghív laboratóriumának évenkénti egyhetes táborozására, ahol fantasztikus tudományos eszmecsere zajlanak. Legutóbb pedig 2005-ben töltöttem egy évet a Cancer Research UK-ben. Nagyon jó kapcsolatot alakítottam ki sok brit kutatóval, és a sejt szaporodási téma Nagy-Britanniában nagyon erős. Fontos tényező még, hogy mivel a biológusok általában viszolyognak a matematikai egyenletektől, és nem is nagyon értik ezeket az egyenleteket, mindig megpróbálom elmagyarázni nekik, hogyan építem fel a modelljeimet, és ők ezt honorálják. Kivívtam bizonyos népszerűséget a körükben, mert nem elvárásolt elméleti emberként tartanak számon, aki egyenletekkel írja tele a táblát, amiből semmit sem értenek. Éppen ellenkezőleg, beszélem a nyelvüket, és nagyon mélyen gondolkodom a kísérleteikről. Minden egyes kísérletes cikket, amelyekre a modelljeimet alapozom, tizenöt-ször elolvasok, előlről hátra és hátulról előre. És megpróbálom a sorok között is olvasni. Értékelem mindazt, amit csinálnak, és ez kölcsönös.

Amerikában, a Tiedhez hasonló helyzetben, a munkahelyed tett volna ellenajánlatot, hogy ott tartsanak. Úgy tudom, hogy itt nem volt ellenajánlat. Mi lehetett volna egy olyan ellenajánlat, amely itt tartott volna?

Valóban nem volt ellenajánlat. Ez nagyon nehéz kérdés, mivel ezen eddig nem is gondolkoztam. A kérdés tehát az, hogy mivel lehetett volna engem visszatartani? Nagyon-nagyon nehéz döntés volt, hogy Oxford legyen a jövődöbéli munkahelyem, és Anglia az otthonom jó néhány évre. Valóban, hajszálon múltott a dolog. Tisztában vagyok azzal, hogy nem lesz megpróbáltatás nélkül az, amire vállalkozom, elhagyni a hazámat, a súlypontomat áthelyezni egy másik országba, még akkor is, ha nem minden tapasztalat nélkül megyek oda, de ez most egészen más helyzet lesz. Tudom, hogy ott mindig idegennek fogom érezni magamat. Nagyon sok minden tartana itthon, mégsem tudom, igazán vissza tudott volna-e tartani bármi. Talán ha Oxfordot egyetemestül ide lehetne húzni... Tudniillik nem anyagi vagy más elismerés az alapja egy kutató döntésének, hanem az adott intézmény alkotói légköre. Ezt a bizonyos alkotóbb légkört Oxford minden különösebb erőfeszítés nélkül biztosítja. Ami nekem itt hiányzik, az a tudományos légkör, amit pedig a szellemi értékek összessége jelent. Az agyagnak az összességére gondolok. Itt is rengeteg okos ember van, de a folyón nem azonos irányban evezünk, és nagyon kevés olyan ember van, akivel szakmáról tudok beszélni, mert mindenki mással van elfoglalva. Az sem segít a helyzeten, hogy itt a környezetemben csak kémikusok vannak. Budapesten persze lehetne más helyeken is kapcsolatokat építeni, és az én hibám, hogy ezeket nem alakítottam ki. Kapcsolataim inkább nemzetköziesek. Mindig megkeresem a témában a legjobbakat, és azokkal próbálok együtt dolgozni.

Az ellenajánlat kérdése azért is vetődött fel bennem, mert most vannak olyan törekvések, hogy külföldről hazahozzanak eredmé-

nyes kutatókat, akik ott már bizonyítottak, és akik számára itthon az ottanival versenyképes lehetőségeket biztosítanak. Állítólag vannak ilyen törekvések.

