

# Animal welfare, etológia és tartástechnológia



Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 10

Issue 1

Gödöllő  
2014



## A GÉNTÉCHNOLÓGIAI BEAVATKOZÁSOK ETIKAI KÉRDÉSEI

*Szabára Ágnes*

Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Állat-egészségügyi Igazgatástani és Agrár-gazdaságtani Tanszék  
1078 Budapest, István utca 2.  
[Szabara.Agnes@aotk.szie.hu](mailto:Szabara.Agnes@aotk.szie.hu)

### Összefoglalás

A géntechnológiai beavatkozások, ezen belül a géntechnológiai módosítás és termékei, a genetikailag módosított szervezetek (GMO), különösen a genetikailag módosított növények és állatok élelmiszerláncban (növénytermesztés, állattenyésztés), valamint humán gyógyászati célokban betöltött szerepe társadalmi és etikai szempontból jelenleg még mindig viták középpontjában áll. A növekvő népesség élelmiszerellátásának megoldását, a mellette érvelők, a genetikailag módosított növényfajták termesztésében látják, ellenzői viszont a GMO-k egészségkárosító, környezetszennyező és egyéb káros hatásaitól tartva elítélik a környezetbe történő kibocsátásukat. A szerző munkája során összefoglalja a géntechnológiai beavatkozások során felmerülő legfontosabb tudományos, társadalmi és etikai kérdéseket. A felmerülő aggályok között elsősorban kiemelendő a DNS és a gének teljes hiányának ismerete, a potenciális veszély az emberi egészségre, illetve a biológiai kockázatok teljes körű és hosszú távú felmérésének hiánya. Jelenleg még nem áll rendelkezésre pontos ismeret arról, hogy az emberi szervezetnek mi a reakciója egy idegen szervezet génje által termelt fehérjére. Szintén bizonytalan a jelenlegi ismeret a beavatkozás során kialakulható új vírustörzsekről vagy vírus kombinációkról. Lényeges kockázati tényező az antibiotikum rezisztencia gének használata esetén, a már jelenleg is nagymértékű antibiotikum-rezisztencia további növekedése. A GM szervezetek környezetbe történő kibocsátása esetén felmerül a környezetszennyezés (nem GM növények is beporzódnak egyes GM növényektől) lehetősége, illetve monokultúráként történő fenntartása esetében a környezet biodiverzitása csökkenhet (ami a növénynevelés, állattenyésztés alapja). A GMO-k széleskörű felhasználása negatívan hathat a hagyományos gazdálkodásra, amely a biotechnológiai cégek további dominanciájához vezethet. Egyéb felmerülő és megfontolandó etikai kérdés továbbiakban a technológia "természetellenessége", a kannibalizmus kérdésköre, az állatvédelmi aggályok, a vallási vélemények és az élet szabadalmaztatásának lehetősége.

### Ethical assessment of genetic engineering

#### Abstract

Nowadays there is a heated scientific debate about the social and ethical aspects of the genetically modified organisms (GMOs), particularly the genetically modified (GM) crops and animals in the food chain (in plant production and animal breeding) and some other GMOs which are used for medicinal purposes. Therefore, my aim was to summarize the major ethical arguments as regards the GMOs. So far, several ethical concerns have emerged about GMOs, primarily, the potential threat to human health because the lack of entire knowledge of DNAs and genes, or that of comprehensive and long-term surveys of its biological risks. There is still no exact and long-term



knowledge about what the reaction of the human body to a foreign protein produced by a gene is. Another concern is the possibility of emergence of new virus strains or virus combinations. The rise of antibiotic resistance is also an important risk due to the use of antibiotic resistance genes in the genetic modification. The potential danger to the environment, especially the decrease in biodiversity, could be another environmental impact of GMOs. Furthermore, the GMOs could have a negative impact on traditional farming practice, which is triggered by the excessive biotech corporate dominance. It must also be mentioned other ethical issues of GMOs, such as the “unnaturalness” of the technology, the problem of donor DNAs or genes in foreign recipient organs, concerns of cannibalism and animal welfare, different religious approaches and the question of patenting life.

## Bevezetés

A géntechnológiai módosítás olyan külön jogszabályban meghatározott eljárás, amely a gént vagy annak bármely részét kiemeli a sejtből és átülteti egy másik sejtbe, vagy szintetikus géneket vagy génszakaszokat visz be valamely természetes szervezetbe, amely által a befogadó génállománya megváltozik (2006. évi CVII. tv.). Genetikailag módosított mikroorganizmus (GMO) az 1998. évi XXVII. törvény értelmében minden olyan mikroorganizmus, amelyben a génállományt olyan módon változtatták meg, amely természetes párosodás, illetve természetes rekombináció során nem következik be (1998. évi XXVII. tv.).

