

Szintetikus biológia: Bevezetés

Előszó

Az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete (EASAC) az Európai Unió tagállamainak nemzeti tudományos akadémiáit tömörítő szervezet. Mint ilyen, közös megnyilvánulási lehetőséget biztosít az európai tudomány számára, a tag-akadémiák együttműködésével lehetőséget ad arra, hogy az európai döntéshozók független, tudományosan megalapozott tanácsokhoz jussanak.

Szem előtt tartva az új innovációs eredmények hasznosításának szükségességét, a szintetikus biológiában rejlő tudományos és gazdasági lehetőségeket, az EASAC egy független szakértőkből álló munkacsoportot hívott össze a témában. Az EU számos tagországból érkezett szakértők a bizottság elnöke, Volker ter Muelen vezetésével tanulmányt készítettek, melynek címe: *„Európa lehetőségei a szintetikus biológiában: tudományos esélyek és megfelelő döntéshozatal”*. A tanulmány – részben az egyes tag-akadémiák által publikált korábbi munkákra alapozva – tárgyalja a szintetikus biológia jelenlegi helyzetét, valamint javaslatokat tesz arra vonatkozóan, hogy az EU tagállamainak miért és hogyan kellene hozzájárulniuk a további fejlesztéshez.

A jelen dokumentum – a teljes EASAC tanulmány kivonata – egy egyszerűsített összefoglalót ad az érdeklődők számára a tanulmány lényegi tartalmáról és főbb következtetéseiről.

Európai Akadémiák
Tudományos Tanácsadó
Testülete (EASAC)

További információ:

secretariat@easac.eu
www.easac.eu

A teljes tanulmány és az összefoglaló is elérhető az EASAC honlapján:

http://www.easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Synthetic%20Biology%20report.pdf

http://www.easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Synthetic%20Biology%20An%20Introduction%20Feb%202011.pdf

Bevezetés

A tudósok áttörést jelentettek be a mesterséges élet létrehozása terén.

BBC News, 2010

A „Frankenstein” laboratórium életet állít elő egy kémcsőben.

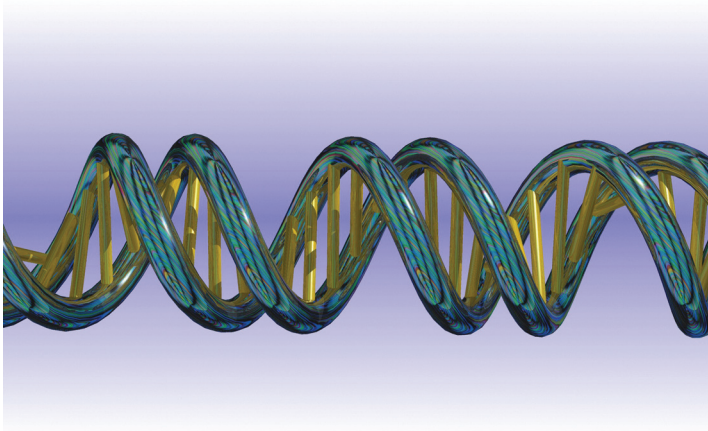
Daily Express (London), 2010

A tudósokat azzal vádolják, hogy Istent játszanak, miután mesterséges életet, tervezett mikrobát állítottak elő élettelen molekulákból – elsöpörheti-e ez az emberiséget?

Daily Mail (London), 2010

Az elmúlt évtizedben a biológiában sok fejlemény nem csak általános érdeklődést váltott ki, hanem gyanút, ellenséges érzelmeket és esetenként aggodalmat is. Néhány esetben – például az *in vitro* megtermékenyítés terén – az új fejlesztések széleskörű, mondhatni egyetemes elfogadottságra tettek szert. Más esetekben, mint például a genetikailag módosított szervezetek (GMO) és a humán embrionális őssejtek kérdésében, a nyilvánosság nagy részét még meg kell arról győzni, hogy az eljárások biztonságosak, szükségesek, sőt akár kívánatosak is. A szintetikus biológia, merész céljával, hogy élő rendszereket hozzon létre élettelen anyagokból, az elmúlt évtized biológiájának egyik legizgalmasabb, mind a társadalomnak, mind a tudománynak potenciálisan sokat nyújtó fejleménye. A fenti főcímek azonban mutatják, hogy a téma rosszindulatú kérdéseket és pejoratív kommentárokat is kiváltott. Ha a vonatkozó sajtóanyagok mennyisége viszonylag szerény is volt, ez csupán azt tükrözi, hogy a terület még gyerekcipőben jár, és ezért a rá irányuló figyelem még

