

„Genómová revolúcia“, génové technológie a klonovanie z pohľadu kresťanskej antropológie a etiky

Ján Ďačok SJ

„GENÓMOVÁ REVOLÚCIA“

V predchádzajúcich dvadsiatich piatich rokoch minulého storočia sa zaznamenal rýchly a neustále narastajúci vývoj nových technológií v oblasti rastlín a zvierat. Rozhodujúcimi cieľmi bolo vždy zlepšenie kvality produktov a príprava „bioreaktorov“, ktoré by boli schopné produkovať molekuly s vysokou výživnou a liečebnou hodnotou. Bol zavedený pojem „biotechnológie“, ktoré si osvojili ako nový pracovný nástroj „genetické inžinierstvo“, pod čím sa chápe technická schopnosť priamej manipulácie DNA (skratka pre kyselinu deoxyribonukleovú – *deoxyribonucleic acid* – často používaná namiesto DNK). Tento nový, ale veľmi výrazný, slovný a obsahový novotvar zaviedol v roku 1965 známy genetik R. D. Hotchkiss.¹ W. S. Reznikoff definuje genetické inžinierstvo ako technológiu, ktorou si „človek vyberá a vyrába mutanty s cieľom, aby výsledné organizmy mohol použiť pre svoj úžitok“. ² Aj keď sa táto definícia považuje za značne zúženú, predsa jasne poukazuje na cieľ: dobro človeka. Je len logické, že spomínaný vývoj nových technológií neobišiel ani človeka. Aké boli východiská a predpoklady? Okolo roku 1913 sa gén chápal ako materiálna skutočnosť (entita), o ktorej sa už nemohlo pochybovať a ktorá mala niesť presne určenú informáciu. Jeho skutočná podstata bola však objavená, až keď bolo možné analyzovať genetický materiál na molekulárnej úrovni.³ V rokoch 1940–1970 sa získali základné poznatky: spoznala sa chemická povaha základného nositeľa genetickej informácie – DNA, definovala sa chemická štruktúra DNA ako dlhá makromolekula so štyrmi molekulami: Adenin (A), Guanín (G), Cytosín (C), Tymín (T). Predpokladal a potvrdil sa priestorový model DNA – ako dlhej makromolekuly s dvojítmym reťazcom. Objavil sa nakoniec genetický kód – reč, v ktorej je genetická informácia zapísaná, a proces jej dekodifikácie. Súbor všetkých génov jedinca sa označil ako *genóm*. U človeka sa popisujú dva genómy: zložitý *nukleárny genóm*

¹ Porov. A. SERRA, „Dagli OGM vegetali agli animali clonati: Scienza, Società, Etica,“ *La Civiltà Cattolica*, sv. 4, 2001, č. 3631, s. 10–24. P. Angelo Serra SJ, významný a medzinárodne uznávaný taliansky genetik, zakladateľ Inštitútu humánnej genetiky na Lekárskej fakulte Katolíckej univerzity Božského Srdca A. Gemelli v Ríme. Pre etické a legislatívne problémy biotechnológií porov. A. BOMPIANI – L. MARINI, „Biotecnologie tra etica e diritto,“ *Etica per le professioni*, 2000, č. 3, s. 9–22.

² W. S. REZNIKOFF, „Prospectives and challenges in genetic engineering,“ *Annals of New York Academy of Sciences*, 1991, č. 646, s. 1.

³ Porov. heslo „Cromosomi,“ in *Grande enciclopedia medica Peruzzo*, sv. 2, ed. A. PERUZZO, Lausanne, 1977, s. 366–375.

(prítomný v jadrách buniek) a jednoduchý *mitochondriálny genóm* (prítomný v mitochondriách).⁴

