

Karolina Cynk

**ETYCZNE I SPOŁECZNE KONSEKWENCJE
OSIĄGNIĘĆ NOWOCZESNEJ BIOTECHNOLOGII**

Wydawnictwo
Uniwersytetu Rzeszowskiego
Rzeszów 2013

SPIS TREŚCI

WSTĘP 4

Rozdział I 11

MODYFIKACJE GENETYCZNE ORGANIZMÓW ŻYWYCH 11

Uwagi wstępne 11

1. *Komórka jako układ biologiczny* 11
2. *Struktura cząsteczki DNA, kod genetyczny* 15
3. *Cząsteczka RNA i jej rodzaje* 20
4. *Zasadnicze założenia myśli ewolucyjnej* 22
5. *Inżynieria genetyczna jako technika służąca wyposażaniu 25
organizmów w nowe cechy*
6. *Zastosowanie genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów* 28
7. *Zastosowanie genetycznie zmodyfikowanych roślin* 32

Rozdział II 38

WYBRANE ZAGADNIENIA Z ZAKRESU NAUK O KULTURZE 38

Uwagi wstępne 38

1. *Etyka i moralność* 38
 - 1.1 *Podstawowe pojęcia* 38
 - 1.2 *Utylitaryzm* 44
 - 1.3 *Deontologizm* 49
2. *Podstawowe założenia paradygmatu systemu światowego I. Wallersteina* 58

Rozdział III 63

MORALNA REFLEKSJA NA TEMAT INŻYNIERII GENETYCZNEJ I DZIAŁAŃ
POLEGAJĄCYCH NA WYTWARZANIU TRANSGENICZNYCH ORGANIZMÓW 63

Uwagi wstępne 63

1. *Zastrzeżenia moralne wobec stosowania technik genetycznych* 63
2. *Etyczne implikacje wynikające z tworzenia 70
zmodyfikowanych genetycznie mikroorganizmów* 70
 - 2.1 *Następstwa stosowania insuliny produkowanej przez drobnoustroje* 70
 - 2.2 *Efekty przyjmowania ludzkiego hormonu wzrostu wytwarzanego przez mikroby* 72
 - 2.3 *Skutki wytwarzania genetycznie zmodyfikowanej żywności* 75
 - 2.4 *Następstwa stosowania transgenicznych mikroorganizmów w rolnictwie* 79

2.5 Konsekwencje wykorzystywania drobnoustrojów w ochronie środowiska przyrodniczego 80

3. Konsekwencje wynikające z produkcji roślin transgenicznych 85

3.1 Skutki wytwarzania pomidorów o przedłużonej trwałości 85

3.2 Następstwa uprawiania roślin odpornych na herbicydy i szkodniki 87

3.3 Efekty wytwarzania ryżu o zwiększonej wartości odżywczej 92

3.4 Skutki produkcji szczepionek w roślinach i roślin uprawnych odpornych na stresy środowiskowe 95

Rozdział IV 98

GENETYCZNIE MODYFIKOWANE ORGANIZMY W OPINII SPOŁECZEŃSTWA 98

Uwagi wstępne 98

1. Produkcja roślin transgenicznych na świecie 99

2. Społeczne postrzeganie różnych zastosowań transgenicznych organizmów 103

2.1 Kontekst ogólnoswiatowy 103

2.2 Badania realizowane przez TNS OBOP 105

2.3 Badania zrealizowane przez Martin&Jacob 122

3. Debata publiczna dotycząca inżynierii genetycznej 130

i organizmów transgenicznych 130

WNIOSKI KOŃCOWE 138

BIBLIOGRAFIA 149

WSTĘP

Człowiek od zarania dziejów poprzez swoją społeczną działalność próbował obiektywnie i adekwatnie poznawać rzeczywistość. Podejmowane przez niego w tym celu czynności wynikały z potrzeb opanowania i przekształcania otaczającego go świata. Współcześnie proces ten uwidacznia się w stopniu większym niż kiedykolwiek, przez co stajemy się świadkami przekraczania przez człowieka kolejnych granic. Nie ulega wątpliwości, że wkraczamy w erę, w której ludzkość zdobędzie realne możliwości ingerencji w procesy życiowe i być może będzie chciała poprawić naturę, która wydaje się jej niecałkiem doskonała, a przede wszystkim niezupełnie jej podporządkowana. Problemy te powinny stać się przedmiotem analizy naukowej, dlatego tematem niniejszej książki są: etyczne i społeczne konsekwencje osiągnięć nowoczesnej biotechnologii.

Zgłębienie tej problematyki wymaga wyjaśnienia centralnego zagadnienia, jakim jest biotechnologia. Z metodologicznego punktu widzenia należy odróżnić biotechnologię, jako dyscyplinę akademicką powstałą w czasach współczesnych od biotechnologii, jako najstarszej formy działalności gospodarczej człowieka zapoczątkowanej 10.000-12.000 lat temu, kiedy to zaczęło się udomawianie zwierząt i roślin uprawnych niezależnie w rejonach Bliskiego i Dalekiego Wschodu i w obu Amerykach¹. Rozróżnienie to nie będzie jednak szczególnie w publikacji podkreślane. Terminu biotechnologia (gr. *bios* – życie, *techne* – sztuka, rzemiosło, *logos* – nauka, słowo) po raz pierwszy użył węgierski uczyony K. Ereky na początku XX wieku. Pojęcie to upowszechniło się w latach 80 i 90. Biotechnologia rozumiana jest jako: „interdyscyplinarna dziedzina nauki obejmująca różne kierunki technicznego wykorzystania materiałów i procesów biologicznych”². Mimo że biotechnologia jest odrębną dziedziną nauki, właśnie jej interdyscyplinarny charakter zakłada korzystanie z różnych dyscyplin naukowych: biochemii, biologii, genetyki, immunologii, mikrobiologii, medycyny, nauk inżynierskich, ekonomii, prawa i socjologii. W praktyce biotechnologia sprowadza się do wykorzystania żywych organizmów, w celu uzyskania nowych produktów i innowacyjnych procesów wytwórczych dla poprawienia jakości ludzkiego życia.

¹ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury: inżynieria genetyczna – nauka i etyka*, przeł. J. Fronk, Warszawa 1997, s. 10-11, patrz M. J. Reiss, *Science Education for a Pluralist Society*, Milton Keynes: Open University Press, 1993.

² Z. Otałęga i in. (red.), *Encyklopedia biologiczna. Wszystkie dziedziny nauk przyrodniczych*, t. I, Kraków 1998, s. 379.

Powszechnie biotechnologię dzieli się na: tradycyjną, wykorzystującą do produkcji przemysłowej drobnoustroje, komórki lub całe organizmy roślin i zwierząt bez zmian w materiale genetycznym oraz na nowoczesną, stosującą metody inżynierii genetycznej w celu dostosowania drobnoustrojów lub komórek organizmów posiadających jądro komórkowe do potrzeb produkcyjnych³. Trzeba jednak pamiętać, że podział ten jest płynny. Warto wspomnieć, że istnieją też inne podziały. Przykładowo, zgodnie z przyjętą przez kraje rozwinięte klasyfikacją, wyróżnia się biotechnologię: zieloną, związaną z rolnictwem i przemysłem rolno-przetwórczym; czerwoną, do której zalicza się ochronę zdrowia; białą, która wiąże się z wykorzystywaniem systemów biologicznych w produkcji przemysłowej; niebieską poświęconą ochronie środowiska oraz fioletową, zajmującą się aspektami prawnymi i społecznymi, a także filozoficznymi i etycznymi⁴. Podział ten uwidacznia główne zastosowania współczesnej biotechnologii.

Dla lepszego zrozumienia tej skomplikowanej tematyki należy wyjaśnić, na czym polega inżynieria genetyczna. Ściśle wiąże się ona z nowoczesną biotechnologią, choć jest pojęciem zdecydowanie węższym. „Do inżynierii genetycznej zalicza się każdą zmianę zapisu genetycznego organizmu, będącą rezultatem wprowadzenia materiału genetycznego pochodzącego z innego organizmu albo zsyntetyzowanego sztucznie”⁵. Technika ta oznacza więc tworzenie organizmów o nowych, niewystępujących w naturalnych odpowiednikach, cechach genetycznych. Należy zauważyć, że zabiegi dokonywane za pomocą inżynierii genetycznej określane są też jako: manipulacje genetyczne, modyfikacje genetyczne czy techniki rekombinowanego DNA.

Precyzując dokładniej temat książki należy zaznaczyć, że problematyka, która jest poddana analizie, ograniczona została głównie do okresu trwającego od lat 70. XX wieku do ostatnich odkryć w dziedzinie biotechnologii; jest to okres, na który przypada największy rozwój inżynierii genetycznej. (Nie należy jednak zbyt rygorystycznie traktować niniejszego przedziału czasowego. W publikacji pojawiają się też pewne odniesienia do okresów wcześniejszych.) Jeśli chodzi o ramy przestrzenne, zagadnienie przedstawione zostało w oparciu o wybrane udokumentowane przypadki wykorzystywania nowoczesnych procesów biotechnologicznych z różnych stron świata, głównie Ameryki Północnej w mniejszym natomiast stopniu – Europy Zachodniej. W przypadku zakresu przedmiotowego zaprezentowane zostały wybrane organizmy pochodzące ze świata

³ Tamże.

⁴ T. Twardowski, T. Dąbrowski (red.), *Różne kolory biotechnologii i biogospodarka* [w:] „Kosmos: problemy nauk biologicznych”, t. 56, nr 3-4, Kraków 2007, s. 221.

⁵ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 239.

mikroorganizmów i roślin, które człowiek poddał modyfikacjom genetycznym. Nawiązując z kolei do zakresu treści wspomnianej problematyki, obejmuje on przede wszystkim skutki etyczne, w mniejszym natomiast stopniu – społeczne, ekonomiczne i polityczne. Wiele zagadnień związanych z biotechnologią, które zostały w monografii przedstawione, dotyczą fundamentalnych kwestii światopoglądowych takich jak: istoty życia, losów ludzkości, „naśladowania Boga”, ingerowania w Naturę, a także eksploatacja przyrody czy dystrybucji dóbr.

Z wieloma wynalazkami nowoczesnej biotechnologii, a zarazem skutkami ich wytwarzania ludzie już zaczęli się stykać. W związku z czym wkrótce będą oni też zmuszeni do podejmowania licznych decyzji wiążących się z coraz powszechniejszym wykorzystywaniem inżynierii genetycznej. Z drugiej strony, osoby niebędące ekspertami z zakresu nauk biologicznych, raczej nie uświadamiają sobie, jak duży wpływ na jakość ich życia mogą mieć produkty przemysłu biotechnologicznego i następstwa ich wytwarzania. Skala obserwowanych zjawisk świadczy niewątpliwie o wadze niniejszej problematyki. Podejmowany temat jest niezwykle interesujący tak pod względem poznawczym, jak i praktycznym, dlatego wart jest gruntownej analizy. Należy zdawać sobie sprawę, że dokładne zbadanie wszystkich konsekwencji rozwoju nowoczesnej biotechnologii nie jest możliwe, dlatego ograniczam się jedynie do przedstawienia najważniejszych skutków tego postępu.

Przybliżone już nieco zagadnienie pobudza do formułowania wielu problemów badawczych. Niemniej w książce szczegółowo przeanalizowane zostały tylko te zaprezentowane poniżej:

- Jak pod względem moralnym należy osądzić łamanie przez inżynierię genetyczną przyrodniczych barier między gatunkami?
- W jaki sposób należy porównywać ze sobą zyski i straty, pojawiające się w wyniku rozwoju nowoczesnej biotechnologii?

Mając na uwadze, że problemy te stanowią duże wyzwanie dla etyki, rozważane są one głównie w oparciu o konkretne przykłady – opisanych w pierwszym rozdziale – organizmów genetycznie zmodyfikowanych. Na podstawie tych cząstkowych analiz sformułowane zostały także pewne wnioski ogólne.

Mimo że temat publikacji, a także zaprezentowane powyżej problemy badawcze dają pewne wyobrażenie, o tym jakim celom ma służyć niniejsza publikacja, cele te warto jeszcze sprecyzować.

1. Skromnym zadaniem opracowania jest przede wszystkim przedstawienie najważniejszych zagadnień z obszaru nauk biologicznych – w tym opisanie niektórych metod służących przenoszeniu wybranych genów z gatunków, w których występują naturalnie, do gatunków, w których człowiek chce je umieścić. Zaznajomienie się przynajmniej w niewielkim stopniu z potencjałem nowoczesnej biotechnologii wymaga uzyskania – przez tych, którzy nie zajmują się zawodowo tą i pokrewnymi dziedzinami nauki – pewnego minimalnego poziomu wiedzy o żywych organizmach. Dzięki tym wyjaśnieniom bardziej zrozumiały powinien stać się, zwłaszcza dla humanistów, przedmiot podjętych w monografii badań. Zagadnienia biologiczne zaprezentowane zostały jedynie na takim poziomie szczegółowości, by umożliwiły podjęcie racjonalnych rozważań moralnych na temat wybranych osiągnięć nowoczesnej biotechnologii. Tylko takie łączne wykorzystanie potencjału biologii i etyki pozwala sprostać postawionemu w książce zadaniu.
2. Niektóre metody stosowane w inżynierii genetycznej zostały wyjaśnione przy opisie konkretnych przykładów organizmów, które poddano modyfikacjom genetycznym. Przybliżenie wybranych produktów przemysłu biotechnologicznego pozwala na wyróżnienie charakterystycznych skutków wiążących się z ich powstaniem i użytkowaniem. Etyczne następstwa, przedstawione w jednym z kolejnych rozdziałów, dotyczą wybranych, ściśle określonych produktów. Refleksja nad tymi specyficznymi konsekwencjami jest drugim ważnym celem, pojawiającym się w opracowaniu.
3. Istotnym zadaniem publikacji jest także dokonanie analizy poziomu wiedzy i postaw członków społeczeństwa polskiego odnośnie rozwoju nowoczesnej biotechnologii. W tym celu przeanalizowane zostały dane zaczerpnięte z badań opinii publicznej przeprowadzonych na ogólnopolskiej próbie Polaków oraz na kategorii rolników.
4. Nie mniej ważnym celem jest namysł nad zagadnieniami etycznymi i społecznymi dotyczącymi ogólnie postępu dokonującego się w dziedzinie biotechnologii. Niektóre, wynikające z jej rozwoju koszty, jak i korzyści są już dostrzegalne, dlatego należy poddać je analizie.

Mimo że osiągnięcia naukowe w biotechnologii wyprzedzają często refleksję etyczną, odważnie stara się ona podejmować pojawiające się wyzwania. Rozwój nauk biologicznych stawia przed etyką nowe pytania, ale odpowiedzi na nie zazwyczaj nie są

nowe. Nie tworzy się kolejnych norm, etyka głosi dotychczasowe, dobrze znane normy, z tą tylko różnicą, że odnosi je do nowych problemów⁶. W opracowaniu wykorzystane zostały dwie wybrane teorie etyczne: utilitaryzm, według którego ocena moralna działań ludzkich w zakresie biotechnologii powinna zależeć od oczekiwanych konsekwencji oraz deontologizm, zgodnie z założeniami którego ludzkie czyny należy oceniać nie na podstawie konsekwencji, lecz motywacji. W teorii tej ważną rolę pełni też sam przedmiot czynu, czyli to, do czego zmierza on z samej swojej natury. Zestawiając niniejsze podejścia konieczne jest pewne wyjaśnienie. Stanowiska te są względem siebie przeciwstawne czy wręcz sprzeczne i to z kilku powodów, o których należy w tym miejscu jedynie wspomnieć (ponieważ dokładniej oba podejścia zostały opisane w rozdziale drugim). Po pierwsze, dla deontologisty niedotrzymanie obietnicy jest ewidentnie czymś złym, natomiast dla utilitarysty może być wskazane, jeśli tylko przyniesie ono skutki najlepsze z możliwych. Po drugie, zgodnie z założeniami deontologizmu nie dopuszczalne jest skrzywdzenie choćby jednego niewinnego człowieka nawet, gdyby cała rzesza osób uzyskała tym sposobem znaczne korzyści, z kolei utilitaryzm takie postępowanie jak najbardziej dopuszcza. W końcu konsekwencjoniści za słuszne uznają to, co służy maksymalizacji dobra, deontologisci natomiast, nie definiują w ten sposób słuszności, co więcej oba te pojęcia zazwyczaj utożsamiają. Mimo tych różnic możliwe jest jednak w pewnych przypadkach nadanie utilitaryzmowi postaci deontologizmu i usunięcie w ten sposób panującej między nimi sprzeczności. Można tego dokonać uznając np., że maksymalizacja pożytku jest dobrem samym w sobie, a zatem nie zabieganie o nią jest złem⁷. Pomimo tej ostatniej uwagi utilitaryzm i deontologizm są konkurencyjnymi teoriami, co z kolei nie oznacza, że nie można ich wspólnie wykorzystać w celu chociażby analizy wynalazków biotechnologicznych. Niewątpliwie łącznie pozwalają one spojrzeć na dane kwestie w sposób bardziej wszechstronny – z dwóch odmiennych punktów widzenia. W książce wykorzystana została ponadto jeszcze jedna, socjologiczna teoria, którą jest paradygmat systemu światowego I. Wallersteina tłumaczący zróżnicowanie poziomu rozwoju gospodarczego w skali globu. Teoria ta niekiedy budzi kontrowersje niemniej można ją zastosować do wyjaśnienia pewnych zjawisk czy procesów społecznych, jakie pojawiają się w wyniku rozwoju nowoczesnej biotechnologii.

Zważywszy, że nowe informacje o odkryciach czy wynalazkach w dziedzinie biotechnologii podawane są do publicznej wiadomości praktycznie każdego tygodnia,

⁶ B. Chyrowicz, *Kilka myśli, co nie nowe* [w:] „Tygodnik Powszechny”, nr 28, 2006, s. 1, 5.

⁷ T. Honderich (red.), *Encyklopedia filozofii*, przeł. J. Łoziński, t. I, Poznań 1998, s. 213-214.

należy zdawać sobie sprawę, że niektóre umieszczone w niniejszej książce informacje już w momencie jej ukończenia mogą być nieco zdezaktualizowane. W dodatku stan wiedzy, jaki uzyskano dotychczas w zakresie nowoczesnej biotechnologii, nie można uznać za zadowalający. Liczne źródła podają wiele nieścisłych, a nawet sprzecznych informacji na temat tej dziedziny; jej rozwój prowokuje ponadto do zadawania wielu pytań, na które często nie można jeszcze udzielić satysfakcjonujących odpowiedzi. Toczony przez znawców przedmiotu spór nie dotyczy tylko skutków, jakie rozwój biotechnologii za sobą pociąga, ale także samych faktów. Potrzeba jeszcze wielu lat badań, by ugruntować wiedzę i ograniczyć istniejące na tym polu „obszary niewiedzy”.

Należy zaznaczyć, że opracowanie to powstało w oparciu o liczne źródła zastane. Dokładniej rzecz ujmując posłużono się kilkoma ich rodzajami: publikacjami książkowymi, w których zawarta jest niniejsza problematyka, wybranymi artykułami z czasopism traktujących o biotechnologii i skutkach jej rozwoju, bieżącymi informacjami z tego zakresu znajdującymi się na określonych stronach internetowych, a ponadto socjologicznymi danymi uzyskanymi w ostatnich latach przez TNS OBOP oraz *Martin&Jacob*.

Wszystkie wymienione rodzaje źródeł, w oparciu, o które powstało niniejsze opracowanie, wzajemnie się uzupełniają. Ze względu jednak na ogrom dostępnego materiału dotyczącego biotechnologii należało podjąć się jego selekcji. Głównym kryterium w oparciu, o które dokonany został wybór literatury, stanowiła waga prezentowanych w publikacjach przykładów genetycznie modyfikowanych organizmów, a także obszerność ich opisu. Wykorzystana została zatem ta literatura, w której w możliwie wyczerpujący sposób zostały przedstawione transgeniczne organizmy mogące przynajmniej potencjalnie w znaczący sposób wpłynąć na jakość ludzkiego życia. Nie bez znaczenia był też czas ukazania się danych publikacji; do niniejszego opracowania wybrane zostały jedynie te pozycje książkowe, które pojawiły się na rynku w ciągu ostatnich kilkunastu lat. Taka selekcja miała na celu to, by informacje umieszczone w niniejszej monografii były jak najbardziej aktualne. Należy ponadto zaznaczyć, że w opracowaniu praktycznie całkowicie pominięte zostały kwestie prawne dotyczące wytwarzania i wykorzystywania transgenicznych organizmów. Problematyka ta jest tak rozległa, iż mogłaby z powodzeniem stanowić temat oddzielnej publikacji, a bogata literatura na ten temat zdaje się to przekonanie potwierdzać. Niniejsza książka powstała zatem w oparciu o polską jak i zagraniczną literaturę traktującą głównie o kwestiach etycznych i społecznych wiążących się z rozwojem inżynierii genetycznej. Dokonanie

selekcji materiału było niewątpliwie koniecznością, ale i wyzwaniem, którego założeniem było w końcu także stworzenie opracowania reprezentatywnego dla różnych poglądów. Należało ponadto zmierzyć się z licznymi problemami towarzyszącymi jego powstawaniu, a przy tym uwzględnić naukowe reguły postępowania, by w jak najbardziej rzetelny sposób dokonać analizy konsekwencji wytwarzania niektórych genetycznie zmodyfikowanych organizmów. Mimo wspomnianych trudności, należało podjąć się – w oparciu o materiał źródłowy – rozstrzygnięcia najważniejszych problematycznie kwestii związanych z rozwojem nowoczesnej biotechnologii.

Niniejsza książka składa się z czterech rozdziałów. Część pierwsza zawiera dwa rozdziały, w których przedstawiony został teoretyczny opis problematyki. Rozdział pierwszy obejmuje studia z zakresu biologii molekularnej i ewolucjonizmu, a także wyjaśnienie sposobów produkcji i zastosowań wybranych zmienionych genetycznie mikroorganizmów i roślin. W rozdziale drugim przybliżone zostały wybrane teorie naukowe: utylitaryzm, deontologizm i paradygmat systemu światowego I. Wallersteina. Druga część publikacji dotyczy etycznej refleksji na temat wykorzystywania innowacyjnych procesów biotechnologicznych. Rozdział trzeci zawiera zatem rozważania moralne nad inżynierią genetyczną i czynami prowadzącymi do produkcji niektórych transgenicznych organizmów. W rozdziale czwartym przeprowadzona została analiza danych udostępnionych przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie, a zgromadzonych przez TNS OBOP oraz analiza danych z badań przeprowadzonych przez *Martin&Jacob*, a zleconych przez Polską Federację Biotechnologii. Zaprezentowane zostały ponadto kwestie związane z prowadzeniem debaty publicznej oraz informowaniem i edukowaniem społeczeństwa w zakresie organizmów genetycznie modyfikowanych. Natomiast wnioski końcowe zawierają ogólny bilans etyczny wszystkich czynów przedstawionych w książce, a także rozważania dotyczące szans nowoczesnej biotechnologii na ograniczenie jednego z problemów globalnych, którym jest zjawisko głodu na świecie.

Rozdział I

MODYFIKACJE GENETYCZNE ORGANIZMÓW ŻYWYCH

Uwagi wstępne

Zanim zostaną przedstawione wielorakie konsekwencje, jakie powoduje rozwój nowoczesnej biotechnologii, należy zapoznać się z pewnymi wybranymi kwestiami z zakresu biologii – najogólniej mówiąc – nauki o organizmach żywych, zajmującej się przejawami życia, pochodzeniem istot żywych, a także ich rozwojem osobniczym i rodowym⁸. W niniejszym rozdziale przybliżone zostały ponadto niektóre genetycznie modyfikowane produkty oraz metody ich powstawania; na ich podstawie w dalszej części książki dokonana została odpowiednia refleksja etyczna.

Opis i wyjaśnienie tych kwestii jest działaniem koniecznym, gdyż o ile o sposobie wytwarzania transgenicznych organizmów można mówić nie odwołując się do etyki, o tyle rozważania moralne – dotyczące działań polegających na wytwarzaniu produktów genetycznie modyfikowanych (GM) – nie sposób podjąć bez zapoznania się z biologicznymi i technologicznymi uwarunkowaniami tych procesów.

1. Komórka jako układ biologiczny

Wszystkie organizmy żywe zamieszkujące Ziemię zbudowane są z komórek i ich wytworów. Komórka (łac. *cellula*) stanowi podstawową jednostkę strukturalną i funkcjonalną organizmu zdolną do samodzielnego wykonywania funkcji życiowych. Jedynie wirusy, choć dysponują własną informacją genetyczną, nie mają budowy komórkowej, mogą one egzystować jedynie w komórkach istot żyjących, przez co są po prostu ich pasożytami.

Wszystkie komórki tworzące współcześnie istniejące organizmy odznaczają się pewnymi wspólnymi cechami. Należy w tym przypadku wspomnieć m. in. o

⁸ Z. Otałęga i in. (red.), *Encyklopedia biologiczna. Wszystkie dziedziny nauk przyrodniczych*, t. I, Kraków 1998, s. 361.

podobieństwie w: strukturze informacji genetycznej i wspólnym kodzie genetycznym oraz mechanizmie syntezy białka⁹.

Komórki występujące we wszystkich istotach żywych można podzielić, zgodnie z kryterium lokalizacji i struktury materiału genetycznego, na dwa podstawowe typy¹⁰:

1. Komórki prokariotyczne; istnieją w przyrodzie jako samodzielne, głównie jednokomórkowe organizmy – bakterie i sinice. Charakteryzują się prostą budową. Każda komórka prokariotyczna zbudowana jest z substancji zwanej cytoplazmą, obejmuje ona przy tym błonę komórkową, która oddziela wnętrze komórki od środowiska zewnętrznego. Cytoplazma od zewnątrz otoczona jest ponadto ścianą komórkową. Materiał genetyczny w komórkach prokariotycznych zwany jest genoforem¹¹ i występuje on w postaci pojedynczej, kolistej cząsteczki DNA (która szerzej opisana została w następnym podrozdziale).
2. Komórki eukariotyczne są podstawowymi jednostkami strukturalnymi i funkcjonalnymi wszystkich organizmów wielokomórkowych, ale także nielicznych jednokomórkowych. Najważniejszą strukturą wewnątrzkomórkową komórek eukariotycznych jest występujące jądro komórkowe, które jest nośnikiem informacji genetycznej. Dla potrzeb niniejszej publikacji należy przynajmniej skrótkowo przedstawić dwie główne kategorie komórek:
 - Komórki zwierzęce (w tym człowieka); charakterystyczna jest w ich przypadku występująca cienka błona komórkowa, która reguluje przenikanie substancji do i z wnętrza komórki. W wyspecjalizowanych typach komórek zwierzęcych istnieje wiele struktur specyficznych tylko dla nich. Nie ma jednak konieczności przybliżać tych szczegółowych informacji.
 - Komórki roślinne poza błoną komórkową otoczone są dodatkowo od zewnątrz ścianą komórkową, różniącą się jednak strukturą i składem chemicznym od ścian komórek prokariotycznych. W przypadku roślin jest to ściana celulozowa – gruba, sztywna, nadająca kształt komórkom. Rośliny posiadają też pewne wyspecjalizowane komórki charakterystyczne tylko dla

⁹ M. Kosińska (red.), *Biologia: spojrzenie na życie i biosferę. Encyklopedia PWN*, Warszawa 2002, s. 57-58.

¹⁰ Nazwy pochodzą z greckiego słowa oznaczającego jądro oraz z przedrostków „przed” i „właściwy”.

¹¹ Genofor zamiast cząsteczki DNA może zawierać cząsteczkę RNA. W RNA informację genetyczną przechowują chociażby niektóre typy wirusów.

nich; są nimi tzw. plastydy zawierające m. in. liczne barwniki (np. zielony barwnik – chlorofil)¹².

Ze względu na to, że w książce nieco szerzej zostały zaprezentowane organizmy wielokomórkowe niż jednokomórkowe, należy je jeszcze w tym miejscu dokładniej przedstawić. Jak już zostało wspomniane, zbudowane są one głównie z komórek eukariotycznych. Jądro komórkowe tych komórek wypełnione jest w znacznej części włóknistą substancją zwaną chromatyną. Zbudowana jest ona z: DNA, RNA i białek. Właśnie w DNA chromatyny zawarta jest, wspomniana wyżej, niemal cała informacja genetyczna komórki. W czasie podziału komórki chromatyna występuje w postaci tzw. chromosomów (gr. *chroma* – barwa, kolor, *soma* – ciało). Liczba chromosomów, ich wielkość i kształt są dla danego gatunku charakterystyczne i stałe. Ich układ jest odtwarzany w wyniku replikacji (procesu powielania) DNA przed każdym podziałem jądra i komórki¹³.

Zanim zostanie opisana struktura cząsteczki DNA należy zdać sobie sprawę, że określa ona budowę wszystkich białek wytwarzanych w komórce. W tym miejscu warto dokładniej przybliżyć ów produkt genu (odcinka DNA), niezbędny do funkcjonowania żywych komórek. W języku angielskim białka określane są jako *proteins*; nazwa ta pochodzi od greckiego *proteios* i oznacza – pierwszy, najważniejszy. W warunkach ziemskich białko jest podstawą życia, jest właśnie najważniejszym składnikiem wszystkich organizmów żywych, a nawet wirusów. Białka stanowią bardzo dużą, skomplikowaną i zróżnicowaną grupę związków chemicznych występujących w komórce. Są cząsteczkami utworzonymi z mniejszych jednostek – aminokwasów, a te z kolei z atomów węgla, wodoru, tlenu i azotu. W skład białka wchodzi 20 podstawowych aminokwasów, które mogą w drodze reakcji chemicznych łączyć się w niezliczone kombinacje; dając w rezultacie ogromne zróżnicowanie substancji ostatecznej¹⁴. Cząsteczki białka określonego typu mają jednak zawsze takie samo specyficzne dla siebie ułożenie elementów składowych. Aminokwasy, łącząc się kolejno silnymi wiązaniami chemicznymi, tworzą liniowy łańcuch polipeptydowy. Sekwencję tę określa się jako pierwszorzędową strukturę białka. Przestrzenny fragment łańcucha polipeptydowego najczęściej przybierający wygląd helisy lub harmonijki tworzy z kolei strukturę drugorzędową. Gdy struktura drugorzędowa zostaje pofałdowana w bardziej złożone kształty, powstaje trzeciorzędowa struktura białka.

¹² W. Baturó (red.), *Biologia. Encyklopedia szkolna PWN*, Warszawa 2002, s. 301.

¹³ Tamże, s. 101.

¹⁴ W. Twardosz (red.), *Wielka encyklopedia zdrowia*, t. II, Poznań 2002, s. 66-67.

Istnieje też możliwość dalszych połączeń cząsteczek, co w efekcie daje strukturę czwartorzędową, jednak nie wszystkie białka ją posiadają. Kształt każdej cząsteczki jest dokładnie dostosowany do funkcji, której ona służy.