*Te már bizonyítottál külföldön is és itthon is.
Most ötvenéves vagy,
és arra már nem lehet számítani,
hogy Te aktív időszakodban visszagyere.*

Sok dolog jut eszembe. Amellett, hogy bizonyos körökben én nemzetközileg ismert és elismert kutató vagyok, Magyarországon egyáltalán nem vagyok sem ismert, sem elismert. Ez annak is következménye, hogy kémikusok között dolgozom, a kémiai kutatások módszereit alkalmazom, elsősorban a reakciókinetikát, biológiai rendszerekre. Ülök, vagy megpróbálok ülni a kémia és a biológia két székén, és folyton az az érzésem, hogy közöttük a földre puffanok. Magyarországon mindkét terület köreiben sokkal kevésbé vagyok ismert, mint külföldön. Angliában, meg az egész világon, óriási érdeklődés van az iránt, amit csinálok, itthon boldog lennék ennek töredékével is.

Mennyire érzed magad az egyetem és a kar termékének?

A karnak biztos, hogy valamilyen mértékben a „terméke” vagyok, sokkal kevésbé az egyetemé. Rengeteget tanultam ezen a karon, de az ELTE-n is, és itt meg kell említsem néhány Juhász-Nagy Pált is. De a gondolkodásomra számos más intézmény és tudós is hatással volt, akiket már említettem.

A vezető műszaki egyetemeken a biológia és biotechnológia meghatározó jelentőségű. Ennek a felismeréséhez mintha még nem jutottunk volna el.

A biológia a külföldi műegyetemeken legalább annyira virágzik, mint a tudomány-

egyetemen. Biotechnológia nélkül ma már nincs korszerű műszaki egyetem, biotechnológiát pedig biológia nélkül nem lehet csinálni. Nem lehet egyből azzal foglalkozni, hogy alkalmazzuk a korszerű biológia vívmányait a biotechnológiában, ha nem csinálunk korszerű biológiát is. A Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar most megpróbál előbbre lépni ebben a vonatkozásban, de ez a feladat túlnő egy kar keretein, arról nem is beszélve, hogy ez a kar a Műegyetem gazdaságilag legnehezebb helyzetben levő kara. A biológia és biotechnológia felzárkóztatása ezen a karon egyetemi feladat kellene, hogy legyen. Szerep telenségnek tűnhet, de távozásom a jelenlegi helyzetet tovább fogja súlyosbítani.

*Milyen tervekkel készülsz Oxfordra?
Feltételezem, hogy nem egyszerűen csak
bele akarsz simulni a környezetedbe.*

Ebben a kérdésben vannak kutatási, oktatási és személyi vonatkozások. Oxfordban az új és erősen interdiszciplináris Integrált Rendszerbiológiai Intézetnek leszek a professzora, az egyetlen professzora. Angol nevén ez lesz a Center for Integrative Systems Biology. Rajtam kívül lesznek további bedolgozó professzorok is, de ők már valamely másik tanszékhez tartoznak elsősorban. Ugyanakkor én magam is professzora leszek az Oxfordi Egyetem Biokémiai Tanszékének, amely Nyugat-Európa legnagyobb biokémia tanszéke, hatalmas hagyományokkal. Itt dolgozott valamikor például Hans Krebs. Az új intézetben fognak mérnökök, fizikusok, matematikusok és természetesen biológusok is dolgozni. Ennek az intézetnek a *chair* pozícióját kaptam meg. Közvetlenül együtt dolgozhatok majd biológusokkal, megismerkedhetek a problémáikkal, kutatásaimat összhangba hozhatom az igényeikkel. Ezt várom a legjobban, mert

