

Géntechnológia szociológiai megközelítésben

I. BEVEZETÉS

A biológiai és technikai tudományok fejlődésével új és nagyszerű lehetőségek nyílnak meg az emberiség számára. A géntechnológia segítségével sok minden elérhetővé válik, ami pár éve még lehetetlennek tűnt. A lehetőségek körvonalazódása azonban aggályokat is felvet. Magyarországon is okozott már jogi, közigazgatási problémát az új eljárások értékelése.^[1] Néhányan örülnek az új felfedezések nyújtotta lehetőségeknek, mások – köztük hozzáértő tudósok is – nagyobb megfontoltságra intenek, megint mások – köztük kevésbé hozzáértők is – hevesen tiltakoznak. Érdemes tehát a vallás és a szociológia szemszögéből is elgondolkodni a témán, illetve megvizsgálni a tudósok, a bioetikusok, az egyházak vagy a kevésbé hozzáértő, de érzései alapján véleményt formáló emberek érveit. Keressünk tehát választ néhány kérdésre: Helyes-e mindent elutasítani, ami biotechnológia vagy géntechnológia? Vagy inkább engedjünk teljesen szabad utat ezeknek a kísérleteknek és eljárásoknak? Érzésem szerint a megoldás valahol a kettő között van. Milyen lehetőségek és veszélyek láthatók? Hol vannak a határok, amiket nem szabadna átlépni? Milyen érvek és ellenérvek vannak egy-egy esetben? Mit ad a vallás a témához, és milyen érvei vannak, mire hivatkozhat? Igazolja-e felvetéseit a gyakorlat, az emberi tapasztalat? Miért idegenkedik vagy tiltakozik a társadalom nagy része? Tanulmányomban tehát azt vizsgálom, milyen hatással van és lehet a társadalomra a géntechnológia fejlődése.

II. LEHETŐSÉGEK

Mindenekelőtt említenék néhány olyan dolgot, melyek a géntechnológia fejlődésével váltak vagy válnak várhatóan lehetővé.

[1] Vö. Embriók szűrése: eljárás folyik egy budapesti klinika ellen. (Elérhető: http://hvg.hu/itthon/20130305_Embriok_szuresse_eljaras_folyik_egy_budape/. Letöltés ideje: 2013.03.07., helyreigazítással: 2013.10.28., 2014.12.01. – Úgy tűnik, a tudományos és etikai problémák mellett a leginnovatívabb cégeknek a sajtót is felhasználó konkurenciaruccal is meg kell küzdeniük.

A Watson és Crick utáni genetika intellektuális izgalmát nehéz lenne túlhangsúlyozni.^[2] Az általuk elindított fejlődés nyomán az állatgenetikában génkiütéssel vagy génbevitellel egy egész szervezet genetikai állományát képesek már bizonyos szempontból megváltoztatni. A pár éve kifejlesztett génlap technológiával (*chip-technologia*) egy négyzetcentiméter felszínen több tízezer gént lehet egyenként megvizsgálni a rendelkezésünkre álló bioinformatikai eljárásokkal.^[3]

A genetika az információtechnológia egyik ága lett.^[4] Ez leginkább a géntérképezés területén mutatkozott meg a közelmúltban. A biológiai mikrokozmosz minden sejtünkben hárommilliárd dezoxiribonukleinsav bázispárt épít fel. Ez a variációs lehetőség sokszorosan meghaladja a ma ismert világegyetem atomjainak számát. Óriási információmennyiségről van tehát szó, amit csak számítógépek segítségével tudunk kezelni. 1989-ben elhatározták ennek a hárommilliárd nukleotid bázispárnak a megszekvenálását. Érdekes, hogy ennek a hatalmas információtmegnek kevesebb, mint 5 százaléka úgynevezett „értelmes információ”. Persze az is kérdés, hogy mit tartunk értelmesnek, és mi az, ami valóban értelmes, illetve vajon mi lehet a nem kódoló rész funkciója.

Kiderült, hogy az egyes fajok génállománya között sok homológia van. A *Saccharomices*^[5] élesztőgomba genomjában az emberi emlőrák génjének homológ formái, míg a *Caenorabditis elegans* nevű 1031 sejtből álló féregben és az emberben a programozott sejthalál-gének gyakorlatilag azonosak (így a rákkutatás egyik modellje lehet). 2003-ra elkészült az emberi genom „telefonkönyve”, de a nyelvet, amin a 23-25000 génünk íródott, még csak részben tudjuk olvasni. Kiderült, hogy mi emberek 99,9 %-ban egyformák vagyunk genetikailag, de ez az 1 ezrelék különbség is óriási. De érdemes tudni, hogy a gorillákhoz viszonyítva 1% az emberi genom eltérése. A rizs genomjának megismerése pedig olyan rizs előállítását teszi lehetővé, mely bizonyos szempontból egészségesebb.^[6] Mivel a Földön minden élőlény „azonos gyártmányú” (azonos a genetikai kód) gének (DNS szakaszok) másolhatók át egyik fajból a másikba, és a gén új helyén úgy fog működni, mint eredeti helyén. Így egy sarkvidéki halfajban megtalált „fagyálló” gén paradicsomba ültetve megvédi a növényt és a növénytermesztőt a fagykároktól.^[7]

A géntérképek ma már interneten elérhető adatbázisokban megtalálhatóak. Gyógyszer mellékhatások, betegségek válnak előre megjósolhatóvá. Néhány gén együttes jelenlétéből következtetni lehet betegségek lefolyására és előre meghatározható a kezelés. Bizonyos eséllyel meg lehet jósolni, hogy valaki

[2] Dawkins, 2005, 42.

[3] Falus, 2005, 28.

[4] Dawkins, 2005, 42.

[5] A korai idők óta ez a legfontosabb élesztőfaj – a kenyérsütésnél és sörfőzésnél használják. Ez a legtöbbet tanulmányozott eukarióta modellszervezet a molekuláris- és a sejtbiológiában. (Forrás: Wikipédia.)

[6] Falus, 2005, 27-38.