Mimoriadne rýchly proces rozpoznávania ľudského genómu sa označuje ako „genómová revolúcia“,⁵ v ktorej sa môžu rozlišovať tri obdobia: 1. mapovanie génov (1973–1988); 2. určenie sekvencie genómu (1989–2001), kedy sa rodí gigantický plán výskumu, označený ako Projekt ľudský genóm – *Human Genome Project*. Jeho hlavným cieľom bolo usporiadanie ľudského genómu – prečítanie a preklad presného sledu asi 3500 miliónov párov molekúl; a nakoniec 3. obdobie: anotácia a funkcia génov – určenie jednotlivých génov, ktoré zodpovedajú rôznym chromozómom. To je obdobie, ktoré prebieha v súčasnosti. Zároveň sa už začína obdobie „po genóme“, zamerané na nájdenie a zmapovanie všetkých génov, ktorých počet sa odhaduje na asi 24 000 až 40 000, na štúdium ich špecifických funkcií a na analýzu prípadných patogénnych mutácií.⁶ Zaujímať bude vhodné na tomto mieste zdôrazniť hmotnostné „mikrorozmery“ skúmanej oblasti: „V somatickej (telovej) bunke človeka je okolo 7×10^{-12} gramov DNA.“⁷ Alebo inými slovami: takmer nijaká hmotnosť, a aká štruktúra!

GÉNOVÉ TECHNOLOGIE

Preto, aby sa mohlo poznať viac, bolo nutné vstúpiť do chromozómov, dosiahnuť gény, študovať a analyzovať ich aktivity. Základné technológie v tejto oblasti sú v neustálom a rýchlom vývoji. Na orientačné objasnenie tejto problematiky si iba naznačíme niektoré z týchto techník, ktoré poukazujú na ich komplexný charakter.⁸

1. *Izolácia fragmentov DNA*. Prvým krokom je „postríhanie“ DNA, v podstate dlhých vlákien jednotlivých chromozómov. Tak sa získajú fragmenty, ktoré obsahujú od 200 či 500 až po 40 000 (ba dokonca 1 milión i viac) párov báz. Napríklad, chromozóm 21 je najmenší ľudský chromozóm, ktorý obsahuje asi 50 miliónov párov báz. Tieto bázy tvoria jednu molekulu o dĺžke 15 mm, ale s priemerom špirály iba 20 nanometrov (nm), alebo 20 miliontín milimetra, a teda pri technických postupoch by sa mohli ľahko poškodiť. Preto boli vypracované citlivé metodiky zamerané na prípravu DNA, a to buď prostredníctvom oddelenia 1 až 10 miliónov buniek určitého tkaniva, napr. lymfocyty, fibroblasty alebo amniocyty, alebo z dostatočného množstva jednotlivých chromozómov oddelených cytofotometrickými postupmi. Vyčistená DNA sa potom vystaví enzymatickému účinku endonukleázy podľa toho, aké rozmery fragmentov sa požadujú. Tak sa získajú úseky – fragmenty DNA, ktoré možno použiť bezprostredne na diagnostické účely, alebo sa preniesú do

⁴ POROV. Š. SRŠEŇ – K. SRŠŇOVÁ, *Základy klinickej genetiky a jej molekulárna podstata*, 3. vyd., Martin, 2000, s. 25–37.

⁵ A. SERRA, „La rivoluzione genomica: Conquiste, attese e rischi,“ *La Civiltà Cattolica*, sv. 2, 2001, č. 3623, s. 441–442.

⁶ POROV. A. SERRA, „La rivoluzione genomica,“ s. 439–446; POROV. aj E. SGRECCIA, „L'UNESCO sul genoma umano: Un segnale di forte significato bioetico,“ *Medicina e Morale*, 1998, č. 1, s. 9–14.

⁷ Š. SRŠEŇ – K. SRŠŇOVÁ, *Základy klinickej genetiky a jej molekulárna podstata*, s. 25.

⁸ Popis génových technológií sledujeme podľa A. SERRA, „Genetica: Ingegneria,“ in *Dizionario di teologia pastorale sanitaria*, ed. C. Cinà – E. Locci – C. Rocchetta – L. Sandrin, Torino, 1997, s. 486–497.

„vektorov“ (vírusy, fágy, umelé chromozómy vhodne pripravené a iné), ktoré slúžia na ich uchovávanie a ďalšie použitie. Tak sa získa genómová DNA určitého subjektu alebo určitého chromozómu a tá sa uchováva pri teplote -80°C .