korlátozott. Minél többet halad előre a szintetikus biológiai kutatás, valószínűleg annál nagyobb vitát vált ki. Ez az egyik oka annak, hogy az EASAC tanulmány írói miért támogatják a párbeszédet a tudósok és a nagyközönség között a technológia jövőjét és potenciális hasznát illetően. Csakis a bizonyítékokon alapuló véleménycsera adhat reményt arra, hogy létrejöhessen egy olyan környezet, amelyben a széles nyilvánosság reálisan értékelheti a szenzációhajhász beszámolók által gerjesztett félelmeket. Ez a rövid dokumentum ehhez a párbeszédhez kíván hozzájárulni.



Jogtulajdonos: Peter Artymiuk/Wellcome Images

DNS kettős hélix modellje

Mi a szintetikus biológia?

A szintetikus biológia a műszaki elvek alkalmazása a biológiára. Ez magában foglalhatja egy élő rendszer olyan módon történő újratervezését, hogy olyasmire legyen képes – például egy bizonyos vegyület előállítására –, amit természetes formájában nem tenne. Még ennél is ambiciózusabbak azok a kísérletek, amelyek nem pusztán csak az élő rendszerek újratervezésére irányulnak, hanem akár teljesen újak megalkotására: életet teremteni nem élő anyagokból.

Az élő szervezetek megváltoztatása – például a rekombináns DNS technológia (géntechnológia) segítségével – önmagában nem újfajta vállalkozás; a szintetikus biológia átfedést mutat számos más, meggyökerezett tudományággal. A végső cél azonban itt ambiciózusabb: olyan élő szervezeteket tervezni, amelyek az emberek specifikus szükségleteinek és kívánalmainak felelnek meg. A szintetikus biológia területén a kutatások még csak egy évtizedes múltra tekintenek vissza. Az első szintetikus biológiai részleget 2003-ban hozták létre az amerikai Lawrence Berkeley National Laboratory-ban, és a korai kutatások nagy részét is az amerikai tudósok dominanciája jellemezte. Mára már számos európai országban léteznek jelentős, aktív kutatócsoportok.

A fejlődés gyors. A legutóbbi fontos mérföldkövet az jelentette, hogy az amerikai biológus Craig Venter által vezetett kutatócsoport 2010. elején transzplantált egy szintetikus genomot – az örökítő információk mesterségesen létrehozott új készletét - egy befogadó sejtbe. Ezt az „élet megalkotásának” első sikeres kísérleteként üdvözölték, habár ez az elnevezés nem egészen helytálló. A Venter és kollégái által használt DNS, ami a genetikai információkészletet hordozta, valóban nem élő anyagból származott, de a sejt, amelybe átültették, egy létező baktérium, az úgynevezett *Mycoplasma mycoides* volt. Amit a kutatók végeztek, hasonló volt ahhoz, mintha egy új motort szerelnének be egy autóba, szemben egy teljesen új autó létrehozásával. Ennek ellenére ez a munka a szintetikus biológiai megközelítés megvalósíthatóságának fontos bizonyítéka.

Miért foglalkozunk vele?

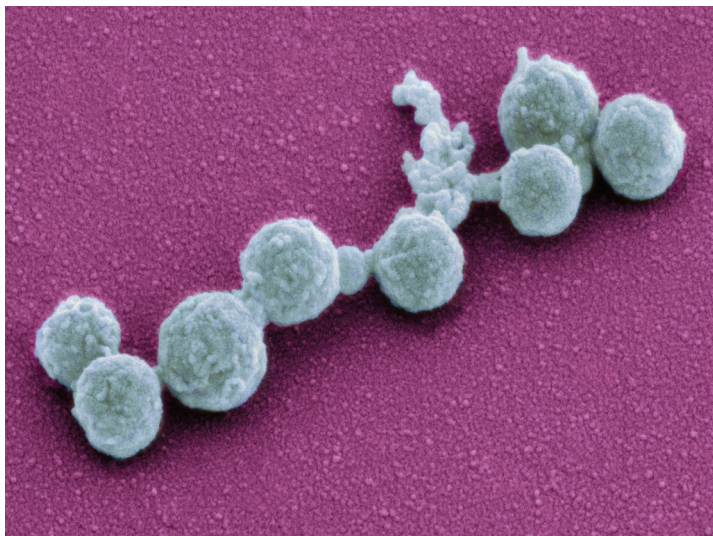
Egyes kutatóknak a technológia alkalmazása önmagában is cél: új módszert ad az élő rendszerek kutatásához, működésük megismeréséhez. Mivel a szintetikus rendszerek jóval egyszerűbbé tehetőek, mint a természetesek, olyan kísérleteket tesznek lehetővé a kutatók számára, amelyeket egyébként nehéz vagy lehetetlen lenne elvégezni és értelmezni.