A genetika korunk egyik vezető tudományterülete, ennek ellenére a géntechnológiai beavatkozások a mai napig tudományos, társadalmi és etikai viták középpontjában állnak. (MELO et al., 2007). Sokak szerint a biotechnológiának kulcsszerepe lehet az emberiség XXI. századi gazdasági fejlődésében és megoldást jelenthet az éhezés elleni küzdelemben (www.katolikus.hu, 2003). Vívmányai felhasználhatóak a növénytermesztésben, az állattenyésztésben, az orvoslásban, a környezetvédelemben (Rose et al, 2008). Ellenzői azonban számos veszélyre hívják fel a figyelmet.

## Ökológiai kockázatok

Napjainkban a DNS és a gének működésének még tökéletes ismerete, és a lehetséges környezeti, ökológiai, egészségügyi és társadalmi hatások és kockázatok lehető legteljesebb körű és hosszú távú felmérése nélkül, ipari méretekben alkalmazzák a géntechnológiát (*Beauchamps* és *Childress*, 1994; *Streiffer*, 2008). Az átvitt gén beépülésének stabilitásáról kevés adat áll rendelkezésre. A gének folyamatos mozgása és változása miatt egyesek elképzelhetőnek tartják, hogy a genetikai módosítás felgyorsítja az evolúció sebességét, kiiktatva az ellenőrző mechanizmusokat. Emellett a környezet változása is befolyásolhatja egy gén kifejeződését és stabilitását, vagyis egy adott körülmény között vizsgált és biztonságosnak ítélt GM-élőlény más körülmények között eltérően viselkedhet (*Wahlsten* et al, 2003).

Az élővilág változásainak egyik mechanizmusa a gének variálódása. A nem kívánatos gének horizontális vándorlása kiszámíthatatlan következményekkel járhat. Ezzel a jelenséggel függ össze, hogy amennyiben állatba egy idegen gént egy vírus segítségével juttatnak be, a vektorként szereplő vírus nem feltétlenül kiszámítható módon rekombinálódhat a befogadó szervezet vírusaival, és az új víruskombináció esetleg katasztrofális kórokozóként bukkanhat fel és fennáll a természetes biogeokémiai ciklusok megzavarásának az esélye (www.katolikus.hu, 2003). A vírusokra vonatkozó evolúciós ismeretek szerint egyes vírusok szabadon átadódnak az



egyres fajok között és rekombináldhatnak egymással. Az egészségügyi vonatkozások egy speciális esete a xenotranszplantáció, amikor állati szerv vagy szövet bevitelével pótolnak elhalt és nélkülözhetetlen emberi szervet vagy szövetet. Az ilyen szövet vagy szervátvitel a fertőzések tekintetében komoly és nem feltétlenül kiszámítható veszéllyel jár (*Sharma et al.*, 1996; *Wahlsten et al.*, 2003).

Konkrét veszélyként merül fel a biodiverzitás feltételezett csökkenése. Ha a biotechnológiai kutatások során olyan élőlényeket állítanak elő, amelyek a mai viszonyokhoz a legjobban alkalmazkodnak, és ha ezeket a tökéletesnek tartott transzgenikus változatokat kizárólagosan tartják fenn, akkor semmi garancia nincs arra, hogy új kártevőkkel, kórokozókval szemben is ellenállók lesznek ([www.katolikus.hu](http://www.katolikus.hu), 2003). A GMO-k elterjedésével csökken a genetikai változatosság, amelyre a szelekció, a nemesítés és maga a géntechnológiai fejlesztés építhet (*Thompson*, 2008b). Kérdésként merül fel, hogy a hagyományos fajták csökkenése esetén honnan nyernek majd genetikai anyagot a gyenge tulajdonságok kiküszöböléséhez. Ha tehát megjelenik egy olyan új kártevő, amellyel szemben nem ellenálló a kutatók által kifejlesztett variáns, akkor esetleg az egész faj kipusztulhat (*Wahlsten et al.*, 2003).

A GM technikák során gyakran használnak antibiotikum-rezisztencia markergéneket, amelyek tovább növelhetik a már különben is világméreteket öltött antibiotikum-rezisztenciát (*Wahlsten et al.*, 2003).

A GMO-kban gyakran olyan gének jelennek meg és termelnek fehérjéket, amelyek soha nem szerepeltek táplálékunkban. Kérdésként merül fel, hogy az emberi szervezet erre hogyan fog reagálni (allergia, toxikózis) (*Meosudi és Danielson*, 2008). A GM-növények ételmszerként vagy takarmányként történő felhasználása előtt a GMO mérgező hatásainak kizárása érdekében széleskörű és hosszú távú toxikológiai vizsgálat lenne szükséges.