ennek a hiányát érzem a jelenlegi helyzetemben a legfájdalmasabbnak. Azt várom, hogy a kialakuló új napi kapcsolatok új lendületet adnak majd saját kutatásaimnak. A tudományos élet egyébként is sokkal vibrálóbb Angliában, mint nálunk. Oxfordra ez különösen igaz, rengetegen jönnek látogatni, hatalmas az egyetem, tele hírességekkel. Ami a saját kutatási környezetemet illeti, most jelenik meg a *Nature*-ben arra a hat új állásra vonatkozó hirdetés, amelyeket az egyetem a rendszerbiológiai kutatások támogatására hoz létre. Egyébként már elkezdtem olyan pályázatokat elkészítését, és kettőt közülük már be is nyújtottam, amelyek a kutatásaim anyagi hátterét fogják biztosítani. Brit kutatókkal közösen beadott egyik pályázatomban rákkutatásra vonatkozik. A Biokémia Tanszék vezetője az egyik alkalommal elmondta nekem, hogy a biológusok már mennyire várják a belépésemet, mert azt remélik, hogy lökést adok a kutatásaikhoz. Amikor az embernek ilyet mondanak, akkor a fellegekben érzi magát.

Ami az oktatást illeti, erre már most elkezdtem a felkészülést. Rendszerbiológiát fogok előadni, ami azért is nagy kihívás, mert ez még nem egy kikristályosodott tudomány, és semmiféle megkötöttséget nem érzek abban, hogy miről szóljon ez a tárgy. Csak olyan témákat fogok előadni, amelyeket szeretek, és amelyeket fontosnak tartok, és természetesen ezek a témák azok, amelyekhez közöm is van. Jelenleg itthon két olyan tárgyat tanítok, amelyeket már tíz éve adok elő, és meglehetősen unom őket, bár remélem, ezt a hallgatók még nem vették észre.

*Senki nem akadályozta volna meg itt sem,
hogy meghirdesd a rendszerbiológiát.*

Senki nem akadályozta volna meg, de attól tartok, érdeklődés sem lett volna iránta.

Egyébként vannak példaképeid?

Nincsenek. Engem nem valamiféle példaképek, hanem problémák hajtanak.

Figyelembe véve a nagy-britanniai nyugdíjkorhatárt is, 15–20 éves pályára számíthatsz. Van valami elképzelésed, hogy ez idő alatt hová szeretnél eljutni?

Az a célom, hogy amikor majd nyugdíjasként hazajövök, akkor maradjon utánam valami Oxfordban. Azt szeretném, hogy legalább egy ideig Oxfordban emlékezzenek arra, hogy volt náluk egy magyar professzor, aki elkezdte ezt az egészet, és tudják, hogy miből nőtt ki az, ami az elképzeléseim szerint nagy hatású és sikeres új irány lesz. Természetesen veszélyek is vannak. A rendszerbiológia ma divatos dolog, de voltak más divatok is, mint például a miniszoknya, ami egyszer aztán kiment a divatból, és a rendszerbiológia is kimehet a divatból. Nagy veszély van abban, hogy a tudósok többet ígérnek a médiában és a finanszírozó szervezeteknek, mint amit el tudnak érni. Sok ilyen példát láttunk már a rákkutatással kapcsolatban. Ha a rendszerbiológia túl sokat ígér, és bizonyos határidőn belül nem tud kézzelfogható eredményeket letenni az asztalra, akkor bekövetkezhet egy jogos kiábrándulás. Egyébként köszönöm ezeket a kérdéseket, mert rákényszerítenek, hogy egyre jobban a tükörbe nézzek.

Mennyire lesznek a kutatásaid versenyképesek az amerikaiakkal, és mennyire versenyképes Oxford Angliában, hiszen óriási rivalizálás van Oxford és Cambridge között, és Cambridge erősebb a természettudományokban?

Ez mind igaz, de ez is olyan, mint az autóverseny, aki hátrébb van, és látja a másik autójának a hátulját, az tudja, hogy mi a feladata:

egyre jobban nyomni a gázt. Ezt csinálja most Oxford. Ennek volt része az is korábban, hogy odahívták Paul Nurse-t, aki azután onnan ment elnöknek a New York-i Rockefeller Egyetemre, és ezért hívták nemrég Oxfordba Kim Nasmyth-t, hogy a Biokémia Tanszék vezetője legyen. Cambridge lehet erősebb általában a természettudományokban, de a rendszerbiológia területén lemaradt. A brit Biotechnology and Biological Sciences Research Council óriási összeget adott rendszerbiológiai központok létesítésére, és ezt eddig hat egyetem nyerte el, köztük Oxford, de Cambridge nem szerepel a hat között. Cambridge még nem mozdult el ebben az irányban, s ha a rendszerbiológia valóban olyan sikeres lesz, mint amilyennek várják, akkor ez Cambridge lemaradását fogja jelenteni ezen a területen.