2. *Klonovanie fragmentov DNA*. V takto pripravených fragmentoch sú obsiahnuté sekvencie DNA dlhé viac-menej od 200 do 1 až 2 miliónov párov báz. Medzi nimi sú niektoré sekvencie, ktoré obsahujú celé gény alebo časť génov, a iné sekvencie (označované ako anonymné), ktorých funkcia nie je jednoznačne stanovená, majú však strategický význam pre štrukturálnu analýzu jednotlivých chromozómov. Pre ďalší výskum je potrebné zvýšiť počet fragmentov. Pre masívne zvýšenie počtu sa používa klonovanie: minimálne množstvá genómovej DNA uložené v príslušných vektoroch sa pridávajú k suspenziám buniek, ktoré sú schopné rýchleho rastu – ide najčastejšie o baktérie typu *Escherichia coli*. Za vhodných podmienok dochádza k rozmnožovaniu baktérií a vektorov, ale s nimi sa rozmnožujú aj fragmenty DNA až tak, že sa dosiahne milión a viac párov na jednu bunku. Potom nasleduje kultivácia na platne, kde sa z každej baktérie vytvárajú kolónie, v ktorých je obsiahnutá určitá sekvencia DNA. Tento postup sa dnes už dá veľmi zrýchliť a zautomatizovať. Tak sa dajú získať izolované a rozmnožené sekvencie, pričom každá z nich sa označí značkou a uloží sa pri teplote -80°C . Ich celok tak vytvára tzv. genómové knižnice.

3. *Mapovanie DNA*. Poznať, ako sú získané fragmenty usporiadené v chromozóme – zmapovať ich, usporiadať ich – je prvým cieľom výskumu Projektu ľudského genómu (*Human Genome Project* – HGP). Od roku 1989 na tomto projekte pracujú tisíce výskumných pracovníkov, aby vypracovali čoraz presnejšie mapy. Medzi používanými technikami najdôležitejšia bola a je tzv. mapovanie obmedzenia, pomocou ktorej sa určujú spojovacie body odlišných sekvencií. Použitie počítačových metód veľmi zrýchliło a uľahčilo určovanie pravidelnej následnosti fragmentov.

4. *Mapovanie génov*. Ako naliehavá požiadavka sa ukazuje, že treba poznať špecifické gény, ktoré zodpovedajú určitým stálym sekvenciám. Ich čo najrýchlejšie poznanie sa požaduje hlavne na poli medicíny, osobitne poznanie tých génov, ktoré sú zodpovedné za niektoré choroby. V tomto smere sa používajú metódy, ktoré analyzujú väzby a dovoľujú určiť približnú lokalizáciu neznámeho génu v určitom chromozóme. Kombinácia s inými technikami (napr. *chromosome jumping*) dovoľuje významné zrýchlenie tohto procesu lokalizácie jednotlivých dôležitých génov. Mapovanie génov teda znamená presné stanovenie umiestnenia jednotlivých génov v rôznych chromozómoch. Silnou motiváciou bolo čo najrýchlejšie spoznanie tých génov, od ktorých závisí asi 4000 dedičných chorôb. Výsledky výskumov len za roky 1973–1988 sa nachádzajú v 11 zväzkoch *International Workshops on Human Gene Mapping*.⁹

5. *Stanovenie sekvencie génov*. Keď sa dosiahla izolácia niektorých génov, je tendencia spoznať ich vnútornú molekulárnu štruktúru. To by umožnilo významný krok dopredu: aby sa totiž získali odpovede na toľké otázky, ktoré sú zatiaľ nezodpovedané, osobitne o charaktere zmien v prípade patogénnych génov a o mechanizmoch ich normálnej a porušenej aktivity. Keď sa izolované a rozmnožené fragmenty DNA podrobia chemickým procedúram, získajú sa štyri bázy: Adenin, Guanin, Cytosin,

⁹ Porov. Š. SRŠEŇ – K. SRŠŇOVÁ, *Základy klinickej genetiky a jej molekulárna podstata*, s. 61–102.

Tymin, čo sa prvýkrát podarilo v roku 1977 za použitia elektroforézy. Tak možno zistiť lokalizáciu každej z týchto báz na skúmanom fragmente a určiť molekulárnu štruktúru celých génov.