A GMO-k emberi egészségre és környezetre gyakorolt hatásainak többségét biotechnológiai óriáscégek végzik vagy finanszírozzák. Független hatásvizsgálatok alig állnak rendelkezésre. Tény az, hogy ha egyszer egy GMO kijut a környezetbe, azt onnan visszavonni nem lehetséges. Ezért lenne fontos, hogy még az engedélyezés előtt alaposan felmérjék és kivizsgálják az egyes GMO-k kockázatait.

## **Etikai megítélés és gazdasági megfontolások**

Az éhezés megoldásaként rutinszerűen alkalmazott mezőgazdasági géntechnológia mellett leggyakrabban hangoztatott érv, hogy a föld népességének rohamos növekedésével egyre nagyobb kihívás előtt áll az ételmszerellátás. A támogatók szerint a genetikailag módosított növényfajták termesztése nélkül nem kielégíthető az egyre növekvő kereslet, mivel a földön éhező népesség közel fele kisgazdaságokhoz tartozó háztartásokban él, akik saját létfenntartásukhoz sem tudnak elegendő ételmszert termelni. Ellenzői szerint a GM szervezetek hosszútávon jelentkező egészségkárosító, környezetszennyező és egyéb ismeretlen káros hatásai a tudomány jelenlegi állása szerint nem zárhatóak ki. Ennek ellenére a biotechnológia-ipar részesedése évről évre nő, bizonyos növények esetében lassan kiszorítva a hagyományos termesztésüket.

A gazdaságilag is jelentős, növényvédőszernek ellenálló (herbicid rezisztens) GM-növények egyik ígért előnye az egyszerűbb gyomirtás, amely során a gyom- és rovarirtó szerek használatát szignifikánsan le lehet csökkenteni. A kevesebb növényvédőszer használata miatt jelentősen csökkenthető az üvegházhatású gázok kibocsátása, amelynek környezetre gyakorolt hatása pozitív.



A kártevőknek ellenálló (peszticid-termelő) GM-növények megkönnyítik egyes kórokozók, kártevők ellen a védekezést, mivel a kórokozó elpusztításához szükséges vegyszert maga a növény termeli. A kutatási eredmények szerint az ilyen irányban fejlesztett GM-növények egy részének korlátozott a hasznos élettartama. A GM-termények közé tartozó MON810-es génmódosított kukoricafajta (peszticid-termelő) a kutatási eredmények szerint több mint 100 km-es távolságban is "szennyezhet", vagyis a nem génmódosított növények is beporzódnak tőle, viszont a hosszú távú hatástanulmány hiánya miatt még nem tudni, hogy az általa termelt anyag más élőlényekre milyen hatással van, ráadásul a kártevők immunissá válhatnak a vegyülettel szemben. A biogazdálkodók körében szintén sokan aggódnak amiatt, hogy amennyiben egy biogazdaság véletlenszerűen bármilyen szinten is fertőződik, úgy a biogazdálkodó nemcsak az az évi termését veszíti el, hanem a fertőzött parcellát akár vissza is minősíthetik hagyományos gazdálkodásra alkalmas területté ([www.kormany.hu](http://www.kormany.hu)).

A vírusrezisztens GM-növények ellenállóak adott vírusos megbetegedéssel szemben, viszont megkönnyíthetik új vagy megváltozott fertőző képességű vírusok kialakulását (*Meosudi és Danielson, 2008*).

A mezőgazdasági géntechnológia egyik leglényegesebb etikai vonatkozása, hogy amennyiben a géntechnológiai valóban segíteni tud a világ élelmiszerellátásában, annak mekkora a hosszú távú hátránya. Ezen kívül szintén lényeges etikai kérdésként merül fel idegen faj génjét tartalmazó szervezet, illetve abból származó termék esetén a kannibalizmus lehetősége, különös tekintettel az emberi fehérjék felhasználása esetében (*Streiffer, 2008*).