[7] Dawkins, 2005, 42.

fizikai teljesítményekre hogyan fog reagálni. Rasz gének is léteznek, melyek felfedezése megteremti az etnikumokra eltérő optimális gyógyítás lehetőségét.^[8] Az emberi faj genotípusokra osztható majd, így például vérátömlesztés esetén több adat alapján megfelelőbb vér adható egy betegnek. A betegek kartotékai pedig számos genetikai teszt eredményeit is tartalmazzák majd. A törvényszéki orvostan már használja a genetikai ujjlenyomatot, mely minden ésszerű kételyt túlhaladó bizonyító erővel bír. DNS ujjlenyomat adatbankok jöhetnek létre.^[9]

Manapság a génebesztet eredményeit leginkább a mezőgazdaságban hasznosítják. Ilyen például a rovarkártevőkkel szemben ellenálló Bt kukorica, vagy a bizonyos gyomirtó szerek alkalmazását jól tűrő Roundup Ready szója. A következő lépés, hogy a már létező eljárást embereken is kipróbálják. Az emberi természet módosítása azért talán még messze van. Sokak szerint ez nem is lehetséges, illetve nem célja a modern biotechnológiának. Látható viszont az információtechnológia és a bioinformatika fejlődése, lehetővé válik a génkutatás hatalmas mennyiségű adathalmazának kezelése és folyamatok megbízható modellezése.^[10]

III. VESZÉLYEK ÉS KÉTSÉGEK

E néhány lehetőség felvázolása után feltehetjük a kérdést, hogy honnan ered mégis a „transzgénikus” import ellen irányuló idegenkedés, ami a teljes elutasításhoz vezethet? Hiszen például az a gondolat, hogy az említett paradicsom a halból származó „fagyálló” gén miatt hal ízű lenne, teljes mértékben téves, mivel a két tulajdonságot más-más gén alakítja ki. Viszont a gének interakcióba lépnek környezetükkel, így a többi gén által teremtett környezettel is. Lehet, hogy a fagyálló gén a hal többi génjével való interakcióban működik teljesen optimálisan. Így ebben az esetben a kutatóknak az is feladata, hogy ezt a gént a paradicsom többi génje közé megfelelően illesszék. Látjuk, hogy a tiltakozóknak racionális érvekkel kell fellépniük, de fontosak a mindenre kiterjedő biztonsági próbák is. A zöldmozgalmaknak azt is meg kellene gondolniuk, hogy a nagyhangú és lufiként pukkanó, génmanipuláció-ellenes figyelmeztetéseik miatt az emberek veszélyes mértékben közömbössé válnak más, sokkal jelentősebb problémák iránt. Valószínűbb, hogy a genetikai módosítás jó dolog, ha jó irányba történik és rossz dolog, ha rossz irányba. Hiszen az eljárás hasonló a nagyon régóta bevált fajtanemesítéshez, csak gyorsabb, több lehetőséget ad, de figyelni kell, hogy mindig a megfelelő „DNS szoftvert” alkalmazzuk. Fontos lenne, hogy próbáljunk nem az érzéseinkkel gondolkodni, hiszen a tudomány társadalmi megítélésében az érzelmekkel való gondolkodás lehet a legfőbb probléma.

[8] Falus, 2005, 27–38.

[9] Dawkins, 2005, 46.

[10] Fukuyama, 2003, 103–105.

IV. A TERMÉSZETTUDÓSOK AGGÁLYAI

Miközben különböző genotípusú emberek megfelelő gyógyításában látszik a gyógyászati lehetőségek kitérülése; az emberi géntérképezést (*Human Genome Project - HGP*) és az Emberi Genom Diverzitás Projektet (HGDP) az eugenika vádja is érte. Egyesek a DNS ujjlenyomat adatbankok létrehozása ellen a személyes szabadságot látják veszélyben; míg mások szerint, akinek nincs rejtegetnivalója, annak nincs mitől tartania. Felvetődik viszont egy másik probléma: sokan vannak a társadalomban olyanok, akik genetikailag nem kapcsolódnak ahhoz az emberhez, akit apjuknak gondolnak. Itt nem feltétlenül biztos, hogy ez a tudás hozzájárulna az érintettek boldogságának fokozásához. Sőt valószínűbb következmények lennének a szabadon hozzáférhető apasági információk miatti családi háborúságok és szenvedés.

Lehet, hogy az orvosok képesek lesznek arra, hogy az ember fogantatása pillanatában megmondják, milyen betegséget fog kapni, így lehetőség lesz ennek megelőzésére, de az is lehetséges, hogy meg tudják majd mondani, ki mikor hal meg. Ebből aztán egy szorongás keletkezhet, hiszen most is tudjuk, hogy meg fogunk halni, de nem érezzük annyira úgy, hogy halálra vagyunk ítélve.^[11]

Természetesen a veszélyeket a tudósok is felismerik. 1974. július 26-án jelent meg az a memorandum, amely „A DNS-molekula rekombinációjának potenciális biológiai veszélyei” címet viseli. A dokumentumban a tudósok azt javasolják, hogy ameddig a rekombináció veszélyei nem ismertek, illetve nem áll megfelelő módszer elterjedésük megakadályozására, ne állítsanak elő új plazmidokat,^[12] amelyek antibiotikum kezeléssel szemben ellenálló, szaporodóképes baktériumok vagy új toxinokat termelő törzsek létrejöttét eredményezik. Ne állítsanak elő olyan DNS molekula-összekapcsolásokat, amelyek daganatot okozó, vagy más állati vírusokból származó DNS molekularészeket is tartalmaznak. Ne vigyenek be állati eredetű DNS molekularészeket baktériumok plazmidjába, mivel az állati DNS molekulák egyes részei megegyeznek a rákot okozó vírusok RNS molekulájának szerkezetével. Hozzanak létre egy tanácsadó testületet, amely az ilyen jellegű vizsgálatok esetén felméri a biológiai veszélyeket. Sürgősen hívjanak össze konferenciát egységes egyezmény kidolgozására és elfogadására.