6. *Prenos génov.* S rozvojom genetického inžinierstva sa stále viac hromadia otázky o mechanizmoch, ktorými sa gény prejavujú. Najschodnejšia cesta sa ukazuje prostredníctvom prenosu študovaných génov do vhodných buniek. Vyvinuli sa mnohé metódy, ktorými sa prenášali sekvencie DNA do buniek cicavcov: vyžrážanie prostredníctvom fosfátu kalcia, použitie vírusových vektorov, prenos pomocou mikroinjekcie a pod. Všetky tieto metodiky majú ešte výrazné obmedzenia. Ukázali však už možnosti, ktoré naznačujú užitočné využitie nielen pre výskum, ale aj pre vývoj nových dôležitých technológií, využiteľných nielen v rastlinnej a živočíšnej ríši, ale aj v liečbe človeka.

Treba zdôrazniť, že techniky genetického inžinierstva sa neustále obohacujú o novšie a rýchlejšie metodiky, až po robotizáciu mnohých postupov.¹⁰ Uvedené poznámky o nových technikách sú nevyhnutne iba orientačné a neúplné. Ich cieľom je poukázať na snahu o čo najdokonalejšie poznanie ľudského genómu a na aplikácie, ktoré môžu mať významný dosah pre ľudskú spoločnosť.

KLONOVANIE

Klonovanie je proces nepohlavného rozmnožovania, pri ktorom dochádza k zmnoženiu biologickej štruktúry (napr. bunky, génu alebo organizmu). Tak môže vzniknúť jedinec s rovnakou genetickou informáciou. Zvyčajne sa rozlišujú dva typy klonovania: reprodukčné (za účelom rozmnožovania) a terapeutické (za účelom liečby).

Reprodukčné klonovanie má za cieľ vytvoriť nového človeka s rovnakou genetickou informáciou v každej bunke, ako má iný živý alebo mŕtvy ľudský jedinec. Tento typ klonovania môže využiť delenie ľudského zárodku. V počiatočných štádiách svojho vývoja každá bunka embrya je totipotentná a keď sa oddelí, môže dať základ pre vznik jedinca. Inou možnosťou je odstránenie jadra z neoplođeného vajíčka a jeho následné nahradenie jadrom inej telovej bunky človeka. Na elektrický alebo chemický podnet sa vajíčko s novým jadrom začne deliť. Za vhodných podmienok by takto mohlo dôjsť až k narodeniu nového jedinca, ktorý by mal tú istú genetickú informáciu ako darca – človek, od ktorého pochádzalo bunkové jadro.¹¹ Inými slovami: takíto jedinci by boli v podstate jednovaječnými dvojčatami, ale vek každého z nich by bol odlišný.

„Terapeutické klonovanie“ má za cieľ vytvoriť určitý typ tkaniva, ktoré by perspektívne mohlo byť využité na liečebné účely. Pozoruje sa veľmi silná tendencia, ktorá sa snaží presadzovať používanie ľudských embryí na „terapeutické klonovanie“, podobne ako pri reprodukčnom klonovaní. Jediný rozdiel medzi nimi je v tom, že pri „terapeutickom klonovaní“ „sa dovoľí“ embryu vývoj iba do určitého obdobia

¹⁰ Porov. A. SERRA, „La rivoluzione genomica“, s. 442.

¹¹ Porov. E. SGRECCIA, „Divieto di clonazione riproduttiva: proposta all'Assemblea Generale dell'ONU“, *Medicina e Morale*, 2001, č. 6, s. 1055–1058.

(asi do 10.–14. dňa). Potom sa z neho odoberú embryonálne kmeňové bunky, ktoré sa môžu deliť na akýkoľvek typ buniek. Usudzuje sa, že po kultivácii týchto buniek v osobitnom výživnom prostredí môžu z týchto buniek vzniknúť rôzne tkanivá a orgány. Tie by sa mohli použiť na transplantáciu u človeka, z ktorého boli odobraté bunky na klonovanie.¹² Ukazuje sa, že tento postup by sa mohol uplatniť pri liečbe chorých na leukémiu, s nádormi a inými vážnymi ochoreniami.

APLIKÁCIE A RIZIKÁ

Ako to už býva pri každom rýchlom napredovaní vedeckého výskumu, aj rýchle spoznávanie ľudského genómu viedlo k veľkým očakávaniam v širokých aplikačných oblastiach. V tomto príspevku aplikačné možnosti zúžime len na oblasť ľudskej medicíny a bližšie si všimneme iba štyri z nich.¹³ Tak si možno lepšie uvedomiť veľkú hodnotu týchto mimoriadnych objavov, ale aj veľké riziká a ľahké zneužitia, ktoré sa už objavujú alebo aj uskutočňujú.