A mezőgazdasági céllal előállított transzgenikus állatokkal végzett kísérletek számos előremutató részeredményt hoztak, ezek azonban elmaradnak a kezdeti várakozásoktól (*Bősze, 2000*). A kutatók nem várt nehézségekkel találták szemben magukat, amikor komplex, több gén által befolyásolt élettani folyamatokat akartak módosítani. Az alapkutatás új eredményei számos problémát megoldottak, így ma már lehetséges olyan transzgen konstrukciókat tervezni, amelyek szövet- és fejlődésspecifikusan fejeződnek ki és ezáltal elkerülhetőek a korai kísérleteket jellemző mellékhatások. Az elvégzett kísérletek számát elsősorban etikai megfontolások alapján korlátozták, de ahhoz hozzájárultak az üzleti, költség-haszon számítások is. (*Fésüs et al, 1998*). Ha a szűkebben értelmezett, rövid távú üzleti szempontok miatt az egészségügyi, ökológiai és etikai szempontok háttérbe szorulnak, akkor a nem megfelelő alkalmazás veszélyt jelenthet egészségünkre és környezetünkre. Két alapjaiban különböző megítélése van a géntechnológiával kezelt termékeknek: a nagy hozam és ellenállóképesség miatt egyfelől az éhínségek megoldása, másfelől a biztonságos élelmiszerek állnak szemben egymással. Mindebből az következik, hogy a „génmanipuláltak” minősített növények és állatok, valamint előállításuk módszereinek elítélése éppolyan hiba, mint megfelelő ellenőrzés nélküli piacra bocsátásuk (*Einsiedel, 2006*).

A közvéleményben növekvő ellenállás tapasztalható a kereskedelmi céllal előállított, transzgenikus eredetű termékekkel szemben, azonban feltételezhetően lesznek olyan genetikai változtatások, amelyek társadalmi fogadtatása kedvezőbb lesz (*Bősze, 2000*). A GM állatok által termeltetett gyógyászati célú vegyületek, hatóanyagok, gyógyszerek, ellenanyagok lényegesen hatékonyabbá és olcsóbbá válnak. Az állatok géntechnológiai módosítása segítségével számos betegség megelőzésére, illetve gyógyítására válhat a jövőben lehetőség (*Rose et al, 2008*). A gyógyítás csábító ígérete újra és újra háttérbe szorítja a jogos, óvatosságra és józan mértéktartásra intő tudományos szkepticizmust. Abban teljes az egyetértés, hogy amennyiben technikai akadály nincs, gyógyítani lehet és szabad a genetika eszközeivel, de képességeket javítani nem ([www.katolikus.hu](http://www.katolikus.hu), 2003). Transzgenikus haszonállatok gyógyászati célú felhasználásával kapcsolatban még számos etikai, jogi és tudományos kérdés vár megoldásra, mint például az állatok genetikai módosításának vallásfilozófiai következményei, a környezetszennyezés



problémája, az azonos genetikai állománnyal rendelkező klónok felszaporításának veszélyei (*Einsiedel*, 2006; THOMPSON, 2008a). A GMO támogatók körében kérdésként merül fel, hogy etikus-e nem használni egy új technológiát, mert adott embereknek nincs rá szüksége, míg másoknak igen (MEOSUDI és *Danielson*, 2008).

A géntechnológia megjelenését a vállalatkivásárlások és összeolvadások erőteljes hulláma kísérte, ami azzal járt, hogy a géntechnológia alkalmazási területeinek ellenőrzése mind kevesebb kézben összpontosul, ami alapvetően befolyásolja – és esetleg veszélybe sodorja az élelmiszertermelés és az orvoslás jövőbeli módszereit és hozzáférhetőségét (*Thompson*, 2008b). Szociális és etikai problémaként merül fel a gazdasági és szociális károkozás azáltal, hogyha a fejlett országokban lehetővé válik olyan anyagok előállítás GM-növényekkel, amelyek a fejlődő országok gazdaságának fő-, vagy egyetlen exportbevételét jelentik, illetve a fejlődő országok vad- és kultúrflórájának génjeinek géntechnológiai célból történő hasznosítása, a várt gazdasági előnyök miatt (pl. pálmamag olaj, kakaóvaj).

A géntechnológiát egy új, ellentmondásos jelenség kíséri: az élet szabadalmaztatása. A géntechnológiai cégek szabadalmi oltalommal védik saját génjeiket, módszereiket és genetikailag módosított szervezeteiket. Ezeket mások csak fizetés ellenében használhatják. Elsőként az amerikai szabadalmi jog engedélyezte sejtvonalak, gének, vagy akár egész fajták, fajok birtoklását szabadalom révén, de ma már az Európa Parlament is megszavazta az élet szabadalmaztatását lehetővé tévő direktívát. Formális szempontból nincs technikai vagy jogi akadálya annak, hogy szabadalmaztassanak genetikailag módosított állatokat. Elgondolkodtató, hogy etikus-e géneket vagy élőlényeket szabadalmaztatni. (*Meosudi* és *Danielson*, 2008, [www.katolikus.hu](http://www.katolikus.hu), 2003).