Már akkor látták a hibás gének kicserélésének, vagy például az inzulin termelés lehetőségét baktériumokkal. De a veszélyek is körvonalazódtak, például az, hogy a gén más fajból származik vagy, hogy a beültetett DNS-részek épsége nem pontosan volt ellenőrizhető. Tartottak olyan baktériumok előállításától, amelyek

[11] Dawkins, 2005, 42-50.

[12] DNS-gyűrű, amely a baktériumokban, valamint egyes élesztőgombákban található. A plazmidok a kromozómaktól függetlenül másolódhatnak és egyik sejtből a másikba átadódhatnak. Gyakran olyan géneket tartalmaznak, amelyek a gazdasejtnek ellenállást kölcsönöznek például antibiotikumokkal szemben. Ezért a plazmidok a fő hordozók, amelyek a génszerkesztésben használatosak.

minden fajta gyógyszerrel szemben rezisztensek, vagy új korokozó, mérgező, illetve fertőző sajátosságokkal bírnak majd, valamint leginkább attól, hogy ezek kikerülhetnek a laboratóriumokból. Ismeretes volt már számos rák okozó vírus és az is, hogy a vírus tulajdonképpen egy DNS vagy RNS darab, azaz olyan természetű, mint amit géneként beültetni akarnak. Figyelemre méltó, hogy a kezdeményező tudósok elsősorban saját kutatásaikat korlátozták, kutatói becsvágyukon felülemelkedve. A javasolt konferencia 1975-ben létrejött. A kutatásokat hat csoportra osztották. Az első négy típust bármelyik jól felszerelt mikrobiológiai laboratóriumban, az ötödiket a biológiai fegyvereket előállító laboratóriumoknak megfelelő felszereltségű laboratóriumban, míg egy hatodik csoport esetén a teljes embargót javasolták.^[13]

Mindezek mellett általános alapelvek maradnak a tudományos tisztességesség, a reprodukálható eredmények, a szakbarbárság elkerülése. Fontos feladat lesz a bioszféra folyamatos vizsgálata. A tudósoknak nem szabad semmit elhallgatniuk. Eredményeiket tudományos fórumokon közölniük kell. Az új eredményeket pedig már az iskolai oktatásban is meg kell ismertetni.^[14]

V. A TÁRSADALOMTUDOMÁNY SZEMSZÖGÉBŐL

1. Veszélyben az emberi természet?

Láttuk, hogy a gének azonosítása még nem ad választ a gének konkrét szerepére. Egyes betegségekért felelős géneket sikerült már azonosítani, ezek háttérben viszont egyetlen gén hibás allélja áll. Vannak viszont nagyszámú gén bonyolult kölcsönhatása alapján kialakuló tulajdonságok. Olyan gének is léteznek, melyek más gének megnyilvánulását irányítják, vagy komplex kölcsönhatásban állnak a környezettel, illetve életünk egy későbbi szakaszában nyilvánulnak csak meg. A gének tehát egy bonyolult interakciós hálózatot alkotnak, ki-be kapcsolják egymást. A sejtszintű információáramlás is a genetikai szabályozórendszerrel áll összefüggésben. Ezeket a dolgokat a tudósok még éppen csak elkezdték megfejteni.^[15] Így annak lehetősége, hogy a szülők megtervezhetik gyermekeiket, talán még messze van. Rutinszerűvé válhat viszont, hogy megvizsgálják embrióikat és a hibátlannak tűnőt ültetnek csak be, mondjuk a készített 100 közül.^[16] Ez súlyos etikai kérdéseket vet fel.^[17]

[13] Czeizel, 1977, 171–177.

[14] Falus, 2005, 38.

[15] Kauffmann, 2000, 62–63., idézi: Fukuyama, 2003, 106.

[16] Lee M. Silver, 1998, 233–247., idézi: Fukuyama, 2003, 107.

[17] Vö. Ménesi, 2014, 38–43. (Elérhető: <http://www.fires.hu/bioetikaiutmutato.pdf>. Letöltés ideje: 2014.12.04.)

2. A gyermekek megtervezéséhez vezető út

A végső cél sokak szerint az utódok genetikai megtervezése, és a géneknek nem is kell feltétlenül emberből származnia, ami újabb etikai problémákat vet fel.^[18] A genetikusok majd azonosítják az intelligenciáért, hajszínért, testmagasságért felelős géneket, és akkor erre is lehetőség lesz. Ez kissé nehezen képzelhető el a gyermek vagy felnőtt sok milliárd sejtjének kezelésével. Reálisabb elképzelés az, hogy a még egyetlen sejtből álló embrióban megváltoztatva egy gént az összes sejt hordozni fogja ezt a genetikai információt. Barátságosabb elképzelés, hogy ezt az eljárást inkább csak örökletes betegségek esetében alkalmazzák, a beteg gént egészségesre cserélve (gensebészet) az illető nem betegedne meg abban a bizonyos betegségben. Még inkább elfogadhatónak tűnik a mesterséges minikromoszómák^[19] alkalmazása, melyek hordoznak géneket, de nem öröklődnek az utódokban.^[20] Az ember génmanipulációjának számos komoly akadálya van. A magasabb rendű viselkedésformák befolyásolása például lehetetlennek tűnik, hasonlóan sok betegséget rengeteg gén interakciója okoz. Egy-egy génnek több hatása is lehet, géneink többfunkciósak, hiszen testünket 25000-nél (a legújabb kutatások szerint körülbelül ennyi génünk van) jóval többféle fehérje építi fel. Például a sarlósejtes vérszegénységet okozó gén megjavítása növelheti a maláriára való érzékenységet. Meg kell tehát gondolni, hogy, ha egy gént megjavítanak vagy kicserélnék, az kiszámíthatatlan mellékhatásokkal is járhat.^[21]

Másik fontos akadály az emberkísérletek etikai vonatkozása. Az „első”^[22] sikeres bárány-klónozásból Dolly 270 sikertelen próbálkozás után született meg. Ráadásul az azóta klónozott állatok 30%-a súlyos rendellenességekkel jött a világra. Dolly megrövidült telomerekkel^[23] született, ami valószínűvé teszi az állat rövidebb élettartamát. Nem várt problémák évekkel később is jelentkezhetnek. A klónozás problémáihoz hasonlóan és figyelembe véve a rendkívül bonyolult és szerteágazó kapcsolatrendszert, amely a gének és a fenotípusra^[24] gyakorolt hatásuk között fennáll, veszélyekkel számolni kell.^[25] A nem szándékos következményekre vonatkozó előbbi megállapításunk itt még inkább fennáll, másodlagos, sőt harmadlagos hatásokkal is számolni kell, melyek esetleg csak az utódokban kerülnek felszínre.