A tágabb közönség számára a szintetikus biológia jelentősége a társadalmi és üzleti lehetőségekben rejlik. Egyes becslések szerint a szintetikus biológia globális piaca 2013-ra elérheti akár a 2,4 milliárd dollárt is, s az alkalmazások az orvostudománytól a mezőgazdaságig terjedhetnek.

A szintetikus biológia lehetséges felhasználási területei:

- *Energetika*
Hidrogén és egyéb üzemanyagok előállítására, vagy mesterséges fotoszintézis végzésére alkalmas mikrobák létrehozása.
- *Orvostudomány*
Gyógyszerek, oltóanyagok, diagnosztikai szerek, valamint új szövetek előállítása.
- *Környezetvédelem*
A szennyező anyagok felkutatása és azok lebontása vagy a környezetből való eltávolítása.
- *Vegyipar*
Finomvegyszerek és egyéb vegyi anyagok – pl. olyan fehérjék, amelyek a természetes rostok vagy műszálak alternatívái – előállítása.
- *Mezőgazdaság*
Új élelmiszer-adalékanyagok előállítása.

Még nem világos, hogy e területek közül melyiknek lesz elsőként jelentős hatása a gazdaságra, de sok szakember a bio-üzemanyagok terén várja a kezdeti sikereket. A szintetikus biológia valószínűleg felgyorsítja az olyan „második generációs” bio-üzemanyagok kifejlesztését, amelyek előállítását mezőgazdasági vagy növényi hulladékból biztosítják, elkerülve ezzel az ételmezési célokra termelt növények felhasználását.



Jogtulajdonos: Thomas Deerinck, NCMIR / Science Photo Library

Pásztázó elektronmikroszkópos kép szintetikus mycoplasma baktériumról

Mit várunk a szintetikus biológiától?

A Brit Királyi Mérnöki Akadémia által nemrégiben közreadott felmérés szerint az új tudományág ismertsége jelenleg korlátozott. A szintetikus biológia lehetőségeiről adott tájékoztatást követően viszont a nagyközönség is jelentős érdeklődést mutatott az olyan témák iránt, mint a bio-üzemanyagok vagy gyógyszerek előállítására képes, tervezett mikroorganizmusok létrehozása. Ugyanakkor a felmérés résztvevői aggodalmuknak is hangot adtak, például olyan esetekben, amikor egyes szennyező anyagok felszámolása céljából mesterséges mikroorganizmusokat juttatnának szándékosan a környezetbe. A szintetikus biológiával kapcsolatban szükségesnek tartották a kormányzati

szabályozást, de annak is tudatában voltak, hogy a túlszabályozás az új tudományág fejlődését gátolhatja.

Miért állított össze az EASAC a szintetikus biológiával kapcsolatos tanulmányt?

A szintetikus biológiával foglalkozó tudósok köre az Európai Unión belül is egyre bővül, és az EASAC tag-akadémiái is egyre növekvő számban szerveznek a témakörben tudományos találkozókat, jelentetnek meg kiadványokat. Mindazonáltal nem kétséges, hogy a kutatások további ösztönzésére van szükség, és megfogalmazódik az EU szintű koherens szabályozás iránti igény is. A szintetikus biológia robbanásszerű fejlődési ütemén túlmenően ezek ösztönözték, hogy a szervezet a tag-akadémiák véleményeinek és értékeléseinek szintéziséből a tanulmányt elkészítse.

A tanulmány politikai ajánlásokat is tartalmaz. Közülük a legfontosabbak témái: a szintetikus biológia potenciális hozzájárulása a gazdasági növekedéshez, a tudományos és technikai problémák leküzdése az új tudományágban rejlő lehetőségek kiaknázásához, a kutatás és az ipar területén szükséges képzések és beruházások, a célokat akadályozó tényezők (beleértve a társadalom félreinformálódását vagy ellenérzéseit), az esetleges új szabályozási igények a biológiai biztonság és a termékfejlesztés területén, az európai szintetikus biológia kilátásai a globális versenyben.