Białka dzieli się według ich składu, na dwa główne rodzaje: proste – zbudowane wyłącznie z aminokwasów oraz złożone, które oprócz aminokwasów zawierają jeszcze inne składniki organiczne i nieorganiczne¹⁵. Białka odgrywają w organizmie wiele ważnych ról. Mogą być enzymami, czyli biologicznymi katalizatorami regulującymi (substancjami, przyspieszającymi lub spowalniającymi) wszystkie niezbędne dla życia reakcje chemiczne. Białkami są także liczne hormony, czyli substancje regulujące procesy metaboliczne. Wiele ich rodzajów jest elementem budulcowym, często o bardzo specjalnych właściwościach. Białka zapewniają też ochronę immunologiczną (odporność), poza tym procesy naprawy uszkodzonych tkanek są również zależne od białek. W pewnych sytuacjach, takich jak zwiększone zapotrzebowanie na energię, białko może być jej źródłem, choć wartość energetyczna białka jest niewielka w porównaniu z tłuszczami czy cukrami. Nie należy zapominać, że białkami są też śmiertelne toksyny bakteryjne, a ponadto niektóre z nich decydują o zjadliwości szczepów wirusowych¹⁶. Powyższe przykłady zdają się potwierdzać zasadność twierdzenia F. Engelsa, że: „życie jest formą istnienia białka”¹⁷. Mimo iż nie jest to pełna charakterystyka życia, bez owych cząsteczek nic w świecie żywym nie może się wydarzyć. Każda komórka zawiera tysiące białek, które – można powiedzieć – „stanowią komórkową maszynę życia”. Białka są też w końcu tymi produktami, dla pozyskania których rozwija się dziś znaczna część przemysłu biotechnologicznego. W tym przypadku pojawia się jednak pewien dylemat moralny, wiążący się z aktywnym wpływem człowieka na wytwarzanie białek. Dotychczas produkcja tych cząsteczek była zarezerwowana wyłącznie dla przyrody. W erze inżynierii genetycznej gatunek ludzki posiadał jednak zdolność świadomego kontrolowania tego procesu poprzez dostarczenie żywym organizmom odpowiedniej „instrukcji”, wskazującej, jakie i w jaki sposób białko mają produkować. Tym sposobem rozwój wiedzy biologicznej przyczynił się do lepszego poznania świata przyrody, ale i do większej ingerencji w Naturę.

¹⁵ L. Hryniewiecka, *Biologia: jedność i różnorodność*, Warszawa 2008, s. 52-54.

¹⁶ W. Twardosz (red.), *Wielka encyklopedia zdrowia*, dz. cyt., s. 68.

¹⁷ H. Żakowska-Henzler, *Wynalazek biotechnologiczny: przedmiot patentu*, Warszawa 2006, s. 35.

2. Struktura cząsteczki DNA, kod genetyczny

Jak już zostało wspomniane, o funkcjach i wyglądzie komórek oraz całych organizmów decydują przede wszystkim białka. Informacja o ich budowie zapisana jest w cząsteczce zwanej DNA, jest ona nośnikiem instrukcji genetycznej. O tym jak ważna jest to cząsteczka może dodatkowo świadczyć fakt, że odkrycie jej budowy przestrzennej umożliwiło w dużym stopniu rozwój nowoczesnej biotechnologii.

DNA jest skróconą nazwą pochodzącą od ang. *deoxyribonucleic acid* oznaczającą kwas deoksyrybonukleinowy. Badania przeprowadzone w Wielkiej Brytanii przez naukowców: F. Cricka, R. Franklina, J. Watsona i M. Wilkinsa doprowadziły w 1953 roku do zaproponowania przez dwóch z tych badaczy – Amerykanina J. Watsona i Anglika F. Cricka modelu trójwymiarowej struktury cząsteczki DNA – „chemicznego wzoru na życie”. Doszli oni do wniosku, że cząsteczka ta musi przypominać kształtem dwa bardzo długie, oplecione wokół siebie „korkociągi”¹⁸. Budowa takiej cząsteczki nazywa się podwójną helisą lub podwójnym heliksem¹⁹. DNA chromosomów organizmów prokariotycznych i eukariotycznych występuje zawsze w postaci dwóch łańcuchów skręconych helikoidalnie dookoła siebie. Pojedyncze łańcuchy jako forma trwała DNA występują jedynie u niektórych wirusów.

Budowa DNA jest stosunkowo prosta. W jego skład wchodzi podstawowe jednostki, które zwane są nukleotydami. Te z kolei składają się z następujących elementów:

1. cząsteczki cukru, którym jest deoksyryboza,
2. zasady azotowej dołączonej z jednej strony do sacharydu (cukru),
3. reszty kwasu fosforowego przyłączonej z drugiej strony deoksyrybozy. (Za charakter kwasowy DNA odpowiedzialne są właśnie reszty fosforanowe.)²⁰

Rodzaj składników kwasu deoksyrybonukleinowego i sposób ich wzajemnego powiązania w łańcuchach są jednakowe we wszystkich organizmach. W podwójnej helisie DNA nici występują naprzeciw siebie. Każdy z dwóch łańcuchów zawiera część „szkieletową”, zbudowaną z połączonych ze sobą naprzemian cząsteczek cukru i reszt kwasu fosforowego – ten fragment cząsteczki jest identyczny u wszystkich istot żywych i

¹⁸ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury: inżynieria genetyczna – nauka i etyka*, przeł. J. Fronk, Warszawa 1997, s. 21.

¹⁹ W języku potocznym używane jest często pojęcie „podwójna spirala” na określenie owej helisy, nie jest ono jednak poprawne, ponieważ spirala jest niepodobną do heliksu, płaską figurą geometryczną.

²⁰ M. Kosińska (red.), *Biologia...*, dz. cyt., s. 65.

w związku z tym nie ma wpływu na określanie ich właściwości genetycznych. W skład nici wchodzi ponadto wspomniane już zasady azotowe. W DNA występują cztery takie zasady: adenina (określana symbolicznie literą A), guanina (oznaczona literą G), cytozyna (jej symbolem jest C) i tymina (skrótowo określana jako T).

W cząsteczkach DNA liczne nukleotydy łączą się w długie łańcuchy. Nici te mogą być bardzo różnej długości i składać się z tysięcy czy nawet milionów połączonych ze sobą nukleotydów. W łańcuchu DNA między cząsteczką cukru deoksyrybozy jednego nukleotydu i cząsteczką kwasu fosforowego oraz między tą cząsteczką kwasu fosforowego a cząsteczką deoksyrybozy drugiego nukleotydu występują dość silne i trudne do zerwania wiązania chemiczne. Takie łańcuchy nukleotydowe tworzące sztywną oś wraz z zasadami azotowymi zwane są łańcuchami polinukleotydowymi. W podwójnej helisie rdzeń cukrowo-fosforanowy stanowi jej zewnętrzną część, natomiast zasady azotowe są skierowane do wnętrza i tworzą wiązania wodorowe między łańcuchami. Połączenia te są słabe i łatwe do zerwania, inaczej niż w przypadku wiązań nukleotydów w pojedynczym łańcuchu²¹. W nici DNA zmianie ulegają jedynie zasady azotowe i właśnie w sekwencji zasad obydwu łańcuchów jest zakodowana informacja genetyczna.

Podstawową regułą struktury helisy jest fakt, że jeśli w jednej nici DNA znajduje się adenina to zawsze naprzeciw, w drugiej nici występuje tymina, z kolei naprzeciw cytozyny położona jest guanina i analogicznie tam, gdzie w jednym łańcuchu występuje tymina, w drugim znajduje się adenina, a naprzeciwko guaniny usytuowana jest cytozyna. Innymi słowy, cechą zasad jest to, że łączą się one w pary. W ten sposób kolejność ułożenia zasad w jednej nici DNA automatycznie wyznacza ich kolejność w drugiej nici. Jeśli przykładowo na jednym łańcuchu znajduje się sekwencja:

...CGGGAATGTACGC... to zasadom tym w drugim łańcuchu będą odpowiadać: ...GCCCTTACATGCG... Adenina z tyminą łączą się zawsze dwoma wiązaniami, natomiast cytozyna z guaniną – trzema. O takich dwóch niciach tworzących cząsteczkę DNA mówi się, że są wzajemnie komplementarne. Można też powiedzieć, że adenina i tymina tworzą jedną parę komplementarnych zasad, a guanina z cytozyną – drugą. Para, jaką tworzą dzięki geometrii swoich cząsteczek zasady, doskonale wpasowuje się w odległości między cukrowo-fosforanowymi sztywnymi bokami obu nici DNA, tworząc w ten sposób stabilny układ²².

²¹ W. Czechowski i in., *Biologia*, Warszawa 1992, s. 376-377.

²² L. Hryniewiecka, *Biologia...*, dz. cyt., s. 42.

W podwójnej helisie ilość adeniny i guaniny musi równać się ilości tyminy i cytozyny. W pojedynczej nici DNA cztery zasady wchodzące w skład nukleotydów mogą występować w zupełnie dowolnej kolejności i dowolnie ze sobą sąsiadować. W DNA pochodzącym z różnych gatunków stosunek ilościowy, np. par zasad GC i AT może być bardzo różny. Ilość możliwych odrębnych zapisów genetycznych w DNA w postaci długich szeregów przeróżnie ułożonych obok siebie czterech rodzajów nukleotydów jest prawie nieograniczona²³.

Zgodnie z zasadą komplementarności informacja genetyczna zawarta w DNA może być powielana w procesie zwanym replikacją (kopiowaniem) DNA. Polega on na syntezie dwóch kompletnych dwuniciowych helis z jednej wyjściowej cząsteczki DNA; aby pełnić funkcję matrycy, dwie nici DNA muszą być najpierw rozplecione i występować w postaci pojedynczych łańcuchów. Podstawową zasadą replikacji jest to, że nici rodzicielskiej cząsteczki DNA nie mogą rozplątać się całkowicie, rozdzielają się one jedynie na krótkim odcinku. W miarę upływu czasu miejsce rozdzielenia przesuwa się wzdłuż cząsteczki DNA, aż cały łańcuch zostanie zsyntetyzowany. Należy pamiętać, że przy każdym kolejnym kopiowaniu potomne dwuniciowe helisy zawierają jedną nić starą i jedną na nowo zsyntetyzowaną.

Replikacja jest złożonym procesem, w którym uczestniczą liczne białka. Wykształcony w toku ewolucji mechanizm kopiowania DNA zapewnia organizmom stabilność genetyczną. Istotna jest w tym przypadku niezwykła precyzja aparatu replikacji, a także aktywność dużej grupy białek, które sprawdzają gotowy produkt i dokonują korekty pomyłek, zdarzających się niekiedy podczas tego procesu²⁴. Ostatecznie dwa identyczne podwójne heliksy DNA zostają rozdzielone do komórek potomnych. Replikacja DNA poprzedza zawsze podział komórkowy i jest podstawą zjawiska dziedziczności.

Cechą charakterystyczną systemów biologicznych jest to, że wykorzystują one dwa „języki” chemiczne. Jeden z nich jest zapisany w postaci kolejnych aminokwasów, drugi to właśnie informacja zakodowana w sekwencji nukleotydów. Sposób, w jaki w budowie DNA zapisywany jest porządek aminokwasów w białku nazwano kodem genetycznym. Znane są następujące cechy kodu genetycznego; jest on:

1. Trójkowy, to znaczy, że każdy aminokwas jest kodowany przez trzy leżące obok siebie nukleotydy. Trójka taka nazywa się kodonem (trypletem), np. ciąg AAA czyli Adenina-Adenina-Adenina koduje aminokwas – lizynę (tab. 1). Z istniejących

²³ W. Czechowski i in., *Biologia*, dz. cyt., s. 380.

²⁴ L. Hryniewiecka, *Biologia...*, dz. cyt., s. 42-43, 45, 47.

czterech różnych nukleotydów można ułożyć 64 wszelkiego typu trójelementowe kombinacje ($4^3 = 64$). W białkach występuje 20 różnych aminokwasów, a zatem 64 kodony w zupełności wystarczają do ich zapisania. Trójka jest najmniejszą liczbą nukleotydów, których kombinacje umożliwiają kodowanie wszystkich aminokwasów występujących w białkach²⁵.

Należy pamiętać, że nazwa kodon odnosi się zarówno do trójki nukleotydowej w DNA, jak i w mRNA (różne rodzaje RNA przedstawiono w dalszej części rozdziału). Kod genetyczny jest odczytywany bezpośrednio właśnie z mRNA, poszczególne kodony zapisuje się najczęściej w takiej postaci, jak wyglądają one w mRNA, a nie w DNA. W tym miejscu wystarczy wspomnieć, że różnica między kwasami nukleinowymi (wielkocząsteczkowymi związkami organicznymi) polega na tym, że w RNA zamiast zasady – tyminy (T) znajdującej się w DNA, występuje uracyl (U)²⁶.

2. Jednoznaczny, ponieważ jedna określona trójka nukleotydów koduje zawsze tylko jeden konkretny rodzaj aminokwasu np. GCU koduje wyłącznie alaninę.
3. Zdegenerowany, istnieje możliwość kodowania jednego aminokwasu przez więcej niż jeden kodon np. arginina jest kodowana przez sześć różnych kodonów (CGU, CGC, CGA, CGG, AGG, AGA). W ten sposób wykorzystywane są kodony nadliczbowe. Ta cecha kodu nie wpływa na jego jednoznaczność, niezmiennie jedna trójka odpowiada wyłącznie jednemu aminokwasowi.
4. Bezprzecinkowy, trójki kodujące poszczególne aminokwasy są ułożone jedna za drugą bez żadnych znaków przystankowych i przerw, bez dodatkowych nukleotydów między poszczególnymi kodonami np. UUUGGG.
5. Niezachodzący, poszczególne kodony, odpowiedzialne za dane usytuowanie aminokwasów w białku, nie zachodzą na siebie, to znaczy, że żaden nukleotyd pierwszej trójki nie wchodzi w skład drugiej, a ten z kolei nie jest częścią następną.
6. Kolinearny (liniowy) oznacza, że sekwencja trójek w cząsteczce mRNA odpowiada dokładnie kolejności aminokwasów w białkach. Tym samym ułożenie nukleotydów określa rodzaj aminokwasów w białkach.
7. Uniwersalny, kod genetyczny powstał ponad bilion lat temu i z niewielkimi zmianami został zaadaptowany w tej samej formie przez wszystkie organizmy

²⁵ Tamże, s. 168.

²⁶ Tamże, s. 166-167.

żywe. U różnych organizmów, niezależnie od tego czy jest to bakteria czy człowiek, określona trójka nukleotydów koduje zawsze ten sam aminokwas²⁷.

Tab. 1. Tabela kodu genetycznego (kodony mRNA)²⁸

		Druga pozycja kodonu					
		U	C	A	G		
Pierwsza pozycja kodonu	U	fenyloalanina (UUU)	seryna (UCU)	tyrozyna (UAU)	cysteina (UGU)	U	Trzecia pozycja kodonu
		fenyloalanina (UUC)	seryna (UCC)	tyrozyna (UAC)	cysteina (UGC)	C	
		leucyna (UUA)	seryna (UCA)	STOP (UAA)	STOP (UGA)	A	
		leucyna (UUG)	seryna (UCG)	STOP (UAG)	tryptofan (UGG)	G	
	C	leucyna (CUU)	prolina (CCU)	histydyna (CAU)	arginina (CGU)	U	
		leucyna (CUC)	prolina (CCC)	histydyna (CAC)	arginina (CGC)	C	
		leucyna (CUA)	prolina (CCA)	glutamina (CAA)	arginina (CGA)	A	
		leucyna (CUG)	prolina (CCG)	glutamina (CAG)	arginina (CGG)	G	
	A	izoleucyna (AUU)	treonina (ACU)	asparagina (AAU)	seryna (AGU)	U	
		izoleucyna (AUC)	treonina (ACC)	asparagina (AAC)	seryna (AGC)	C	
		izoleucyna (AUA)	treonina (ACA)	lizyna (AAA)	arginina (AGA)	A	
		metionina/START (AUG)	treonina (ACG)	lizyna (AAG)	arginina (AGG)	G	
	G	walina (GUU)	alanina (GCU)	kw. asparaginowy (GAU)	glicyna (GGU)	U	
		walina (GUC)	alanina (GCC)	kw. asparaginowy (GAC)	glicyna (GGC)	C	
		walina (GUA)	alanina (GCA)	kw. glutaminowy (GAA)	glicyna (GGA)	A	
		walina (GUG)	alanina (GCG)	kw. glutaminowy (GAG)	glicyna (GGG)	G	

W komórce może być syntetyzowanych tyle odrębnych łańcuchów polipeptydowych, ile w mRNA jest odrębnych genów kodujących te białka. Trzy specjalne kodony: UAA, UAG i UGA są sygnałami kończącymi syntezę białka. Określa się je jako tzw. kodony STOP lub kodony nonsensowne, ponieważ nie kodują żadnego aminokwasu. Z kolei szyfrujący metioninę kodon AUG jest trójką, od której zawsze rozpoczyna się synteza białka i określany jest jako kodon START.

Kod genetyczny nie działa samodzielnie. Jest on elementem wielostronnego, wysoce zorganizowanego, systemu informacji. Poznanie zasad kodowania jest potrzebne

²⁷ Tamże, s. 168.

²⁸ J. Bal (red.), *Biologia molekularna w medycynie: elementy genetyki klinicznej*, Warszawa 2006, s. 28.

do zrozumienia podstawowych zjawisk genetycznych i sposobów przekazu informacji. Na tej wiedzy bazuje właśnie nowoczesna biotechnologia.

3. Cząsteczka RNA i jej rodzaje

W procesie syntezy białek u różnych organizmów bardzo ważną rolę odgrywa drugi kwas nukleinowy zwany kwasem rybonukleinowym. Określany jest on skrótem RNA, pochodzącym od angielskiego wyrażenia *ribonucleic acid*. RNA bierze udział w odczytywaniu informacji genetycznej zawartej w DNA. Struktura kwasu rybonukleinowego jest bardzo zbliżona do budowy DNA. Podobnie cząsteczka RNA składa się z nukleotydów połączonych wiązaniami chemicznymi. Niemniej między RNA a DNA występują pewne różnice. W nukleotydach budujących cząsteczki kwasu rybonukleinowego zamiast cukru deoksyrybozy, występuje inny cukier – ryboza. RNA jest także łańcuchem złożonym z czterech rodzajów nukleotydów z tym, że w cząsteczce tej, jak już było wspomniane, w miejscu tyminy (T) występuje inna bardzo podobna do tyminy, zasada azotowa – uracyl (U). Pozostałe zasady azotowe nie ulegają w RNA zmianie i są to: adenina, guanina i cytozyna²⁹. Kwas rybonukleinowy nie replikuje się w sposób analogiczny jak DNA. Łańcuch polinukleotydowy RNA nie buduje podwójnego heliksu z DNA, ale zostaje on od niego odłączony i tworzy odrębną jednołańcuchową cząsteczkę. Nic RNA jest syntetyzowana w jądrach komórkowych na matrycy DNA podczas procesu enzymatycznego. Dobór poszczególnych nukleotydów w nowej nici RNA zależy od kolejności występowania odpowiednich nukleotydów w łańcuchu matrycowym DNA, np. naprzeciw nukleotydu zawierającego zasadę G w nici DNA, specjalny enzym wbudowuje w łańcuch RNA nukleotyd z zasadą C, a więc tak samo, jak w syntezie łańcucha DNA. Jedynie, gdy w matrycy DNA znajduje się nukleotyd z adeniną, enzym przyłącza nukleotyd z uracylem. Łańcuch RNA jest zatem komplementarny w stosunku do nici DNA³⁰.

Wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje cząsteczek RNA, z których każdy odgrywa istotną rolę w procesie syntezy białek, są nimi:

1. Matrycowy czyli informacyjny RNA (jego skrót to mRNA). Liniowa cząsteczka matrycowego RNA (jak i pozostałych rodzajów kwasu rybonukleinowego) powstaje w wyniku tzw. transkrypcji odpowiednich genów. Zawiera ona

²⁹ L. Hryniewiecka, *Biologia...*, dz. cyt., s. 47.

³⁰ W. Czechowski i in., *Biologia*, dz. cyt., s. 385.

informację o syntezie różnych białek w komórkach. Utworzona w jądrze komórkowym cząsteczka mRNA jest przenoszona do cytoplazmy komórki. Tam rozpoznawana jest przez specjalne struktury tzw. rybosomy, które przyłączają się do określonego końca cząsteczki mRNA. Tym samym do rybosomu zostaje dołączona informacja w postaci sekwencji nukleotydów w mRNA, o kolejności łączenia aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym. Cząsteczka ta pełni funkcję matrycy, według której syntetyzowane są białka w procesie zwanym translacją (ang. *translation* – tłumaczenie).

2. Transportujący RNA (skrót tRNA). Cząsteczka ta zajmuje się dopasowywaniem aminokwasów do określonych kodonów mRNA. Mimo że jest ona małą cząsteczką, posiada skomplikowaną budowę. Jej kształt pozwala z jednej strony na wyeksponowanie trójki nukleotydów, nazwanej antykodonem, której zadaniem jest odszukanie komplementarnego kodonu w mRNA. Z drugiej zaś strony, przy udziale specyficznych enzymów, pozwala on na przyłączenie określonego aminokwasu do tRNA. Cząsteczki tRNA połączone z aminokwasami spełniają rolę transporterów doprowadzających aminokwasy do rybosomów, w których syntetyzowane są łańcuchy polipeptydowe białek.
3. Rybosomowy RNA (skrót rRNA). Rybosomowy RNA, jak sama nazwa wskazuje, wchodzi w skład rybosomów. Razem z różnymi białkami zajmuje on ściśle określone położenie, tworząc odpowiednią do funkcji rybosomu, strukturę, którą jest pełnienie roli ośrodka syntezy białek w komórkach³¹.

Łatwo zauważyć, że proces syntezy białek jest bardzo złożony. Dzieli się on na dwa zasadnicze etapy. Najpierw informacja genetyczna zapisana w postaci sekwencji nukleotydów genu kodującego białko, jest przepisana, czyli transkrybowana na cząsteczkę mRNA. Następnie, w procesie translacji informacja ta zostaje przetłumaczona z sekwencji nukleotydów w mRNA na sekwencję aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym.

Po zakończeniu obu procesów, białka są transportowane do różnych struktur komórkowych. Wyprodukowane polipeptydy muszą jeszcze przyjąć odpowiednią strukturę przestrzenną; jest to o tyle ważne, że niektóre z nich tylko w formie zwiniętej mogą pełnić swoje funkcje. Komórka posiada też pewną właściwość, która pozwala jej regulować syntezę różnych białek. W ten sposób wykorzystuje ona wybiórczo informacje o

³¹ Tamże, s. 386-387.

możliwości syntezy tysięcy różnych polipeptydów, produkując tylko te łańcuchy białkowe, które w danym momencie są dla niej konieczne³².

4. Zasadnicze założenia myśli ewolucyjnej

Pojedyncze organizmy przychodzą na świat, ale nieuchronnie, prędzej czy później z niego odchodzą, natomiast tym, co pozostaje i jest przekazywane dalej, jest ich informacja genetyczna. Z perspektywy genetycznej geny trwają wraz z organizmami, które są po prostu chwilowymi „naczyniami”, przenoszącymi genotypy. Warto zatem na wstępie tego podrozdziału przybliżyć skrótowo rozłożenie genów w populacji.

Populacją określa się grupę osobników jednego gatunku występującą na danym obszarze. Pojawia się tu jednocześnie drugi ważny termin, który należy dokładnie wyjaśnić, a mianowicie pojęcie gatunku. Nie udało się, jak dotąd, sformułować jednoznacznej, niebudzącej wątpliwości definicji tego terminu. Niemniej można przyjąć, że gatunek (łac. *species* wywodzi się od czasownika *specere* – widzieć) „jest to w najogólniejszym pojęciu zbiór wszystkich osobników charakteryzujących się podobną budową i jednakowym przebiegiem funkcji życiowych oraz zdolnością do krzyżowania się w warunkach naturalnych wyłącznie między sobą i wydawania potomstwa zdolnego do dalszego rozrodu”³³.

Każdy gatunek jest zatem odizolowany reprodukcyjnie od innych populacji. Między osobnikami należącymi do różnych gatunków istnieją różne bariery, które nie pozwalają im swobodnie się krzyżować (niemniej nie zawsze są one w pełni skuteczne). Można wyróżnić następujące mechanizmy izolacji międzygatunkowej:

1. Różne populacje często zasiedlają ten sam obszar, ale zajmują one odmienne siedliska; jest to tzw. bariera środowiskowa.
2. Okresy kwitnienia lub kojarzenia mogą być przesunięte względem siebie w rytmie dobowym lub w większym okresie czasu; istnieje więc izolacja sezonowa.
3. Występują różne zachowania przy kojarzeniu się par; jest to tzw. bariera płciowa.
4. Kształty genitaliów lub kwiatów nie odpowiadają sobie, pojawia się zatem izolacja mechaniczna.

³² Tamże, s. 389.

³³ Tamże, s. 41. Jest to najszerzej akceptowana koncepcja gatunku, niemniej posiada ona pewne ograniczenie: nie obejmuje gatunków rozmnażających się bezpłciowo – osobniki, które je tworzą, nie krzyżują się.

5. Nie dochodzi do połączenia gamet; w takim przypadku występuje bariera gametyczna.
6. W przypadku, gdy jednak dojdzie do złączenia gamet, zygota mieszańcowa może mieć zmniejszoną wartość przystosowawczą, co czasem kończy się jej obumarciem.
7. Pokolenie mieszańców może być nieplodne, inaczej mówiąc może wystąpić tzw. sterylność mieszańców.
8. Nawet gdy zdarzy się, że pierwsze pokolenie mieszańcowe ma wysoką wartość przystosowawczą, system genetyczny może rozpaść się w drugim pokoleniu³⁴.

Należy nadmienić, że wymienione bariery, dla inżynierii genetycznej w zasadzie nie istnieją, by jednak lepiej zrozumieć tę technikę należy odwołać się do teorii ewolucji, z dorobku której nowoczesna biotechnologia wiele czerpie.

Termin ewolucja (łac. *evolutio* – rozwinięcie) zmieniał w historii swoje znaczenie. Kiedy został on wprowadzony do biologii, oznaczał rozwój osobniczy. Współcześnie pod pojęciem ewolucji rozumie się dowolną, genetycznie uwarunkowaną i dziedziczną zmianę w czasie, jednej lub wielu cech w danej populacji organizmów.

Podwaliny pod naukę dotyczącą ewolucji organizmów położył K. R. Darwin. Punktem wyjścia teorii tego angielskiego przyrodnika było stwierdzenie, że świat ożywiony charakteryzuje zmienność w czasie i przestrzeni. Oznacza to, że nie spotyka się osobników tego samego gatunku, które byłyby identyczne. Owa indywidualna zmienność, którą wykazują organizmy, jest przypadkowa i bezkierunkowa, może być dla nich zatem korzystna bądź szkodliwa. Zmienność osobników była zdaniem K. R. Darwina wynikiem działania warunków życiowych, które wpływają na organizmy. Dokładniej rzecz ujmując zmienność może być wywołana warunkami środowiska lub drobnymi zmianami zachodzącymi w samych organizmach. Przyrodnik uważał, że indywidualna zmienność osobników przekazywana jest potomstwu przez rodziców. Drobne zmiany mogły kumulować się w kolejnych pokoleniach, prowadząc w ten sposób do pojawienia się form coraz lepiej przystosowanych do określonych warunków³⁵.

K. R. Darwin spostrzegł, że w naturze liczebność potomstwa zawsze przewyższa liczebność organizmów rodzicielskich. Liczba żadnych roślin czy zwierząt gwałtownie się jednak nie powiększa. Przyrodnik doszedł zatem do wniosku, że w przyrodzie muszą

³⁴ D. Sperlich, *Genetyka populacji*, przeł. B. Łapiński, Warszawa 1977, s. 202. Jest to podział mechanizmów izolacji wg T. Dobzhansky'ego – amerykańskiego genetyka pochodzenia rosyjskiego.

³⁵ W. Czechowski i in., *Biologia*, dz. cyt., s. 413.

istnieć mechanizmy regulujące liczebność gatunków. Wszystkie nadliczbowe osobniki według K. R. Darwina muszą padać ofiarą najprzeróżniejszych czynników, np. katastrof, głodu, drapieżników, chorób czy zimy. Tym samym żaden narodzony osobnik nie ma gwarancji, że przetrwa – przeciwnie, niemal każdy zginie, zanim zdoła wydać na świat swoje potomstwo³⁶. „Przeżycie najlepiej przystosowanego” K. R. Darwin nazwał doborem naturalnym. Należy podkreślić, iż dobór naturalny oznacza, że pozostają przy życiu i wydają potomstwo osobniki najlepiej przystosowane, ale niekoniecznie wszystkie. Działanie doboru naturalnego jest jednak zawsze takie samo – w populacjach gatunku utrwalone zostają cechy korzystne w określonych warunkach środowiskowych.

K. R. Darwin zauważył, że podobnie jak hodowca wybiera spośród potomstwa tylko te osobniki, które uzna za szczególnie pożądane, tak też przyroda selekcjonuje wszystkie rodzące się osobniki, odrzucając w każdym pokoleniu ogromną większość z nich. Pierwszy przypadek przyrodnik nazwał doborem sztucznym, ponieważ polega on na dokonywaniu zabiegów selekcyjnych przez człowieka-hodowcę. Dobór naturalny natomiast działa „na ślepo” i nie planuje efektów swych działań. Paradoksalnie, jednak zwiększa to tylko jego skuteczność. Hodowca wie, czego chce, i wybiera tylko te cechy, które go interesują, z kolei doborowi naturalnemu podlegają wszystkie, nawet najdrobniejsze cechy organizmu.

Opisując zagadnienie doboru naturalnego trzeba w końcu pamiętać, że jest on procesem zwiększającym częstość występowania korzystnych genotypów, a silnie ograniczającym niekorzystne. Niekiedy przyjmuje się, że dobór rozgrywa się w istocie rzeczy między genami, a nie ich posiadaczami. Nawiązuje do tego kontrowersyjna koncepcja „samolubnego genu”, angielskiego biologa ewolucjonisty R. Dawkinsa.

Darwinowski dobór naturalny został zaadaptowany także na płaszczyźnie socjobiologii chociażby za sprawą E. O. Wilsona. Zazwyczaj socjobiologowie traktują wszystkie zachowania organizmów, a więc również zachowania i życie społeczne, jako cechy powstałe pod wpływem doboru naturalnego.

Ewolucjonizm zajmuje się także procesem powstawania gatunków. Innymi słowy proces ten zachodzi wtedy, gdy gatunek macierzysty dzieli się na dwa (lub więcej) gatunki potomne, czyli gdy ulega rozbićciu jakaś wyjściowa pula genowa. Gatunek stanowi najtrwalszy etap przemian ewolucyjnych, ponieważ przy względnej stałości środowiska, trwa on na ogół przez długi okres. Tempo tworzenia się nowych gatunków jest różne, gdy

³⁶ L. Hryniewiecka, *Biologia...*, dz. cyt., s. 789-790.

jednak już powstaną, ulegają przemianom, a następnie wymierają. Zanikanie gatunków jest procesem ciągłym i nieuchronnym. Raz wymarły gatunek, zgodnie z zasadą nieodwracalności ewolucji, nigdy już nie może powrócić w identycznej formie. Niemniej, ewolucja nie musi prowadzić do powstawania nowych gatunków. W długim przedziale czasowym przebieg ewolucji nie jest możliwy do przewidzenia, z uwagi na mnogość wpływających na niego czynników losowych. W tym sensie ewolucja donikąd nie podąża.

Ewolucjonizm jest obecnie nauką w pełnym rozkwicie, warto przy tym zauważyć, że tzw. scenariusze ewolucyjne nie mogą być dokładnie testowane, gdyż wydarzenia ewolucyjne są niepowtarzalne. Gdyby dzieje Ziemi powtórzyć przy tych samych warunkach wyjściowych to świat prawdopodobnie wyglądałby zupełnie inaczej, a zamieszkujące go gatunki nie przypominałyby dzisiejszych.