A Szentszék Tudományos Akadémiáján 2009 májusában XVI. Benedek pápa azt mondta, hogy morálisan szükségszerű egy hatékonyabb és tudományos megalapozottsággal költségsökkentett szabályozás megalkotása. Ahogy a tudósok az elmúlt húsz éven át érveltek: a szabályozások az egyes GM szervezetek tulajdonságain kell, hogy alapuljanak, és nem pedig azon, hogy milyen módon állították elő őket. A szabályozásnak viszont minden esetben szigorúan mérlegelnie kell a kockázatokat a hasznosság tükrében ([www.kormany.hu](http://www.kormany.hu)).

## **Következtetések**

A gyors fejlődés következtében nem volt elegendő idő a potenciális veszélyek és a hosszú távú hatások kimutatására. Kevésbé ismertek a genetikailag módosított szervezetek környezeti, ökológiai, egészségügyi, társadalmi és egyéb kockázatai. A környezet és az egész élővilág védelme érdekében maximálisan törekedni kell az elővigyázatosság elvének alkalmazására, a folyamatok nyomon követésére, és a várható hatások, kockázatok pontos felmérésére, becslésére. A kockázatbecslés célja az, hogy meghatározza és megbecsülje a GMO-k közvetlen vagy közvetett, azonnali vagy késleltetett esetleges ártalmas hatását, valamint számba vegye a GMO-k hosszú távú hatásait a környezetre és az emberi egészségre. A kötelező hatástanulmány során szigorúan figyelembe kell venni, hogyan állították elő a genetikailag módosított terméket, és megvizsgálni a géntermékre vonatkozó kockázatokat (pl. tartalmaz-e a termék toxikus vagy allergén fehérjéket) és a génátvitel lehetőségeit (pl. átkerülhetnek-e az antibiotikum-rezisztencia gének más szervezetekbe).



## Irodalomjegyzék

- Beauchamps, T. L., Childress, J. F.:* Principles of Biomedical Ethics (4th ed.). Oxford University Press. Oxford, 1994. 97-106.
- Bősze Zs.:* Transzgenikus gazdasági haszonállatok. Magyar Tudomány, 2000. 5. 555-566.
- Einsiedel, E. F.:* Public perceptions of transgenic animals. Rev. Sci. Tech. Off. Epiz., 2006. 24. 149-157.
- Fésüs L., Zsolnai A., Anton I.:* Molekuláris genetikai markerek segítségével végzett szelekció háziállatokban. Állatteny. és Takarm., 1998. 44. 113-137.
- Melo, E. O., Canavessi, A. M. O. et al.:* Animal transgenesis: state of the art and applications. J. Appl. Genet., 2007. 48. 47-61.
- Mesoudi, A., Danielson, P.:* Ethics, evolution and culture. Theory Biosci., 2008. 127. 229-240.
- Rose, M., Grant, E., Adams, D.:* Genetically modified animals in the biomedical sciences: The challenge of rapid advances and ethical demands. Jap. Soc. Altern. Anim. Experim., 2008. 13. 141-144.
- Sharma, A., Okabe, J. F. et al.:* Reduction in the level of gal(a1, 3) gal in transgenic mice and pigs by expression of a (1, 2) fucosyltransferase. Proc. Natl. Acad. Sci., 1996. 93. 7190-7195.
- Streiffer, R.:* Animal biotechnology and the non-identity problem. Am. J. Bioeth., 2008. 8. 47-48.
- Thompson, P. B.:* Animal biotechnology: how not to presume. Am. J. Bioeth., 2008. 8. 49-50.
- Thompson, P. B.:* Current ethical issues in animal biotechnology. Reprod. Fertil. Dev., 2008. 20. 67-73.
- Wahlsten, D., Metten, P. et al.:* Different data from different labs: lessons from studies of gene-environment interaction. J. Neurobiol., 2003. 54. 283-311.
- URL: [www.katolikus.hu/roma/mkpk-bioetika-2003.rtf](http://www.katolikus.hu/roma/mkpk-bioetika-2003.rtf) – Az élet kultúrájáért. A Magyar Katolikus Püspöki Kar körlevele a bioetika néhány kérdéséről. 2003. 38-44. Letöltés: 2013.09.04.
- URL: <http://www.kormany.hu/download/f/a5/60000/gmo-rol%20roviden.pdf> – A GMO-ról röviden. Letöltés: 2013.08.26.
1998. évi XXVII. törvény a géntechnológiai tevékenységről.
2006. évi CVII. törvény a géntechnológiai tevékenységről szóló 1998. évi XXVII. törvény módosításáról.