Ami Amerikát illeti, Amerika még nagyobb mozdult, ott szinte minden faluban indítanak ilyen képzést. Az egyik legnagyobb rendszerbiológiai intézetet a világ egyik leghíresebb egyeteme, a Harvard nyitotta meg, a Massachusetts-i Műszaki Egyetemen (MIT) is ott van a rendszerbiológia, és a nyugati parton is ugyanúgy. A nagy kaliforniai egyetemek sorra hozzák létre ezeket az intézeteket, de a két partvidék között is nagyon sok helyen megjelennek.

Amíg a briteknél lehet országos döntés ilyen esetben, Amerikában ezek helyi döntések, és valóban a divatra és a szükségszerűsége utalnak.

Ezt valóban a divat és a szükségszerűség magyarázza. Természetesen Amerika erősebb, mint Nagy-Britannia, eleve nagyobb, és sokkal több pénz is van a tudományos kutatásokra. Több példa is van arra, hogy Oxfordból is elszívják a kiválóakat Amerikába. Ezért is örülnek nekem annyira Oxfordban.

*Menyire lesz szabad kezűd
a munkatársaid megválasztásában?*

A meghirdetett hat új álláshely betöltéséről bizottság fog dönteni, amiben nekem is csak egy szavazatom lesz. A tervek között szerepel az is, hogy öt posztdoktor dolgozzon mellett, akinek az alkalmazását saját pályázataimból kell majd biztosítanom, és akinek a kiválasztása természetesen csak tőlem függ.

Hozzávetőlegesen mekkora támogatással dolgozol most, és mire számítasz Oxfordban?

Jelenleg magyar forrásból semmilyen támogatásom nincs, mert az utóbbi időben nem is pályáztam. Külföldi támogatásom jelen pillanatban 50–60 millió forint. Oxfordban természetesen sokkal nagyobb összegekben kell majd gondolkodnom. Ott magasabbak a bérek és magasabbak az árak, és az egyetem is sokkal nagyobb összegekre tart igényt rezsiköltség címén. A brit pályázatokba eleve nagyobb rezsiköltség van beépítve, mint a magyar pályázati pénzekbe, vagy akár



*Novák Béla a beszélgetés idején
(Hargittai István felvétele)*

az uniós pályázatokba. Egy kutatóhely folyamatos fenntartása óriási pénzekbe kerül, tehát a nagy rezsirészesedés indokolt. A reális rezsihányad a pályázati pénzekből 50 százalék körül van. A brit rendszer, mint ahogy az

amerikai is, a realitások talaján működik, és a pályázati pénzek tartalmazzák ezt a hányadot. Amikor egy brit pályázatban kitöltjük azt, hogy a munkaidőm mekkora hányadát fordítom az adott pályázati témára – amit nálunk is csinálnak, de csupán formálisan és következmény nélkül –, akkor a pályázat elfogadása esetén a finanszírozó fedezi az egyetem felé a fizetésemnek a pályázati témára jutó hányadát. Tőlem is elvárják majd, és erre

én is számítok, hogy a pályázati pénzeim az egyetem számára az én alkalmazásomat szinte ingyenessé teszik. Természetesen ez nem fog egyik napról a másikra menni.

Kulcsszavak: *Novák Béla, Oxfordi Egyetem, Budapesti Műszaki Egyetem, rendszerbiológia, biológia, sejtciklus, számítási biológia, agyelszívás, reakciókinetika*