[18] McGee, 1997., idézi: Fukuyama, 2003, 108.

[19] A minikromoszómák előállítására Hadlaczkó Gyula magyar kutató eredménye.

[20] Campbell – Stock, 2000, 9–16., idézi: Fukuyama, 2003, 109.

[21] Wilson, 1999, 35–37., idézi: Fukuyama, 2003, 110.

[22] Magyarországon már évekkal előbb végrehajtottak hasonló sikeres klónozást Gergátz E. és mtsi., Mosonmagyaróvár (1993).

[23] A kromoszómát alkotó DNS-szál két végén található, többszörösen ismétlődő szakasz, mely a sejtosztódások során rövidül.

[24] Az élőlény konkrét, megjelenő tulajdonságai.

[25] Anderson, 2000, 43., idézi: Fukuyama, 2003, 111.

Harmadik akadályként jelentkeznek a jobb ember előállítása irányában, hogy a módosításnak statisztikailag szignifikáns módon a népesség egészét érintenie kellene. Ezek a kísérletek viszont érinthetik az emberiség genetikai örökségét. Ezért is tett ajánlást az Európa Tanács csírávonal kísérletek tiltására. Csupán maroknyi tehetősen emberen, illetve utódain végbevitt genetikai módosítás viszont nem befolyásolja az egész emberi faj tulajdonságait. Ezt esetleg a népességnövekedés ki is küszöbölne.^[26] Az esetleges siker esetén mégis problémát okozhatna egy magasabb rendű és egy régebbi típusú ember együttes jelenléte (ember 1.0, ember 1.1).

Úgy gondoljuk, hogy mindez előreláthatóan a közeljövőben nem lesz lehetséges, bár mostanában gyakran tapasztalunk előre nem várt ütemű fejlődést. 1980-ból megemlíthetjük a genetikusok határozott egyetértését abban, hogy felnőtt emlős szomatikus sejtjéből nem lehet új egyedet előállítani, melyet Dolly megcáfolt.^[27] Az emberi géntérkép elkészültét az 1990-es évek elején 2010–2020 közé jósolták, de a munka tulajdonképpen 2000-ben befejeződött. Az új számítógépes eljárások, vagy egy komplex adaptív modell fejlesztése és használata a géntechnológiában is sokat segíthet. A génkölcsonhatások összetettségéből sem következik az, hogy csak akkor kerülhet sor génmanipulációra, ha már minden lényeges információnak birtokában vagyunk. Hiszen a gyógyszergyárak fejlesztésénél is derülnek ki olyan mellékhatások, melyek évekig ismeretlenek maradtak, mert más gyógyszerekkel együtt, vagy megváltozott körülmények között jönnek csak elő, de ettől még használunk gyógyszereket.

Ugyancsak a gyógyszerkísérletekhez hasonlóan eleinte állatok viselik majd a kockázatot. Ezt követi csak annak mérlegelése, hogy milyen kockázatok lesznek elfogadhatók emberek számára attól függően, hogy milyen előnyöket hordoznak. Más elbírálás alá esik például a kebelméret módosítása, mint egy halált okozó betegség esete. Pusztán a hosszú távú mellékhatások nem okoznak majd nagyobb ellenállást, mint az orvostudomány történetének korábbi szakaszaiban más terápiák. Nyitott kérdés marad, hogy a génszűrés pozitív vagy negatív következményei elég nagy létszámú populáción mutatkoznak-e majd ahhoz, hogy az emberi természet is megváltozzék. A gyermektervezés elterjedését az is meghatározhatja, hogy milyen olcsó lesz. Ha a lehetőség így elérhetővé válna, akkor már lehetnek jelentős következményei,^[28] ahhoz hasonlóan, ahogyan az olcsó ultrahangos vizsgálat és az abortusz lehetősége egyes országokban drámaian megváltoztatta a nemek arányát. Koreában az 1990-es évek elején 122 fiú jutott 100 leánygyermekre. A normális arány 105 a 100-hoz lenne. Kínában 100 leányra 117 fiú jut. Ázsiában a művi vetélések miatt 100 millióval kevesebb lány van annál, mint amennyi természetes módon lenne.^[29] Ebből az

[26] Iklé, 2000, 91–92., idézi: Fukuyama, 2003, 111.

[27] Kolata, 1998, 120–156., idézi: Fukuyama, 2003, 112.

[28] Vö. Andrew Niccol: *Gattaca*, 1997. (film)

[29] Chroll, 2001. és Coale –Banister, 1994, 459–479., idézi: Fukuyama, 2003, 114.

következik, hogy a férfi lakosság egyötöde nem lesz képes párt találni magának, ami fontos társadalmi következményekkel járhat. Az egyedülálló férfiak hajlamosabbak a kockázatvállalásra, lázadásra, bűnözésre.^[30]

A bioetikusok egyik félelme, hogy az utódok megtervezését csupán a gazdagok engedhetnék meg maguknak. Ha lehetővé válna a gyermekek intelligenciájának növelése, a fejlett demokratikus államok ismét az eugenika útjára léphetnének, most már nem az alacsonyabb intelligenciájú emberek szaporodásának megakadályozása érdekében, hanem a saját és utódaik IQ-jának emeléséért.^[31]

Persze ismerünk példákat olyan eljárásokra is, melyeket hosszú távon érvényre jutó hatásai miatt módosítottak, vagy már egyáltalán nem alkalmaznak. Itt említhetjük a vízi erőműveket, melyek manapság már nem férnek össze a társadalom környezettudatosságával.