Milyen irányokba haladnak a szintetikus biológiai kutatások?

A szintetikus biológia széles, számos különböző célt és módszert felölelő terület. A célok és a módszerek a „klasszikus” biológia területein alkalmazottakkal gyakran azonosak, ezért a szintetikus biológiát nehéz tisztán és világosan definiálni.

Egyes kutatók arra töreksenek, hogy bizonyos molekulacsoportokat valamilyen speciális célra, például egy új vegyi anyag termelésére állítsanak össze. Egy ilyen „termelési egységet” azután egy élő szervezetbe juttathatnak be, hogy annak eredeti működését megváltoztatva a normál anyagcsere-folyamatokban nem képződő vegyületeket állíttassanak elő. Más tudósok, ezzel ellentétben, egy még nagyobb kihívással próbálnak megbirkózni: teljesen új, öfenntartó és szaporodásra képes szervezeteket akarnak létrehozni.

A tanulmány néhány konkrét példán keresztül vázolja azokat a megközelítési lehetőségeket, amelyeket a szintetikus biológia alkalmaz.

Minimális genomok

Az ilyen kutatásoknál a szándék a genetikai információ, a gének olyan minimális mennyiségének meghatározása, amely mellett az adott szervezet még fenn tud maradni. Ilyen kutatásokat eddig nagyrészt baktériumokon végeztek. A sejtet génjeitől egymás után „megszabadítva” kiderül, melyek életfontosságúak és melyek nem. A korai becslések szerint a minimálisan szükséges gének száma 500-800 közötti, de a későbbi kutatások szerint akár 300-400 gén is elégséges lehet. Erre alapozva olyan sejtgyárakat lehet tervezni és építeni, amelyek az alapműködéshez minimálisan szükséges géneken túl további, adott anyagok termelését lehetővé tevő géneket hordoznak. Annak pontos ismerete, hogy mely gének elengedhetetlenek bizonyos funkciókhoz, nem csupán arra ad lehetőséget a biomérnököknek, hogy a szükségtelen gének kiiktatásával új, áramvonalasított szervezeteket hozzanak létre, hanem arra is, hogy teljesen új szervezeteket rakjanak mesterségesen össze. A jövőben ilyen szintéziseket akár készen kapható alap-genomok felhasználásával is végezhetnek. Ezeket a biomérnökök egyes speciális feladatok végrehajtásához szükséges további elemekkel egészíthetik ki. Az egyik lehetséges, jelenleg sokat emlegetett alkalmazási lehetőség a bio-üzemanyagok előállítására hidrogén vagy más energiahordozó termelésére fogott baktériumsejtekkel. De a lehetséges alkalmazások köre rendkívül széles.

Ortogonalis (egymástól elszigetelten működő) biorendszerek

Az élő szervezetek működéséhez szükséges genetikai információt hosszú láncokat alkotó, négyféle alapegységből álló DNS molekulák kódolják. A kutatók többféle módon kísérleteznek ennek a molekulának a módosításával, hogy az olyan fehérjék előállítását is lehetővé tegye, amelyek a természetben nem fordulnak elő. Egy másik, még radikálisabb megközelítési módnál új típusú genetikai anyagot állítottak elő a

DNS-t kiváltó, szintetikus molekulák formájában. A DNS-t helyettesítő molekuláknak olyan tulajdonságokkal (információ-tároló, önreplikáló képesség) kell rendelkeznie, mint magának a DNS-nek, és hasonlóan kell működni is. Az ilyen mesterséges DNS-helyettesítővel rendelkező élő rendszerek a természetes DNS-t hordozó szervezetekkel nem tudnak interakcióba lépni, s ez az esetleges biztonsági kockázatok szempontjából előnyös lehet.

Anyagcsere tervezés

A szintetikus biológia egy másik alkalmazási lehetősége: új bioszintetikus anyagcsereutak tervezése. Ezek révén olyan hasznos anyagok termeltethetők, melyeket az élő szervezetek természetes módon nem állítanak elő. Egy gyakran idézett példa az artemisinsav, egy malária elleni szer előanyagának előállítása módosított élesztősejtekkel vagy *Echerichia coli* baktériummal. Ezt az anyagot hagyományosan az *Artemisia annua* (egygyári üröm) növényből nyerik ki, korlátozott mennyiségben. Az élesztő segítségével történő előállítás egyes becslések szerint a termelési költségek 90 %-os csökkenését eredményezné.