5. Inżynieria genetyczna jako technika służąca wyposażaniu organizmów w nowe cechy

Przedstawione zagadnienia z zakresu nauk biologicznych nie należą do tematyki prostej. Niemniej, należało przybliżyć pewne fundamentalne kwestie dotyczące biologii molekularnej i teorii ewolucji, by lepiej zrozumieć kolejne części niniejszego opracowania. Po zrealizowaniu tego zadania można przystąpić do prezentacji wytwarzania niektórych organizmów genetycznie modyfikowanych (GMO). Jako pierwszy w książce opisany zostanie proces produkcji organizmów najprostszyc, jakimi są transgeniczne drobnoustroje, a następnie bardziej złożonych, czyli roślin o zmienionym przez człowieka składzie genetycznym.

Na wstępie należy przypomnieć, że rozwój inżynierii genetycznej (techniki powszechnie stosowanej w nowoczesnej biotechnologii) spowodował, że zniknęły bariery uniemożliwiające dowolne krzyżowanie się istot żywych należących do różnych gatunków. Dzięki tej technice możliwe jest swobodne przenoszenie genów w zasadzie między wszystkimi organizmami.

Nasuwa się podstawowe pytanie: Jak metodami inżynierii genetycznej sprawić, by dany organizm wytwarzał białko, w naturze produkowane przez osobniki innego gatunku? Pamiętając, że organizmem takim może być np. bakteria, roślina uprawna, czy zwierzę hodowlane; reguła postępowania w takim przypadku polega na:

1. rozpoznaniu genu, kodującego interesujący badacza polipeptyd,

2. przeniesieniu tego genu z gatunku, w którym występuje naturalnie, do gatunku, w którym uczonego chce go umieścić³⁷.

Etap pierwszy jest bardziej skomplikowany niż można sądzić, ze względu na ilość istniejących w przyrodzie genów. Jedną z metod identyfikacji genu, który koduje interesujące badacza białko polega na przyłączeniu tzw. sondy, czyli krótkiego, oznaczonego barwnikiem fluorescencyjnym, fragmentu DNA do komplementarnego genu w chromosomie. Tak powstały preparat ogląda się następnie pod odpowiednim mikroskopem w celu zlokalizowania właściwego odcinka kwasu nukleinowego³⁸.

Druga faza procesu, a mianowicie przeniesienie rozpoznanego genu do innego organizmu, może przebiegać na różne sposoby.

- Jedną z metod polega na elektroporacji. Komórki, które planuje się przetransformować, zanurza się w roztworze odpowiedniego DNA i poddaje krótkotrwałemu działaniu silnego pola elektrycznego³⁹. Pole elektryczne uszkadza strukturę błony komórkowej i pozwala na przeniknięcie cząsteczek DNA z roztworu do wnętrza komórki.
- Wprowadzić DNA do komórek roślin można też poprzez mocne wstrząśnięcie zawiesiną zawierającą: komórki, roztwór obcego DNA i kryształki prostego związku chemicznego. Kryształki te naruszają ścianę komórkową, DNA wnika do wnętrza komórki przez powstałe uszkodzenia, i tym samym pojawia się szansa, że połączy się on z DNA chromosomów.
- Najczęściej przenoszenia genów dokonuje się jednak przez bezpośrednie wprowadzenie DNA do komórek organizmu-biorcy. Metodę tę, często nazywa się transformacją. Jednym z jej rodzajów jest precyzyjne wstrzykiwanie roztworu DNA bezpośrednio do jądra komórkowego, przy użyciu mikrostrzykawki i niezwykle cienkiej szklanej igły.
- Drugą formą transformacji jest umieszczenie DNA w komórkach za pomocą „wstrzelenia” go specjalnym działkiem, tzw. strzelbą lub armatką genową. Najpierw DNA należy zmieszać z drobinami metalu, a następnie z wielką siłą wyrzucić tę mieszaninę w kierunku komórek, które mają być poddane

³⁷ J. Newell, *W roli Stwórcy? Dokąd zmierza inżynieria genetyczna*, tłum. A. Bartoszek-Pączkowska, M. Bontemps-Gracz, Warszawa 1997, s. 117.

³⁸ J. Małuszyńska, *Zobaczyć gen, chromosom i genom – czyli badania cytogenetyki molekularnej* [w:] „Nauka”, nr 4, 2007, s. 108.

³⁹ Do ok. 10.000 V/cm.

transformacji. Metalowe mikropociski przebijają ścianę i błonę komórkową, a wraz z nimi do wnętrza komórki przedostają się cząsteczki DNA⁴⁰.

Nie są to jednak wszystkie sposoby przenoszenia informacji genetycznej. Możliwe jest także wprowadzenie interesującego badacza genu najpierw do tzw. wektora (cząsteczka ta posiada zdolność włączania i przenoszenia określonego DNA między organizmami; może nią być wirus, komórka bakterii, albo cząsteczka DNA plazmidu), którym następnie infekuje się komórki docelowego biorcy. Proces z zastosowaniem wektora składa się z trzech etapów:

- uzyskania pożądanego odcinka DNA z materiału genetycznego dawcy,
- wprowadzenia go do wektora,
- umieszczenia wektora, niosącego w sobie DNA dawcy, w komórkach biorcy w taki sposób, by wprowadzony DNA przeszedł z wektora do komórki biorcy⁴¹.

Warto posłużyć się pewnym przykładem dotyczącym syntezy ludzkiej insuliny⁴² w komórkach bakterii. Po otrzymaniu ludzkiego genu kodującego insulinę wprowadza się go do plazmidu bakteryjnego. Taki plazmid staje się wektorem. Zabieg łączenia dwóch cząsteczek DNA nosi nazwę rekombinacji *in vitro* (po łacinie *in vitro* oznacza „w szkle” i odnosi się do wszystkich procesów o charakterze biologicznym, zachodzących w sztucznych warunkach, a nie w nienaruszonym organizmie). Następnie ów wektor umieszczony zostaje w komórkach bakterii, w których się rozmnaża i kieruje syntezą ludzkiej insuliny⁴³.

Wektorem może też być cały organizm jak np. mikrob *Agrobacterium tumefaciens*. Naturalnie występuje on w glebie; posiada zdolność zarażania licznych gatunków roślin, co skutkuje wystąpieniem u nich rakowatych narośli. Istnieją też zmutowane formy tej bakterii, które także są w stanie wprowadzać własną informację genetyczną do DNA zainfekowanych komórek roślin, lecz nie powodują powstawania narośli. Tę własność plazmidu wykorzystuje się w inżynierii genetycznej w następujący sposób:

- interesujący badacza gen umieszcza się we wspomnianym plazmidzie i taki zrekombinowany plazmid wprowadza się do bakterii *Agrobacterium tumefaciens*,

⁴⁰ W. Lewiński, *Genetyka: książka pomocnicza dla kandydatów na akademie medyczne i uniwersyteckie wydziału biologii*, Rumia 2001, s. 203.

⁴¹ Tamże, s. 202-203.

⁴² W tym miejscu wystarczy jedynie wyjaśnić, że jest to hormon wydzielany przez trzustkę, regulujący poziom cukru we krwi.

⁴³ R. E. Cape, *Molecular Biology Is Finally Being Exploited – Let Us Count Some Ways* [w:] “Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology” (1999) 22, s. 451.

- roślinę, którą badacz chce poddać modyfikacji genetycznej, zakaża się bakterią zawierającą plazmid, który wbudowuje się do DNA rośliny, a wraz z nim – także obcy gen. Otrzymana tym sposobem roślina, zawiera w swoim materiale genetycznym nowy gen⁴⁴.

W tym przypadku wektorem była bakteria, niemniej jako wektory można także wykorzystać wirusy. Analizując chociażby tzw. retrowirusy okazuje się, że w ich przypadku potrzebny jest jeden dodatkowy etap: synteza DNA komplementarnego do wirusowego RNA w procesie odwrotnej transkrypcji. Niniejsza metoda ma jednak swoje ograniczenia, a mianowicie retrowirusy zakażają tylko intensywnie dzielące się komórki, a nie komórki już nie dzielące się. Innym problemem jest nieumiejętność kierowania wprowadzanych genów w konkretne miejsce chromosomu. Często gen, wstawiony w niewłaściwe miejsce, w ogóle nie funkcjonuje albo funkcjonuje znacznie słabiej niż w miejscu, w którym normalnie jest położony. Co gorsza, niekiedy zdarza się, że DNA retrowirusa ulega wbudowaniu w środek jakiegoś konkretnego genu, zaburzając jego działanie.

Możliwe jest też wykorzystywanie adenowirusów, które wprowadzają kopie konkretnego genu do danej komórki organizmu, ale nie wbudowują swojego DNA do chromosomu tej komórki. Z jednej strony, nie sprawia to kłopotu z niewłaściwym miejscem wbudowania wprowadzonego genu do chromosomów. Z drugiej jednak strony w czasie podziału komórki nowy gen nie namnaża się, a zatem nie jest przekazywany komórkom potomnym. Kiedy stransformowana komórka obumrze – jednocześnie zginie wprowadzony gen⁴⁵.

Należy jednak wyraźnie podkreślić, że przedstawione powyżej opisy są bardzo uproszczone, a postęp w tej dziedzinie jest bardzo szybki, co sprawia, że mogą już istnieć nowe metody przenoszenia genów.

6. Zastosowanie genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów

Po zaprezentowaniu sposobów dokonywania modyfikacji genetycznych na żywych organizmach można przejść do przedstawienia konkretnych przykładów istot, które – za pomocą inżynierii genetycznej – zostały poddane przekształceniom. Do niniejszego jak i

⁴⁴ P. C. Winter, G. I. Hickey, H. L. Fletcher, *Genetyka: krótkie wykłady*, przekł. W. Prus-Głowacki i in., Warszawa 2004, s. 408-409.

⁴⁵ W. Kofta, *Podstawy inżynierii genetycznej*, Warszawa 1997, s. 72-73.

następnego podrozdziału wybrane zostały te „biotechnologiczne produkty”, które mają potencjalnie największe szanse zaspokoić, coraz bardziej wygórowane, ludzkie potrzeby. Na początku opisane zostaną najprostsze organizmy, które zostały wprzęgnięte w biotechnologiczne procesy produkcji – są nimi mikroorganizmy. Mikroorganizmy (mikroby, drobnoustroje) to organizmy o mikroskopijnej wielkości, do których należą wszystkie bakterie, pierwotniaki, wirusy, jednokomórkowe glony oraz niektóre grzyby (w tym drożdże). Wiele z nich jest pożytecznych dla człowieka, ale nie brak też takich, które są dla niego szkodliwe. Bez nich nie mógłby istnieć zamknięty obieg materii w przyrodzie i wszelkie życie musiałoby zagać⁴⁶.

Jednym z głównych produktów, obracającego wielkim kapitałem przemysłu biotechnologicznego, są bakterie zamienione w „fabryki”. Zostają one obdarzone nowymi, bardzo cennymi genami, które np. są w stanie wytwarzać białka ludzkie na potrzeby przemysłu farmaceutycznego. Mogłoby się wydawać, że manipulacje genetyczne dotyczące bakterii czy wirusów nie powinny wywoływać kontrowersji natury etycznej, okazuje się jednak, że w rzeczywistości jest zupełnie inaczej.

Wśród niezliczonych przykładów substancji produkowanych przez modyfikowane genetycznie mikroby jest ludzka insulina – lek stosowany w walce z cukrzycą. Jednym z rodzajów choroby jest cukrzyca insulinozależna (cukrzyca typu I), określana także cukrzycą młodzieńczą, która związana jest z zaburzeniami wytwarzania insuliny⁴⁷.

Insulina (łac. *insula* – wyspa) jest hormonem⁴⁸ wytwarzanym przez wyspecjalizowane komórki trzustki. Po zjedzeniu posiłku bogatego w cukry, trzustka wykrywa podwyższone stężenie glukozy we krwi i – u ludzi zdrowych – reaguje na ten wzrost zwiększając intensywność wydzielania insuliny. Chorzy na cukrzycę insulinozależną wytwarzają zbyt mało hormonu, lub nie produkują go wcale. Prowadzi to do silnych wahań w poziomie cukru we krwi, a to powoduje wiele zaburzeń w funkcjonowaniu organizmu⁴⁹.

Zanim pojawiła się inżynieria genetyczna insulinę uzyskiwano z dwóch źródeł – trzustek świń i bydła. Bydło wytwarza insulinę bydlęcą, świnie – świńską. Insulina bydlęca różni się od ludzkiej trzema aminokwasami, świńska – tylko jednym. Obecnie stosuje się kilka różnych sposobów produkcji tego leku, z użyciem bakterii lub drożdży (jeden z nich

⁴⁶ W. Baturó (red.), *Biologia...*, dz. cyt., s. 137.

⁴⁷ K. B. Hanneman i in. (red.), *Wielki poradnik medyczny: choroby i dolegliwości: rozpoznawanie, leczenie konwencjonalne i naturalne*, przekł. A. Michajlik i in., Warszawa 2005, s. 272-273.

⁴⁸ Mianem hormonu określa się związek chemiczny wytwarzany przez żywe organizmy (lub syntetycznie), regulujący procesy życiowe.

⁴⁹ W. Hingst, *Bomba zegarowa: geny*, przeł. D. Łyżnik, Warszawa 1995, s. 214-215.

został opisany na stronie 27). Wytwarzana za pomocą inżynierii genetycznej insulina jest pod względem chemicznym identyczna z insuliną ludzką.

Innym, produkowanym za pomocą technik genetycznych białkiem jest hormon wzrostu. Wytwarza go gruczoł leżący u podstawy mózgu, zwany przysadką mózgową. Czasem w dzieciństwie organizm wytwarza zbyt małą ilość hormonu, co skutkuje bardzo niskim wzrostem.

Przed erą inżynierii genetycznej procedura otrzymywania hormonu wzrostu z przysadek polegała na pobieraniu go ze zwłok lub usuniętych płodów. Tym sposobem można jednak było otrzymać hormon w bardzo małych ilościach. Z pojawieniem się inżynierii genetycznej sytuacja uległa ogromnej poprawie. Hormon ten jest białkiem, wystarczyło więc wyizolować gen, odpowiedzialny za jego wytwarzanie i wprowadzić go do laboratoryjnego szczepu bakterii, by w ten sposób uzyskać dowolne ilości preparatu. Tak otrzymywany lek jest stosowany przez trzy grupy ludzi: dzieci, zagrożone karłowatością przysadkową, które nie leczone osiągnęłyby wzrost ok. 120 cm; dzieci, które bez leczenia urosłyby do ok. 150 cm oraz sportowców. Można by sądzić, że jest to idealny przykład nie budzący wątpliwości zastosowania inżynierii genetycznej. Okazuje się jednak, że prawda jest o wiele bardziej złożona⁵⁰.

Poddane manipulacjom genetycznym drobnoustroje znajdują zastosowanie w wytwarzaniu także wielu innych produktów. Warto wspomnieć chociażby o bydlęcym hormonie wzrostu nazywanym w skrócie BST⁵¹, który naturalnie wytwarzany jest przez bydło domowe. U mlecznej krowy BST kieruje wykorzystaniem substancji odżywczych zawartych w pokarmie do wytwarzania mleka i wzrostu krowy. Ze względu na tę właściwość stwierdzono, że wstrzykiwanie dodatkowego BST mogłoby zwiększyć mleczność krów. Postanowiono więc wyprodukować ten hormon metodami inżynierii genetycznej, przez wprowadzenie odpowiedniego genu bydlęcego do popularnej bakterii. BST otrzymane za pomocą tej techniki określić można skrótem igBST⁵². W tym miejscu chciałam tylko zasygnalizować o możliwości tworzenia takiego produktu.

Kolejnym sposobem wykorzystania technik genetycznych może być użycie mikroobów do zwalczania szkodników owadzych. Zastosowanie zmodyfikowanych

⁵⁰ R. E. Cape, *Molecular Biology Is Finally Being Exploited – Let Us Count Some Ways* [w:] “Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology” (1999) 22, s. 451, 453.

⁵¹ BST jest skrótem od nazwy – bydlęca somatotropina.

⁵² Skróót ten nie jest jednak powszechnie stosowany w polskim piśmiennictwie. Inny skrót z jakim można się spotkać to BGH (ang. *Bovine Growth Hormone* – hormon wzrostu bydła).

genetycznie drobnoustrojów nie polega jednak w tym przypadku na wstrzykiwaniu jakiejś substancji pojedynczym osobnikom, jak we wszystkich wcześniejszych przykładach.

W skali globalnej od około 1/3 do połowy całej produkcji rolniczej zostaje zniszczone przez szkodniki i choroby. Walczyć z nimi można m. in. za pomocą metod biologicznych. Naturalnie od dziesięcioleci do ochrony plonów stosuje się tzw. bakulowirusy – wirusy atakujące owady. Jednym z mankamentów stosowania tych mikroobów jest jednak powolność ich działania. Dla poprawienia skuteczności tej biologicznej metody wykorzystano więc inżynierię genetyczną. Modyfikacja bakulowirusów polegała na wprowadzeniu do nich genu ze skorpiona, kierującego produkcją toksyny zabójczej dla owadów.

Zmodyfikowane genetycznie bakterie mogą być wykorzystywane także w powiązaniem z rolnictwem obszarze środowiska naturalnego. Poprawa jego jakości, która zarazem podnosi standard życia ludzkiego, jest zatem kolejną płaszczyzną, na której nowoczesna biotechnologia znajduje zastosowanie.

Do wykrywania zanieczyszczeń i monitorowania skażeń wykorzystuje się np. biosensory. Większość biosensorów to połączenia urządzeń biologicznych i elektronicznych, często zbudowanych na mikrochipie⁵³. Biosensoryami mikrobiologicznymi są mikroorganizmy, które wchodzi w reakcję z substancją badaną. Skonstruowano np. takie bakterie, które przy kontakcie z zanieczyszczoną substancją zaczynają emitować światło. Stworzono je przez wprowadzenie genu bioluminescencji bakteriom bytującym w ściekach. Luminescencja jest światłem, które wytwarza np. robaczek świętojański. Według niektórych dyskusyjnie jest, czy tego typu manipulacja genetyczna przysłuży się ochronie środowiska. Nikt nie jest w stanie określić, czy te bakterie, stworzone ludzką ręką i wypuszczone do środowiska naturalnego nie spowodują więcej szkody niż pożytku. „Wzmocnione” mikroby po wymknięciu się na wolność mogłyby spowodować nieodwracalną katastrofę w ekosystemie⁵⁴.

Transgeniczne drobnoustroje mogą w jeszcze inny sposób przyczynić się do zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego. Warto przytoczyć tu, chociażby przeprowadzone przez pewną grupę naukowców, badania dotyczące żyjących na Antarktydzie bakterii zwanych zimnolubnymi, o których wiadomo, że mogą przeżyć,

⁵³ Ogólnie chip (w tym przypadku biochip) stanowi płytkę o bokach np. 1 cm.

⁵⁴ European Commission; European Research Area; Food, Agriculture&Fisheries&Biotechnology, EUR 24473 – *A decade of EU – funded GMO research (2001-2010)*, European Commission Directorate – General for Research Communication Unit B-1049 Brussels, Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2010, s. 82-84.

żyć się i mnożyć nawet w temperaturze znacznie poniżej 0°C. Celem badań było zastosowanie tych bakterii, albo ich zaadaptowanych do niskiej temperatury enzymów umieszczonych w innych bakteriach, do usuwania zanieczyszczeń spowodowanych ropą naftową z takich rejonów, jak Alaska, gdzie rurociągi i szyby wiertnicze pracują w temperaturze arktycznej.

Kolejne procesy biotechnologiczne, o których należy przy tej okazji wspomnieć, pozwalają pozyskiwać metale ze ścieków. Niektóre bakterie są w stanie składować metale na powłoce zewnętrznej lub wprost w swoim wnętrzu. Ich zdolność magazynowania jest zadziwiająco duża. Wykazano np., że zwykle drożdże piwne oraz pewne inne grzyby absorbują ze ścieków uran, przyłączając go do swych ścianek komórkowych. Pytanie, co pcha bakterie do popelniania tego rodzaju samobójstwa, jest niezasadne. Równie dobrze można zapytać, co popycha człowieka do magazynowania w organizmie ołowiu, rtęci, kadmu czy radioaktywnego cezu. Natura (na razie) nie jest w stanie odróżnić substancji trujących od nietrujących⁵⁵.

Mikroorganizmy pracują dla człowieka także pod ziemią – jako „górnicy”, wypłukując metale z ubogich złóż i hałd poprodukcyjnych. Obecnie bakterie te stosuje się w celu pozyskiwania miedzi i uranu, ale są one w stanie wypłukiwać także: żelazo, cynk, ołów, kobalt czy nikiel. W przypadku „biokopalni” naczelnym zadaniem biotechnologów jest przyspieszenie procesu ługowania (wypłukiwania) metali i podnoszenie odporności bakterii na ich toksyczność. Prowadzone badania mają niewątpliwie duże znaczenie gospodarcze⁵⁶.

Analiza najważniejszych następstw wynikających z wytwarzania i wykorzystywania zmienionych genetycznie drobnoustrojów – które zostały w tym podrozdziale opisane – zamieszczona została w dalszej części książki.

7. Zastosowanie genetycznie zmodyfikowanych roślin

Rozpowszechnienie inżynierii genetycznej zaczęło w szybkim tempie rewolucjonizować także uprawy roślin na świecie. Z tego też względu warto przedstawić wybrane przykłady tych transgenicznych odmian.

Człowiek uprawia powszechnie kilkaset gatunków roślin, odżywia się natomiast kilkudziesięcioma. Jedną z takich roślin uprawnych, chętnie spożywaną przez człowieka

⁵⁵ W. Hingst, *Bomba zegarowa...*, dz. cyt., s. 273-274.

⁵⁶ Tamże, s. 273.

jest pomidor. Jednakże zdaniem coraz większej liczby osób współcześnie uprawiane pomidory często są niesmaczne i mało „mięsiste”. Główną przyczyną takiego stanu rzeczy jest zbieranie pomidorów zanim dojrzeją. Dzięki temu możliwy jest ich transport z terenów, gdzie są uprawiane, do miejsca sprzedaży bez ryzyka uszkodzenia. Takie postępowanie wpływa jednak na smak, który zależy głównie od tego, jak długo pomidory dojrzewają na krzaku. Jeśli zrywa się owoce, które są jeszcze zielone, to nie uzyskują one pełni aromatu.

Inną konsekwencją zbierania niedojrzałych pomidorów jest konieczność poddania ich działaniu etylenu przed wystawieniem do sprzedaży. Etylen jest naturalnie wytwarzaną gazową substancją chemiczną (hormonem roślinnym), regulującą procesy rozwojowe roślin. Odpowiada on m. in. za dojrzewanie pomidorów na krzaku.

Z tego powodu bardzo pożądane stało się wyhodowanie pomidorów nadających się do zbioru w stanie dojrzałym, które smakowałyby lepiej i byłyby jędrniejsze. Nie wymagałyby wówczas stosowania etylenu i być może byłyby nawet tańsze, gdyż uniknięto by strat związanych ze zbieraniem owoców całkowicie niedojrzałych. W 1994 roku po raz pierwszy pojawił się na rynku w Stanach Zjednoczonych zmodyfikowany genetycznie pomidor o wspomnianych właściwościach. Odmiana ta nosiła nazwę *Flavr Savr*⁵⁷. (To zestawienie słów może oznaczać: „zbawca smaku” lub „smak, aromat”.)

Starając się zrozumieć mechanizm produkcji tych transgenicznych pomidorów, należy pamiętać, że różne białka syntetyzowane w owocu tej rośliny, w tym wszystkie enzymy, stanowią realizację informacji zapisanej w DNA. Kwas deoksyrybonukleinowy doprowadza do syntezy matrycowego RNA. W rybosomach mRNA kieruje syntezą białka, dla którego pierwotny zapis zawarty był w odpowiednim genie. Człowiek jest w stanie skłonić komórkę do wytworzenia cząsteczki – która zwana jest antysensownym RNA⁵⁸ – wiążącej się w specyficzny sposób z mRNA będącym kopią konkretnego genu, w rezultacie czego mRNA nie może kierować syntezą białka, zapisanego w tym genie. Efekt jest taki sam, jakby gen został usunięty z DNA komórki⁵⁹.

Zastosowana technika antysensownego RNA polegała na poznaniu kolejności zasad w DNA kodującym pewien enzym odpowiedzialny za mięknięcie pomidora. Następnie dokonano zsyntetyzowania (w laboratorium) kawałka cząsteczki niosącej odpowiednią informację genetyczną. Po uzyskaniu genu komplementarnego do genu odpowiedzialnego

⁵⁷ Odmianę pomidora *Flavr-Savr* opracowała firma Calgene (przejęta później przez koncern Monsanto).

⁵⁸ Jak nazwa wskazuje, przenosi on sztuczną „bezsensowną” informację i „odwołuje” informację zawartą w naturalnym genie.

⁵⁹ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 133-134.

za syntezę enzymu, wstawiono go do DNA komórki. Cały proces odbywał się za pomocą promotora (specjalnego odcinka kwasu deoksyrybonukleinowego) przyłączonego do końca wstawionego genu. Promotor sprawił, że leżący bezpośrednio za nim odcinek DNA był wykorzystany do syntezy mRNA, a nie pozostał nieaktywny. W zmodyfikowanych komórkach powstał nie tylko mRNA z genu enzymu, ale także mRNA z wstawionego genu komplementarnego. Ten pierwszy określono mianem sensownego mRNA (był to normalny informacyjny RNA), a mRNA zsyntetyzowany ze wstawionego komplementarnego genu, był wspomnianym antysensownym RNA o „przeciwniej” kolejności zasad, niż mRNA sensowny. Wytworzone dwa rodzaje mRNA doskonale pasowały do siebie. Dopasowanie to uniemożliwiło dostęp tRNA i w konsekwencji nie pozwoliło na syntezę białka. W ten sposób cel zabiegu został osiągnięty. Aktywność enzymu w zmienionych genetycznie pomidorach stanowiła tylko 1% aktywności normalnej⁶⁰. W zwykłej sytuacji enzym jest syntetyzowany tylko w momencie, kiedy zielony pomidor dojrzewa i czerwienieje. W wyniku działania enzymu dochodzi do rozkładu substancji spajających sąsiednie komórki pomidora.

Genów, potrzebnych do dokonywania modyfikacji różnych gatunków roślin, można szukać praktycznie wszędzie, w całym królestwie roślin, zwierząt, wśród drobnoustrojów, a potencjalnie także u *homo sapiens*. W zasadzie nieograniczone zasoby genów pozwoliły na to, że za pomocą inżynierii genetycznej stworzono m. in. rośliny uprawne odporne na herbicydy. Cecha ta była jedną z pierwszych i najczęstszych, jaką nadaje się roślinom.

Herbicydy są środkami chemicznymi stosowanymi w rolnictwie do zwalczania niepożądanych roślin – chwastów. Chwasty mogą znacznie zmniejszyć plony. Ponadto zbiory zawierające nasiona i różne części chwastów mają mniejszą wartość odżywczą oraz stanowią siedlisko szkodników. Nasuwa się w tym miejscu pytanie, czy możliwe jest w ogóle określenie prawdopodobieństwa, z jakim dane gatunki roślin mogą stać się chwastami? Próby dokładnego przewidzenia tego, jak dotąd, nie były skuteczne.

Rozwój inżynierii genetycznej stworzył nadzieję, że zamiast poszukiwać herbicydu nie szkodzącego danej uprawie, zdrowiu ludzi i zwierząt, a przy tym zwalczającego chwasty, można za punkt wyjścia przyjąć najmniej niebezpieczny, o szerokim spektrum działania herbicyd, a następnie tak zmodyfikować genetycznie rośliny uprawne, by w odróżnieniu od chwastów, nadać im oporność na ten środek. Herbicydami takimi są np. *Roundup*, którego aktywnym składnikiem jest glifosat. Mechanizm działania tego związku

⁶⁰ J. D. Watson, A. Berry, *DNA tajemnica życia*, tłum. J. i P. Turkowscy, Warszawa 2005, s. 163.

polega na blokowaniu aktywności ważnego enzymu uczestniczącego w biosyntezie pewnego białka, w rezultacie czego następuje śmierć rośliny. Gen kodujący białko tego enzymu wyizolowano z komórek pewnych bakterii, a następnie wprowadzono go do wielu roślin uprawnych, które w ten sposób uzyskały na ten związek odporność.

Perspektywa znacznego zwiększenia zbiorów jest zapewne najsilniejszym argumentem na rzecz modyfikowania genetycznego roślin. Plony zwiększyć można m. in. dzięki stworzeniu odmian odpornych na żerowanie różnego rodzaju szkodników. Do najpoważniejszych szkodników kukurydzy w USA i Europie należy owad z rzędu motyli – ćma – omacnica prosowianka⁶¹.

Jednym z najbardziej skutecznych związków stosowanych do zwalczania larw owadów, ale i starszych osobników, nie wykazujących ubocznego działania na inne organizmy, jest białkowa toksyna – białko Cry wytwarzana przez pewne szczepy bakterii *Bacillus thuringiensis*. Bakteria ta powszechnie występuje w glebie. Wykorzystując inżynierię genetyczną „zmuszono” rośliny do samoistnego wytwarzania tego toksycznego białka. Z komórek *Bacillus thuringiensis* wyizolowano gen odpowiedzialny za powstawanie toksyny Cry. Po modyfikacji wprowadzono go do komórek różnych roślin. W efekcie tego zabiegu powstała m. in. odmiana linii MON 810 – rodzaj genetycznie zmodyfikowanej kukurydzy odpornej na omacnicę prosowiankę. Obecność białka Cry w komórkach roślinnych, powoduje nabycie przez całą roślinę odporności na działanie szkodnika. Po zjedzeniu części rośliny GM przez owada, białko Cry ulega częściowemu rozkładowi w jego przewodzie pokarmowym, co prowadzi do powstania aktywnej toksyny Bt i w efekcie następuje śmierć owada⁶².

Dzięki zastosowaniu inżynierii genetycznej możliwe stało się prawie nieograniczone tworzenie nowych odmian roślin. Technika ta daje chociażby szansę produkowania roślin uprawnych o zwiększonej wartości odżywczej.

W wielu słabo rozwiniętych krajach setki milionów dzieci cierpi m. in. z powodu braku w pożywieniu witaminy A. Niedobór tego ważnego składnika wywołuje u nich tzw. dziecięcą ślepotę, połowa z nich umiera w ciągu roku od oślepienia. Podstawą i głównym składnikiem diety około połowy mieszkańców Ziemi, jest roślina, która praktycznie nie zawiera witaminy A ani beta-karotenu, czyli prowitaminy A – jest nią ryż⁶³.

⁶¹ L. Zimny, *Encyklopedia ekologiczno-rolnicza*, Wrocław 2003, s. 195.

⁶² J. Kopcewicz, S. Lewak (red.), *Fizjologia roślin*, Warszawa 2005, s. 733.

⁶³ M. Nestle, *Genetically engineered golden rice unlikely to overcome vitamin A deficiency* [w:] “Journal of the American Dietetic Association”, t. 101, nr 3, 2001, s. 289.

Jedną ze strategii ograniczenia śmiertelności wśród azjatyckich dzieci jest wzbogacenie tradycyjnego ryżu w pożądany składnik. Grupa uczonych, wykorzystując inżynierię genetyczną, podjęła prace nad przeniesieniem trzech genów odpowiedzialnych za biosyntezę prowitaminy A: dwóch z żonkila oraz jednego z bakterii do jądrowego DNA ryżu. Ryż miał stać się transgeniczny pod względem tak dobranych – nawzajem uzupełniających się – genów, by zwiększał produkcję beta-karotenu, głównego prekursora witaminy A⁶⁴. Udało się uzyskać taką odmianę ryżu GM, w którym biosynteza beta-karotenu następowała w wewnętrznej części nasion. W stworzonej w ten sposób odmianie transgenicznego ryżu znalazło się nawet 20 razy więcej prowitaminy A niż w – konwencjonalnej. Poprawienie wartości odżywczej tej rośliny, było wielkim osiągnięciem, niemniej należało jeszcze cechę tę wprowadzić do odmian ryżu wydajnie plonujących w lokalnych warunkach, stosując np. tradycyjne metody hodowli roślin i udostępnić je potrzebującym⁶⁵.