- a) *Identifikácia nositeľov patogénnych génov* je prvou a bezprostrednou aplikáciou. Dnes sa dá relatívne ľahko stanoviť spoľahlivá diagnóza jedinca, ktorý bude „zdravým nositeľom“ nejakého chorobného génu, ale aj jedinca, ktorý, skôr alebo neskôr, bude „postihnutý“ určitou genetickou chorobou, ktorá sa ešte neprejavila. Možno povedať, že každý deň sa zvyšuje počet genetických chorôb, pre ktoré sa diagnóza stane možnou. Stále sa zvyšuje aj počet zmapovaných génov. Diagnóza sa môže urobiť po narodení, pred narodením a tiež aj pred implantáciou. Prenatálna a predimplantačná diagnostika sa, žiaľ, stali nástrojmi silného sociálneho tlaku: neprijímať zodpovednosť za zachovanie pri živote toho jedinca, ktorého „kvalita života“ sa považuje za „nehodnú“ ľudskej osoby. Tak sa otvorila cesta pre selektívny potrat, ktorý je už široko právne uznávaný. Táto situácia však nepredstavuje len riziko zneužitia. Je to v podstate veľký a katastrofálny úpadok medicíny, ktorá sa prepožičala a prepožičiava na odstránenie tých najslabších.¹⁴ Tak sa ničia aj základné hodnoty: popiera sa dôstojnosť toho jedinca, ktorý je slabšie vybavený, ale je tiež „ľudským subjektom“, popiera sa mu základné právo na život.
- b) *Génová liečba somatickou cestou* je druhá aplikácia, ktorou sa intenzívne zaoberajú tisíce výskumných pracovníkov a mnohé farmaceutické podniky. Táto snaha je zameraná na vývoj nových liečebných postupov pri genetických chorobách. Výskumom sa zistilo, že normálne gény možno preniesť do chorých buniek (napr. kostnej drene, fibroblastov, lymfocytov a iných buniek) a tam mohli dobre fungovať. Okolo roku 1991 tak začali prvé klinické pokusy na človeku zamerané na génovú liečbu. Boli orientované na liečbu chorých s nádormi, AIDS

¹² Porov. A. SERRA, „L'embrione umano: Prezioso strumento tecnologico? Dalle cellule staminali embrionali alla clonazione terapeutica“, *La Civiltà Cattolica*, sv. 4, 2001, č. 3636, s. 552–562.

¹³ Syntetickým spôsobom ich prezentujeme podľa A. SERRA, „La rivoluzione genomica“, s. 447–451. Pre dôsledky prehnaneho prístupu ku genetike porov. G. GAMBINO, „Il corpo de-formato tra cultura diagnostica e geneticizzazione della medicina“, *Medicina e Morale*, 2001, č. 3, s. 477–490.

¹⁴ Pre reálne zneužívanie genetických informácií o človeku porov. aj A. SERRA, „L'uomo decodificato“, *La Civiltà Cattolica*, sv. 2, 1997, č. 3524, s. 119–133.

a s dedičnými ochoreniami. Počiatkový optimizmus sa zmenil na odvážne úsilie sprevádzané výzvami k opatrnosti. Poukazuje sa na to, že ku klinickým pokusom by sa malo pristúpiť až po získaní dostatočnej istoty a účinnosti na vhodných zvieracích modeloch. Urobili sa už prvé kroky na skúmanie genoterapie v maternici, avšak zatiaľ sa obmedzili na štúdium živočíšnych modelov.