A metabolikus folyamatokba való mérnöki beavatkozás további példái a rákellenes hatású taxol termelése élesztőben (*Saccharomyces cerevisiae*); a hernyóselyem előanyagának termelése *Salmonella typhimurium* baktériumban, második generációs bio-üzemanyagok előállítása élesztő segítségével, valamint a hidrokortizon szintézise glükózból, szintén élesztővel.

Szabályozó mechanizmusok

A sejtekben természetes körülmények között zajló folyamatokat gének működésén alapuló, az elektronikus áramkörökhöz hasonló szabályozó körök ellenőrzik. Így újabb lehetőség a sejtek természetestől eltérő működtetésére, ha új belső szabályozó köröket hozunk létre. Jól ismert genetikai részegységek molekuláris kapcsolóként való használatával lehetőség nyíllhat mesterséges génhálózatok megszerkesztésére. Ezek egymáshoz való kapcsolásával és természetes rendszerekbe való beültetésével szabályozni lehetne, hogyan működjenek a befogadó

szervezetek, mit csináljanak, mikor, és milyen gyakorisággal. Megfelelő sejtekbe való integrálással akár pl. a cukorbetegség esetében fellépő anyagcserezavarok érzékelése és korrigálása is lehetséges volna.

Mesterséges sejtkezdemények

A szintetikus biológia leginkább forradalminak mondható erőfeszítései ember alkotta, önszerveződésre, saját maguk javítására és reprodukcióra képes rendszerek, elősejtek létrehozására irányulnak. Sok akadályt kell még legyőzni, de a célkitűzés reális, és elérésén sok kutatócsoport dolgozik. Ezek egyik reprezentánsa az Európai Unió által támogatott PACE (Programmable Artificial Cell Evolution) projekt.

Bio-nanotudomány

A nanotechnológia, a molekuláris méretű rendszerek manipulációja ugyan régebbi keletű a szintetikus biológiánál, azért így is új tudományágnak számít. A nanotechnológia által kifejlesztett vagy megálmodott molekuláris dimenziójú motorok és más szerkezetek természetsszerűleg felkeltik a mesterséges sejtekkel vagy élő rendszerekkel foglalkozó kutatók figyelmét. Ilyen módon nagy az átfedés a nanotudományok és a szintetikus biológia között, a határok pontos definiálása épp olyan nehéz, mint amennyire felesleges.

Milyen kockázatok merülnek fel a szintetikus biológia kapcsán?

A szintetikus biológia fejlődése kétfajta kockázatot vet fel: biológiai szennyezés (biosafety) – véletlen, előre nem látott, káros események bekövetkezése; biológiai biztonság (biosecurity) – a szintetikus biológiai megközelítés rossz szándékú alkalmazása.

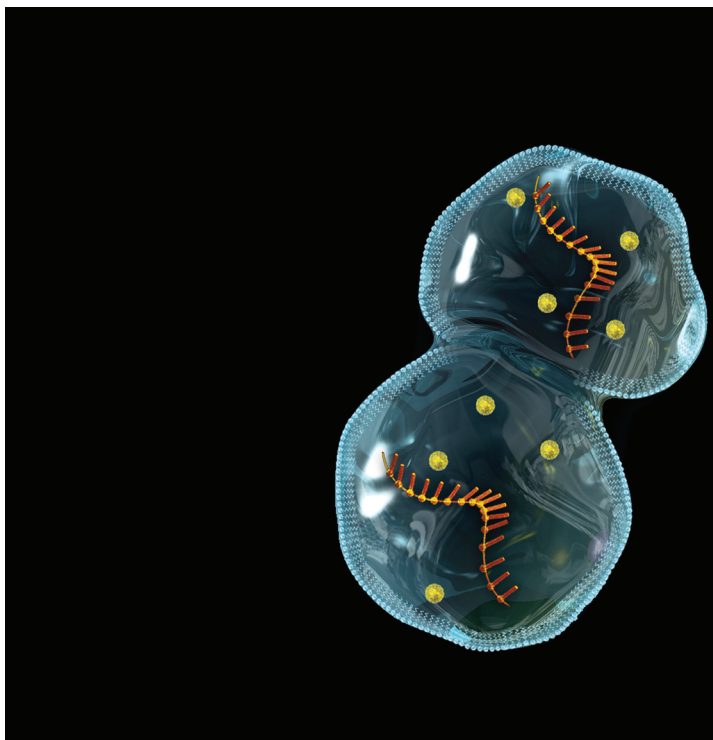
Biológiai szennyezés (Biosafety)