Az emberi gének manipulálására a technika talán csak hosszú idő múlva lesz képes, két dolgot azonban tudomásul kell vennünk. Az egyik politikai jelleggel megkérdőjelezi az emberek egyenlőségével és szabad akaratával kapcsolatos féltve őrzött vélekedésünket. A másik, hogy a nagy horderejű technológia széles körű elterjedése az emberi természetet változtatná meg, mely alapvető fontosságú az igazsággal, erkölccsel és a jó étellel kapcsolatos fogalmainkat illetően.^[32]

3. Mi ad okot aggodalomra?

Számos környezetvédő a biotechnológia minden fajtát elvetendőnek minősíti. Viszont az előnyök láthatóak az orvostudományban vagy a mezőgazdaságban (kevesebb növényvédő szer felhasználás, nagyobb terméshozam). Így egy erkölcsi dilemmával szembesülünk, bármilyen komolyak legyenek is ellenérveink, nem hagyhatjuk figyelmen kívül a vitathatatlan előnyöket.

A genetikára komoly árnyékot vet az eugenika kísérlete. Az USA-ban és más nyugati országokban törvényt fogadtak el, mely lehetővé tette az imbecillis személyek sterilizálását,^[33] míg a kívánatos tulajdonságokkal rendelkezőket arra ösztönözték, hogy vállaljanak annyi gyermeket, amennyit csak tudnak. Ez az eugenikai mozgalom a náci fajelméleten alapuló törekvéseinek napvilágra kerülésekor összeomlott. A dologgal tudományos problémák is lettek volna, mivel a fogyatékosok nagy részét recesszív gének okozzák, illetve alacsony IQ oka lehet például a jódhányos táplálkozás is. Ám a gensebészet – ami már szelídebb, humánusabb formának tűnik – ismét ráirányította a figyelmet az eugenikára.

Az említett recesszív gének hordozóinak azonosítására néhány esetben az orvostudomány már képes. Előfordulhat, hogy egyes párok az orvosi információk

[30] Kavka, 1994, 160., idézi: Fukuyama, 2003, 114.

[31] Murray, 2000, 46–49., idézi: Fukuyama, 2003, 115.

[32] Fukuyama, 2003, 106–117.

[33] Vö. Harry H. Laughlin, *Eugenical Sterilization in the United States*, 1922. Chapter XV., idézi: http://hu.wikipedia.org/wiki/Racial_Integrity_Act#cite_note-2.

birtokában letesznek az egymással kötendő házasságról, vagy nem nemzenek közös gyermeket. Elképzelhető az is, hogy később a csíravonal manipulációjával ezek a gének eltűnnek majd.

A II. világháború után az emberi jogokat már nagyobb tiszteletben tartják, különösen azt, hogy az emberek maguk hozzanak döntést a reprodukcióval összefüggő kérdésekben. Az új eugenika elvileg valamennyi ember számára lehetővé teszi majd, hogy genetikai minőség tekintetében a lehető legmagasabb szintet érje el.^[34] Ez viszont még messze van, a jelenleg rendelkezésre álló eljárások ezért előbb inkább a művi vetélések számának növekedését idézik majd elő, mert a betegséget megállapítani már igen, de gyógyítani még nem tudják. Ez az egyik legjelentősebb érve az ellenzőknek. Az is elképzelhető viszont, hogy a tudomány fejlődésével egyetlen embriót sem fenyeget majd az abortusz vagy a genetikai okból származó betegség veszélye. De ez azt is jelentheti, hogy a jövőben képesek leszünk embert tenyészteni (nemesíteni). Ez érzékelteti a génebesztetben rejlő dehumanizáló potenciált. Az ellenzőknek viszont el kell tudniuk mondani, hogy milyen hátrányok származhatnak abból, ha a szülők tetszésük szerint hozhatnak döntéseket gyermekük genetikai felépítéséről.^[35]

4. Vallási ellenvetések

Az emberi génmanipuláció legvilágosabb ellenérveivel a vallás rendelkezik. A zsidó, keresztény és muszlim hagyomány szerint Isten a saját hasonlatosságára teremtette az embert. Ennek az emberi méltóságra nézve fontos következményei vannak. Éles különbség áll tehát fenn az ember és az összes többi teremtmény között. A szeretkezés útján történő gyermeknemzés, vagy a család intézményének megsértése Isten akarata elleni lázadásnak is minősül. A kereszténység alapvető tanítása, hogy minden ember egyenlő méltóság részese és ezért egyenlő tiszteletre jogosult. Ezért utasít el különféle születésszabályozási módszereket, a mesterséges megtermékenyítést, a klónozást, illetve az őssejtkutatás és a géntechnológia egyes útjait is. Főleg az olyan esetekben, mikor az emberre ruházódik az élet teremtésének vagy elpusztításának joga, mely egyedül Istent illetné. Az előbb említett technikák a gyermeknemzést kiragadják a családi élet kontextusából. Az emberre már nem úgy tekint, mint az isteni teremtés csodálatos részére. Az emberi méltóság ilyen figyelmen kívül hagyása szembehelyezkedés Isten akaratával. A legfőbb problémát az abortusz jelenti.

Egyesek reménykednek benne, hogy a tudományos műveltség színvonalának emelkedése megszünteti a vallási indíttatású elutasítást. A vallás viszont gyakran ráérez olyan morális igazságokra, melyeket a nem vallásos emberek is elfogadnak. A tapasztalati valóság tehát az, hogy a vallás nem szorul háttérbe a

[34] Sinsheimer, 1992, 145., idézi: Fukuyama, 2003, 123.