Nowoczesna biotechnologia pozwala także na nadawanie wielu innych cech żywym organizmom. Należy pokrótce wspomnieć chociażby o roślinach uprawnych odpornych na tzw. stresy środowiskowe (stresy abiotyczne). Pod tymi wyrażeniami kryją się niekorzystne warunki termiczne, takie jak: przemarzanie, wysoka temperatura, brak lub nadmiar wody, zasolenie, a także obecność metali ciężkich w glebie. Wpływ tych negatywnych czynników w istotny sposób ogranicza wzrost i rozwój roślin. Z tego względu nieustannie selekcjonuje się geny, których produkty mogłyby w istotny sposób zwiększyć tolerancję roślin na wspomniane stresy. Niekorzystne warunki środowiskowe powodują duże trudności w uprawie roślin w wielu rejonach świata. Upowszechnienie odmian odpornych np. na suszę byłoby szczególnie korzystne dla mieszkańców zamieszkujących zwrotnikową i podzwrotnikową strefę klimatyczną. Przy czym, cechę odporności na stresy należałoby nadawać głównie uprawom lokalnym, będącym podstawą diety mieszkańców najbardziej zagrożonych obszarów globu. Badaniom tym (mimo licznych trudności) powinni poświęcić się zwłaszcza uczeni z krajów Trzeciego Świata⁶⁶.

Rośliny jadalne są tradycyjnie przeznaczone na żywność, niemniej mogą one także znajdować inne zastosowania. Liczne ich odmiany są np. od dawna wykorzystywane w różnych celach leczniczych. Dzięki rozwojowi nowoczesnej biotechnologii rośliny w

⁶⁴ Prekursor to substancja, która tworzy się lub występuje w pierwszym etapie reakcji, a następnie przekształca się w inną substancję.

⁶⁵ M. Nestle, *Genetically engineered golden rice unlikely to overcome vitamin A deficiency* [w:] "Journal of the American Dietetic Association", t. 101, nr 3, 2001, s. 289.

⁶⁶ K. Ammann, *Effects of biotechnology on biodiversity: herbicide-tolerant and insect-resistant GM crops* [w:] "Trends in Biotechnology", t. 23, Bern, nr 8, 2005, s. 389.

jeszcze większym stopniu zaprzęgnięto do produkcji farmaceutyków. Transgeniczne rośliny są w stanie wytwarzać np. szczepionki przeciw różnego typu wirusom i chorobotwórczym bakteriom.

Szczepionki w roślinach można uzyskiwać na dwa sposoby. Pierwszy polega na tym, że do komórek roślinnych wprowadza się za pomocą pewnych wirusów sekwencje kodujące odpowiednie antygeny. Białko antygenowe wbudowane do zrekombinowanego wirusa jest eksponowane na jego powierzchni. Wraz z namnażaniem się wirusa w zainfekowanej nim roślinie produkowana jest również cząsteczka antygeny. Drugi sposób polega na stworzeniu rośliny transgenicznej, która zawiera we wszystkich komórkach fragment obcego DNA tj. transgen kodujący odpowiedni antygen. Na jego bazie roślina wytwarza odpowiednie białko antygenowe⁶⁷.

Pierwszą otrzymaną w roślinie szczepionką było białko wirusa zapalenia wątroby typu B, w tytoniu. Nieustannie pojawiają się nowe preparaty wytwarzane przez rośliny, których skuteczność nie do końca została jeszcze zbadana.

Rośliny GM znajdują jeszcze inne zastosowania, niemniej nie zostaną one zgłębiane w niniejszej monografii. Jak dotąd na zmianę jakości życia pojedynczych jednostek jak i całych społeczeństw w największym stopniu wpłynęły rośliny GM przeznaczone na żywność, dlatego należało je w tym podrozdziale możliwie najszerszej przedstawić.

Niektóre kwestie niezbędne do przeprowadzenia społecznego dyskursu na temat osiągnięć nowoczesnej biotechnologii zostały już przedstawione. Niemniej by można było przejść do szczegółowych rozważań etycznych wiążących się ze wszystkimi opisanymi genetycznie zmodyfikowanymi organizmami należy przybliżyć jeszcze pewne wybrane teorie naukowe, w oparciu o które rozważania te zostaną podjęte.

⁶⁷ J. Kapusta, T. Pniewski, *Biotechnologia* [w:] *Biologia molekularna w medycynie: elementy genetyki klinicznej*, J. Bal (red.), Warszawa 2006, s. 555.

Rozdział II

WYBRANE ZAGADNIENIA Z ZAKRESU NAUK O KULTURZE

Uwagi wstępne

Wszystkie nowe technologie, które zyskują szeroki rozgłos, poddawane są społecznej ocenie, w tym nowoczesna biotechnologia – wymagająca w szczególności namysłu etycznego. Pierwsze konsekwencje rozwoju tej technologii są już obserwowalne, inne pojawią się dopiero w przyszłości, dlatego: „(...) Słusznie czynimy, sprawdzając, czy normatywny osąd aktualnego stanu rzeczy sprostą zagadnieniom, z którymi teoretycznie możliwy rozwój inżynierii genetycznej mógłby nas zetknąć w przyszłości. (...) Lepiej mieć zasady na wypadek sytuacji niemożliwych, niż nie mieć zasad na wypadek sytuacji, które nieoczekiwanie spadają nam na głowy. (...) Jeżeli w porę zastanowimy się nad bardziej dramatycznymi granicami, które może pojutrze będzie można przekroczyć, będziemy umieli spokojniej podchodzić do problemów dzisiejszych, a także dostrzec, że alarmistyczne reakcje czasem nie tak łatwo jest podbudować przekonującymi racjami moralnymi”⁶⁸.

Namysł moralny nad działaniami podejmowanymi przez człowieka w dziedzinie nowoczesnej biotechnologii, wymaga wcześniejszego uzupełnienia teoretycznego.

*1. Etyka i moralność**1.1 Podstawowe pojęcia*

Istotną rolę w ocenie szeroko rozumianej biotechnologii odgrywa refleksja etyczna, dlatego też warto jej w tym miejscu poświęcić więcej uwagi. Termin etyka, pochodzący od greckich słów: *ethos* – zwyczaj, obyczaj, *ethikos* – obyczajowy, po raz pierwszy został zastosowany przez Arystotelesa. Mimo że etyce poświęcono wiele czasu i wysiłku, jest ona dyscypliną, wobec której nieustannie wysuwa się rozmaite zarzuty. Wśród znawców przedmiotu nie ma nawet zgody co do tego, czym powinna zajmować się etyka⁶⁹.

⁶⁸ J. Habermas, *Przyszłość natury ludzkiej. Czy zmierzamy do eugeniki liberalnej?*, przeł. M. Łukasiewicz, Warszawa 2003, s. 26.

⁶⁹ G. E. Moore, *Etyka*, przeł. Z. Szawarski, Warszawa 1980, s. 3-4.

Niemniej za najważniejszy podejmowany przez nią problem można uznać próbę sformułowania dającej się racjonalnie uzasadnić teorii słuszných i niesłuszných czynów. W celu wyjaśnienia czym jest etyka można przytoczyć jedną z definicji, zgodnie z którą określa się ją jako naukę filozoficzną obejmującą „zespół zagadnień moralności w relacji do moralnego dobra i zła; [etyka] określa istotę powinności moralnej człowieka oraz jej szczegółowej treści i ostatecznie wyjaśnia fakt moralnego działania; ponadto wskazuje na genezę zła moralnego i sposoby jego przewycięzania”⁷⁰. Dokładniejsze sprecyzowanie czym jest etyka, wymaga wskazania jej przedmiotu; można go określić jako:

1. moralnie pozytywne i negatywne działanie ludzkie lub też chwilowe bądź trwałe dyspozycje do działania,
2. powinność moralną lub moralny obowiązek działania jak także zajęcie określonej postawy bądź też powinność zaniechania działania lub przyjęcia określonej postawy,
3. osobowe wzorce urzeczywistnione przez określone jednostki oraz moralne ideały,
4. normy moralności, czyli kryteria rozstrzygania o powinności lub wartości moralnej czynów i postaw,
5. wypowiedzi wyrażające moralną powinność działania czy jego moralną wartość – dobro albo zło, słusność albo niesłusność czynu⁷¹.

Należy zaznaczyć, że zaprezentowana definicja etyki ma charakter dedukcyjny. Zwarzywszy, że we współczesnej etyce jak i niniejszej książce ważną rolę odgrywa indukcyjna teoria uutilitarystyczna, zgodnie z którą wnioskowanie nie powinno wychodzić od zasad moralnych, ale od celów, konieczne jest zaprezentowanie takiego wyjaśnienia pojęcia etyki, które odzwierciedlałoby ten charakter. Odpowiednią propozycję definicji przedstawił chociażby australijski filozof – P. Singer, zdaniem którego etyka jest umową opierającą się na rachunku egoistycznym, ponieważ istoty ludzkie ukształtowały się w procesie ewolucji przebiegającej według zasady: „przeżywa najlepiej przystosowany”. Tym samym proces ten mógł w znacznym stopniu przyczynić się do stworzenia izolowanych i zupełnie samolubnych jednostek społecznych. Mimo iż P. Singer przyjmuje niniejszą koncepcję etyki, nakazuje jednocześnie zachować wobec takiego jej rozumienia pewien sceptycyzm, gdyż natura ludzka nie jest doskonała i niekiedy nakazuje zachowywać się człowiekowi inaczej, niż w sposób egoistyczny. Nierzadko kieruje się on poczuciem sprawiedliwości, przyjaźni, lojalnością, współczuciem, wdzięcznością,

⁷⁰ R. Łukaszyk i in. (red.), *Encyklopedia katolicka*, t. IV, Lublin 1985, s. 1225-1226.

⁷¹ Tamże, s. 1231.

sympatią, uczuciem rodzinnym i innymi cechami skłaniającymi go do uwzględnienia interesów także innych ludzi. Australijski uczony wysuwa ponadto zastrzeżenia, odnośnie zagadnienia powszechnie panującej w świecie rywalizacji. Argumentuje on, iż świadome życie ludzkie przebiega o wiele częściej w kooperacyjny niż rywalizacyjny sposób. Gdyby w naturze istniała jedynie wojna wszystkich ze wszystkimi, nigdy nie rozwinęłyby się biosfera. Ogólnie, uwagi te nie zmieniają jednak faktu, że etyka powstała po to, by człowiek mógł uniknąć pograżenia się w beznadziejnym, pełnym konfliktów stanie nieładu⁷².

Zrozumienie problematyki etycznej wymaga wyjaśnienia także przytaczanego już terminu, jakim jest moralność. Nieostrość i wieloznaczność tego pojęcia praktycznie uniemożliwia skonstruowanie jednej powszechnie akceptowanej definicji moralności. Termin moralność pochodzi od łacińskiego słowa *mores* – przepisy, zwyczaje i oznacza: „społeczne reguły postępowania uznawane przez jednostkę lub grupę, odnoszące się do osobistego kształtowania życia, charakteru i obyczajów”⁷³. Dotyczy ona zatem reguł, sądów, norm, postaw i instytucji kierujących ludzkim postępowaniem, które to działania stają się następnie obiektem moralnej oceny⁷⁴. Zgodnie z inną definicją moralność jest terminem abstrakcyjnym i oznacza porządek moralny czynów ludzkich oraz ich stosunek do celu jako do wzoru lub zasady działania⁷⁵. Moralność jest w związku z tym dziedziną decyzji i czynów. Świadome postępowanie moralne polega na wyborze odpowiedniej zasady działania w sytuacji, w której kilka reguł przychodzi na myśl. Należy przytoczyć ponadto jeszcze indukcyjny sposób ujęcia niniejszego pojęcia. Zdaniem utilitarysty J. S. Milla moralność jest sztuką (umiejętnością praktyczną) służącą społeczeństwu, która formułuje wskazania dotyczące prawdopodobnych skutków całej klasy czynów wielu osób. Moralność wyodrębniana jest przez obligatoryjny charakter reguł moralnych. Każdy czyn, który w pewnych sytuacjach wywiera poprzez swoje konsekwencje wpływ na innych ludzi, staje się przedmiotem oceny moralnej. Podejmując próbę przypisania danemu czynowi określonej wartości moralnej (czyli uznania go za dobry lub zły) należy zestawić niniejsze działanie z pewną regułą, porównać je z istniejącym już wzorcem. Dokonując osądu pewnych czynów, konieczne jest wzięcie pod uwagę ich wpływu na szczęście wszystkich ludzi. Zdaniem J. S. Milla czyny mające wartość moralną są zarazem

⁷² P. Singer (red.), *Przewodnik po etyce*, redakcja naukowa wydania polskiego J. Górnicka, Warszawa 1998, s. 30-31, 38-39.

⁷³ E. Gigilewicz (red.), *Encyklopedia katolicka*, t. XIII, Lublin 2009, s. 254.

⁷⁴ F. Ricken, *Etyka ogólna*, przeł. P. Domański, Kęty 2001, s. 8-9, 67.

⁷⁵ J. A. Oesterle, *Etyka*, przeł. J. Sulowski, Warszawa 1965, s. 131.

instrumentalnie dobre, czyli stanowią środek osiągnięcia szczęścia. Kryterium wartości czynu znajduje się zatem poza nim samym. Naczelną normę podziału czynów na moralne i niemoralne stanowi zasada użyteczności. Efektem tej klasyfikacji stała się reguła nakazująca spełniać czyny moralne, a zakazująca podejmować działania niemoralne⁷⁶. Mimo iż J. S. Mill powszechnie posługiwał się zasadą użyteczności, zdawał sobie jednocześnie sprawę z pewnych wad przyjętego kryterium.

Wyznaczniki decydujące o moralnej wartości działania ludzkiego – poza wskazanymi już skutkami danego czynu – mogą stanowić także inne źródła moralności, do których zalicza się: przedmiot czynu, jego okoliczności i cel. Przez przedmiot czynu należy rozumieć moralny sens określonego czynu rozważanego w sobie samym, czyli to do czego dąży on z samej swojej natury. Przedmiot jest źródłem wartości moralnej czynu w zależności od relacji do normy moralnej. Za pomocą owej normy, czyli „prawego rozumu” można rozpoznać, czy przedmiot jest moralnie dobry, zły, czy może obojętny. Drugim źródłem moralności, którym są okoliczności czynu, określa się uwarunkowania o charakterze moralnym, pomija się natomiast te, mające dla czynu znaczenie fizyczne. Okoliczności stanowią kontekst, w którym podejmowany jest dany czyn. Za istotne okoliczności czynu uznaje się: autora, obiekt i miejsce czynu, a także sposób w jaki dokonano czynu, powód z jakiego podjęto się realizacji konkretnego czynu, sytuację w jakiej został on dokonany i pomoc udzieloną przy realizacji czynu. Okoliczności zmieniają stopień moralności, gdy nie występuje dodatkowe zło lub dobro w czynie już określonym moralnie przez przedmiot. Trzecim istotnym wyznacznikiem decydującym o wartości moralnej czynu jest cel. Moralna wartość działania jest zależna także od motywacji podmiotu⁷⁷. Cel działającego może częściowo lub całkowicie zmienić moralną jakość wykonywanej czynności. Czyn moralnie dobry, ze względu na przedmiot, staje się pod wpływem moralnie dobrego motywu – lepszy. Motywacja podmiotu działającego może też sprawić, że czyn moralnie dobry, zmieni się w zły, niemniej żaden nawet najszlachetniejszy motyw nie może sprawić, by czyn zły ze względu na przedmiot stał się moralnie dobry⁷⁸.

Moralność została powyżej opisana jako coś indywidualnego i tak też – jako wyraz wewnętrznej samodzielności jednostki – jest traktowana w licznych koncepcjach etycznych. Niemniej poza wymiarem indywidualnym posiada ona także swój aspekt

⁷⁶ E. Klimowicz, *Utylitaryzm w etyce: współczesne kontrowersje wokół etyki Johna Stewarta Milla*, Warszawa 1974, s. 192-193, 196, 198, 200-201.

⁷⁷ E. Gigilewicz (red.), *Encyklopedia katolicka*, dz. cyt., s. 256-257.

⁷⁸ J. A. Oesterle, *Etyka*, dz. cyt., s. 137-138.

socjologiczny. W tym ujęciu moralność wiąże się z życiem społecznym oraz analizą w określonym kontekście społeczno-kulturowym. Badaniem moralności jako zjawiska i przejawu życia codziennego, a także ustalaniem społecznych źródeł moralności oraz odkrywaniem wpływu struktur społecznych na życie moralne, zajmuje się socjologia moralności. Ta młoda socjologiczna dyscyplina obejmuje wszystko, co w społeczeństwie uznawane jest za moralność i bada to w kontekście struktur i zależności społecznych, w których funkcjonuje człowiek. Według M. Ossowskiej socjologia moralności zajmuje się wyjaśnianiem formułowanych w danym środowisku ocen i obowiązujących w nim norm moralnych. Próbuje ona także poznać motywy, które skłaniają członków danej społeczności zarówno do chwalebного, jak i nagannego postępowania. Do zadań tej nauki należy ponadto: badanie środowiskowego zróżnicowania moralności; ustalanie zachodzących między odmiennymi społecznościami różnic w jej obszarze; w końcu badanie związków istniejących między moralnością a innymi czynnikami, np. demograficznymi czy ekonomicznymi⁷⁹.

Wśród ważnych elementów, jakie składają się na pojęcie moralności, są oceny moralne. Należy zauważyć, że oceny wiążą się z pojęciami dobra, zła, wolności, odpowiedzialności, obowiązku i innymi jeszcze pokrewnymi terminami. Wyrażane są one w formie pochwały lub nagany w powiązaniu zarówno z zewnętrznym przymusem, jak i wewnętrznym nakazem sumienia. Oceny moralne odnoszą się do całego życia ludzkiego, do każdej działalności człowieka, do wszystkiego, co dotyczy istoty ludzkiej. Oceny obejmują tak czyny świadome, jak i dyspozycje moralne, czy poglądy, czyli wszystko to, co decyduje o postawie moralnej człowieka. Oceny moralne posiadają ponadto cechę nadrzędności wobec wszelkich innych ocen. W ostatecznym bilansie są one wyrażeniem zgodności lub niezgodności postępowania istoty ludzkiej z określonym ideałem etycznym, z ostatecznym celem człowieka jako człowieka⁸⁰.

Innym istotnym elementem strukturalnym zawierającym się w znaczeniu terminu „moralność” są normy moralne. Pod pojęciem normy należy rozumieć reguły postępowania, które w danym społeczeństwie domagają się poważania i mają szansę być przyswojone. Normy są wypowiedziami o charakterze powinności. Zawierają one wskazówki mniej lub bardziej ogólne, dotyczące sposobów postępowania w określonych sytuacjach. Różnią się między sobą: znaczeniem, metodami sformułowania, adresatem, ale głównie odmienną mocą powinności. Normy, kształtujące ład moralny w społeczeństwie,

⁷⁹ M. Ossowska, *Podstawy nauki o moralności*, Wrocław i in. 1994, s. 38, 43-44.

⁸⁰ J. Mariański, *Socjologia moralności*, Lublin 2006, s. 296-298.

są określane jako „ogólnie obowiązujące reguły zachowań, których przestrzeganie jest oczekiwane przez członków społeczeństwa i sankcjonowane”⁸¹. Wskazują one, jak podmiot powinien postępować względem drugiego człowieka i wobec samego siebie.

Normy moralne są powiązane z innym ważnym komponentem moralności, a mianowicie z wartościami moralnymi, które w nauce doczekały się licznych sposobów definiowania. Godną uwagi koncepcją jest chociażby propozycja J. Mariańskiego, który uważa, że wartości cechuje trwałość, a zatem nie ulegają one tak łatwo zmianom jak np.: opinie, przekonania czy postawy. Konstytuują one styl życia człowieka, w odniesieniu do jego własnej filozofii życiowej oraz w relacji do środowiska społecznego. Wartości wpływają na emocjonalne i poznawcze orientacje oraz standardy wyboru celów i środków działań indywidualnych; gdy ich brak dochodzi do zachwiania sensu i tożsamości osobowej człowieka. Na płaszczyźnie społecznej z kolei wartości ugruntowują decyzje i działania oraz sprawiają, że stają się one prawomocne; wartości spełniają zatem w tym przypadku funkcje integracyjne i sensotwórcze. Wartości traktowane jako życzenia, pożądania czy ambicje, dają się w końcu sprowadzić do potrzeb osoby działającej lub potrzeb grupy społecznej. W socjologii wartości nie są zatem uznawane za jednolite, dla niektórych mogą być one dobrem jednostkowym dla innych dobrem społecznym.

W znaczeniu normatywnym i powinnościowym wartości pozwalają odróżnić rzeczy, stany rzeczy, zachowania słuszne od niesłusznych – wskazują, jakie one są i jak są oceniane. Wartości mogą być też traktowane, jako wytwór ocen; same w sobie jednak nie istnieją – pojawiają się one w efekcie subiektywnych doznań czy interakcji międzyludzkich. Nie brakuje także opinii, zgodnie z którymi wartości należy traktować jako autonomiczne w stosunku do ocen; tak rozumiane, urzeczywistniają się w życiu ludzkim, a jednocześnie są od człowieka i jego jednostkowej aprobaty niezależne. Istnieje też proponowany przez socjologów podział na: wartości-cele (wartości autoteliczne) i wartości-środki (wartości instrumentalne). Wartości-cele nie potrzebują uzasadnienia, gdyż są oczywiste i wskazują na cenność danego przedmiotu lub stanu rzeczy. Wartości-środki są natomiast wykorzystywane w celu osiągnięcia innych, bardziej pożądanых wartości. Wartości stanowiące w pewnych okolicznościach środek do celu, w innych mogą stanowić cel sam w sobie⁸².

Interesujące stanowisko w kwestii społecznego charakteru moralności prezentowała też M. Ossowska. Moralność jej zdaniem obejmuje całokształt ocen, norm i wartości, które

⁸¹ Tamże, s. 304.

⁸² Tamże, s. 334, 344-345.

są przyjęte i usankcjonowane w społeczeństwie. Wyróżniła ona kilka sposobów rozumienia moralności jako faktu (zjawiska) społecznego⁸³. Zgodnie z pierwszym rodzajem interpretacji, oceny i normy moralne, którymi człowiek kieruje się w życiu, należy uznać za wytwór ogólnie rozumianej grupy, czy szerzej – społeczeństwa. Mają one zatem charakter społeczny ze względu na to, czym są wytworem. Normy moralne według francuskiego socjologa – E. Durkheima tworzy i narzuca jednostce – społeczeństwo. Sama jednostka nie jest zdolna do tego, by takie normy rozpowszechnić, co najwyżej jest ona w stanie formułować pewne oceny, ale i to może robić tylko dzięki temu, że żyje w społeczeństwie. Po drugie, oceny i normy moralne mają charakter społeczny ze względu na to, czego dotyczą. Oceny moralne odnoszą się do czynów, które są zawsze działaniami względem różnej od sprawcy istoty żyjącej. W sensie ścisłym, wskazują one na dyspozycje do postępowania i uczuć, skierowanych na kogoś. Moralność posiada zatem wymiar społeczny także pośrednio, dzięki temu, że to czego dotyczy, nie istniałoby, gdyby ludzie nie żyli we wspólnocie⁸⁴. Zgodnie z trzecim typem interpretacji, oceny i normy moralne są funkcją warunków społecznych. Samo istnienie norm moralnych wymaga istnienia społeczeństwa w ogóle, ale już ich treść jest zależna od specyfiki poszczególnych społeczeństw, od uwarunkowań społecznych, które towarzyszyły ich kształtowaniu. Po czwarte w końcu, moralność może mieć też charakter społeczny w tym sensie, że każdą ocenę moralną można w jakiś sposób uzasadnić, a każdą normę wylegitymować, udowadniając, że jej przestrzeganie jest dla współżycia korzystne, a nieprzestrzeganie szkodliwe. Za moralne można uznać wszystko to, co jest zgodne z interesem społeczeństwa. Zdaniem M. Ossowskiej te cztery wymienione wyżej sposoby wyjaśniania społecznego charakteru moralności – najczęściej powtarzane w licznych dyskusjach – należy uznać za najważniejsze⁸⁵.

1.2 Utylitaryzm

Współcześnie – jak już zostało wspomniane w poprzednim podrozdziale – na gruncie etyki toczony są spory dotyczące teoretycznego sposobu ujęcia tego, jakie czyny należy uznać za słuszne, a jakie nie. Jedną z ważniejszych teorii proponujących

⁸³ Fakt społeczny w rozumieniu E. Durkheima jest rzeczą, nie posiadającą charakteru materialnego; jest nią zjawisko społeczne. Fakty społeczne wg socjologa należy badać z zewnątrz, ponieważ są one zewnętrzne w stosunku do poznającego podmiotu.

⁸⁴ M. Ossowska, *Socjologia moralności: zarys zagadnień*, Warszawa 1986, s. 260-264.

⁸⁵ Tamże, s. 266-268. Odrębne – wspomniane przez autorkę – stanowisko, które ukazuje społeczny charakter moralności głosi, że każda reguła moralna służy interesowi jakiejś określonej grupy społecznej.

rozstrzygnięcie tej kwestii jest utylitaryzm – zaliczany do nurtu teleologicznego zawierającego doktryny i przekonania, w których najważniejszy element stanowi idea dobra i cele najwyższe. Podejmowana w niniejszej publikacji problematyka obliuguje do tego, by głównie w oparciu o teorię utylitarystyczną – kładącą nacisk na konsekwencje ludzkich działań – dokonywać oceny etycznej osiągnięć nowoczesnej biotechnologii.

Termin „utilitaryzm” (łac. *utilis* – użyteczny) rozpowszechnił, wspomniany już – nie będący jednak jego twórcą – J. S. Mill. Nie udało się dotychczas uzyskać powszechnej zgody co do tego, jak poprawnie lub sensownie stosować termin „utilitaryzm”. W szerokim znaczeniu jest on odnoszony do każdego stanowiska moralnego głoszącego, że to, czy jakieś działanie jest słuszne, czy nie, zawsze zależy od konsekwencji, jakie jego podjęcie spowoduje. Z kolei w węższym sensie, utylitaryzm może być utożsamiany z poglądami, zgodnie z którymi szczęście należy uznać za jedyną dobrą rzecz samą w sobie, stanowiącą cel wszelkich działań oraz instytucji społecznych⁸⁶. W powszechnej opinii utylitaryzm stanowi teorię etyczną, którą można streścić w następujący sposób: „jak najwięcej szczęścia [dobra] dla jak największej liczby ludzi”⁸⁷.

Utylityści wychodzą z założenia, że wszystkie ludzkie czyny można umiejscowić na pewnej skali, na podstawie proporcji między powodowaną przez nie sumą przyjemności i cierpień. Dokonanie bilansu dobra i zła spowodowanego przez jakiś czyn, wymaga uwzględnienia wszystkich bez wyjątku jego skutków, krótko- oraz długoterminowych, a także pośrednich jak i bezpośrednich. Podejmując dane działanie należy ponadto mieć na względzie nie tylko własną osobę, ale wszystkie istoty, które mogą odczuwać skutki konkretnego czynu także w przyszłości. Ludzkie działanie może zatem powodować różnej wielkości dobro lub zło⁸⁸.

Zgodnie z założeniami utylitaryzmu, czyn uznaje się za słuszny wtedy, gdy osoba działająca nie mogłaby dokonać zamiast tego żadnego innego czynu, który spowodowałby więcej przyjemności niż podjęte przez nią działanie. Z kolei czyn jest niesłuszny wtedy, gdy osoba działająca mogłaby dokonać jakiegoś innego czynu, który spowodowałby więcej przyjemności niż podjęte przez nią działanie. Uczynek uznaje się za słuszny, gdy powoduje on co najmniej tyle samo przyjemności, co jakiegokolwiek inne działanie, które mogło być dokonane zamiast niego. W związku z czym, w wielu przypadkach każdy z

⁸⁶ G. Varner, *Utilitarianism and the Evolution of Ecological Ethics*, 2008, s. 552.

⁸⁷ Hasło to po raz pierwszy zawarł F. Hutcheson w dziele *An Inquiry Into the Original of Our Ideas of Beauty and Virtue*, 1729, s. 180.

⁸⁸ G. E. Moore, *Etyka*, dz. cyt., s. 10-11.

kilku możliwych czynów może być równie słuszny. Twierdzenie, iż ktoś postąpił słusznie, nie oznacza tym samym, że gdyby zachował się inaczej, postąpiłby niesłusznie.

W utylitaryzmie pojęcia „powinność” i „obowiązek” nie są tożsame z pojęciem „słuszność”. Czyn stanowi ludzki obowiązek (jest powinnością) tylko wtedy, gdy wytwarza on więcej przyjemności niż jakikolwiek inny czyn, który podmiot mógłby w zamian zrealizować. Zawsze gdy osoba działająca postępuje słusznie, spełnia swój obowiązek, zatem czyni to, co jest jej powinnością, ale nie zawsze gdy uczynek jest słuszny, osoba ta ma obowiązek go wypełnić. Z kolei każdy niesłuszny czyn, jest jednocześnie czynem, który nie powinien być urzeczywistniony i którego dana osoba nie ma obowiązku spełniać. Podobnie każdy czyn, którego człowiek nie powinien lub nie ma obowiązku wypełniać, jest niesłuszny⁸⁹.

Na gruncie jednej z wersji utylitaryzmu, co warto zaznaczyć, poruszana jest także kwestia sprawiedliwej dystrybucji dóbr ekonomicznych. Ludzie nieustannie muszą dokonywać rozdziału dóbr. Tym co podlega podziałowi, nie jest jednak dobrobyt, przedmiotem podziału musi być coś materialnego, jak np. pieniądze. Równości dobrobytu nie traktuje się jako wartości samej w sobie tzn. jeśli zwiększy się on przy dystrybucji jaskrawo nierównej, to należy popierać nierówność. Równość jest w utylitaryzmie podporządkowana wielkości dobrobytu i powinna być poświęcona w zamian za najmniejszy nawet wzrost wielkości dobrobytu.

Stosowna formuła teorii utylitarystycznej zaleca „dokonywać podziału według takich reguł, których powszechne, sumienne respektowanie zmaksymalizuje całkowitą użyteczność oczekiwaną”. Jakie są to jednak reguły? Argumentuje się, że całkowitą użyteczność oczekiwaną można zmaksymalizować poprzez równą dystrybucję dochodów⁹⁰. Przesłanka tego rozumowania głosi, że po osiągnięciu pewnej wielkości dochodu użyteczność przychodu dodatkowego spada. Zmniejszenie krańcowej użyteczności dochodu jest zjawiskiem normalnym i następuje wkrótce po tym, gdy osiąga on poziom odpowiadający tzw. skromnemu, lecz godnemu standardowi życia. Inna istotna przesłanka wskazuje, że nie można porównywać użyteczności dla różnych osób pod względem ich relatywnej wysokości – a w każdym razie, że nie sposób normalnie wyznaczyć optymalnej dystrybucji dochodów na podstawie takich porównań. W szczególnych przypadkach użyteczność sposobu wydatkowania danej sumy pieniędzy przez jedną osobę może być większa niż użyteczność wydatkowania jej przez kogoś

⁸⁹ Tamże, s. 13, 16, 20-22.