- c) *Génová liečba cestou pohlavných buniek* je tretia aplikácia, na ktorú sa hľadá so stále väčším záujmom. Prenos génov by sa mal uskutočniť do vajíčok alebo do zygoty alebo do embrya v počiatkových fázach vývoja. Zatiaľ sa to študuje na laboratórnych zvieratách. Rizikom tejto aplikácie by bolo použitie na človeku, voči čomu sa – zatiaľ – pozoruje silný odpor. Mohlo by to totiž smerovať k „vylepšovaniu“ génovej selekcie a k opätovnému vytváraniu „vyššej rasy“ so všetkými negatívnymi dôsledkami.
- d) *„Terapeutické klonovanie“* je štvrtá aplikácia. Na túto možnosť poukázala „výroba“ už známej ovce Dolly z 5. júla 1996. Hrozba pre človeka sa dala predvídať. Strhla sa búrka – so zásahom etických komisií, s moratóriom, s opatreniami na úrovni vlád. Nedospelo sa však k definitívnemu riešeniu. Veda a technológia ďalej napredovali. V r. 1998 J. A. Thomson a spol. ukázali možnosť použitia buniek z ľudských zárodkov, ktoré mali 5–6 dní a týmto sa samozrejme zničili, na získanie „zárodočných kmeňových buniek“. Tak sa naznačila cesta pre „embryonálne klony“ s prípadným prenosom určitých génov a následným „terapeutickým“ použitím.¹⁵ Pod silným nátlakom v auguste 2000 britská vláda otvorila cestu pre „terapeutické klonovanie“. Zneužitie ľudského embrya nie je teda iba rizikom, ale aj skutočnosťou. Ľudský zárodek sa zúžil na „disponovateľný objekt“, ktorý možno patentovať, využiť a zneužiť.

POSTOJE KREŠŤANSKEJ ANTROPOLÓGIE A ETIKY

Stále častejšie sa ozývajú hlasy poukazujúce na nutnosť prijatia etickej charty, ktorá by poukázala na všeobecné a povinné princípy a normy správania. Treba rozlišovať medzi vedeckým výskumom a jeho aplikáciou. Vedecký výskum má byť zásadne orientovaný na pokrok, má sa robiť dovolenými prostriedkami, má byť zameraný na humanistické ciele, teda má slúžiť ľudskej osobe, a nikdy nemôže byť namierený proti nej.¹⁶ Len za takýchto podmienok možno podporovať vedecký výskum. Známkou veľkého pokroku môže byť schopnosť pozitívne ovplyvniť genetický kód ľudského zárodka pre liečbu dedičných chorôb. To isté platí pre rastliny a zvieratá. Odlišná je však úvaha o aplikáciách výskumu. Ovca Dolly a iné výsledky vedú k otázke: Pokiaľ až sa môže rozšíriť oblasť aplikácie?

Krešťanská antropológia a etika zdôrazňujú predovšetkým tri základné princípy, ktoré treba rešpektovať: a) primát ľudskej osoby a jej života, b) organická jednota ekosystému a c) hierarchická stupňovitosť bytostí.

¹⁵ Porov. A. SERRA, „La clonazione umana in prospettiva ‚sapienziale‘“, *La Civiltà Cattolica*, sv. 1, 1998, č. 3544, s. 329–339.

¹⁶ Porov. R. LUCAS LUCAS, *L'uomo, spirito incarnato: Compendio di filosofia dell'uomo*, Milano: Cinisello Balsamo, 1993, 2. vyd. 1997.