[35] Fukuyama, 2003, 118–124.

tudományos racionalizmus mögött. Nyugat-Európán kívül a tudomány fejlődése sehol nem eredményezte a vallásosság hanyatlását. Az embriók elvesztésével járó kísérletek erkölcsi elítélése mellett, attól sem árt tartanunk, hogy miféle lények, akár szörnyek teremtésére lehetünk hamarosan képesek.^[36]

A vallás szolgáltatja tehát a legvilágosabb érveket, de ezek az érvek nem fogják meggyőzni azokat, akik nem fogadják el a vallás kiinduló feltevéseit.^[37]

5. Haszonelvű szempontok

Itt elsősorban gazdaságossági megfontolásokról; piacgazdaságról – ahol szabály, hogy mindenki saját érdekeinek megfelelően cselekedhet, míg mások érdekeit nem sérti – illetve az előnyök és hátrányok utilitarista szemléletéről van szó. Az persze kérdéses, hogy az esetleges ártalmakat csak az egyének, vagy a társadalom egésze lesz kénytelen elszenvedni. Fontos tehát a szigorú szabályozás, az engedélyezés előtti alapos tesztelés. Ne feledjük a már említett összefüggéseket. Például az egér, melynek intelligenciáját génsebészeti úton növelték, sokkal érzékenyebb lett a fájdalomra.

De egy vállalat, miközben jól jár, nagy kárt okozhat a közösségnek, például egy GMO^[38] növényfajta esetén. Vagy a gyermekek, akiket nyilván beleegyezésük nélkül módosítanak genetikailag, egy potenciálisan veszélyeztetett harmadik félnek tekintendők. Elképzelhető, hogy a döntés előnyösnek tűnik a szülők számára, valójában azonban kárt okoz a gyermeknek. A szülők néha múltó divathóbortok által befolyásoltak. Ma ideálisnak tűnik, hogy a lány karcsú, a fiúgyermek szófogadó legyen, de a következő generációban ezek talán már nem is lesznek kedvező tulajdonságok. A rosszul nevelt gyermek fellázadhat szülei ellen, génjei módosításától viszont nem szabadulhat, sőt kénytelen örökíteni leszármazottaira.

A tudósok, orvosok tanácsaival is vigyázni kell, előfordulhat, hogy ők is csak saját szempontjaikat követik. Lehetséges, hogy tudományos hiúság, ambíció és egy ideológiai koncepció által motiválva a kutató nem vesz tudomást feltevéseinek ellentmondó bizonyítékokról, így direkt módon páciensei ellenében cselekszik.

Az is előfordulhat, hogy az a gyermek jár rosszul, akit szülei vallási vagy egyéb okból nem akartak génmanipulációnak alávetni. Nyomós okaink vannak arra, hogy a dolgok természetes rendjét tiszteletben tartsuk. Az ökoszisztémában minden mindennel összefügg, egy új elem (gát, növénykultúra) tönkretelheti a rendszer egyensúlyát.

A haszonelvűségnek persze korlátai is vannak. Az utilitaristák ritkán vannak tekintettel a nehezebben észlelhető és mérhető pozitívumokra és negatívumokra, valamint azokra a tényezőkre, melyek nem a testnek, hanem a lélek

[36] Krauthammer, 2001, 60., idézi: Fukuyama, 2003, 128.

[37] Fukuyama, 2003, 124-128.

[38] Genetikailag módosított organizmus.

számára fontosak. Szerencsére a legtöbb ember számára az erkölcsileg elfogadhatatlan dolgok nem mérhetők össze gazdasági értékekkel.

Megeshet, hogy az emberi és a poszthumán történelem közötti határvonal másik oldalán találjuk magunkat, mert szem elől tévesztettük azt, ami igazán fontos. Itt már azoknak a dolgoknak a léte forog kockán, amelyektől az emberek embernek mondhatók.

A biotechnológia és az utilitarista gondolkodás alapjaiban kezdheti ki az ember morális érzékét, ami pedig azóta változatlan, hogy egyáltalán ember él a földön. Ha szakítunk a jóról és rosszról alkotott természetes fogalmainkkal, olyan területre lépünk, ahova sokan közülünk nem akarnak lépni.^[39]

VI. TUDOMÁNY, TÁRSADALOM ÉS VILÁGNÉZET

A tudománynak nincs módszere annak megállapítására, mi etikus és mi nem, ez a társadalomra és az egyénre tartozik, de tisztázhatja a felteendő kérdést és a zavaró félreértéseket. Azoknak viszont, akik egy-egy eljárás betiltása mellett agítálnak, meg kell tudni magyarázni, miért ellenzik azt, és miért nem ellenzik, más hasonló, esetleg régebbi vagy veszélyesebb eljárások alkalmazását.

A megítéléskor azt is érdemes megemlíteni, hogy az objektív tudományos igazság ugyanúgy védelemre szorul, mint a személyiségi jog. Így például ha egy gyógyszergyár új fájdalomcsillapítót akar reklámozni, úgynevezett kettős vak kísérleti körülmények között kell bizonyítania, hogy készítménye tényleg csillapítja a fájdalmat; míg a nagy üzletet jelentő homeopátiás szerekről még sohasem bizonyították be, hogy ténylegesen bármilyen hatásuk is lenne. Sokkal rosszabb persze, ha valaki sci-fit valós tudományos tényként eladva, felelőtlen hazugságokat terjeszt a világegyetemről, így ejtve kárt a tudományos igazságon.^[40]

A genomika (gén alapú biológia) mint a modern biológia egyik legnagyobb teljesítménye sok kérdést, kételyt, bizakodást és kételkedést vet fel. A tudományból nem kell bálványt faragni, de bagatellizálni sem szabad. A tudomány és ideológia nagyon sajátos kapcsolatban van, mely nem mentes a kölcsönös határsértésektől. A hit és a tudomány között nincs igazi vita. Van viszont a tudomány és az áltudomány, a hit és a hitetlenség között. Tudomány és világnézet megkülönböztetendők, ugyanakkor elválaszthatatlanok is egymástól. Aki ma természettudományról és genetikáról beszél, annak világnézetének is lennie kell.^[41] Nem mindegy viszont, hogy milyen ez a világnézet.

[39] Fukuyama, 2003, 128-143.

[40] Dawkins, 2005, 50-54.