⁹⁰ Tamże, s. 458-459.

innego. Gdy czyni się odstępstwa od zasady równej dystrybucji, przeciętnie traci się (choć nie można określić jak dużo) na użyteczności. Próbując dzielić dobra nierówno prawdopodobnie popełniano by błąd mniej więcej w połowie przypadków⁹¹. Istnieją jednak pewne względy, które mogą skłonić utilitarystę do opowiedzenia się za taką dystrybucją. Wskazuje się np., że dopuszczenie nierówności w podziale dochodu skutkuje wzrostem całkowitej użyteczności oczekiwanej, gdyż staje się bodźcem dla pracowitości. Z kolei inny argument odwołuje się do wydajności systemu, w którym dokonuje się alokacji zasobów ludzkich i materialnych, w celu wytworzenia poszukiwanych przez ludzi przedmiotów lub usług. Problem ten optymalne rozwiązanie znajduje na wolnym rynku.

Utilitaryzm nakazuje zatem popierać system dystrybucji łączący równość z nierównością w taki sposób, który prawdopodobnie zmaksymalizuje całkowitą użyteczność oczekiwaną dla danego społeczeństwa⁹².

Dokonując charakterystyki utilitaryzmu należy po pierwsze zaznaczyć, że elementarne dobro utilitaryzmu, jakim jest szczęście, z pozoru nie jest niczym problematycznym. Mimo, że ludzie bardzo różnią się od siebie, to jednak wszyscy chcą być szczęśliwi; dążenie do szczęścia jest jak najbardziej rozsądnym celem⁹³. Niemniej zaspokojenie wszystkich racjonalnych pragnień nie jest możliwe, ponieważ niezbędne w tym celu zasoby są ograniczone. Pragnienia poszczególnych osób mogą ponadto wchodzić ze sobą w konflikt. Czyje w takiej sytuacji potrzeby należałoby zaspokoić? Niewątpliwie potrzeby niektórych jednostek musiałyby pozostać niezaspokojone. Idąc krok dalej, można zapytać czy w pewnych sytuacjach zaspakajanie potrzeb jednych, nie odbywałoby się kosztem drugich? Teoria nakazuje jedynie, by wygranych było więcej niż przegranych, co może budzić pewne kontrowersje. Utilitaryści uważają, że nie ma powodu, by pragnienia mniejszości przedkładać nad liczniejsze pragnienia większości społeczeństwa. Nikt nie ma prawa do uzyskania większych korzyści płynących z danego uczynku niż ktokolwiek inny⁹⁴. Utilitaryzm podkreśla zatem powszechną równość. Drugą cechą teorii jest to, że zagadnienia moralne w zasadzie mogą być rozstrzygane przez empiryczny rachunek konsekwencji. Refleksja moralna ma w tym przypadku charakter empiryczny, a w sytuacji kiedy dotyczy sfery publicznej, staje się częścią nauk społecznych. Dokonanie takiego bilansu często w wielu przypadkach jest niewykonalne; ale pewnym pozytywem może być

⁹¹ R. B. Brandt, *Etyka: zagadnienia etyki normatywnej i metaetyki*, przeł. B. Stanosz, Warszawa 1996, s. 704, 706, 709, 711.

⁹² Tamże, s. 712-715.

⁹³ B. Williams, *Moralność: wprowadzenie do etyki*, przeł. M. Hernik, Warszawa 2000, s. 116-118.

⁹⁴ W. Kymlicka, *Współczesna filozofia polityczna*, przeł. A. Pawelec, Kraków 1998, s. 29-30.

fakt, że przynajmniej natura tych trudności jest zrozumiała. Po trzecie, utilitaryzm wzbogaca człowieka w „powszechną walutę refleksji moralnej”. Zarówno odmienne korzyści różnych osób, jak i rozmaite wymogi, którym musi sprostać jedna i ta sama osoba, można przeliczyć na szczęście. Na gruncie utilitaryzmu nie może zaistnieć konflikt wymogów. Mimo że człowiek niekiedy czuje się zobowiązany do wykonania różnych działań, wszystkie one mają wspólną miarę, jest nią „Zasada Największego Szczęścia”. Zasadę tę można jednak stosować jako wspólną miarę wszystkich wymogów stojących przed każdym człowiekiem z osobna tylko wówczas, gdy ilość szczęścia, jaka stanie się udziałem różnych ludzi połączy się razem w rodzaj „szczęścia ogólnego”⁹⁵. Zasadniczym zadaniem jest ponadto wyjaśnienie, co kryje się pod pojęciem „szczęście”. J. Bentham rozumiał je jako przyjemność i brak bólu. Wielkość tych uczuć można ustalić na podstawie takich kryteriów jak: intensywność, długotrwałość, pewność, głębokość, odroczenie, bogactwo, czystość. Pod pojęciem szczęście często kryje się także wszystko to, do czego człowiek racjonalnie dąży, tym czymś może być satysfakcja z życia albo z jego elementów. Przez szczęśliwe życie ludzie mogą jednak rozumieć wiele rzeczy, a z niektórymi z nich wiążą się takie wartości, których nie można traktować w podobny sposób jak szczęście.

Trudności istnieją jednak nie tylko w sferze teorii; pojawiają się one także na płaszczyźnie społecznej. Przy podejmowaniu wszelkiego rodzaju decyzji o charakterze społecznym, wartościom wymiernym często przeciwstawia się takie wartości, które wymierne nie są. Utylityści są jednak skłonni docenić znaczenie także tych drugich. Za wartościowe uważają oni zatem nie tylko te rzeczy, które można poddać analizie zysków i strat, choć jednocześnie twierdzą, że nie istnieją wartości, które nie byłyby wymierne. Utylitaryzm jest systemem wartości stworzonym dla społeczeństwa, w którym dominują wartości ekonomiczne. Zgodnie z założeniami teorii utilitarystycznej przeliczanie wartości na pieniądze – które nie muszą stanowić powszechnej miary szczęścia – jest oczywistym przejawem ich wymierności. Ogólnie rzecz ujmując rozwiązania, do których w pewnych przypadkach prowadziłyby próby scharakteryzowania ilościowego wartości niewymiernych, mogłyby niekiedy być uznane za moralnie niedopuszczalne. Kwestia ta stanowi istotną wadę teorii⁹⁶.

Niekiedy pod adresem utilitaryzmu wysuwany jest też zarzut, że dostarcza on jedynie „kryterium słuszności”, a nie „procedury decyzyjnej”. Wyróżnikiem teorii jest

⁹⁵ B. Williams, *Moralność...*, dz. cyt., s. 118-120.

⁹⁶ G. Varner, *Utilitarianism and the Evolution of Ecological Ethics*, 2008, s. 552.

twierdzenie, iż słusznym uczynkiem jest ten, który maksymalizuje użyteczność, nie zaś teza, że człowiek powinien świadomie dążyć do maksymalizacji użyteczności. Pozostaje kwestią otwartą, czy należy posługiwać się utylitarną procedurą decyzyjną⁹⁷. Nie jest wykluczone, że z perspektywy utylitarystycznego kryterium słuszności najlepsze rezultaty osiągnie się dzięki procedurze nieutilitarnej.

Utylitaryzm w XIX wieku należał do najbardziej wpływowych prądów umysłowych. W późniejszym okresie został jednak poddany ostrej krytyce, która ujawniła jego słabe strony. Pozycja teorii mimo to nie została zachwiana i wciąż cieszy się ona niesłabnącym powodzeniem.

1.3 Deontologizm

Wśród wielkiej różnorodności koncepcji etycznych, niektóre działania podejmowane w dziedzinie biotechnologii prawdopodobnie najlepiej pomoże rozważyć (poza przedstawionym wyżej utylitaryzmem) deontologizm. Teoria ta zawiera doktryny i przekonania wyrażające przede wszystkim ideę obowiązku i określonych zasad postępowania. Z tego zatem powodu, że deontologizm znajdzie zastosowanie w dalszej części niniejszego opracowania, istotne jest przybliżenie w tym miejscu jego głównych założeń.

Etyka deontologiczna (gr. *deon* – obowiązek, powinność i *logos* – nauka) jest koncepcją, zgodnie z którą ludzkie działania są słuszne lub niesłuszne same w sobie, niezależnie od ich konsekwencji. Odnosi się ona do praw i obowiązków, które jednostka ma wobec innych jednostek. Deontologizm opiera się na spostrzeżeniu, że bez względu na to, jak bardzo człowiek starałby się postąpić słusznie, skutki jego działań podlegają wpływowi okoliczności będących poza ludzką kontrolą, wobec czego jedynie motyw jakiegoś czynu może być dobry, a nie jego rezultat. O odrębności deontologizmu decyduje awans zasad i obowiązków do rangi czynników samodzielnych, które znalazły centralne miejsce wśród zagadnień etycznych. Do najwybitniejszych reprezentantów tej teorii należą filozofowie: I. Kant i W. D. Ross⁹⁸.

W koncepcji I. Kanta punktem wyjścia jest przypisanie bezwzględnej wartości moralnej czynnikowi zwanemu „dobrą wolą”. Dobra wola to swoiste chcenie, czyli motyw postępowania. Innymi słowy, jest ona zdolnością samodzielnego nakłaniania się do czynu.

⁹⁷ W. Kymlicka, *Współczesna filozofia polityczna*, dz. cyt., s. 42.

⁹⁸ T. Honderich (red.), *Encyklopedia filozofii*, przeł. J. Łoziński, t. I, Poznań 1998, s. 213-214.

Jedynie dobra wola, zdaniem I. Kanta, decyduje o wartości moralnej działania. Filozof twierdził, że zrozumienie pojęcia dobrej woli nie wymaga szerokiej wiedzy, ponieważ mieści się ono w dobrze znanej ludziom kategorii obowiązku – jest chęcią jego spełnienia⁹⁹. Wola jest „narzędziem”, które wybiera to, co rozum poznaje jako praktycznie konieczne, tj. jako dobre. Praktycznie dobre jest natomiast to, co pobudza wolę za pomocą rozumu, a więc nie za sprawą subiektywnych przyczyn, tylko obiektywnie, tzn. na mocy zasad, które są ważne dla wszystkich istot rozumnych. „Tym, co służy woli za obiektywną podstawę do samookreślenia się, jest cel, ten zaś – jeżeli dany jest przez (...) rozum – musi obowiązywać w równej mierze wszystkie istoty świadome. Co zaś zawiera tylko podstawę możliwości czynu, którego skutek jest celem, zwie się środkiem. Subiektywną podstawą pożądania jest pobudka, obiektywną podstawą woli – motyw; stąd różnica między subiektywnymi celami, opierającymi się na pobudkach, a obiektywnymi, w których chodzi o motywy mające ważność dla każdej istoty rozumnej”¹⁰⁰.

Pojęcie dobrej woli zawarte jest także w – świadczącym o deontologicznym charakterze koncepcji I. Kanta – terminie „obowiązek”. W klasyfikacji czynów ludzkich filozof wyróżnił trzy ich rodzaje: czyny sprzeczne z obowiązkiem; zgodne z nim, które człowiek wykonuje, ponieważ popycha go do tego działania pewna skłonność (jak np. uczucie); oraz czyny zrodzone z obowiązku, czyli z poczucia powinności. Czyny „zgodne z obowiązkiem” i „z obowiązku” są – w sensie działań fizycznych – takie same, różni się natomiast ich motywacja. Niełatwo odróżnić czyny zgodne z obowiązkiem spełnione za sprawą skłonności od tych, które wykonywane są z poczucia obowiązku¹⁰¹. Postępowanie wyznaczone przez poczucie powinności – i tylko ono jest – w przeświadczeniu I. Kanta, obszarem moralnego dobra. Budzi ono szacunek z tego względu, że wymaga wysiłku, gdy napotyka opór ze strony innych motywów. Wszelkie pozaobowiązkowe motywacje, czyli wspomniane skłonności pozbawione są potencjału dobrotwórczego. Czyny dokonane pod ich wpływem są spontaniczne, człowiek chętnie je spełnia, zwłaszcza gdy spodziewa się po nich jakichś korzyści¹⁰².

Prowadzenie rozważań na temat „czynów zrodzonych z obowiązku” wymagało od I. Kanta zdefiniowania samego pojęcia powinności. Obowiązek nazwał on zatem:

⁹⁹ S. Soldenhoff, *Wprowadzenie do etyki*, Warszawa 1972, s. 168-169.

¹⁰⁰ I. Kant, *Uzasadnienie metafizyki moralności*, przeł. M. Wartenberg, przekład przejrzał R. Ingarden, Warszawa 1984, s. 60.

¹⁰¹ Tamże, s. 16.

¹⁰² S. Soldenhoff, *Wprowadzenie do etyki*, dz. cyt., s. 170.

„koniecznością czynu wypływającego z poszanowania prawa”¹⁰³. Prawo, o którym wspomniał w definicji filozof, jest szczególnego rodzaju, a mianowicie jest to prawo moralne. Posiada ono charakter uniwersalny, jest przedmiotem szacunku, a przy tym zgodnie określane jest jako nakaz ogólnie wiążący. Prawo moralne stanowi nakaz rozumu zachowującego całkowitą autonomię, a więc niezależność od uwarunkowań, np. przyrodniczych czy społecznych¹⁰⁴.

Filozof rozumiał, że czyny wynikające z poszanowania prawa są tym, co stanowi obowiązek będący warunkiem woli, i spełnienie go powinno być zadaniem nadrzędnym wobec działań podyktowanych wszelkimi innymi pobudkami. Postępowanie z obowiązku ma całkowicie wyłączyć wpływ skłonności¹⁰⁵.

W celu rozstrzygnięcia tego co należy czynić, żeby wola była moralnie dobra, trzeba – w mniemaniu I. Kanta – jedynie zapytać samego siebie: czy pragnie się tego, żeby własna maksyma stała się powszechnym prawem? Jeżeli nie, to należy ją odrzucić, i to nie ze względu na szkodę, która może z niej wyniknąć, ale dlatego, że jako zasada nie może ona wejść w skład powszechnego prawodawstwa¹⁰⁶. Ludzki czyn będzie moralnie dobry, jedynie wtedy, kiedy będzie spełniony czysto racjonalnie, czyli z poczucia obowiązku. Nie oznacza to przy tym, że trzeba postępować na przekór skłonnościom, znaczy jedynie, że skłonności nie mogą decydować o moralnym obowiązku.

Obiektywna zasada, wywierająca wpływ na ludzką wolę, nazywa się nakazem rozumu praktycznego, z kolei formuła nakazu jest imperatywem. Wszystkie imperatywy stanowią fundamentalne normy uczynków. Wskazują one na to, co byłoby dobrze uczynić, a czego zaniechać. Najwyższe miejsce w hierarchii dyrektyw postępowania I. Kant przypisał imperatywowi kategorycznemu, tym mianem określił on taki czyn, który jest dobry sam w sobie, a więc występuje w woli zgodnej z rozumem jako jej zasada¹⁰⁷.

Badanie imperatywu kategorycznego musi odbywać się *a priori*, gdyż nie jest on czymś co byłoby dane w doświadczeniu. Filozof postanowił zapytać, czy już samo pojęcie tego imperatywu nie dostarcza sformułowania jego nakazu? Jeśli człowiek zastanowi się, czym jest imperatyw kategoryczny, szybko jest w stanie określić, co on zawiera. Oprócz prawa posiada on jedynie maksymę czynu zgodną z tym prawem, którą to zgodność imperatyw przedstawia jako konieczną. Imperatyw kategoryczny wyraża prawo moralne,

¹⁰³ I. Kant, *Uzasadnienie metafizyki moralności*, dz. cyt., s. 21.

¹⁰⁴ S. Soldenhoff, *Wprowadzenie do etyki*, dz. cyt., s. 172.

¹⁰⁵ I. Kant, *Uzasadnienie metafizyki moralności*, dz. cyt., s. 21, 26, 35.

¹⁰⁶ Tamże, s. 22, 25, 29-30.

¹⁰⁷ Tamże, s. 38-41.

które obowiązuje wszystkie istoty rozumne; sformułowane zostało ono przez I. Kanta w następujący sposób: „Postępuj tylko według takiej maksymy, dzięki której możesz zarazem chcieć, żeby stała się powszechnym prawem”¹⁰⁸. Słowo „maksyma” użyte przez filozofa w definicji oznacza subiektywną zasadę postępowania, którą człowiek chciałby widzieć jako zasadę powszechnie obowiązującą. Imperatyw kategoryczny nie zawiera żadnych osobistych racji, przyjmuje taką postać, jaka by mogła zostać zaakceptowana przez każdą istotę rozumną. Znajomość imperatywu wystarcza w mniemaniu I. Kanta do trafego orzekania o tym, jak należy działać w określonych sytuacjach życiowych¹⁰⁹.

I. Kant podjął dodatkowo wysiłek umocnienia autorytetu imperatywu kategorycznego poprzez próbę dotarcia do obiektywnej podstawy jego mocy wiążącej. Skoncentrował on uwagę na zagadnieniu samego statusu istot rozumnych. Założył, że jest coś, czego istnienie samo w sobie posiada bezwzględną wartość, a co jako cel sam w sobie mogłoby tworzyć podstawę pewnych praw; w tym czymś miała właśnie leżeć podstawa kategorycznego imperatywu, tj. praktycznego prawa. To, co istnieje i zależy od przyrody, posiada tylko względną wartość, jako środek – jest rzeczą; natomiast istoty rozumne zwane są osobami, ponieważ ich natura wyróżnia je jako cele same w sobie, tj. jako coś, czego nie należy traktować jako środka do osiągnięcia własnego szczęścia. Użyty przez filozofa zwrot „cel sam w sobie” jest zatem równoważny z wartością bezwzględną i zarazem najwyższą; za taką wartość I. Kant uznał człowieka. Wyraz swoim rozważaniom filozof dał w tzw. imperatywie praktycznym, jego treść jest następująca: „Postępuj tak, byś człowieczeństwa tak w twej osobie, jako też w osobie każdego innego używał zawsze zarazem jako celu, nigdy tylko jako środka”¹¹⁰. Filozof hołdował w ten sposób zasadzie równości wszystkich ludzi, a człowieczeństwo traktował jako świętość. Zdaniem I. Kanta nigdy nie jest czymś dobrym instrumentalne traktowanie człowieka. Istota ludzka nie jest rzeczą, a więc czymś, czego można by było używać jako środka, lecz musi być zawsze uważana za cel sam w sobie. Nakaz ten odnosi się tak do własnej osoby jak i do innych istot rozumnych. Nie wystarczy jednak, by działanie ludzkie nie sprzeciwiało się człowieczeństwu, musi ono jeszcze dodatkowo być z nim zgodne. W człowieczeństwie tkwi potencjał doskonałości, a zaniedbywanie go byłoby sprzeczne z krzewieniem tego celu. Człowieczeństwo jest w tej zasadzie przedstawione zatem jako cel obiektywny, który

¹⁰⁸ Tamże, s. 50.

¹⁰⁹ S. Soldenhoff, *Wprowadzenie do etyki*, dz. cyt., s. 173-174.

¹¹⁰ I. Kant, *Uzasadnienie metafizyki moralności*, dz. cyt., s. 62.

powinien stanowić najważniejszy ograniczający warunek wszystkich subiektywnych celów¹¹¹.

I. Kant swoje rozważania zakończył odwołując się ponownie do idei dobrej woli, która pozwala człowiekowi bezwzględnie, wyzbywając się wszelkich ograniczeń, wyznaczyć swój samoistny cel, tj. taki, przeciwko któremu nigdy nie należy występować. Takim celem nie może być nic innego jak sam podmiot, ponieważ jest on zarazem podmiotem bezwzględnie dobrej woli. Istota rozumna, musi tworzyć podstawy wszystkich maksym postępowania jako najważniejszy ograniczający warunek wszelkich środków, tj. zawsze jako cel. Wynika stąd również, że godność osoby nadająca jej wartość wyższą niż cokolwiek istniejącego w przyrodzie, sprawia, iż musi ona zawsze rozważać swe maksymy tak z własnego punktu widzenia, jak i z punktu widzenia każdej innej istoty rozumnej¹¹².

W imperatywie praktycznym, filozof przypisał każdemu człowiekowi wartość bezwzględną, co wiązało się silnie z założeniami prądu kulturowego zwanego humanizmem, którego początki sięgają epoki odrodzenia. Należy zatem pamiętać o zasługach I. Kanta na tym polu.

Jednym z wielu przedstawicieli etyki deontologicznej, o którym warto wspomnieć jest brytyjski filozof W. D. Ross. Zasługuje on na uwagę z tego względu, że w odróżnieniu od I. Kanta prowadził on rozważania nad pojęciem „słuszności” i wyrażeniem „natury” samych czynów. Filozof zgłębiając zagadnienie „słuszności” postanowił znaleźć odpowiedź na pytanie: Czy cecha „słuszny” jest wyłącznie własnością samych działań ludzkich, czy też rozciąga się na ich motywy bądź skutki? Odpowiedź, jaką uzyskał świadczyła o tym, że przymiotnik „słuszny” odnosi się do czynów ludzkich i dotyczy on własności działań niezależnych od motywów i następstw. Za pewną odmianę czynów słusznych, ujawniającą swoje oblicze etyczne W. D. Ross uważał działania podjęte z poczucia powinności¹¹³. Na istnienie powinności zdaniem filozofa wskazywać mają, w sposób bezpośredni i spontaniczny, intuicje potoczne. „Podstawowe przekonania moralne (...) wydają mi się wiedzą wyjściową, a nie opiniami, które dopiero filozofia miałaby potwierdzać lub zbijać”¹¹⁴. Jakkolwiek wyraźne były u W. D. Rossa odczucia własnych intuicji dotyczących powinności etycznych, nie upoważniały one do bezpośredniej identyfikacji z odczuciami „prostego człowieka”.

¹¹¹ Tamże, s. 64-65.

¹¹² Tamże, s. 74-76.

¹¹³ D. McNaughton, P. Rawling, *On Defending Deontology*, Oxford, 1998, s. 41, 43-44.

¹¹⁴ W. D. Ross, *The Right and the Good*, Oxford 1930, s. 21, cyt. za S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym...*, dz. cyt., s. 72.

W. D. Ross dostrzegał pewne niebezpieczeństwo, jakie może tkwić w zbyt ogólnie formułowanych dyrektywach etycznych. Zauważył przy tym, że jedna z takich dyrektyw – zakaz czynienia zła, mimo swej ogólności, uznawana jest za coś bardziej konkretnego i wiążącego niż „pozytywna” norma maksymalizacji dobra. Przestrzeganie zakazów uważa się po prostu za łatwiejsze do spełnienia¹¹⁵.

Czyny uznane za powinności etyczne W. D. Ross uzasadniał w następujący sposób: „Uważam, że w naszym normalnym myśleniu uświadamiamy sobie wyraźnie, iż sam fakt złożenia obietnicy wystarcza do kreowania obowiązku jej realizacji; poczucie tej powinności opiera się na wspomnieniu złożonej obietnicy, a nie na myślach o przyszłych skutkach jej dotrzymania”¹¹⁶. Złamanie przyrzeczenia wykazuje zatem złe znamiona, i to również wtedy, kiedy przynosi ono dobre skutki. To, co jest niepokojące w koncepcji W. D. Rossa, to idea czynu słusznego, który może być zarazem działaniem złym.

W. D. Ross w swych rozważaniach posługiwał się też pojęciem „natury” słuszności i obowiązku. Filozof forsował pogląd, który słuszność, a zwłaszcza powinność etyczną wiąże z bezpośrednio uchwytną jakością samych działań, niezależną od wartości osadzonych w motywacjach czy następstwach. Ta niewymagająca uzasadnień jakość działań zdaniem W. D. Rossa stanowiła ogólną „naturę” tego, co słuszne i co obowiązujące¹¹⁷.

Próbując wyjaśnić, dlaczego powinności etyczne należy uznać za niezależne od motywów, filozof odwołał się do związku między powinnością a działaniem, które człowiek może podjąć. Motywy, które W. D. Ross identyfikował głównie z pragnieniami, są w jego opinii przykładem czegoś żywiołowego, czegoś co nie poddaje się bezpośredniej władzy podmiotu. W związku z czym nie można produkować motywów na zawołanie, ludzkie możliwości ograniczają się w tym względzie do długofalowych wysiłków nad kształtowaniem charakteru jako podłoża pragnień. Stanowisko polegające na uzależnianiu powinności etycznej od motywu musi zatem, według W. D. Rossa, prowadzić do stawiania ludziom wymogów w praktyce niewykonalnych. Filozof uważał także, że nie można równie szybko unicestwiać motywów – w sensie bezpośredniego pozbawienia ich głosu. Człowiek zdolny jest jedynie do regulowania ich siły. Warto ponadto zauważyć, że osoba działająca, choć sama nie jest w stanie momentalnie wykreować „w sobie” motywów,

¹¹⁵ S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym...*, dz. cyt., s. 73, 75.

¹¹⁶ W. D. Ross, *The Right and the Good*, dz. cyt., s. 37, cytata za S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym*, dz. cyt., s. 83.

¹¹⁷ S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym...*, dz. cyt., s. 91-94.

może mieć ona taką zdolność wobec innych podmiotów¹¹⁸. Jak łatwo zauważyć W. D. Ross swoją koncepcję motywacji ograniczył do zjawisk zachodzących w samym podmiocie, pomijając przy tym wszelkie zewnętrzne uwarunkowania motywu.

Negacja udziału motywów w tworzeniu powinności etycznych nie omija u W. D. Rossa nawet takiej motywacji, jaką jest sumienność, czyli tzw. poczucie obowiązku. Zwrot ten, używany przez filozofa dla oznaczenia motywu obowiązku, traktuje on jako przykład pragnienia. W odczuciu W. D. Rossa czyny wyrosłe z tak rozumianej motywacji nie są powinnościami, są nimi natomiast usiłowania, które człowiek uznaje za obowiązujące w rezultacie dokonanej przez siebie moralnej charakterystyki określonych okoliczności (tj. wglądu w wymogi tzw. sytuacji moralnej). W. D. Ross twierdził, iż próbując odkryć własne powinności należy skoncentrować uwagę nie na motywach, lecz na tzn. cechach samego czynu. Uważał on, przy tym, że nawet pozbawione dodatnich wartości lub wręcz niegodziwe pobudki mogą umożliwiać realizowanie obowiązków¹¹⁹.

Późniejsze przemyślenia skłoniły filozofa do powiązania powinności nie tyle z czynami ile z osobami. Odrzucając – jak już było wspomniane – możliwość udziału motywów i następstw w konstytuowaniu powinności, W. D. Ross połączył obowiązek z „naturą” określonych czynów. Pomysł lokalizacji obowiązku dotyczył pustej dotąd przestrzeni między motywem i czynem. Przestrzeń ta wypełniła się wyobrazeniami zjawisk psychicznych dwojakiego rodzaju: decyzji (zwanej także postanowieniem czy wyborem); oraz usiłowań¹²⁰. Obydwa te zjawiska zyskały w etyce W. D. Rossa wysoką rangę, stając się przykładami czynności umysłu. Stworzyły one razem z motywami, psychiczny element działań podlegających kwalifikacjom moralnym. Region powinności etycznych uległ zatem przesunięciu z czynów w znaczeniu fizycznym na czynności samego umysłu.

W. D. Ross w toku prowadzonych rozważań nad aktywnością umysłową, stwierdził, iż decyzje mogą dotyczyć działań planowanych na odległą nawet przyszłość i trwać jakby w zawieszeniu, nie pociągając za sobą skutków pozapsychicznych. Takie przypadki mają niezbicie dowodzić istnienia drugiej, odrębnej czynności umysłu, której funkcja polegałaby na inicjowaniu realizacji powziętych decyzji. Faza ta następuje bezpośrednio po decyzji, przez co łatwo może umknąć uwadze. „Zmiana w przedmiocie fizycznym – jeśli się zjawia – jest po prostu skutkiem, zamierzonym oczywiście skutkiem

¹¹⁸ Tamże, s. 96-97, 99, 110.

¹¹⁹ Tamże, s. 100, 103-104.

¹²⁰ Tamże, s. 106-107.

czynności umysłu (...) Nie jest to ruch fizyczny, (...). Daje się ona całkiem wyraźnie odróżnić od motywu”¹²¹. Dokonanie czynów, w znaczeniu fizycznych, zakończonych powodzeniem działań – przekracza często ludzkie możliwości, wchodzi bowiem w zakres zdarzeń i praw od człowieka niezależnych. Prawdziwa odpowiedź na pytanie: czy można postąpić w ten czy inny sposób? – musi brzmieć: nie wiadomo¹²². Ludzka niewiedza co do możliwości uwieńczenia usiłowań „dokonaniami” wypływa głównie z dwóch źródeł, a mianowicie: z ryzyka interwencji niezależnych od podmiotu czynników, które mogą uniemożliwić osiągnięcie efektu usiłowań; oraz z chronicznego braku pewności co do charakteru ludzkich czynów; nigdy bowiem nie wiadomo, czy odpowiadają one wiernie usiłowaniom i czy są obiektywnie tym, czym się człowiekowi wydają¹²³. Czyn w znaczeniu dokonań nie może stanowić obowiązku, jego spełnienie zależy nie tylko od podmiotu, ale i od świata zewnętrznego. Tym samym jedynie usiłowania, a nie czyny mogą stać się przedmiotem powinności i stowarzyszonych z nimi roszczeń. Obowiązek będący usiłowaniem oznacza próbę spowodowania czegoś. Umiejscowienie obowiązków etycznych w ludzkim umyśle jest przykładem typowej dla W. D. Rossa tendencji upodmiotowienia powinności. „Faktem realnym jest to, że ty albo że ja powinniśmy lub nie powinniśmy dokonać pewnych działań albo raczej usiłować je dokonać. Kiedy formułujemy jakieś twierdzenie zawierające termin *powinien* czy *nie powinien*, to tym, czemu przypisujemy pewną rolę, nie jest określona działalność, lecz określony człowiek”¹²⁴. Przywołując formułę czynu słusznego jako czynu zharmonizowanego z określoną sytuacją, W. D. Ross dostrzegał w tej ostatniej, istnienie elementu obiektywnego i subiektywnego. Element obiektywny składa się, jego zdaniem, z faktów związanych z różnymi uwikłanymi w daną sytuację osobami i rzeczami, faktów, na mocy których pewien czyn najlepiej nadawałby się na spełnienie obowiązku ciężącego na podmiocie. Element subiektywny tkwi natomiast w opiniach podmiotu na temat samej sytuacji. Czyn, który jest z tymi elementami moralnie zharmonizowany, tj. czyn, o którym osoba działająca na podstawie swojej opinii o sytuacji sądzi, iż będzie najlepszym wypełnieniem obowiązku i faktycznie jej przekonanie odpowiada rzeczywistej sytuacji – będzie stanowił czyn słuszny¹²⁵.

¹²¹ W. D. Ross, *Foundations of Ethics*, Oxford 1939, s. 126, cytat za S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym...*, dz. cyt., s. 114.

¹²² S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym...*, dz. cyt., s. 115.

¹²³ Tamże, s. 115-116.

¹²⁴ W. D. Ross, *Foundations of Ethics*, dz. cyt., s. 155, cytat za S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym...*, dz. cyt., s. 120.

¹²⁵ S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym...*, dz. cyt., s. 120-121.