A biológiai kutatások számos területén jelentkeznek aggodalmak a biztonsággal kapcsolatban, de a szintetikus biológia kapcsán néhány speciális probléma is felmerül. Nem nehéz elképzelni, hogy egy teljesen újszerű, osztódó szervezet a laboratóriumból a környezetbe kikerülve károkat okozhat, aszerint, hogy megalkotói milyen tulajdonságokkal ruházták fel. Az ilyen előre nem látható események valószínűségének

minimalizálásához a szervezeteket úgy kellene megalkotni, hogy fennmaradásuk olyan tápanyagoktól és egyéb esszenciális anyagoktól függjön, amelyek a természetben közvetlenül nem találhatóak meg.

Még ez a megoldás sem lenne azonban teljesen biztonságos, hiszen sok mikroba „horizontálisan” is tud géneket átadni: saját faján belül, de akár fajok között is képes genetikai információcserére. Továbbá egy új, önreprodukcióra képes mikrobának valószínűleg meglenne még az a képessége is, hogy evolúciósan fejlődjön, és veszélyes tulajdonságokat fejlesszen ki.

Minden szintetikus szervezetet a legszigorúbb biztonsági előírások mellett kellene kezelni – ezeket lehetne a GMO-kra vonatkozó biztonsági előírásokhoz igazítani –, és mind európai, mind nemzeti szabályozás hatálya alá vonni.



Jogtulajdonos: Henning Dalhoff / Bonnier Publications / Science Photo Library

Mesterséges sejtkezdemény (protocell) osztódása

A szintetikus szervezetek esetleges elszabadulása ráadásul nem feltétlenül véletlen folyamatok eredménye. A környezetszennyezés bizonyos típusainak felszámolására létrehozott mikrobákat például szándékosan kellene az adott környezetben szabadon engedni. A kutatóknak a lehető legkörülményesebb módon kellene ezt végrehajtaniuk, hogy kizárják a nem várt fejleményeket.

Biológiai biztonság (Biosecurity)

Bizonyos esetekben a megfelelő szabályozás is csak korlátozott védelmet nyújt: egy feltételezett bioterrorista a szintetikus biológiát fegyverként alkalmazhatná. Vitatott, hogy ez a lehetőség valójában mekkora fenyegetettséget jelent. Egyes kutatók szerint egyszerűbb lenne már létező kórokozókval visszaélni, mint teljesen újakat létrehozni. A CIA tíz évvel ezelőtti jelentésében ugyanakkor az olvasható, hogy a szintetikus biológiával minden eddiginél veszélyesebb mikrobákat lehetne létrehozni. Mindebből az következik, hogy a biológiai biztonság fokozása mindenképpen indokolt. Egy, a tudományos akadémiák által felállított bizottság már kidolgozott egy magatartási kódexet a biológiai kutatásokkal való visszaélés megakadályozására. Ennek alapelvei: a kutatás lehetséges következményeinek figyelembe vétele, döntően káros következményekkel járó kutatások visszautasítása, a standard laboratóriumi szabályok betartása, a kutatással való visszaélés megakadályozására vonatkozó nemzeti és nemzetközi szabályok betartása és támogatása, és minden olyan tevékenység jelentése, amely ellenkezik a Biológiai és Toxin-fegyver Tilalmi Egyezményben foglaltakkal.

A DNS szekvenciákhoz, genetikai mechanizmusokhoz való egyre könnyebb hozzáférés lehetővé fogja tenni, hogy a molekuláris biológia technikáit olyan tudományterületek is felhasználják, amelyeknek nincs tapasztalatuk a biológiai anyagokkal.

A biológiai biztonság kellő szintjének fenntartásához így fontos lenne azt is biztosítani, hogy az élettudományi kutatásokba bekapcsolódó kutatók megértsék az ezekhez kapcsolódó kockázatokat.

Ezzel párhuzamosan állandó a vita azzal kapcsolatban is, hogyan találjuk meg a megfelelő egyensúlyt a tudomány önszabályozása és a törvényi szabályozás között. Egy felmérés szerint a szintetikus biológia kutatói fontosnak tartják, hogy a kutatásokat ne gátolják olyan, a közvélemény

nyomására létrejövő intézkedések, mint amelyek a mezőgazdaságban a GMO-k kutatását kísérték. Úgy tűnik, a legtöbben a nemzetközi iránymutatások, a nemzeti szabályozás és az önszabályozás együttesét támogatják, melyet közoktatási kezdeményezések és társadalmi tudatosítás kísérhetne.