[41] Falus, 2005, 27-38.

1. Keresztény szemszögből

Nézzük meg most, hogy a Katolikus Egyház hogyan vélekedik a témáról! II. János Pál pápa szerint: „Az élet tisztelete követeli, hogy a tudomány és a technika mindig az emberre és teljes fejlődésére irányuljanak; az egész társadalomnak tisztelnie, oltalmaznia és gyarapítania kell minden emberi személy méltóságát, életének minden pillanatában és állapotában.”^[42]

A legnagyobb világvallás meglehetősen megfontolt támogatója a géntechnológiának. Ferenc pápa viszont, legkiválóbb tanácsadói segítségével mérlegelve a következményeket, már nyilatkozott pozitívan növényi géntechnológiai kérdésben. Főleg a szociális okok, a világban ma is tapasztalható éhezés és élelmiszer problémák megoldási lehetőségeként támogat újdonságokat.^[43] A Pápai Tudományos Akadémia pedig a túlzott óvatosság és a fanatikus ellenzés veszélyeire is felhívta a figyelmet.^[44]

Az utóbbi években lehetővé vált a genetikai ismeretek felhasználása az egészség megőrzése érdekében. Nem minden etikus azonban, ami technikailag lehetséges, nem minden beavatkozás válik javára az embernek. Az utóbbi évtizedekben a Watson-Crick spirál felfedezésétől eljutottunk a rekombináns technológiáig. A biotechnológia képes új vegyületek, hatóanyagok, gyógyszerek, genetikailag módosított élőlények (GMO) létrehozására. Nagy lehetőségek rejlenek a géndiagnosztikában. Fontossá vált tehát az emberek tájékoztatása, a biológiai tudományokra nevelés. Megjelent a terápiás génmanipuláció lehetősége, ez eddig még kevés, de azért egyre több eredményt hoz. Fontos etikai szabályként kell megemlíteni, hogy szabad ilyen módszerrel gyógyítani, de képességeket javítani nem. A lehetőségek tehát problémákat is felvetnek. Jó dolog a genetikai mérnökség ismereteinek bővítése az embriológia, élettan és patológia területén; ezek gazdasági kihasználása viszont problémákat is okozhat. Van értelme a betegség kimutatásának, ha a betegség így kezelhetővé, vagy megelőzhetővé válik; más a helyzet, ha ennek célja eugenetikus, illetve abortuszhoz vezet. Joga van az embernek a tájékoztatáshoz, de ha munkaadója vagy biztosítótársasága jut hozzá ezekhez az információkhoz, az hátrányosan érintheti. Az új eljárások közül a csírasejtvonal^[45] terápia (germ line therapy) a jövőben megengedhető, ha nem jelent aránytalanul nagy veszélyt az embrióra, nem változtat egyediségén, és nem sérti méltóságát. Ezt a módszert alkalmazva a módosítás megjelenik minden sejtben. A szomatikus génterápia (somatic cell gene therapy) viszont differenciálódott sejtek kezelését jelenti; de ennek is tiszteletben kell

[42] II. János Pál, 1995, 81.

[43] Langenbach: Papst-Segen zum „Golden Rice“: „Now it is blessed!“. (Elérhető: http://diepresse.com/home/science/1482051/PapstSegen-zum-Golden-Rice_Now-it-is-blessed. Letöltés ideje: 2015.01.21.)

[44] Potrykus: 2009. (Elérhető: <http://www.casinapiioiv.va/content/accademia/en/events/2009/transgenicplants.html>. Letöltés ideje: 2015.01.21.)

[45] Csírasejtvonal: eredő sejtvonal (az ivarsejtek fejlődési állapotainak összessége).

tartania a terápiás eljárások általános szabályait. Az eljárások kockázatokat is rejtnek magukban (például a vírusvektorok használata). Leginkább akkor alkalmazhatóak, ha a tulajdonság struktúrgénnel^[46] kódolt és recesszíven örökölődik. Mindenképpen szükséges, hogy az eljárásnak legyen protokollja, dokumentációja és az eredmény várhatóan pozitív legyen. Megengedhetetlen a „jobb ember” létrehozása, kötelező viszont a személy kibontakozásának elősegítése, a kedvező életfeltételek biztosítása. Az emberi génállomány megváltoztatásának célja csak megelőzés, kórismézés vagy gyógyítás lehet, de nem az utód génállományának megváltoztatása.^[47]

A kutatásoknak gazdasági, de egészségügyi, etikai és ökológiai szempontjai is vannak. Káros lehet a génmanipulált élelmiszerek démonizálása, ellenőrzés nélkül viszont hiba lenne őket forgalomba engedni. A génmanipulált növények veszélyt jelenthetnek a biodiverzitásra, ha párhuzamosan nem történik meg a régebbi fajták gondos fenntartása. Veszélyes lehet a horizontális génterjedés,^[48] vagy az a vírus-rekombináció, mikor a vírusvektor^[49] egy már a célszervezetben lévő vírussal rekombinálódik.^[50] Támogathatjuk tehát ezeket az eljárásokat, de előbb valamennyi elvileg lehetséges következményt mérlegelnünk kell. Nem szabad elfelejtenünk, hogy egyes problémák megoldására más módszerek is vannak. Az igenlők és ellenzők álláspontját minden konkrét kérdésben figyelembe kell venni.

Az ipari és mezőgazdasági célokra kifejlesztett génmanipulált baktériumok a külvilágba, vagy az emberi szervezetbe kerülve azonnal elpusztulnak; veszélyesebbek lehetnek a hadipari céllal manipulált baktériumok és vírusok. A transzgenikus állatok a vírusevolúció, illetve rekombináció szempontjából is veszélyt jelenthetnek.^[51]

VII. ÖSSZEGZÉS

Áttekintettük tehát a géntechnológia értékelését a társadalom különböző csoportjainak és néhány tudományág képviselőinek szempontjai alapján. A már rendelkezésre álló eredmények nyomán néhol megpróbáltunk kicsit a jövőbe is tekinteni, a megnyíló lehetőségek és az esetleges veszélyek tekintetében. Nem könnyű a jövőt találgatni, de azért leírhatunk pár tanulságot. Talán nem helyes mindent elutasítani, ami biotechnológia vagy géntechnológia. (Ebben az esetben például cukorbeteg embertársaink nem élhetnének tovább, hiszen a számukra

[46] Olyan gén, amely fehérjéket kódol.