Wnikliwy wgląd w opinie potoczne pozwala zdaniem W. D. Rossa odkryć, że człowiek swoje powinności formułuje i realizuje z reguły na podstawie własnych ocen o „zewnątrznych” elementach sytuacji. Powinnościami są tylko te usiłowania, które w przekonaniu osoby działającej najbardziej harmonizują moralnie z jej postrzeganiem danej sytuacji. Obowiązek etyczny powinien w związku z tym wyrastać z dwóch przesłanek: opinii o faktach i przeświadczenia moralnego o tym, co należy w świetle tej opinii przedsięwziąć. Dla W. D. Rossa ideałem był taki typ usiłowań, za którym kryłyby się trafne intuicje moralne i opinie zgodne z obiektywną sytuacją¹²⁶. Filozof zdawał sobie też sprawę z istnienia obowiązków, których spełnieniu towarzyszy błędna ocena sytuacji, niemniej nawet w takich okolicznościach pozostają one według W. D. Rossa powinnościami.

Swoje rozważania w zakresie deontologizmu filozof zakończył nawiązując do pytania: Jak człowiek rozpoznaje czyny słuszne i jak w związku z tym dokonują się ludzkie „powinnościowe” rozstrzygnięcia? Udzielając na nie dokładniejszej niż dotychczas – odpowiedzi W. D. Ross wskazał po pierwsze, że przypadki zharmonizowania konkretnego czynu z określoną sytuacją, podmiot poznaje drogą bezpośredniej, intuicyjnej percepcji. Poznanie takie dokonuje się w następujący sposób: „Najpierw zjawia się zrozumienie oczywistej słuszności jakiegoś pojedynczego czynu określonego typu. Stąd dochodzimy drogą refleksji do zrozumienia oczywistości ogólnej zasady (...) obowiązku”¹²⁷. Kolejna faza w procesie poznawania powinności dotyczy namysłu podmiotu nad tym, jak powinien postąpić. Niezawodna wiedza na temat powinności nie koniecznie oznacza trafne odkrywanie obowiązków w określonych okolicznościach. Ostateczne formułowanie powinności określa W. D. Ross jako proces przechodzenia od pewności do niewiedzy. Przyczyna niepewności ludzkich opinii o obowiązkach tkwi zarówno w złożonym charakterze samych czynów, jak i w bogactwie aspektów sytuacji moralnej. To samo działanie może być zarówno słuszne jak i niesłuszne. Podejmując decyzję człowiek podejmuje ryzyko całościowej oceny sytuacji¹²⁸. Sytuacja moralna jako teren wyboru była u W. D. Rossa właściwie zawsze sytuacją konfliktową. Nierzadko zdarza się, że nie można stwierdzić, który z obowiązków zaistniałych w danej sytuacji, jest najbardziej wiążący. Gdy człowiek próbuje porównać wagę np. jakiegoś obowiązku urzeczywistnienia dobra i obowiązku spełnienia obietnicy, wkracza w dziedzinę

¹²⁶ Tamże, s. 122-123, 125.

¹²⁷ W. D. Ross, *The Right the Good*, dz. cyt., s. 33, cytata za S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym...*, dz. cyt., s. 132.

¹²⁸ D. McNaughton, P. Rawling, *On Defending Deontology*, Oxford, 1998, s. 44.

niepewności. Każda osoba musi jednak dokonywać sądu zgodnie z jej własnym indywidualnym poczuciem silniejszej presji, któregoś z wymogów. Rola podmiotu polega zatem na samodzielnym gospodarowaniu prawdami cząstkowymi i na formułowaniu ryzykownych hipotez. Prawidłowe rozstrzygnięcia były mimo wszystko dla W. D. Rossa czymś osiągalnym, chociaż bardzo trudnym do sprawdzenia¹²⁹.

W istocie „podmiotowość” pełni w systemie W. D. Rossa rolę głównego czynnika rozstrzygnięć etycznych. Osoba działająca jest dla filozofa najwyższym autorytetem, ale jednocześnie dalekim od doskonałości w sprawowaniu władzy moralnego sądenia. Człowiek nie zna nigdy wszystkich znaczeń czynu i nie może w sposób pewny przewidzieć jego następstw. Najlepsza wola i maksymalna uwaga pozwalają mu jedynie formułować powinność autentyczną, nigdy jednak nie są one rękojmią powinności doskonałej w znaczeniu czynu absolutnie słusznego. Przedstawienie prawdy byłoby możliwe dzięki wykazaniu, „(...) iż każdy poszczególny czyn będzie według wszelkiego prawdopodobieństwa z biegiem czasu przyczyniać się do wyrządzenia dobrodziejstw lub zła wielu ludziom, uzyskując w ten sposób takie zalety i wady (...), o jakich nie mamy pojęcia”¹³⁰.

Z jednej strony doniosłość czynu i jego następstw świadczy o wielkości człowieka jako istoty myślącej i twórczej, z drugiej jednak nieprzewidywalność działań i wyzwolonej przez nie energii stawia pod znakiem zapytania samą celowość poprzedzającego je trudu namysłu i oceny. W warunkach ciągłego braku pewności przy podejmowaniu moralnych decyzji dokonanie czynu rzeczywiście słusznego zależy w pewnej mierze od uśmiechu losu. W. D. Ross sprzeciwiał się jednak wyolbrzymianiu roli przypadku. Ostatnią konkluzję w deontologicznych przemyśleniach tego filozofa stanowi optymistyczna wiara w to, że mimo trudności orzekania o obowiązkach ludzkie werdykty są na ogół trafne¹³¹.

2. Podstawowe założenia paradygmatu systemu światowego I. Wallersteina

Po zapoznaniu się z dwoma wybranymi stanowiskami etycznymi, dotychczasowe rozważania warto uzupełnić, przedstawiając niektóre założenia socjologicznej teorii systemu światowego I. Wallersteina. Zaprezentowany poniżej system poglądów znajdzie zastosowanie w dalszej części książki przy dokonywaniu analizy zagadnień dystrybucji

¹²⁹ Tamże, s. 44.

¹³⁰ W. D. Ross, *The Right and the Good*, dz. cyt., s. 31, cytata za S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym...*, dz. cyt., s. 136-137.

¹³¹ S. Soldenhoff, *O intuicjonizmie etycznym...*, dz. cyt., s. 137-138.

produktów GM oraz zmian, jakie zachodzą w wyniku rozwoju nowoczesnej biotechnologii w strukturze podziału bogactwa.

Rozwinięty w latach 70. XX wieku, przez amerykańskiego socjologa paradygmat tłumaczy zróżnicowanie poziomu rozwoju gospodarczego w skali globu i wskazuje na konieczność wprowadzenia nowego, odmiennego od dotychczas obowiązującego, systemu rozdziału dóbr.

I. Wallerstein wychodzi z założenia, że podstawowym elementem analizy powinien być system społeczny, a nie konkretne państwo czy społeczeństwo. Według socjologa system światowy jest właśnie takim systemem społecznym. Funkcjonowanie tego układu zależy od skonfliktowanych sił, które z jednej strony utrzymują go w jedności, a z drugiej – rozdzierają go. Przypomina on żywy organizm; jego działanie i dynamika rozwoju wypływa głównie z wnętrza systemu. Jedną z form systemu społecznego, jaką wyróżnił I. Wallerstein, a w której następuje reprodukcja siły roboczej zgodnie z zasadą podziału pracy (zawodów), jest gospodarka-światowa. Podstawową jej cechą jest akumulacja nadwyżek ekonomicznych, która następnie podlega nierównemu rozdziałowi. Taki stan rzeczy jest częściowo spowodowany względami ekologicznymi, ale przede wszystkim jest wynikiem społecznej organizacji pracy, który ma także charakter geograficzny. Osobliwością nowoczesnego systemu światowego jest forma organizacji tej gospodarki – kapitalizm¹³². Kapitalizm mógł się rozwinąć, ponieważ gospodarka-światowa mieści w swych ramach nie jeden, lecz wiele politycznych systemów. Kapitalizm jako rodzaj gospodarki opiera się na założeniu, że czynniki ekonomiczne działają w ramach obszaru na tyle szerokiego, że żadna jednostka polityczna nie jest go w stanie całkowicie kontrolować¹³³.

I. Wallerstein w swej teorii zaproponował trójpoziomowe podejście do porządku światowego wyróżniając: rdzeń, peryferie i półperyferie. Najbardziej rozwinięte obszary gospodarki-światowej, I. Wallerstein, nazywa państwami rdzenia (centrum). Centrum posiada m.in. wielki rynek konsumencki zarówno dla dóbr podstawowych, jak i luksusowych, dobrze opłacaną siłę roboczą, wysoki poziom technologii połączony z napędzanymi przez rynek potrzebami podtrzymywania innowacji technologicznych oraz zespół wielkich firm, które angażują się w handel z państwami peryferyjnymi. W ramach gospodarki-światowej znajdują się też obszary peryferyjne składające się z krajów słabo

¹³² I. Wallerstein, *Koniec świata jaki znamy*, przeł. M. Bilewicz i in., Warszawa 2004, s. 13-15.

¹³³ I. Wallerstein, *Nowoczesny system-świat*, [w:] *Współczesne teorie socjologiczne*, A. Jasińska-Kania i in., t. 2, Warszawa 2006, s. 747-748.

rozwinętych, a także obszary półperyferyjne. Te ostatnie sytuują się pośrodku między rdzeniem a peryferiami, charakteryzują się one wyższym stopniem rozwoju ekonomicznego, niż peryferie, ale nie tak znacznym jak państwa centralne. Półperyferie są niezbędnym elementem w strukturze gospodarki-światowej, mogą zarówno być eksploatowane jak i eksploatować. Amerykański socjolog uważa, że współczesny system kapitalistyczny potrzebuje sektora półperyferii, ponieważ jego rola przypomina rolę klasy średniej, stabilizującej system społeczny. Najbardziej dochodowe technologie produkcyjne z państw rdzenia mogą w razie potrzeby z powodzeniem zostać przeniesione do państw półperyferyjnych. Obszary te posiadają zdolność przyjęcia takich technologii, chociażby ze względu na poziom przygotowania pracowników. Hegemonistyczne państwa centralne dążą ponadto do kontrolowania handlu, szczególnie wymiany transoceanicznej, w wyniku której, jak twierdzi socjolog, dochodzi do powiązania centrum i peryferii w eksploatacyjny układ handlowy. Z faktu, że peryferie posiadają zasoby, których pożądamy konsumenci w państwach centralnych, I. Wallerstein wyciąga wniosek, że obszary centralne wyciskają obszary peryferyjne i uzależniają je od siebie. W wyniku wymiany handlowej nie poprawia się sytuacja gospodarcza państw peryferyjnych, zyskują natomiast państwa rdzenia, do których całe bogactwo jest transferowane¹³⁴.

Wszystkie obszary mogą być źródłem mobilności i zmieniać swój status np. z państwa rdzenia na państwo półperyferyjne. Możliwy jest też awans peryferii do grona państw półperyferyjnych lub nawet państw rdzenia. I. Wallerstein zauważa, że proces zmiany statusu z państwa peryferyjnego na półperyferyjny jest możliwy:

1. W drodze „wykorzystania okazji”. W sytuacji zaistnienia kryzysu gospodarczego, który przyczynia się do osłabienia obszaru centrum, państwa peryferyjne dzięki odpowiedniej polityce władz mogą w systemie światowym awansować rezygnując z importu drogich dóbr konsumpcyjnych, na rzecz importu dóbr kapitałowych.
2. „Przez zaproszenie”. W wielu państwach rdzenia panują niesprzyjające warunki dla działalności wielkich korporacji, np. nadmiernie obciążające systemy podatkowe. Państwa półperyferyjne mają szansę stać się bardziej konkurencyjne w tym zakresie, wystosowując w ten sposób „zaproszenie” dla zagranicznych inwestorów.
3. Na podstawie „własnych sił”. Strategia ta polega na byciu samowystarczalnym w zakresie politycznym, społecznym, kulturowym i gospodarczym. Socjolog wątpi jednak w skuteczność tak wybranej drogi rozwoju¹³⁵.

¹³⁴ J. Turner, *Struktura teorii socjologicznej*, przekł. G. Woroniecka i in., Warszawa 2004, s. 259-260.

¹³⁵ I. Wallerstein, *Koniec świata jaki znamy*, dz. cyt., s. 18-21.

Również państwa półperyferyjne mogą zmieniać swój status zmierzając np. w kierunku rdzenia. Przełamanie bariery dzielącej półperyferie od centrum może nastąpić wówczas, gdy państwo półperyferyjne wykształci własny, odpowiednio pojemny rynek niezbędny do wypracowania i wprowadzenia najbardziej zaawansowanych technologii produkcji. Dzięki temu może ono produkować taniej, niż udawało się to dotychczasowym producentom. Państwo półperyferyjne może zmienić swój status także np. w wyniku ograniczenia dostępu obcych dóbr do własnego rynku czy zapewnienia odpowiednio wysokich subsydiów dla swoich produktów, co pozwoliłoby na opanowanie także rynku zagranicznego¹³⁶.

Państwa rdzenia były tym obszarem, na którym zapoczątkowany został wspomniany już jednorazowy proces – kapitalizm. Objął on następnie tereny nabierające charakteru peryferii i półperyferii. Podobnie jak centrum te ostatnie także mają charakter kapitalistyczny, z tym że pełnią one inną rolę w światowym podziale pracy. Wspomnianą już prawidłowością jest koncentrowanie wypracowanych zysków w państwach rdzenia, a nie w peryferiach, które w wyniku procesu dystrybucji tracą wypracowane nadwyżki. Podział gospodarki-światowej obejmuje hierarchię zajęć i zawodów. Czynności wymagające wyższych kwalifikacji i większych nakładów finansowych, zdaniem I. Wallersteina, są zastrzeżone dla obszarów uprzywilejowanych, ponieważ kapitalistyczna gospodarka-światowa z zasady wyżej opłaca zakumulowany kapitał, w tym kapitał ludzki, niż tanią siłę roboczą. Nierówność geograficznej dystrybucji kwalifikacji zawodowych przejawia silną skłonność do samopodtrzymywania się. Proces rozwoju gospodarki-światowej wyzwała ponadto zmiany technologiczne, które umożliwiają poszerzanie jej granic. W wyniku czego – jak już było wspomniane – niektóre regiony świata mogą zmieniać strukturalną rolę w ramach gospodarki-światowej tak w korzystnym jak i niekorzystnym dla siebie kierunku¹³⁷.

I. Wallerstein zwraca ponadto uwagę na jeszcze jeden (ważny z punktu widzenia monografii) aspekt, a mianowicie, że natura cywilizacji kapitalistycznej i funkcjonowanie gospodarki-światowej przyczynia się do degradacji środowiska naturalnego, co stanowi wielką wadę niniejszego systemu. Niszczenie przyrody postępuje mimo ciągłego pojawiania się nowych wynalazków technicznych i poszerzania wiedzy naukowej. Kumulacja ludzkiej wiedzy nie prowadzi zatem, jak mogłoby się wydawać, do poprawy

¹³⁶ Tamże, s. 21.

¹³⁷ I. Wallerstein, *Nowoczesny system-świat*, [w:] *Współczesne teorie socjologiczne*, A. Jasińska-Kania i in., dz. cyt., s. 749-750.

stanu środowiska naturalnego. Według I. Wallersteina popieranie działań proekologicznych, a zarazem rozwoju gospodarczego pozostaje ze sobą w konflikcie. Zauważa on jednak, że wielu ludzi dokonuje wyraźnego rozgraniczenia tych żądań i w ten sposób unika dylematu moralnego. Podjęcie na szeroką skalę kroków zmierzających do poprawy stanu środowiska naturalnego mogłoby, zdaniem socjologa, doprowadzić do załamania się kapitalistycznej gospodarki-światowej. Problem degradacji środowiska jest jednak na tyle istotny, że stał się on ważną kwestią polityczną w wielu częściach globu¹³⁸.

Amerykański socjolog zauważa, że najczęściej nie podejmuje się żadnych skutecznych kroków zapobiegających niszczeniu środowiska naturalnego. Z czasem droga ta może doprowadzić do licznych katastrof ekologicznych. Można spostrzec jak wiele rządów próbuje jedynie oddalić problem, przenosząc technologie mocno zanieczyszczające środowisko naturalne do państw peryferyjnych, co jednak nie zapobiega globalnej kumulacji zanieczyszczeń i jej skutkom. Ekspansja gospodarki-światowej, zdaniem I. Wallersteina, jest tak wielka, a wynikający z niej stopień degradacji przyrody tak dotkliwy, że brakuje już przestrzeni pozwalającej regulować problem poprzez „eksportowanie” go na Południe. Podejmuje się zatem alternatywne działania zmierzające do wymuszenia na krajach peryferyjnych odroczenia „rozwoju” poprzez żądanie od nich ograniczenia produkcji przemysłowej lub zastosowania droższych i bardziej ekologicznych technologii produkcji. I. Wallerstein konkluduje, że problemu degradacji środowiska przyrodniczego nie należy ograniczać do jednego kraju, czy nawet całego globu, ale trzeba traktować go w kategoriach międzypokoleniowych¹³⁹.

Nie sposób nie zauważyć, że teoria systemu światowego ma silne zabarwienie polityczne i przewiduje kres kapitalizmu. Z wieloma tezami tego podejścia można się nie zgodzić, niemniej niewątpliwie szkoła ta odegrała dużą rolę w wymiarze akademickim jak i politycznym. Mimo że paradygmat ten nie jest wolny od licznych wad – podobnie jak utylitaryzm czy deontologizm – i zainteresowanie nim znacznie zmalało, wybrane założenia teorii I. Wallersteina pozwalają wyjaśnić niektóre zjawiska społeczne, chociażby takie, które zaistniały wraz z pojawieniem się organizmów genetycznie modyfikowanych.

¹³⁸ I. Wallerstein, *Koniec świata jaki znamy*, dz. cyt., s. 109-110.

¹³⁹ Tamże, s. 112-113.

Rozdział III

MORALNA REFLEKSJA NA TEMAT INŻYNIERII GENETYCZNEJ I DZIAŁAŃ
POLEGAJĄCYCH NA WYTWARZANIU TRANSGENICZNYCH ORGANIZMÓW

Uwagi wstępne

W części drugiej niniejszej publikacji podjęta została próba moralnego namysłu nad opisanymi wcześniej działaniami prowadzącymi do wytwarzania transgenicznych drobnoustrojów i roślin. Niezbędne w tym celu stało się powiązanie wiedzy teoretycznej zaprezentowanej w dwóch pierwszych rozdziałach. Rozważania etyczne dotyczące konkretnych czynów poprzedzone jednak zostały ogólną analizą samej inżynierii genetycznej (dokonaną w poniżej), stanowiącą właściwe wprowadzenie do tematu.

1. Zastrzeżenia moralne wobec stosowania technik genetycznych

Podrozdział ten należy rozpocząć od przedstawienia relacji, w jakiej pozostają względem siebie etyka i biotechnologia, a dokładniej – ogólnych obiekcji moralnych dotyczących inżynierii genetycznej.

Zarzuty o charakterze moralnym, jakie wysuwane są pod adresem inżynierii genetycznej, dzielą się na dwie kategorie. Można uznawać ją za złą z powodów wewnętrznych – odnoszących się do stosowania samej metody albo z przyczyn zewnętrznych – dotyczących dopiero konsekwencji wykorzystywania tej techniki. Jak łatwo zauważyć, powody wewnętrzne swe teoretyczne podstawy mają w deontologizmie, z kolei zewnętrzne – w utylitaryzmie. Jeśli chodzi o argumenty wewnętrzne, to są one zawsze „mocniejsze” niż zewnętrzne; skupiają się one na istocie ocenianego zjawiska i cechach odróżniających je od innych, podobnych. Ich wyróżnikiem jest konkretny przedmiot obiekcji, określony dokładniej niż przy argumentach zewnętrznych. Jeśli np. inżynierię genetyczną uzna się za złą – z różnych powodów właściwych metodzie jako takiej – to żadne argumenty nie mogą tej oceny zmienić – skutki działania nie mają w tym przypadku żadnego znaczenia. Natomiast jeśli chodzi o drugi typ zastrzeżeń, pojawia się pewna wątpliwość. Mianowicie twierdząc, że określone działanie będzie miało niepożądane skutki, podmiot wypowiada się na temat przyszłych zjawisk. Prognozowanie

takie może jednak być słuszne albo błędne; nie można udowodnić, że tok zdarzeń zaistniałych w przyszłości przebiegnie dokładnie w taki, a nie inny sposób. Z tego powodu ocena wiarygodności tych zastrzeżeń ma charakter warunkowy i polega na ustaleniu najbardziej prawdopodobnego kierunku rozwoju wydarzeń¹⁴⁰. Etyczna analiza niniejszych zarzutów zewnętrznych jest niezbędna z następujących powodów:

1. Nawet jeśli udałoby się porozumieć w sprawie prawdopodobnych skutków danego działania, nie oznaczałoby to zarazem zgody co do oceny moralnej i etycznej owych skutków.
2. Każdy czyn pociąga za sobą liczne konsekwencje, które niekiedy ujawniają się w różnych momentach. Niemożliwe jest zatem wyrażenie uznania czy dezaprobaty dla wszystkich następstw jakiegoś czynu, ponieważ często poszczególne rezultaty będą miały przeciwstawny charakter.
3. Konieczne jest w związku z tym dokonanie bilansu i wyważenia różnych konsekwencji, co trudno jest sprowadzić do obiektywnego osądzenia faktów. Praktycznie każdej analizie kosztów i korzyści można dokonać w kategoriach ekonomicznych, ale nie daje to żadnych informacji o kwestiach moralnych. Niezbędny jest osąd etyczny i określenie celów czy preferencji, dotyczących poszczególnych rezultatów. Niemniej nie jest to raczej zadanie proste do zrealizowania¹⁴¹.

Nie trzeba być z wykształcenia biologiem, by na podstawie faktów wyrobić sobie zdanie o ewentualnych etycznych konsekwencjach inżynierii genetycznej. Warto przeanalizować jedną z obaw zewnętrznych – przekonanie, że owa technika jest niebezpieczna.

Najczęściej wskazywanym zarzutem dotyczącym potencjalnych skutków inżynierii genetycznej jest strach przed zagrożeniem czy nawet katastrofą ekologiczną. Niewłaściwe byłoby twierdzenie, że kwestie zagrożenia i bezpieczeństwa nie posiadają charakteru moralnego. Hipoteza, że inżynieria genetyczna stwarza potencjalnie zagrożenie, okazuje się jednak mniej znacząca niż można przypuszczać, ponieważ wszystkie ludzkie czyny są potencjalnie niebezpieczne. Dodatkowe komplikacje wprowadza niejasność wyrażenia „potencjalnie niebezpieczne”. Zdanie „X jest potencjalnie niebezpieczne dla Z” można interpretować na wiele sposobów:

¹⁴⁰ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury: inżynieria genetyczna – nauka i etyka*, przeł. J. Fronk, Warszawa 1997, s. 55-56.

¹⁴¹ Tamże, s. 56-57.

1. X może skutkować uszkodzeniem Z przy zaistnieniu określonych warunków.
2. Nie wiadomo, czy X nie jest szkodliwy dla Z w pewnych warunkach.
3. Istnieją dane świadczące o tym, że X może być szkodliwy dla Z.
4. Istnieje niezerowe prawdopodobieństwo, że X może zaszkodzić Z.
5. Możliwy jest hipotetyczny przebieg zdarzeń, prowadzący do uszkodzenia Z przez X, przy czym taki tok wydarzeń nie został ani udowodniony, ani wykluczony¹⁴².

Głównym problemem jest w tym przypadku także trudność czy wręcz niemożność zdefiniowania terminu „bezpieczny”. Znaczna ostrożność wcale nie musi wykluczać zagrożenia. Zaprzestanie badań w jakiejś dziedzinie, podejrzewanej o powodowanie szkód może sprawić, że nie dojdzie do odkrycia, które w przyszłości byłoby niezbędne do uratowania ludzkości przed katastrofą, jakiej dziś nikt sobie nawet nie wyobraża. Historia pokazała, że kierunku rozwoju nauki nie sposób przewidzieć.

Oceniając ryzyko, które powoduje inżynieria genetyczna, trzeba zatem znaleźć „złoty środek” między dwoma skrajnymi podejściami: z jednej strony nadmierną ostrożnością, zabraniającą jakiegokolwiek działania, z drugiej – nieodpowiedzialnym pozbawieniem wszelkiej kontroli. Jeśli nie można udowodnić absolutnego braku zagrożeń, należy określić prawdopodobieństwo konkretnych zdarzeń i ustalić stopień ich pożądania i względne znaczenie. W tym właśnie zakresie nauka i etyka muszą iść ze sobą w parze¹⁴³. Katastrofa ekologiczna stanowi jedno z ewentualnych następstw stosowania inżynierii genetycznej; innym jest ograniczenie liczby ludzi głodujących na świecie i zmniejszenie eksploatacji złóż bogactw naturalnych. Osąd etyczny inżynierii genetycznej dokonany w oparciu o prawdopodobne konsekwencje musi zatem uwzględniać zarówno zyski, jak i straty. Problem w tym, jak je ze sobą porównywać; nie można w tym przypadku zastosować wyłącznie kryterium ekonomicznego¹⁴⁴. Pojęcie korzyści i kosztów musi odnosić się do szerszego kontekstu; mimo braku pełnej zgody filozofowie wymieniają zwykle takie kategorie jak: dobrobyt, interes jednostki i grupy, prawa człowieka, a nawet zwierząt.

Wśród teorii etycznych, koncentrujących uwagę na konsekwencjach czynów ludzkich, najpopularniejszą jest, zaprezentowany w rozdziale drugim, utylitaryzm. Niektóre założenia tej teorii budzą oczywiste wątpliwości. Jak w praktyce należałoby np.

¹⁴² Tamże, s. 61-62, patrz S. Krimsky, *Genetic Alchemy*, Cambridge, MA: MIT Press, 1982, s. 77.

¹⁴³ S. P. Stich, *The Recombinant DNA Debate* [w:] *Contemporary issues in bioethics*, edited by T. L. Beachamp, L. Walters, Belmont, California 1982 by Wadsworth, Inc., s. 590-591.

¹⁴⁴ I. F. H. Purchase, *Ethical issues for bioscientists in the new millennium* [w:] “Toxicology Letters” 127 (2002), s. 309-311.

dokonywać „rachunku etycznego” korzyści i szkód powstałych w wyniku posługiwania się inżynierią genetyczną? I jak unikać niezasłużonego krzywdzenia niewinnych ludzi? Nawet jeśli trafnie odgadnione zostaną wszelkie możliwe skutki, jakie niesie ze sobą ta technika (co jest wątpliwe), to jak przeliczyć oczekiwane koszty i korzyści na ogólne poczucie dobrobytu i zadowolenia? W jaki sposób zestawić szansę na wzrost produkcji żywności z możliwością inwazji wyjątkowo uporczywych chwastów? Należałoby skorzystać w tym przypadku z jakiejś kolejnej reguły etycznej, wymagającej jednak wcześniejszego uzasadnienia. Po drugie, w jaki sposób powinno się zadbać o interes przedstawicieli mniejszości czy zwierząt, skoro „arytmetyka etyczna” wskazuje, że pożądane działanie, które przyniosłoby korzyść większości społeczeństwa, przyniesie poważną krzywdę i stratę jednostkom? Trudno udzielić prostych odpowiedzi na te pytania. Filozofowie zazwyczaj przychylają się do poglądu, że w swej tradycyjnej postaci utylitaryzm ma pewne wady, uniemożliwiające rozstrzygnięcie złożonych problemów moralnych; z tego też względu próbuje się udoskonalić tę koncepcję¹⁴⁵.

Inżynierię genetyczną postrzega się ponadto jako naganną ze względu na to, że jest nienaturalna. Jest to nie tyle zastrzeżenie wewnętrzne, co pogląd stanowiący konsekwencję strachu przed możliwymi następstwami. Kluczowe jest przekonanie, że „Natura wie najlepiej”. Otaczający człowieka świat kształtował się w długim procesie ewolucji, podczas gdy wytwory inżynierii genetycznej są jego zaprzeczeniem. Podstawą tego typu zarzutów są zazwyczaj następujące przekonania religijne: inżynieria genetyczna ingeruje w Naturę, będącą doskonałym dziełem Boga¹⁴⁶. Obawy o nienaturalność nie zawsze muszą wypływać z przesłanek religijnych. Można rozumować także w następujący sposób: Przyroda jest odzwierciedleniem czegoś naturalnego, a tym samym czegoś dobrego, natomiast inżynieria genetyczna jest ze wszech miar nienaturalna, ponieważ polega głównie na łamaniu przyrodniczych barier reprodukcyjnych między gatunkami; w związku z tym inżynieria genetyczna jest z gruntu zła. Co jednak oznaczają terminy „naturalny” i „nienaturalny” i co jest właściwego w byciu „naturalnym”, a niewłaściwego w byciu „nienaturalnym”? Nie jest łatwo określić, co pod tymi wyrażeniami należy rozumieć. W zależności od kontekstu, przymiotnik „naturalny” można traktować np. jako: powszechny, normalny, właściwy, odpowiedni, spontaniczny, wrodzony, dziki, wolny od ingerencji. W przyjętym w książce aspekcie „naturalność” należy przeciwstawić „sztuczności”, pojmowanej jako wynik działalności człowieka. Dosłowne potraktowanie tego

¹⁴⁵ Tamże, s. 309-310.

¹⁴⁶ Tamże, s. 311.

rozdzielenia nakazywałyoby uznawać za nienaturalny praktycznie każdy aspekt życia współczesnego człowieka. Cały rozwój cywilizacji opiera się na ingerowaniu w Naturę. Kiedy przyjmie się, że wszystkie zwierzęta domowe i hodowlane, rośliny ogrodowe i uprawne, artykuły spożywcze oraz ubrania są nienaturalne, ponieważ powstały w rezultacie naruszenia „naturalnego stanu rzeczy”, to kompletne wyobrażenie nienaturalności stanie się tak szerokie, że wręcz bezużyteczne¹⁴⁷.

Bardziej sprecyzowany i poważny zarzut nienaturalności stawiany inżynierii genetycznej dotyczy łamania przez nią przyrodniczych barier rozdzielających gatunki i naruszania integralności populacji. Przyrodnik może jednak podważyć tezę o nienaturalności przekraczania międzygatunkowych barier genetycznych. W pierwszej kolejności trzeba zaznaczyć, że teoria ewolucji, która jest fundamentem dla prawidłowego zrozumienia koncepcji gatunku biologicznego nakazuje, by struktura genetyczna populacji z biegiem czasu ulegała, w sposób naturalny, stopniowym zmianom. Ponadto, przekonanie, jakoby w toku ewolucji gatunki pozostawały pod względem genetycznym izolowane, powszechnie uznaje się za błędne. Współcześnie wiadomo, że istnieją liczne procesy, które umożliwiają „przechodzenie” genów między osobnikami należącymi do różnych gatunków. Przykładowo, wiele bakterii jest w stanie pozyskiwać geny z organizmów należących do innych populacji i włączać je do własnego materiału genetycznego. W końcu, jak już wyżej zostało zaznaczone, nie istnieje jedna ogólnie akceptowana definicja gatunku. Niektóre wyjaśnienia tego pojęcia można uznać za tautologiczne, a inne za zbyt nieprecyzyjne, pozwalające w rezultacie na krzyżowanie ze sobą różnych gatunków¹⁴⁸.

Zaprezentowane uwagi powinny przestrzegać przed bezkrytycznym uznawaniem zarzutu o nienaturalności inżynierii genetycznej. Z drugiej strony, nie należy wspomnianym zjawiskom przypisywać zbyt dużej wagi. Po pierwsze, gatunki faktycznie nie są niezmiennie pod względem własności genetycznych, ale zmiany ewolucyjne pojawiające się w warunkach naturalnych są bardzo powolne. W przypadku inżynierii genetycznej dokonywane zmiany pojawiają się natomiast nie w ciągu tysiącleci, ale miesięcy. Po drugie, nie powinno się przywiązywać zbyt dużej wagi do istniejącego w warunkach naturalnych przepływu genów między gatunkami. Taka wymiana jest co prawda istotna dla pewnych mikroorganizmów, ale dla pozostałych gatunków zjawisko to jest niezwykle rzadkie i ma ograniczone znaczenie. W inżynierii genetycznej,

¹⁴⁷ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 65.