- a) *Primát ľudskej osoby a jej života.* Aj pre túto oblasť platí dvojité kritérium pre vzťah medzi prostriedkami a cieľom: nemožno použiť nedovolené prostriedky na to, aby sme dosiahli dobrý cieľ. Ďalej, nemožno sledovať ciele, ktoré by smerovali proti ľudskej osobe, jej životu a integrite. Hodnota ľudskej osoby je základom každej spoločnosti, a teda je základom aj pre každú aplikáciu výsledkov vedeckého výskumu. Na podklade tohto princípu platí: 1. musí byť vylúčené každé ľudské klonovanie. Možnosť „sérieovej“ výroby mužov a žien ako kópií iných, už existujúcich ľudských bytostí nemožno teda nijako prijať. „Terapeutické“ klonovanie predpokladá zničenie života individua, ktoré už začalo svoju existenciu,¹⁷ a tiež ho nemožno akceptovať; 2. rovnako treba vylúčiť každé použitie ľudských jedincov alebo ľudských vajíčok, ktoré by boli kombinované s génmi živočíchov: to, čo je technicky možné, neospravedlňuje aj jeho etické prijatie. V oboch prípadoch (ľudské klonovanie a hybridy ľudských jedincov a živočíchov) by sme boli pred istým druhom možnej „biologickej bomby“:¹⁸ tá by v rukách nezodpovedných vedcov nebola menej nebezpečnou ako „atómová bomba“ v rukách nezodpovedných politikov. Boli by sme aj pred možnou „ekonomickou bombou“, ktorej by sa zmocnili nadnárodné monopoly s využitím geneticky modifikovaných organizmov a ich masívne ovládanie trhu s potravinami. Tri „možné bomby“¹⁹ vzájomne súvisia. Ľudská osoba a jej život nemôžu byť podriadené záujmom a kritériám výlučne ekonomickým. To isté platí aj pre životné prostredie. Inými slovami: každá aplikácia biogenetických techník nie je nikdy iba vedeckou otázkou, ale vždy je aj etickou otázkou.
- b) *Organická jednota ekosystému.* Určitý ekosystém možno zničiť dvojako: zvonka – vytváraním podmienok, ktoré narúšajú vzťah osoba–príroda, až po znemožnenie života na zemi; a znútra – navodením biologickej alebo potravinovej nerovnováhy, ktoré môžu ovplyvniť genetické dedičstvo iných.²⁰ Existujú hranice, ktoré nevyplývajú len z mravného poriadku, ale aj z poriadku prírody. „Boh odpúšťa, príroda neodpúšťa“ – tvrdí základný princíp tradičnej kresťanskej etiky. Ako zaujímavosť možno uviesť množiace sa prípady šialených kráv...
- c) *Hierarchická stupňovitosť bytostí.* V ekosystémoch vidno vzájomnú solidaritu, ktorá sa nemá narúšať. Treba rozlišovať medzi jednotlivými pokusmi za účelom výskumu a medzi zásahmi, ktorými sa ireverzibilne mení genetický kód živočíchov alebo sa vytvoria nové druhy živočíchov s dôsledkami, ktoré pre naše ekosystémy nemožno predvídať. To isté platí aj pre rastliny. Ochrana prirodzenej rovnováhy a biodiverzity sú dobrami, za ktoré sa treba zasadzovať, a nie ich narúšať za účelom obchodu. Logika zisku sa nemôže stať jediným motorom ekonómie: opačne, má prevládať logika spoločného dobra a hodnoty života.²¹

¹⁷ Porov. A. SERRA, „Verso la clonazione dell'uomo? Una nuova frontiera della scienza,“ *La Civiltà Cattolica*, sv. 1, 1998, č. 3543, s. 224–234; porov. aj N. Ford, „L'embrione umano come persona nel magistero cattolico: L'evoluzione del magistero cattolico,“ *Rivista di teologia morale*, roč. 34, 2002, č. 133, s. 77–85.

¹⁸ C. ROCCHETTA, „Genetica: Clonazione e manipolazione,“ in *Dizionario di teologia pastorale sanitaria*, s. 498; porov. aj A. SERRA, „L'embrione umano: Prezioso strumento tecnologico? Dalle cellule staminali embrionali alla clonazione terapeutica,“ *La Civiltà Cattolica*, sv. 4, 2001, č. 3636, s. 562–565.

¹⁹ C. ROCCHETTA, „Genetica: Clonazione e manipolazione,“ in *Dizionario di teologia pastorale sanitaria*, s. 499.

²⁰ Porov. heslo „Fecondazione,“ in *Grande enciclopedia medica Peruzzo*, sv. 3, s. 623–628.

²¹ Porov. C. ROCCHETTA, „Genetica: Clonazione e manipolazione,“ s. 499–500.

ZÁVER

Ian Wilmut býva označovaný aj ako „technický otec ovce Dolly“, ako „druhý stvoriteľ“ a ovca Dolly ako „druhé stvorenie“.²² Človek je pozvaný poznávať a podmaniť si prírodu i celý kozmos, ale s vedomím Božieho spolupracovníka, nie protivníka. Možno preto povedať, že je pozvaný byť „druhým stvoriteľom“. Avšak každý nový krok na tejto ceste by mal dať vedcovi, technológovi a spoločnosti istotu, že to, čo urobil, je „vec dobrá“, ako to bolo v prípade biblického Božieho konštatovania (porov. Gn 1,1–31).

²² A. SERRA, „Dagli OGM vegetali agli animali clonati,“ s. 22; 11; 24.