[47] 2002. évi VI. törvény 13. cikkely.

[48] A gének nem utódokba, hanem más élőlényekbe jutnak át.

[49] Olyan módosított vírus, amivel DNS szekvenciát (DNS darabot) lehet a célsejtbe juttatni.

[50] Rekombináció: génátrendeződs. Ez a vírusevolúció gyors és előre nem látható is lehet.

[51] Magyar Katolikus Püspöki Kar, 2003, 138-146.

naponta többször szükséges inzulint ma már géntechnológiailag módosított baktériumok állítják elő, és ez biztosítja számukra az elfogadható életminőséget.) Szinte mindenki egyetért abban, hogy ezek a baktériumok és az őket előállító tudósok tevékenysége hasznos és jó. Az is egyértelmű, hogy hasonló technológiát alkalmazni biológiai fegyverek előállítására súlyos erkölcsi vétség, és joggal válthatja ki a társadalom tiltakozását. Tehát a teljes szabadság sem tűnik járható útnak. Vannak azonban kevésbé egyértelmű esetek is, főleg ha növények, állatok vagy az ember a kutatás, illetve beavatkozás tárgya. Ilyenkor szakértők bevonásával, több véleményt meghallgatva szabad csak dönteni egy új eljárás alkalmazásáról, vagy egy esetleg veszélyessé váló kutatás folytatásáról. A vallás figyelmeztetéseit a tudósoknak is komolyan kell venniük. Az Istenben való hit és az ehhez kapcsolódó erkölcs nagyban hozzájárulhat ahhoz, hogy kutatásaik egy biztonságosabb, jobb világ irányába vigyék az emberiséget.

IRODALOM

- II. János Pál pápa: *Evangelium Vitae*, 1995.
- Czeizel Endre (1977): *Genetika és társadalom*. Magvető Kiadó, Budapest.
- Dawkins, Richard (2005): Tudomány, genetika és etika. Feljegyzés Tony Blair részére. In: Uő.: *Az ördög káplánja*. Vince Kiadó, Budapest.
- Falus András (2005): *Genomika: modern alkímia - bizakodás és kétkedés*. Biogenetika és etika. Vigilia Kiadó, Budapest.
- Fukuyama, Francis (2003): *Poszthumán jövődők: a biotechnológiai forradalom következményei*. Európa kiadó, Budapest.
- Langenbach, Jürgen (2013): *Papst-Segen zum „Golden Rice“: „Now it is blessed!“*. Die Presse. 11.20. 16:44. Elérhető: <http://diepresse.com/home/science/1482051/PapstSegen-zum-Golden-Rice-Now-it-is-blessed>. Letöltés ideje: 2015.01.21
- Laughlin, Harry H. (1992): *Eugenical Sterilization in the United States*. Chapter XV. Idézi: http://hu.wikipedia.org/wiki/Racial_Integrity_Act#cite_note-2.
- Magyar Katolikus Püspöki Kar (2003): *Az élet kultúrájáért*. Budapest.
- Ménesi Balázné (2014): *Bioetikai útmutató fiataloknak*. MÉCS Családközösségek. Elérhető: <http://www.fires.hu/bioetikaiutmutato.pdf>. Letöltés ideje: 2014.12.04.
- Potrykus, Ingo (2009): *Transgenic Plants for Food Security in the Context of Development*. Pontifical Academy of Sciences. Elérhető: <http://www.casinapioiv.va/content/accademia/en/events/2009/transgenicplants.html>. Letöltés ideje: 2015.01.21.

Fukuyama, 2003 idézi:

- Anderson, E. French (2000): A New Front in the Battle against Disease. In: Stock, G. - Campbell, J. (eds.): *Engineering the Human Germline*. 43.
- Campbell, J. - Stock, G. (2000): A Vision for Practical Human Germline Engineering. In: Stock, G. - Campbell, J. (eds.): *Engineering the Human Germline*. 9-16.
- Chroll, Elizabeth (2001): *Endangered Daughters: Discrimination and development in Asia*. Routledge, London. 2001

- Coale, Ansley J. – Banister, Judith (1994): *Five Decades of Missing Females*. China. Demography. 31. 459–479.
- Iklé, Fred Charles (2000): *The deconstruction of Death*. The National Interest. 62/1. Winter. 91–92.
- Kauffmann, Stuart A. (2000): *Forget in Vitro – Now It's 'In Silico'*. Scientific American. 283/1. July.
- Kavka, Gregory S. (1994): *Upside Risk*. In: Cranor, Carl F. (ed.): *Are Genes Us?: Social Consequences of the new Genetics*. Rutgers University Press, New Brunswick.
- Kolata, Gina (1998): *Clone: The Road to Dolly and the Path Ahead*. William Morrow, New York. 120–156.
- Krauthammer, Charles (2001): *Why Pro-Lifers Are Missing the Point: The Debate over Fetal-Tissue Research Overlooks the Big Issue*. Time. February 12.
- McGee, Glenn (1997): *The Perfect Baby: A Pragmatic Approach to Genetics*. Lanham, Md., Rowman and Littlefield. 1997.
- Murray, Charles (2000): *Deeper into the Brain*. National Review. 52. 46–49. Silver, Lee M. (1998): *Remaking Eden: Colonizing and Beyond in a Brave New World*. Avon, New York. 233–247.
- Sinsheimer, Robert L. (1992): *The Prospect of Designed Genetic Change*. In: Chadwick, Ruth F. (ed.): *Ethics, Reproduction, and Genetic Control*. Routledge, London – New York.
- Wilson, Edward O. (1999): *Reply to Fukuyama*. The National Interest. 56. Spring. 35–37.