¹⁴⁸ Tamże, s. 65-66.

przekraczanie granic międzygatunkowych stanowi z kolei istotę procesu i skutkuje gwałtownymi zmianami własności organizmów. W końcu fakt istnienia sporu naukowego o dokładne znaczenie terminu gatunku, ma znikome znaczenie dla prowadzenia rozważań na temat naturalności czy nienaturalności przepływu materiału genetycznego między gatunkami. W tym sensie uznanie inżynierii genetycznej za nienaturalną jest zatem uzasadnione¹⁴⁹.

Czy jednak w wyniku tego namysłu należałoby stwierdzić, że wszystko co naturalne jest dobre, a wszystko co nienaturalne – złe? Naturalne istnienie czegoś wcale nie znaczy, że to coś jest słuszne czy dobre, ani też, że podlega ochronie. Liczne naturalne substancje są bardzo szkodliwe, wiele naturalnych zjawisk powoduje zniszczenia i cierpienie, także wiele naturalnych organizmów powoduje ból, choroby i śmierć. Naturę można odbierać jako: „opiekuńczą matkę, dobrą w każdym calu”, ale także jako „dziką, nieokiełznaną i bezlitosną”¹⁵⁰. Tym samym z etycznego punktu widzenia, twierdzenia o nienaturalności inżynierii genetycznej, głoszone na podstawie niezbyt konkretnych sformułowań, raczej nie mają istotnego znaczenia.

Zarzut nienaturalności może przejawiać się także w bardziej wyrafinowanej postaci i mieć większy, zdaniem niektórych, ciężar gatunkowy. Kluczowym elementem tych obaw jest przejawiany brak szacunku, którego odzwierciedleniem jest rzekomo współczesna biotechnologia. Pojawiają się tu dwa rodzaje zarzutów:

1. Podejście redukcjonistyczne; biologowie molekularni zazwyczaj przekonują, że gatunek nie jest niczym wyjątkowym. Ich zdaniem, elementarną jednostką biologiczną nie jest gatunek czy organizm, lecz gen. Zgodnie z poglądem redukcjonistycznym życie jest wynikiem właściwości związków chemicznych, z których organizm się składa, dlatego też przeniesienie jednego, pięciu czy nawet stu genów z jednego gatunku do innego nie powoduje dylematu moralnego. Redukcyoniści są przekonani, że modyfikacje dotyczą tylko substancji chemicznych kodowanych przez geny, a nie cech charakterystycznych dla konkretnego organizmu. Według takiego ujęcia życie zostaje uznane za czysto chemiczny proces, którym można w dowolny sposób manipulować. Tym samym inżynieria genetyczna kładzie także kres przeświadczeniu, iż człowiek jest w przyrodzie bytem wyjątkowym. Genetyczne „zrównanie” człowieka z innymi

¹⁴⁹ Tamże, s. 67.

¹⁵⁰ Cupitt D., *Natural evil* [w:] „Man and Nature”, red. H. Montefiore, London: Collins, 1975, s. 100, cytata za M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 68.

organizmami jest trudne do zaakceptowania przez tradycyjną etykę. Wspomniany problem nie dotyczy jednak tylko inżynierii genetycznej. Podobne, choć trochę innego typu, obiekcje można by wysunąć chociażby w stosunku do socjologów, którzy traktują ludzi jako składniki prawidłowości statystycznej. Niepożądane konsekwencje zajmowania się jakąś dziedziną nauki nie muszą stanowić istotnych obiekcji względem tej dyscypliny. Niniejsze podejście w dużej mierze jest uzależnione od przyjętych założeń na temat granic między gatunkami. Ich podważenie jednocześnie oznacza obalenie zasadności przekonań redukcjonistów. Pogląd ten ma też szerszy kontekst (o którym traktuje drugi rodzaj zarzutów) mianowicie taki, że inżynieria genetyczna oparta jest na braku poszanowania środowiska naturalnego¹⁵¹.

2. Podejście holistyczne (od gr. *holos* – cały, całkowity) odnosi się do znacznej grupy poglądów, które można określić bardzo ogólnym terminem „ekologicznych” czy „środowiskowych”. Zgodnie z tymi poglądami wszystkie formy życia są współzależne i tworzą złożoną, samoregulującą się „wspólnotę ekologiczną”. Czy posługiwanie się inżynierią genetyczną może w jakimś sensie oznaczać brak szacunku dla owej „wspólnoty ekologicznej”? Pojawiają się opinie, że technice tej „towarzyszy światopogląd nie uwzględniający uzależnienia ludzkości od Ziemi jako matki, źródła życia i pożywienia”¹⁵². Jak jednak należy rozumieć pojęcie „szacunku” i jak przejawia się okazywanie jego braku? Znaczenie szacunku jako zasady etycznej podkreślał wspomniany już – prezentujący deontologizm – niemiecki filozof I. Kant. Przypominając, głosił on, że szacunek wiąże się z podmiotowym, a nie przedmiotowym traktowaniem innych. Rozumienie szacunku przez I. Kanta wymaga uwzględniania cudzych interesów¹⁵³. Posługiwanie się innymi organizmami dla osiągnięcia własnego celu może jednak w pewnych sytuacjach być zgodne z przejawianiem szacunku. W końcu czym innym jest branie pod uwagę dążeń innych w celu zaspokojenia własnych – taką postawę można zaakceptować – a zupełnie czym innym kierowanie się wyłącznie własnym interesem i całkowite pominięcie potrzeb drugiej strony – postępowanie zdaniem I. Kanta, nie do przyjęcia. W oparciu o to założenie należy uznać, że możliwe jest oczyszczenie inżynierii genetycznej z zarzutu braku szacunku, jeśli tylko

¹⁵¹ P. Czarnecki, *Dylematy etyczne współczesności*, Warszawa 2008, s. 77-78.

¹⁵² World Council of Churches, *Integrity of Creation*, Geneva: World Council of Churches, 1988, s. 3, cyt. za M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 70.

¹⁵³ Należy zaznaczyć, że filozof miał na myśli jedynie potrzeby istot ludzkich.

organizmy poddawane zabiegom nie będą traktowane wyłącznie przedmiotowo. Poza tym, nie powinno się przyjmować *a priori*, że naukowcy nie są skłonni do szanowania obiektów własnej działalności w tym wypadku organizmów, z którymi pracują. Fachowa wiedza i umiejętności zazwyczaj sprzyjają zwiększonej wrażliwości, świadomości i okazywaniu szacunku. I w końcu, nie ma podstaw by twierdzić, że inżynieria genetyczna jest mniej, lub bardziej podatna na zarzut braku szacunku niż inne, bardziej tradycyjne metody hodowli roślin czy zwierząt. Czyżby poddana modyfikacji genetycznej kukurydza miała dowodzić braku szacunku dla Natury w stopniu wyższym, niż tradycyjnie uprawiany na działkach zielony groszek?¹⁵⁴

Reasumując, zastrzeżeń zewnętrznych nie można nigdy osądzić w sposób jednoznaczny. Za każdym razem konieczna jest skomplikowana, wieloaspektowa analiza ewentualnego ryzyka z możliwymi do osiągnięcia korzyściami. Wiedzę uzyskaną w wyniku prowadzonych w zakresie nauk biologicznych, badań zawsze można wykorzystać w dobry lub zły sposób. Właściwą strategią jest zapobieganie, by nie została ona użyta w niewłaściwym celu, a nie uniemożliwianie odkrywania owej wiedzy¹⁵⁵.

2. Etyczne implikacje wynikające z tworzenia zmodyfikowanych genetycznie mikroorganizmów

2.1 Nastęstwa stosowania insuliny produkowanej przez drobnoustroje

Po zapoznaniu się z obiekcjami dotyczącymi ogólnie techniki genetycznej można przystąpić do namysłu moralnego nad konkretnymi przykładami opisanymi w rozdziale pierwszym.

Jednym z zaprezentowanych w publikacji produktów wytworzonych za pomocą inżynierii genetycznej jest lek – ludzka insulina. Kryterium utylitarystyczne wymaga przedstawienia skutków przyjmowania przez diabetyków ludzkiej insuliny. Znajomość następstw stosowania tego farmaceutyku pozwoli z kolei dokonać właściwego bilansu zysków i strat wynikających z jego produkcji.

Do najważniejszych zaobserwowanych konsekwencji przyjmowania ludzkiej insuliny należy brak reakcji uczuleniowych u wielu chorych, którzy podczas poprzednio przyjmowanej insuliny zwierzęcej takowych doświadczali. Dotychczas nie odnotowano

¹⁵⁴ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 70-72.

¹⁵⁵ S. P. Stich, *The Recombinant DNA Debate* [w:] *Contemporary issues in bioethics*, dz. cyt., s. 596-597.

także, by długotrwałe leczenie wytwarzaną za pomocą inżynierii genetycznej insuliny prowadziło do uodpornienia pacjentów na ten lek. Farmaceutyk ten nie niesie ponadto ze sobą ryzyka przeniesienia infekcji, np. wirusowych, z chorych zwierząt na pacjentów, jak zdarzało się to w przypadku insuliny uzyskiwanej z trzustek bydła lub świń. Zniknęły przy tym zastrzeżenia odnośnie stosowania insuliny otrzymywanej z ciał zwierząt. Samo przejście na insulinę ludzką może jednak wiązać się ze znacznymi kosztami ponoszonymi przez chorych. Niektórzy z nich zauważyli np. zmianę objawów towarzyszących hipoglikemii, czyli bardzo niskiemu poziomowi cukru we krwi, zagrażającemu życiu. W wyjątkowych przypadkach hipoglikemia pojawiała się u nich wręcz bez objawów ostrzegawczych albo były one tak krótkotrwałe, że chorzy nie mieli czasu, by w odpowiedni sposób zareagować¹⁵⁶. Wystąpienie takiego skutku może być bardzo niepokojące, niemniej zgodnie z założeniami utilitaryzmu ważne jest tylko, by ludzi, którzy dzięki temu leкови są bardziej szczęśliwi, było więcej niż tych, którzy mogą cierpieć w wyniku jego przyjmowania. Produkowanie ludzkiej insuliny należałoby tym samym uznać za działanie słuszne. Ostatecznie nie można wykluczyć istnienia jeszcze innych konsekwencji, których człowiek dotychczas nie poznał, a które mogą się w przyszłości ujawnić. Ewentualne niepożądane skutki stosowania ludzkiej insuliny mogłyby np. sprawić, że bilans zysków i strat przedstawiałby się zupełnie inaczej niż obecnie.

Pomocne w dokonaniu bilansu etycznego skutków zaistniałych w wyniku podjętych czynności polegających na wytworzeniu insuliny za pomocą mikrobów GM, może być także kryterium proponowane przez etykę deontologiczną; stanowi je motyw, a także sama natura czynu ludzkiego. Wykorzystywanie drobnoustrojów jako środka służącego do osiągnięcia wyższego celu, którym jest poprawa stanu zdrowia ludzkiego czy wręcz ratowanie życia, jest niewątpliwie działaniem posiadającym znamiona czynu dobrego. Niemniej, by za taki można go uznać, produkowanie ludzkiej insuliny musiałoby się dokonywać z poczucia obowiązku. Przekonanie, że w istocie tak jest byłoby chyba jednak zbyt naiwne. Wytwarzanie tego leku, podobnie jak wielu innych produktów GM, jest zazwyczaj jedynie zgodne z obowiązkiem, co oznacza, że człowieka do podjęcia tego typu działań skłaniają motywy, których nie można uznać za czysto moralne.

Zdolność przypisywania wartości moralnych czynom ludzkim posiada też wspomniana natura samego działania. Wszelkim postępowaniom prowadzącym do wytworzenia organizmu GM, a zatem nie tylko ludzkiej insuliny, towarzyszy

¹⁵⁶ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 101.

wykorzystywanie techniki, którą jest inżynieria genetyczna. Pozwala to przypuszczać, że każdy powstały przy jej użyciu produkt należałoby ocenić w ten sam sposób, w jaki ocenia się samą metodę jego wytwarzania. O słuszności czynu decydowałyby w tym przypadku intuicje potoczne. Na ich podstawie człowiek obserwując istniejącą sytuację, która przedstawia się w ten sposób, że miliony ludzi na świecie choruje na cukrzycę, formułuje on opinię, że najlepszym wypełnieniem jego obowiązku będzie produkowanie ludzkiej insuliny. Przeświadczenie moralne człowieka o tym, co należy uczynić, nie zawsze jest jednak słuszne, niemniej jeśli tylko produkując ludzką insulinę istota ludzka postępuje zgodnie z własnymi przekonaniem, nie powinna się ona uchylać od wypełnienia tego obowiązku.

2.2 Efekty przyjmowania ludzkiego hormonu wzrostu wytwarzanego przez mikroby

Liczba leków powstających przy użyciu transgenicznych mikroorganizmów stale rośnie. Nie najnowszym, ale powszechnie znanym preparatem, który został przedstawiony w niniejszej monografii, i który wymaga refleksji etycznej jest ludzki hormon wzrostu. W celu dokonania rachunku etycznego zysków i strat wynikających z produkcji tego preparatu należy przedstawić konsekwencje jego przyjmowania przez określone grupy ludzi.

Lek ten stworzono z myślą o dzieciach zagrożonych karłowatością przysadkową, dla których był on niezwykle ważny. Liczba takich osób jest jednak bardzo mała, są za to miliony dzieci nie zakwalifikowanych jako karłowate, ale o wzroście niższym niż przeciętny. W wielu przypadkach rodzice tych dzieci zapisują je na terapię hormonem wzrostu z nadzieją, że dzięki temu urosną większe. Można przypuszczać, że nie jest to wielki problem. Podobnie przecież wielu rodziców opłaca swym dzieciom lekcje muzyki czy tenisa. Cóż więc szkodzi, jeśli niektórzy z nich zapłacą za terapię tym farmaceutykiem?¹⁵⁷

Na wstępie należy zaznaczyć, że nie ma pewności, czy w przypadku dzieci niskich, ale nie karłowatych, terapia taka jest w ogóle skuteczna, gdyż przyczyn niedostatecznego wzrostu może być wiele. Ponadto nawet, jeśli cała kuracja zwiększyłaby wzrost dziecka o kilka czy kilkanaście centymetrów, nie wiadomo, jaki wywarłoby to wpływ na jego samoocenę i psychikę. Być może wpływ ten byłby korzystny, ale należy się też liczyć z

¹⁵⁷ W. Hingst, *Bomba zegarowa: geny*, przeł. D. Łyżnik, Warszawa 1995, s. 227-230.

tym, że byłoby całkiem odwrotnie. Poddawane długotrwałej terapii dzieci mogłyby postrzegać siebie jako odbiegające od normy, a to mogłoby prowadzić do obniżenia ich samooceny. Zapisując dziecko na kurację tym lekiem, rodzic wkracza zatem w obszar zdarzeń niezależnych od niego, oznacza to, że jego usiłowania mogą nie zakończyć się pomyślnymi dokonaniem. Tym samym podjęty przez niego czyn może przekraczać jego możliwości. Decydując się na rozpoczęcie terapii hormonem wzrostu człowiek powinien pamiętać, że jego nadrzędnym obowiązkiem jest podejmowanie takich działań, które nie wyrządzałyby nikomu krzywdy. A w przypadku przyjmowania tego farmaceutyku pojawiają się uzasadnione obawy, że podjęty czyn zamiast przysporzyć szczęścia pacjentowi bardziej go unieszczęśliwi. Nasuwa się ponadto w tym miejscu etyczne pytanie o granice między naturalnymi różnicami między ludźmi a ułomnościami, które powinno się leczyć lub zapobiegać im.

Wytwarzanie hormonu wzrostu można by uznać za słuszne, jeśli człowiek wyrażałby szczere przekonanie, że najlepszym wypełnieniem jego obowiązku jest właśnie ów czyn i faktycznie przekonanie to odpowiadałoby rzeczywistej sytuacji. Można się jednak zastanawiać, czy obiektywnie istniejące okoliczności naprawdę wymagają podjęcia takiego działania. Być może bardziej wiążący powinien być obowiązek, którego spełnienie polegałoby na przeciwstawieniu się nieuzasadnionemu preferowaniu osób wyższych. Jeśli jednak człowiek nie podejmie się wypełnienia tej powinności, należy oczekiwać, że „ciśnienie rynku” doprowadzi w ostateczności do hodowania „ludzi na wymiar”. W ten sposób wytwarzany dzięki technice genetycznej produkt przyczyniłby się do wprowadzenia „nieoficjalnego przymusu normalizacji”¹⁵⁸. Należałoby się w tej sytuacji zastanowić, czy człowiek może jednak szczerze dążyć do tego, by taka zasada postępowania (dążenie do „normalizacji”) stała się powszechnym prawem. Nie powinno się raczej oczekiwać, że zostałaby ona zaakceptowana przez wszystkie istoty rozumne – tym samym należałoby ją odrzucić.

Na tym konsekwencje wynikające z przyjmowania hormonu wzrostu nie kończą się. Pewnym mankamentem rozpoczętej kuracji jest np. niemożność jej przerwania, takowe zaprzestanie mogłoby doprowadzić do spowolnienia wzrostu pacjenta poniżej tempa sprzed rozpoczęcia kuracji. Poważne obawy budzą ponadto wyniki badań, wskazujące na możliwy związek między długotrwałym stosowaniem hormonu wzrostu a podwyższoną zapadalnością na białaczkę. Nie bez znaczenia może w końcu być też fakt,

¹⁵⁸ Tamże, s. 230.

że cała kuracja jest dość kosztownym przedsięwzięciem. Z drugiej strony, nie wiąże się z nią ryzyko wystąpienia śmiertelnej choroby układu nerwowego, które zdarzało się u ludzi przyjmujących hormon z przysadek zwłok; jest to niewątpliwa zaleta hormonu otrzymywanego za pomocą inżynierii genetycznej.

Nie należy ponadto zapominać, że z hormonu wzrostu korzystają też sportowcy. Stosują oni ten środek w celu poprawienia swoich wyników. Trzeba jednak pamiętać, że najprawdopodobniej nie są jeszcze znane wszystkie skutki zdrowotne przyjmowania tego preparatu – co jednocześnie utrudnia dokonanie bilansu etycznego – i nie byłoby niczym nadzwyczajnym, gdyby okazało się, że są wśród nich także negatywne, które ujawnią się dopiero po wielu latach od zakończenia jego stosowania. Poza tym, jeśli rzeczywiście hormon pozwala osiągnąć lepsze wyniki, zawodnicy korzystający z jego pomocy postępują nieuczciwie w stosunku do sportowców nieużywających takiego dopingu¹⁵⁹.

Przeprowadzone badania udowodniły ponadto, że hormon wzrostu może także stanowić środek zapobiegający objawom starzenia się. Odkryte w ten sposób nowe zastosowanie leku mogłoby zatem oznaczać możliwość poprawienia jakości życia kolejnej grupy osób, jaką stanowią ludzie w podeszłym wieku. Niemniej podjęcie takiej terapii także łączyłoby się z pewnymi skutkami ubocznymi. Należałoby się np. liczyć ze zwiększonym ryzykiem zachorowania na artretyzm, cukrzycę czy choroby serca. Przyjmowanie tego hormonu nie zapobiegłoby ponadto osłabieniu sprawności umysłowej, ani pogarszaniu się wzroku i słuchu. Kuracja i w tym przypadku – nie mogłaby ulec przerwaniu, gdyby tak się stało proces starzenia zostałby przyspieszony i w krótkim czasie pacjent osiągnąłby stan, który uzyskałby w sposób naturalny w czasie, kiedy przyjmował hormon wzrostu¹⁶⁰. Wątpić można zatem, czy przyjmowanie tego preparatu zwiększyłoby grono osób szczęśliwych. Całkiem prawdopodobne jest, że suma szczęścia powstała w wyniku przyjmowania tego leku byłaby mniejsza niż suma zaistniałego cierpienia. W rezultacie czego, działanie to z utilitarystycznego punktu widzenia należałoby uznać za niesłuszne i zarazem za takie, które nie powinno być urzeczywistnione.

Stosowanie ludzkiego hormonu wzrostu można odnieść także do kwestii oczekiwanej użyteczności podejmowanego działania. Warto zauważyć, że użyteczność przyjmowania tego farmaceutyku może być różna dla różnych osób. Można przypuszczać, że jest ona większa w przypadku osoby cierpiącej na karłowatość przysadkową niż

¹⁵⁹ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 107.

¹⁶⁰ J. Newell, *W roli Stwórcy? Dokąd zmierza inżynieria genetyczna*, tłum. A. Bartoszek-Pączkowska, M. Bontemps-Gracz, Warszawa 1997, s. 50-51.

człowieka, który aplikuje go sobie z nadzieją na powstrzymanie procesu starzenia. Bez wątplenia zawsze znajdą się ludzie, którzy będą gotowi zapłacić wiele za to, by odwlec nadejście starości o parę lat, tym samym hormon wzrostu w świecie zachodnim stanie się prawdopodobnie ogólnie dostępny. Ale czy ludzie starsi z krajów rozwijających się także będą mogli pozwolić sobie na jego zakup? Prawdopodobnie nie, ale taki stan rzeczy może przyczynić się jedynie do wzrostu istniejącego w świecie dobra. Dokonując nierównej dystrybucji ludzkiego hormonu wzrostu prawdopodobnie uzyskano by większe korzyści, niż w przypadku gdyby preparat rozdzielano zgodnie z zasadą równości, a to, chociażby z tego względu, że w krajach Trzeciego Świata nie ma tak dużego zapotrzebowania na taki specyfik. Odsetek ludzi starszych jest tam zdecydowanie mniejszy niż w krajach bogatej Północy¹⁶¹. Decyzje dotyczące alokacji dóbr powinny zatem zapadać na – najlepiej rozwiązującym ten problem – wolnym rynku.

Dopiero z upływem czasu będzie wiadomo, czy znaleziono eliksir życia, czy też działaniu hormonu wzrostu towarzyszą niewspółmierne do korzyści, skutki uboczne. Bilans zysków i strat wynikający z przyjmowania hormonu wzrostu wskazuje, że wytwarzanie tego produktu za pomocą zmodyfikowanych genetycznie bakterii nie jest działaniem słusznym. Podobnie uwzględniając kryterium etyki deontologicznej można mieć duże wątpliwości, czy wytwarzany hormon jest środkiem, który przyczyniałby się do krzewienia idei człowieczeństwa, co więcej może w ogóle byłby on z nią sprzeczny. Produkowanie ludzkiego hormonu wzrostu także z deontologicznego punktu widzenia można chyba zatem uznać za czyn niesłuszny.

2.3 Skutki wytwarzania genetycznie zmodyfikowanej żywności

Kolejny przykład jedynie zasygnalizowany w rozdziale pierwszym wiąże się z bydlęcym hormonem wzrostu – igBST i dotyczy produkcji mleka. Typowe następstwa, jakie mogą się pojawić w wyniku stosowania niniejszego hormonu, wytwarzanego za pomocą inżynierii genetycznej, wymagają głębszego namysłu etycznego.

Wśród następstw regularnego aplikowania krowom igBST można by odnotować korzyści uzyskiwane przez rolników, polegające na wzroście wydajności i mleczości, co oznaczałoby zwiększenie ich zysków. Konsumenci z kolei, nie odczuliby żadnych negatywnych skutków spożywania bydlęcego hormon wzrostu powstałego przy użyciu

¹⁶¹ Patrz F. Fukuyama, *Koniec człowieka: konsekwencje rewolucji biotechnologicznej*, przeł. B. Pietrzyk, Kraków 2005, s. 90-92.

zmodyfikowanej genetycznie bakterii, ponieważ ulegałby on strawieniu w ich układzie pokarmowym¹⁶². Z drugiej strony wiadomo, że hormonowi – igBST towarzyszy podwyższony poziom pewnego insulinopodobnego czynnika wzrostowego w krowim mleku. Niektórzy przypuszczają, że mógłby on nawet powodować u konsumentów nowotwory. W obawie przed takim zagrożeniem ludzie być może ograniczyliby, czy wręcz w ogóle zrezygnowaliby ze spożycia mleka, co w konsekwencji zapewne spowodowałoby pogorszenie się stanu zdrowia społeczeństwa. Działanie polegające na wytwarzaniu igBST mogłoby tym samym doprowadzić do znacznych strat, których zaistniałe korzyści nie byłyby w stanie nawet zrównoważyć.

Należałoby ponadto w ogóle zastanowić się, czy istnieje potrzeba produkowania większej ilości mleka. Zapotrzebowanie na nie w Europie i Stanach Zjednoczonych, gdzie można by oczekiwać największych zysków ze sprzedaży igBST, rośnie wolniej niż wydajność. W związku z tym stosowanie bydłowego hormonu wzrostu wytworzonego przy pomocy technik genetycznych mogłoby doprowadzić do bankructwa niektórych rolników. Czy zatem działanie prowadzące do wytworzenia igBST jest moralnie słuszne? Czy ten można by za taki uznać, gdyby osoba działająca sądziła na podstawie swoich opinii o sytuacji, iż jego realizacja będzie stanowiła wypełnienie obowiązku i rzeczywiście przekonanie to odpowiadałoby obiektywnym okolicznościom. Istniejący faktycznie w świecie zachodnim stan rzeczy nie wskazuje jednak na to, by konieczne było wytwarzanie większych ilości mleka.

Nie powinno się ponadto zapominać, że zastrzyki z igBST mogłyby negatywnie wpłynąć na zdrowie samych krów, np. zwiększyć częstość wystąpienia u nich zapalenia wymienia lub powodować w miejscu wstrzykiwania stałe opuchlizny. Stosowanie igBST prowadziłoby, więc także do problemów moralnych, dotyczących traktowania zwierząt. Utylitaryzm nakazuje przy dokonywaniu bilansu zysków i strat uwzględniać wszystkie skutki czynu ludzkiego, także te odczuwane przez inne istoty żywe w tym zwierzęta. Trudne byłoby jednak oszacowanie dokładnej ilości cierpienia wyrządzanego w ten sposób krowie. Wymagałoby ono w pewnym sensie przeliczenia wartości niewymiernych na wartości ekonomiczne. Należy poruszyć jeszcze jedną kwestię, która łączy się z traktowaniem zwierząt. Trzeba pamiętać, że o ile wykorzystywanie krów – jako mającego służyć człowiekowi, środka posiadającego tylko względną wartość – może być słuszne, o

¹⁶² W. Hingst, *Bomba zegarowa...*, dz. cyt., s. 265-266.

tyle świadomość krzywdzenia niewinnych stworzeń godzi także w wartość bezwzględną i zarazem najwyższą, którą stanowi godność samego człowieka.

Wracając do pytania dotyczącego „potrzeby” produkowania większej ilości mleka należy zauważyć, że stwierdzenie: „X jest potrzebne społeczeństwu” nigdy nie jest prostym stwierdzeniem faktu. Deklarując „X jest potrzebne” opisuje się równocześnie sytuację braku X lub prawdopodobieństwo takiego stanu, jak i postuluje się chęć posiadania X dla osiągnięcia jakiegoś innego celu. Zatem wszelkie rozważania na temat potrzeb zawierają element sądów wartościujących i dlatego nie mogą być rozstrzygnięte w sposób ostateczny wyłącznie na podstawie analizy faktów. Tak więc pytanie: czy społeczeństwo potrzebuje mleka otrzymanego przy pomocy igBST, jest w istocie pytaniem o możliwość porównywania ze sobą różnych zespołów wartości i preferencji. Jeśli wzrost produkcji mleka przyniósłby więcej korzyści w zestawieniu z ewentualnymi negatywnymi następstwami stosowania hormonu, odpowiedź brzmiałaby: „tak, potrzebuje”. Natomiast jeśli przewidywane zyski nie byłyby w stanie przeważać powstałych strat, odpowiedź byłaby: „nie potrzebuje”¹⁶³.

Próbując dokonać zestawienia wszystkich następstw stosowania igBST należy zauważyć, że nie można się go podjąć wyłącznie na podstawie ekonomicznej analizy korzyści i kosztów. Należałoby dodatkowo zapytać, jaka dystrybucja powyższych zysków i strat, których etyczna waga zazwyczaj jest różna, mogłaby zostać uznana za sprawiedliwą? W praktyce prawdopodobnie okazałoby się, że „(...) koszty i zyski z wprowadzenia igBST nie będą rozłożone sprawiedliwie, gdyż potencjalne koszty poniesie niewielka grupa niewinnych ludzi i zwierząt, a prawie niezauważalne zyski rozłożą się równomiernie (...)”¹⁶⁴. Wbrew założeniom utylitaryzmu doprowadzenie do takiej niezasłużonej krzywdy jest złem, nawet gdy doświadczają jej tylko nieliczni, a cała reszta odnosi korzyści. Utylityści swoje stanowisko argumentują tym, że osób, które zyskują w wyniku realizacji danego działania, musi być jedynie więcej niż osób, które tracą. Nie ma ich zdaniem powodu, by interes mniejszości stawiać ponad interes większości.

Na podstawie dokonanego dotychczas bilansu można stwierdzić, że stosowanie igBST raczej nie przyczyni się do wzrostu ogólnego szczęścia. Co gorsza, człowiek podejmując się takiego działania chyba zapomina o swojej nadrzędnej powinności, jaką jest obowiązek nie wyrządzania zła.

¹⁶³ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 126.

¹⁶⁴ Comstock G., *The costs and benefits of bGH may not be distributed fairly*, “Journal of Agricultural and Environmental Ethics”, 4 (2), 1991, s. 129, cytata za M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 127.

Z wykorzystywaniem bydlęcego hormonu wzrostu mogą łączyć się jeszcze inne nieprzedstawione dotąd konsekwencje, których utylitarysta także nie może lekceważyć. Należy chociażby zauważyć, że nawet jeśli uzna się, iż mieszkańcy świata zachodniego nie potrzebują obecnie tego rodzaju produktu, nie oznacza to, że takich lub podobnych potrzeb nie ma dziś, lub nie będą mieć w przyszłości, członkowie innych społeczeństw. „Ograniczanie produkcji żywności w świecie, w którym panuje głód, jest niesłuszne, jest wręcz niemoralne”¹⁶⁵. W takiej sytuacji wytwarzanie igBST mogłoby stać się wręcz obowiązkiem człowieka, czyli czynem, który przynosiłby więcej dobra niż jakiegokolwiek inne działanie. Korzyści z jego stosowania miałyby szansę odnieść większa część ludności świata, która zamieszkuje najludniejsze, rozwijające się kraje, a to wystarczyłoby, żeby taki czyn uznać za słuszny i tym samym za ludzką powinność.

To istotne spostrzeżenie sprawia, że należałoby wprowadzić rozróżnienie między brakiem uzasadnienia dla stosowania nowej metody w obecnie panujących warunkach społecznych i ekonomicznych, a pożądanym rozwijaniem tego rodzaju technik dla ewentualnego ich wprowadzenia, współcześnie lub w przyszłości, w odmiennych realiach społeczno-gospodarczych. Jeśli zatem człowiekowi towarzyszy przekonanie, że rzeczywista sytuacja wymaga od niego wytwarzania bydlęcego hormonu wzrostu, to jego obowiązkiem jest podjęcie tego czynu nawet, gdyby okazało się, że jego opinia nie jest zgodna z wymogami obiektywnej sytuacji.