Kié a szellemi tulajdon joga a szintetikus biológiában?

Szólnak érvek amellett, hogy a szintetikus biológia eredményei ne legyenek szabadalmaztathatók, hasonlóan pl. a genomszekvenálás adataihoz. A tudásnak - szól az érvelés - mindenki számára szabadon elérhetőnek kell lennie. A biotechnológiai találmányok szabadalmaztatása ugyanakkor bevett gyakorlat az Európai Bizottság irányelve és az Európai Szabadalmi Egyezmény hatálya alapján. Úgy tűnik, a szabadalmazhatóság kérdése ezen a területen továbbra is vitatott marad.

Különösen két probléma merül fel: a túlságosan átfogó szabadalmak monopóliumok kialakulásához vezethetnek, gátolják az együttműködést, és elfojtják más kutatók újításait. A másik probléma ennek az ellenkezője: az indokolatlanul korlátozott szabadalmak akadályozhatják a későbbi alkalmazást, mivel az engedélyezési eljárás összetett, több szabadalmi tulajdonost érint. A szintetikus biológia multidiszciplináris természete miatt többféle terület szabadalmi szakértői tudására van szükség, ez tovább súlyosbíthatja a problémákat. Ugyanakkor ennek ellenkezője is igaz lehet: a szintetikus biológiát alkotó egyedi és független elemek viszonylag jól megfelelnek a piaci hasznosítás kihívásának. Mindenesetre az EASAC átfogó szabadalomra irányuló engedélyezési ügyekben fokozott körültekintést ajánl az eljáró hatóságoknak.

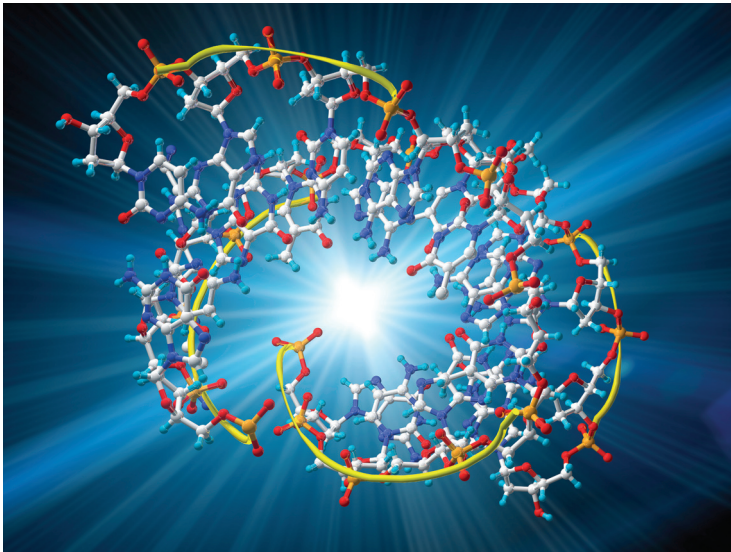
Mint az élettudományokban általában, itt is lehetnek a szokásos szabadalmi eljárásoktól eltérő alternatívák. Az információ megosztása a közös szabadalmi jogkezelő szervezeteken („patent pool”) keresztül már bevett szokás például a gyógyszeriparban. Az EASAC reméli, hogy a tagakadémiák hatékonyan támogatják, hogy a szintetikus biológiában nyitott és együttműködő kutatási környezet épüljön ki, bátorítják a befektetéseket, és segítik, hogy a létező jogok ne sérüljenek. A szintetikus biológia tanulhat az élettudományok területén kialakított számos PPP konstrukcióból, melyek közül sok már most magába foglalja az innováció szabadsága iránti elköteleződést.

Mit ajánl az EASAC?

Az európai döntéshozóknak szóló tanulmány számos olyan kérdést vet fel, melyekre választ kell adni, ha Európa, lehetőségeit minél jobban kiaknázva, hozzá akar járulni a szintetikus biológia fejlődéséhez, és a lehető legtöbbet akarja abból hasznosítani. A kérdések köre magába foglalja az európai kutatási kapacitások, a felsőoktatás, a befektetések védelme, a közfeladatok, a biológiai biztonság és a szabályozás témáit. Ezekkel kapcsolatban a jelentés számos ajánlást tesz. Mindezek felvonultatása, a specifikusaktól (pl. a szintetikus biológiával létrehozott új termékek jóváhagyására vonatkozó Európai Unió ellenőrzés kereteitől) az általánosakig (pl. a szintetikus biológia etikai kérdéseiről szóló vita folytatásának szükségességéig), meghaladná ennek az összefoglalónak a terjedelmi korlátait.

Az EASAC tanulmány azzal a megállapítással zárul, hogy a szintetikus biológia születése, gyors fejlődése és más technológiákkal való átfedése jelentős kihívást jelent a döntéshozóknak. Jelenleg nincs egyezés arról, valóban új, transzformációs technológiaként tekintsenek-e rá, és ha igen, beilleszthető-e a tudomány jelenlegi szabályozási kereteibe.

A szintetikus biológia amellett, hogy segít megérteni a természetes biológiai rendszereket, nagymértékben hozzájárulhat az Európai Unió országainak innovációjához és globális versenyképességéhez. Ha az emberiség valaha élő rendszereket állít elő, akkor Európának jelentős részt kell vállalnia ezek fejlesztésében és használatában.



Jogtulajdonos: Pasička / Science Photo Library

Számítógépes grafika: TNA (threose nucleic acid), szerkezetében a DNS-hez és az RNS-hez hasonló molekula

A Szintetikus Biológia című jelentés összeállításában köszönet illeti az EASAC munkacsoport tagjait: Volker ter Meulen (Würzburg), Bärbel Friedrich (Berlin), Adam Kraszewski (Poznan), Ulf Landgren (Uppsala), Peter Leadlay (Cambridge), Gennaro Marino (Nápoly), Václav Paces (Prága), Bert Poolman (Groningen), Pósfai György (Szeged), Rudolf Thauer (Marburg), George Thireos (Athens), Jean Weissenbach (Evry).

Köszönjük Geoff Wattsnak (London) a jelentés összefoglalójának elkészítésében nyújtott segítségét.

Az EASAC (Európai Tudományos Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete) az EU tagországok tudományos akadémiáinak szövetsége, amelynek célja, hogy együttműködésük eredményeként tanácsokkal lássák el az európai döntéshozókat. Eszközt biztosít arra, hogy az európai tudományosság közös hangja hallható legyen. Az EASAC lehetővé teszi, hogy az együttműködő akadémiák független, tudományosan megalapozott szakértői tanácsokat adhassanak azoknak döntéshozóknak, akik az európai intézmények politikáját meghatározzák vagy arra befolyással bírnak. Az akadémiai tagságból és hálózatból adódóan az EASAC működése során az európai tudomány legjavára támaszkodik. Nézetei függetlenek a gazdasági és politikai irányzatoktól, a szervezet nyitott, és minden tevékenysége átlátható. Az EASAC célja, hogy érthető, fontos és időszerű ajánlások készítését segítse elő. A Tanácsnak 25 tagja van, működését a központi titkárság támogatja, melynek a Leopoldina, a Német Tudományos Akadémia (Halle/Saale) biztosít helyet. Az EASAC brüsszeli irodája a Belga Királyi Tudományos és Művészeti Akadémián található.

Tagok:

Academia Europaea

All European Academies (ALLEA)

Osztrák Tudományos Akadémia

Királyi Tudományos és Művészeti Akadémia Belgium

Bolgár Tudományos Akadémia

Cseh Tudományos Akadémia

Dán Királyi Tudományos és Bölcsészettudományi Akadémia

Észt Tudományos Akadémia

A Finn Tudományos és Bölcsészettudományi Akadémiák Delegációja

Francia Tudományos Akadémia

Leopoldina Német Tudományos Akadémia

Athéni Akadémia

Magyar Tudományos Akadémia

Ír Királyi Tudományos Akadémia

Accademia Nazionale dei Lincei (Olaszország)

Lett Tudományos Akadémia

Litván Tudományos Akadémia

Holland Királyi Tudományos és Művészeti Akadémia

Lengyel Tudományos Akadémia

Lisszaboni Tudományos Akadémia

Szlovák Tudományos Akadémia

Szlovén Tudományos és Művészeti Akadémia

Spanyol Királyi Tudományos Akadémia

Svéd Királyi Tudományos Akadémia

Royal Society (Egyesült Királyság)

Norvég Tudományos és Bölcsészettudományi Akadémia

Svájci Tudományos Akadémia

Federation of European Academies of Medicine (FEAM)