Konkludując należy stwierdzić, że ten sam czyn może powodować konsekwencje o zupełnie odmiennym charakterze, bądź być inspirowany przez całkowicie różne motywy. Niemożliwe staje się tym samym oszacowanie – zgodnie z kryterium proponowanym przez teorię utylitarystyczną – dokładnej ilości szczęścia i cierpienia powstałego w wyniku obecnego jak i przyszłego stosowania igBST. Nie jest wykluczone, że ich sumy byłyby takie same, w związku z czym produkowanie hormonu należałoby uznać za moralnie obojętne. Z kolei, w przypadku kryterium deontologicznego motyw działania polegającego na wytwarzaniu bydlęcego hormonu wzrostu nie może zostać uznany za dobry, jeśli do tego czynu popycha człowieka pewna skłonność np. nadzieja na uzyskanie własnych korzyści. Taki impuls jest charakterystyczny dla czynu służącego członkom bogatych społeczeństw – jest on wówczas jedynie zgodny z obowiązkiem. Motyw tego działania może być jednak dobry, jeśli wynika on z pragnienia urzeczywistnienia zawartej w nim

¹⁶⁵ Taverne D., *The Case for Biotechnology*, London: Prima Europe, 1990, s. 38, cytata za M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 128.

także własności bezinteresownego służenia ludziom zamieszkującym kraje Trzeciego Świata – w takim przypadku jest on zrodzony z poczucia obowiązku.

2.4 Następstwa stosowania transgenicznych mikroorganizmów w rolnictwie

Nie brakuje jeszcze innych zastosowań zmodyfikowanych genetycznie drobnoustrojów. W pierwszej części opracowania przytoczony został przykład tak zmienionego mikroba, który może wytwarzać toksynę szkodliwą dla pewnych niszczących rośliny uprawne – owadów. Konsekwencje wynikające z produkcji takich transgenicznych bakulowirusów opisane zostały poniżej.

Najważniejszym skutkiem rozpylania zawiesiny zmodyfikowanych genetycznie bakulowirusów nad polami uprawnymi jest niewątpliwie likwidacja gąsienic bielinka kapustnika w tempie szybszym niż czynił to niezmieniony wirus. Stworzone przy pomocy inżynierii genetycznej drobnoustroje były więc skuteczniejsze jako środek ochrony kapusty przed tym szkodnikiem. Nie wiadomo jednak, czym by skutkowało zetknięcie zmienionych bakulowirusów z innymi wolno żyjącymi w środowisku owadami. Nie można by też np. wykluczyć, że użycie transgenicznych bakulowirusów doprowadziłoby do „przejścia” genu skorpionia do innego rodzaju wirusa. Pociuszający może być jednak fakt, że spożywanie owoców czy warzyw z opryskiwanych obszarów najprawdopodobniej nie stwarzałyby zagrożenia dla zdrowia zwierząt ani człowieka. W rzeczywistości stosowanie tego typu metod biologicznych do ochrony roślin uprawnych powoduje problemy wykraczające poza kwestie bezpieczeństwa. Tak przedstawione konsekwencje nie pozwalają jednak określić ilości powodowanego przez ten czyn szczęścia i cierpienia, a w związku z tym jego słuszności bądź niesłuszności.

Gdyby nawet okazało się, że powszechne użycie zmienionych genetycznie bakulowirusów daje wzrost wartości plonów – przykładowo – o 10 milionów złotych rocznie i jednocześnie grozi – z prawdopodobieństwem 1 : 100 na rok – wytopieniem jednego gatunku motyli, nie byłoby wiadomo, na jakiej podstawie należy dokonać wyboru, co jest ważniejsze? Nawet przy tak precyzyjnie wyliczonych potencjalnych zyskach i stratach zdecydowanie, czy działanie polegające na stosowaniu zmienionych bakulowirusów należy uznać za słuszne czy nie, nadal jest niezwykle trudne; a przecież w rzeczywistości sytuacja nigdy nie jest tak dokładnie określona, jak zostało to w tym

przypadku przedstawione¹⁶⁶. Taki stan rzeczy świadczy jedynie o tym, że próba przeliczania wartości niewymiernych na wymierne, nie pomaga rozstrzygnąć, czy czyn w ogólnym rozrachunku przynosi więcej dobra czy zła. Wykorzystywanie transgenicznych mikroorganizmów w celu zwalczania szkodników roślin uprawnych mogłoby ponadto być jednoznaczne z zaspakajaniem potrzeb jednych istot kosztem drugich. Utylitaryzm tego typu nierówności się sprzeciwia.

Z kolei zgodnie z założeniami etyki deontologicznej produkowanie i stosowanie genetycznie zmodyfikowanych bakulowirusów można by uznać za czyny słuszne, jeśli osoba podejmująca się tych działań uznałaby ich realizację za swój obowiązek i rzeczywiście w istniejącej sytuacji stanowiłyby one taką powinność. Obowiązek, człowiek formułuje jednak na podstawie własnej oceny sytuacji, której cechą jest element przypuszczeń i przewidywań, co oznacza, że opinia ta może także być błędna. Nie jest zatem wykluczone, że powinność, za jaką człowiek może uznawać produkowanie i stosowanie transgenicznych wirusów, wcale nie stanowi jego obowiązku.

Wysokość nakładów, jakie mogą wiązać się z wykorzystywaniem bakulowirusów GM, nie powinna przysłaniać ewentualnych korzyści – chociażby takich jak ochrona najuboższych ludzi przed głodem. Czy zatem wytworzenie zmienionego genetycznie bakulowirusa należałoby uznać za słuszne? Jeśli czyn ten byłby zrodzony z poczucia obowiązku ratowania ludzi przed śmiercią głodową – mógłby on za taki uchodzić. Niemniej jego wyprodukowaniu towarzyszyły najprawdopodobniej inne motywy, co pozwala jedynie stwierdzić, że czyn ten był zgodny z obowiązkiem. Tym samym działanie polegające na wytworzeniu transgenicznego bakulowirusa należałoby, zgodnie z założeniami deontologizmu, uznać raczej za niesłuszne.

2.5 Konsekwencje wykorzystywania drobnoustrojów w ochronie środowiska przyrodniczego

Mikroby stworzone przy pomocy technik genetycznych mogą być stosowane także w procesie oczyszczania środowiska naturalnego. Ten kolejny sposób użycia transgenicznych mikroorganizmów pociąga za sobą liczne następstwa, które także wymagają refleksji moralnej.

¹⁶⁶ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 113-114.

Niektóre rodzaje bakterii, jak już zostało w książce wspomniane, mogą dzięki temu, że w toku ewolucji opanowały umiejętność odżywiania się i rozkładania wielu zanieczyszczeń, przyczyniać się do neutralizowania, chociażby plam ropy naftowej. Jej wycieki mogłyby stanowić dla tych bakterii niemożliwą do przerobienia ilość pożywienia. Gdyby tylko mikroby te odpowiednio szybko się rozmnażały byłyby w stanie w znaczący sposób przyczynić się do oczyszczenia środowiska naturalnego.

Pewien inny typ mikrobów dobrze tolerujący wysoki poziom zasadowości i kwasowości mógłby z kolei stać się cennym narzędziem przy rozkładaniu toksycznych związków chemicznych znajdujących się w glebach o takich odczynach¹⁶⁷. Z pewnością tego typu drobnoustroje zaczęto by wykorzystywać w celach komercyjnych. Za ich pomocą można by np. świadczyć odpłatne usługi polegające na identyfikowaniu, hodowaniu i dostarczaniu kultur bakteryjnych, które żywiąc się danym rodzajem zanieczyszczeń powodowałyby ich rozkład.

Z wykorzystywaniem wspomnianych mikrobów GM wiążą się jednak pewne istotne zagrożenia. Człowiek w chwili uwolnienia takich drobnoustrojów do środowiska naturalnego traci nad nimi kontrolę. Jaki mogą mieć one wpływ na inne wolno żyjące organizmy – trudno ocenić. Zgodnie z najczarniejszym scenariuszem mikroby te mogłyby spowodować nawet katastrofę ekologiczną. Zneutralizowanie danego skażenia nie zawsze jednak musi wiązać się z wypuszczeniem mikroorganizmów GM do środowiska przyrodniczego. Niektóre zanieczyszczenia mogą być transportowane i rozkładane w kontrolowanych ośrodkach, co znacznie ogranicza występowanie obaw moralnych, choć całkowicie także ich nie eliminuje.

Groźba eksploatacji środowiska naturalnego jest wpisana w rozwój życia na Ziemi. Nie powinien więc dziwić fakt, że pojawił się pomysł wytwarzania odpornych na toksyny mikrobów, które są w stanie pozyskiwać metale z ubogich złóż. Wciąż niezaspokojone potrzeby posiadania i konsumowania pchają człowieka do wykorzystywania wszelkich rezerw naturalnych, aż do ostatka. Taki stan rzeczy może świadczyć o tym, że powstrzymywanie się człowieka przed niszczeniem otaczającego go świata w większym stopniu jest wymuszane ograniczeniami technologicznymi, niż naturalną powściągliwością i skłonnością do samoograniczania się. W naturze ludzkiej nie można odnaleźć symptomów wskazujących na istnienie etyki środowiskowej, innymi słowy człowiek nie posiada wrodzonej cnoty ekologicznej nakłaniającej go do troski o

¹⁶⁷ J. Newell, *W roli Stwórcy?...*, dz. cyt., s. 98-99.

otaczający świat, tym samym wiele podejmowanych przez niego działań jest wymierzonych przeciwko przyrodzie, a tym samym przeciwko człowiekowi, której jest on częścią. Podporządkowania zasadom etyki środowiskowej trzeba zatem uczyć się wbrew ludzkiej naturze, a nie w harmonii z nią¹⁶⁸. Jedynie gdy człowiek podejmie ten wysiłek, będzie w stanie przysłużyć się do rozwoju potencjału doskonałości, jaki tkwi w istocie ludzkiej.

Zarówno produkowanie jak i wykorzystywanie zmienionych genetycznie mikroorganizmów w celu oczyszczania środowiska naturalnego są działaniami, które trudno ocenić pod względem moralnym. Z upływem czasu nawet, gdy ludzkość pozna wszystkie konsekwencje tych działań, dokonanie bilansu zysków i strat zapewne nadal nie będzie łatwe. Przeszkodę wciąż może stanowić porównywanie ze sobą wartości wymiernych z niewymiernymi. Mimo ryzyka wystąpienia niepożądanych skutków wykorzystywania bakterii w oczyszczaniu środowiska naturalnego, dotychczas zaobserwowane konsekwencje pozwalają raczej przypuszczać, że stosowanie tego typu metod biologicznych przynosi człowiekowi więcej korzyści. Utylitarysty działania te uznałoby w związku z tym zapewne za słuszne.

Moralnego osądu wspomnianych czynów można dokonać także na podstawie kryterium, jakie proponuje deontologizm. Gdyby wszelkie ryzyko związane ze stosowaniem transgenicznych mikroorganizmów przy neutralizowaniu zanieczyszczeń udało się wyeliminować, można by się spodziewać, że każda istota rozumna – wykorzystywanie takich drobnoustrojów GM mogących poprawić jakość życia samego człowieka – byłaby w stanie zaakceptować. Ponadto posługiwanie się genetycznie zmodyfikowanymi bakteriami, czyli środkiem, którego celem jest poprawa stanu środowiska przyrodniczego, w jakim żyje sam człowiek i które jest mu podporządkowane – należy uznać za słuszne.

Niewątpliwie ochrona środowiska naturalnego jest naszym obowiązkiem, ale czy akurat wśród wielu innych powinności, czyn ten należałoby uznać za najważniejszy. Wybór jednego z kilku obowiązków wymaga od człowieka porównania ciężaru gatunkowego lub stwierdzenia, który z nich jest bardziej wiążący. Takiego rozstrzygnięcia dokonuje się na podstawie indywidualnego poczucia silniejszej presji, któregoś z wymogów. Człowiek decydując się na wykorzystanie zmienionych genetycznie mikroorganizmów oczyszczających środowisko naturalne podejmuje ryzyko całościowej oceny sytuacji. Realizacja takiego czynu oznacza wkroczenie w zakres zdarzeń i praw od człowieka

¹⁶⁸ Z. Piątek, *Ekofilozofia*, Kraków 2008, s. 171-172.

niezależnych. Ludzka niewiedza co do tego czy usiłowania zakończą się oczekiwanymi dokonaniem, wpływa z ryzyka interakcji mikroorganizmów GM z podobnymi organizmami istniejącymi w przyrodzie oraz z chronicznego braku pewności, czy próba dokonania modyfikacji w ogóle się powiodła. Taki stan rzeczy nie pozwala tak naprawdę rozstrzygnąć, czy człowiek powinien produkować nowe organizmy i wykorzystywać je w ochronie środowiska czy też nie. Jeśli jednak przyjmie się, że osoba działająca, na podstawie swojej opinii o sytuacji, jest przekonana, iż wykorzystywanie transgenicznych organizmów oczyszczających środowisko będzie najlepszym sposobem na wypełnienie obowiązku i faktycznie jej przekonanie odpowiada rzeczywistej sytuacji, to czyn ten należy uznać za słuszny.

Oczywisty jest fakt, że stosowanie zmienionych genetycznie drobnoustrojów w neutralizowaniu zanieczyszczeń wymaga dysponowania odpowiednimi mikroorganizmami. Znalezienie, zwłaszcza w strefie klimatu umiarkowanego, właściwych organizmów nie jest jednak zadaniem prostym. Biotechnologowie nierzadko odczuwają wręcz braki w ich zasobach, dlatego zakres poszukiwań często rozszerza się o nietypowe środowiska, w których szansa znalezienia nowych mikroorganizmów jest większa. Miejscami takimi mogą być: tropikalne lasy deszczowe, Antarktyda, obszary otaczające ujścia wulkanów na dnie oceanów, a nawet pewne wyższe organizmy, w których drobnoustroje bytują. Należy zdawać sobie przy tym sprawę, że tak naprawdę nie poszukuje się samych bakterii, ale konkretnych genów kodujących odpowiednie enzymy.

Pewien sposób wyjaśnienia postępowania uczonych, którzy poszukują nowych genów podsuwa socjologiczna teoria systemu światowego I. Wallersteina. Socjolog ten uważa, że państwa rdzenia, które swoją pozycję zawdzięczają głównie potencjałowi gospodarczemu, dążą do kontrolowania światowego handlu, co zdaniem I. Wallersteina, prowadzi do powiązania centrum i peryferii w eksploatacyjny układ handlowy. Tym, co chcą pozyskać w jego wyniku zamożne społeczeństwa zamieszkujące państwa rdzenia od peryferii, są ich zasoby – w tym konkretnym przypadku – nieznanne jeszcze mikroby. W krajach peryferyjnych występuje zdecydowanie większe zróżnicowanie gatunków organizmów (także drobnoustrojów), a co za tym idzie – nowych genów, niż w państwach rdzenia. I. Wallerstein stwierdza, że tym sposobem obszary centralne wyzyskują obszary peryferyjne i uzależniają je od siebie¹⁶⁹. Osobiście nie wysuwałabym tak daleko idących wniosków, choćby z tego względu, że zasoby, których się poszukuje są zasobami

¹⁶⁹ I. Wallerstein, *Koniec świata jaki znamy*, przeł. M. Bilewicz i in., Warszawa 2004, s. 18-20.

odnawialnymi, a poza tym nowo odkryty gen zawsze może znaleźć takie zastosowanie, w wyniku którego korzyści odniosą także mieszkańcy obszarów, z jakich został on pozyskany. Mimo tych uwag postępowanie niektórych przedstawicieli firm biotechnologicznych, można poniekąd nadal tłumaczyć w oparciu o teorię systemu światowego I. Wallersteina.

Amerykański socjolog podejmowanie działań mających na celu odtruwanie środowiska naturalnego odnosi do jeszcze jednego aspektu, a mianowicie powiększania materialnego bogactwa. Uważa on, że pogodzenie obu tych działań jest niemożliwe, w rezultacie czego człowiek jest zmuszony dokonywać wyboru między pożądanymi dobrami, a to z kolei skutkuje pojawieniem się u niego dylematu moralnego. Zdaniem I. Wallersteina, wielu ludzi opowiada się zarówno za „większą ilością drzew” jak i „większą liczbą dóbr materialnych”, przy czym umieszczają oni te żądania w osobnych „przegródkach umysłu”, w ten sposób pozornie unikając wewnętrznego dysonansu. Niewątpliwie proces degradacji środowiska naturalnego nieustannie postępuje, mimo ciągłego pojawiania się nowych wynalazków technicznych i poszerzania wiedzy naukowej. A może właśnie w wyniku niniejszego rozwoju nauki i techniki przyroda jest coraz bardziej niszczona¹⁷⁰.

Należy pamiętać, że nauka nie zawsze potrafi odpowiedzieć na pytanie: na ile dana procedura jest bezpieczna. Społeczność naukowa w kwestii wykorzystywania mikroorganizmów GM w celu oczyszczania środowiska przyrodniczego jest podzielona. Biolodzy w przeważającej mierze nie mają obaw, co do podejmowania tego typu działań, ekolodzy natomiast twierdzą, że ludzka wiedza o zasadach funkcjonowania ekosystemów jest jeszcze niedostateczna, by takie eksperymenty w środowisku przyrodniczym prowadzić. Należy zdawać sobie sprawę, że wiele razy w dziejach uczeni mylili się, a ekologia wciąż należy do stosunkowo słabo rozwiniętych dziedzin wiedzy, co tylko potwierdza, że dokonanie trafnego osądzenia opisywanych w tym paragrafie czynów jest niezwykle trudne¹⁷¹.

Konkludując, wszystkie przedstawione w tym podrozdziale przykłady konkretnych zastosowań transgenicznych mikroorganizmów pokazały, że związane z nimi wątpliwości nie ograniczają się do zagadnień czysto naukowych, ale mają też swój aspekt moralny. Zastrzeżenia natury deontologicznej można zgłaszać w stosunku do każdego przykładu użycia inżynierii genetycznej, bez względu na potencjalne skutki powodowane przez

¹⁷⁰ Tamże, s. 107, 110, 117.

¹⁷¹ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury...*, dz. cyt., s. 118.

konkretne przypadki. Opory moralne czy też religijne przed ingerencją w Naturę czy „naśladowaniem Boga” w jednakowym stopniu powinny odnosić się do manipulacji mikroorganizmami, jak i do modyfikacji cech roślin czy zwierząt, bowiem we wszystkich tych sytuacjach dochodzi do zmian w DNA. Logicznie rzecz biorąc, mimo że powyższe przypadki są równocenne, intuicyjnie odczuwa się, że zastrzeżenia powinny mieć mniejszą wagę, gdy obiektem manipulacji genetycznych są niewidoczne gołym okiem drobnoustroje, niż gdy chodzi o modyfikacje roślin czy zwierząt. Dalej analizując to intuicyjne rozróżnienie, można dojść do fundamentalnych pytań, zasadzających się na zarzucie nieposzanowania przyrody czy wręcz samego życia. Pytania te należy sformułować następująco: gdzie zaczyna się oraz kończy przyroda i życie? Czy pojęcia te dotyczą także świata drobnoustrojów? Czy niewidoczne organizmy, posiadające zapewne jeszcze mniej „świadomości” niż owady, automatycznie zasługują na ludzki „szacunek”, zwłaszcza, że niekiedy są one przyczyną ludzkich cierpień i śmierci? Co właściwie miałby oznaczać „szacunek” dla bakterii, poza docenianiem stwarzanych przez nie zagrożeń i staraniem się, by im zapobiec? Decyzji moralnych nie podejmuje się na podstawie prostej analizy otaczającego człowieka świata przyrody. Samo istnienie jakiegoś organizmu czy zjawiska naturalnego nie daje żadnych wskazówek moralnych, co do ludzkiego zachowania¹⁷². Nawet w budzącym stosunkowo mało emocji obszarze modyfikacji genetycznych mikroorganizmów istnieje wielka różnorodność poglądów i ogrom pytań (chociażby takich jak powyższe), na które nie ma prostych odpowiedzi.

3. Konsekwencje wynikające z produkcji roślin transgenicznych

3.1 Skutki wytwarzania pomidorów o przedłużonej trwałości

Na wstępie tego paragrafu należy zaznaczyć, że rośliny GM nie stwarzają jakichś nowych wewnętrznych zastrzeżeń właściwych tylko im, także główne zastrzeżenia zewnętrzne zostały już poruszone, dlatego problemy etyczne – opisane przy okazji transgenicznych mikroorganizmów – a powtarzające się tu, zostały pominięte. Wśród wymienionych w części pierwszej przykładów zmodyfikowanych genetycznie roślin można jednak odnaleźć i takie, które generują problemy moralne charakterystyczne jedynie dla roślin, jak i specyficzne dla pewnych konkretnych odmian tych organizmów.

¹⁷² Tamże, s. 121-123.

Gwoli przypomnienia, natura wszelkich działań prowadzących do wytworzenia roślin GM jest taka sama, w związku z czym wszystkie te czyny można uznać za nienaturalne. Niekoniecznie jednak wykorzystywanie inżynierii genetycznej musi wiązać się z naruszaniem barier między gatunkami, o czym może świadczyć przykład opisywanej w rozdziale pierwszym odmiany pomidora zwanej *Flavr Savr*. Stworzony owoc z pewnością był zmodyfikowany genetycznie, gdyż zawierał wstawiony obcy gen. Był to jednak gen sztuczny, nie pochodził on z innego gatunku, czy nawet z innej odmiany pomidora. Został specjalnie zsyntetyzowany w laboratorium w ten sposób, by zahamować działanie jednego z normalnych genów pomidora.

Próbując dokonać osądu moralnego działań, które doprowadziły do wytworzenia pomidora *Flavr Savr* należy przedstawić konsekwencje, jakie towarzyszyły jego wyprodukowaniu i następnie konsumowaniu.

Najważniejszym skutkiem poddania pomidora genetycznej modyfikacji było uzyskanie owoców, które pozostawały twarde o około 10 dni dłużej niż ich tradycyjne odpowiedniki. Na takiej właśnie zmianie zależało producentom i konsumentom. Ze zmodyfikowanych w ten sposób pomidorów można było wyprodukować gęstsze sosy, które dzięki nowej właściwości mogły lepiej się sprzedawać. Pojawiły się zatem liczne ekonomiczne przesłanki dla wyhodowania pomidora niesyntetyzującego enzymu odpowiadającego za jego mięknięcie¹⁷³.

Niemniej wraz z wytworzeniem transgenicznych pomidorów, pojawiło się ryzyko, że dłuższa trwałość tych owoców sprawi, iż utracą one znaczną część, stosunkowo łatwo rozkładającej się witaminy C, zanim jeszcze zostaną zjedzone. Obniżona zawartość witaminy C, nie musiałaby jednak powodować jakichś zauważalnych konsekwencji żywieniowych i faktycznie takowych nie zauważono.

Inne ryzyko wiążące się ze spożywaniem pomidora GM dotyczyło wprowadzonego do rośliny tzw. genu markerowego¹⁷⁴, nadającego oporność na określony antybiotyk. (Jest to częsta praktyka podczas produkcji transgenicznych roślin.) Gen ten pozwala łatwo zorientować się, czy wprowadzone modyfikacje są skuteczne. Wystarczy jedynie zbadać, czy młode siewki (rośliny) są odporne na działanie danego antybiotyku, zamiast czekać, aż roślina wytworzy owoce i obserwować, jak długo zachowują jędrność. Obawy w tym przypadku wiązały się z tym, że geny markerowe przedostaną się z żywności do butujących w przewodzie pokarmowym człowieka chorobotwórczych bakterii i uodpornią

¹⁷³ J. Kopcewicz, S. Lewak (red.), *Fizjologia roślin*, Warszawa 2005, s. 730.

¹⁷⁴ Termin ten mógłby być zastąpiony także przymiotnikiem: „wskaźnikowy” lub „znacznikowy”.

się na działanie antybiotyków. Prawdopodobieństwo takiego zdarzenia okazało się jednak minimalne¹⁷⁵.

Próbując zastosować w tym przypadku kryterium użyteczności można stwierdzić, że dzięki wytworzeniu i spożywaniu pomidora GM ludzie odnieśli więcej korzyści niż strat. Co więcej, najprawdopodobniej działania te, na tyle na ile były w stanie, przyniosły pożytek możliwie jak największej liczbie ludzi; w związku z czym wyprodukowanie pomidora *Flavr Savr* należy uznać za słuszne. Oczywiście warto też pamiętać, że zbiór obserwowanych konsekwencji spożywania tego produktu jest kwestią faktów, co do których można mieć opinię trafną lub błędną. Ponadto człowiek mógł jeszcze nie poznać wszystkich konsekwencji spożywania tej odmiany pomidora, a gdy te się pojawią być może końcowy balans zysków i strat będzie wyglądał inaczej.

Uzupełnieniem powyższych rozważań może być osąd dokonany na podstawie jeszcze jednego kryterium, jakie proponuje deontologizm. Niewątpliwie wyprodukowanie transgenicznego pomidora nie było czynem zrodzonym z poczucia obowiązku, ale jedynie działaniem zgodnym z obowiązkiem. Świadczy o tym fakt, że gdy produkt ten nie przyniósł spodziewanych zysków finansowych, został wycofany ze sprzedaży. Tym samym do jego wytworzenia skłoniła człowieka wizja uzyskania znacznych korzyści. Czyn ten można by próbować jeszcze uznać za słuszny, gdyby producent na podstawie własnej opinii o sytuacji sądził, iż najlepiej wypełni swój obowiązek podejmując to działanie, przy czym jego przekonanie rzeczywiście musiałoby odpowiadać obiektywnym okolicznościom. Wytworzenie pomidora *Flavr Savr* nie stanowiło jednak jego obowiązku, ponieważ czyn ten nie wynikał z szacunku do prawa moralnego. Zgodnie z kryterium deontologicznym postępowanie to można co najwyżej uznać za moralnie obojętne.

3.2 Nastęstwa uprawiania roślin odpornych na herbicydy i szkodniki

Kolejnymi wymienionymi w publikacji produktami transgenicznymi, z wykorzystywania których wpływają ważne dla człowieka konsekwencje, są rośliny GM odporne na działanie herbicydów i szkodników.

W przypadku roślin wyposażonych w geny odpowiedzialne za wytworzenie oporności na preparaty chwastobójcze spodziewano się korzyści w postaci: pełniejszej ochrony upraw przed wieloma rodzajami chwastów, wyższych plonów, niższych cen

¹⁷⁵ A. McHughen, *Żywność modyfikowana genetycznie: żywność, jakość, technologia: poradnik konsumenta*, przeł. A. Babuchowski i in., Warszawa 2004, s. 222-224.

produktów spożywczych, obniżenia wydatków na herbicydy¹⁷⁶ i tym samym zmniejszenia zanieczyszczenia gleby oraz wód gruntowych. Z jednej strony, dzięki uprawie takich roślin koszty produkcji rolnej mogły się obniżyć, ale z drugiej wymagały przeznaczenia większych środków na zakup transgenicznego materiału siewnego.

Droższe nasiona to pierwszy wymieniony koszt, jaki wiąże się z uprawianiem tego typu transgenicznych roślin. Inne dotyczą np. ryzyka, że plony upraw roślin GM będą niższe niż odmian tradycyjnych. Przyczyną tego stanu rzeczy może być brak ustabilizowania genetycznego w modyfikowanych roślinach. Kolejne ryzyko odnosi się do spożywania roślin GM, a dokładnie do niebezpieczeństwa uaktywnienia – za pomocą nowo wstawionych genów – uśpionych wirusów i bakterii bytujących w organizmach żywicielskich, które w wyniku mutacji mogłyby przekształcić się w nowe chorobotwórcze mikroby¹⁷⁷. W końcu istnieją też obawy, że upowszechnienie roślin GM doprowadzi do zużywania większych ilości środków ochrony roślin, co negatywnie wpłynęłoby na środowisko naturalne¹⁷⁸.

Na tym występowanie możliwych niepożądanych skutków produkowania i spożywania roślin GM się nie kończy. Często zadawane jest np. pytanie, czy wypuszczone do środowiska, transgeniczne rośliny uprawne z cechą tolerancji na herbicydy mogą wymknąć się spod kontroli i stać się superchwastami? W warunkach naturalnych roślina taka nie miałaby żadnej szczególnej przewagi nad innymi roślinami, ponieważ środki chwastobójcze nie są zazwyczaj stosowane w środowisku dzikim. Tym samym, tego typu transgeniczne rośliny raczej nie staną się superchwastami¹⁷⁹. Z kolei w przypadku roślin GM z cechą odporności na szkodniki możliwe byłoby rozprzestrzenienie się tych odmian w środowisku przyrodniczym tylko wtedy, gdy istniałyby w jakimś miejscu na Ziemi spokrewnione z nimi rośliny będące chwastami, z którymi transgeniczne odmiany skrzyżowałyby się.

Podobny rodzaj zastrzeżeń dotyczy ewentualnego „przechodzenia” genów z odmian GM do innych gatunków roślin, które w wyniku tego procesu być może stałyby się chwastami, zagrażającymi naturalnym ekosystemom. Takie zjawisko mogłoby zachodzić jedynie wówczas, gdy transgeniczna roślina posiadałaby dziko żyjące gatunki pokrewne, z

¹⁷⁶ K. Ammann, *Effects of biotechnology on biodiversity: herbicide-tolerant and insect-resistant GM crops* [w:] „Trends in Biotechnology”, t. 23, Bern, nr 8, 2005, s. 391.

¹⁷⁷ Tamże.

¹⁷⁸ S. Wiąckowski, *Genetycznie modyfikowane obietnice* [w:] „Nasz Dziennik”, nr 101, 2007, s. 12.

¹⁷⁹ A. McHughen, *Żywność modyfikowana genetycznie...*, dz. cyt., s. 151-152.

którymi byłaby w stanie się krzyżować. W przeciwnym razie prawdopodobieństwo „przepływu” genów do populacji dziko rosnących byłoby bardzo niewielkie.

Jeśli chodzi natomiast o oddziaływanie roślin GM tolerujących herbicydy – na faunę, niekorzystnego wpływu mogą doświadczyć tylko te zwierzęta, które żerują na chwastach¹⁸⁰. Upowszechnienie się transgenicznych roślin w dłuższej perspektywie mogłoby wiązać się z wymieraniem naturalnych odmian roślin uprawnych i żerujących na tych roślinach owadów, tym samym realne stałoby się ryzyko przyspieszenia tempa utraty różnorodności biologicznej. Z kolei roślinom GM odpornym na szkodniki zarzuca się, że mogą one być trujące, tak dla owadów niestwarzających zagrożenia dla roślin uprawnych, jak i dla gatunków szkodliwych. Dotychczas nie wykazano jednak bezpośredniego negatywnego wpływu roślin z cechą Bt na różnorodność owadów; mimo to brakuje pewności co do długofalowych rezultatów obecności upraw GM w środowisku naturalnym. Nie jest wykluczone, że dopiero któreś kolejne pokolenie zwierząt doświadczy negatywnych skutków uprawiania takich roślin¹⁸¹.

W końcu istnieje też ryzyko, iż powszechne wykorzystywanie roślin zawierających toksynę Bt spowoduje powstanie populacji insektów odpornych na nią. Nie brakuje tym samym opinii podważających w ogóle potrzebę konstruowania za pomocą inżynierii genetycznej, roślin odpornych na szkodniki. Nie ulega wątpliwości, że zdolność szkodników do atakowania zmienionych roślin będzie stopniowo ewoluować i w końcu cały zabieg okaże się nieskuteczny. Nie znaczy to, oczywiście, że całe opisywane podejście jest stratą czasu. Warto tylko uzmysłwić sobie, że nie można dokładnie przewidzieć, na ile obecne straty powodowane przez owady, zostaną zmniejszone dzięki modyfikowaniu genetycznemu roślin uprawnych. Niewątpliwie, gdyby tylko ludzie chcieli, mogliby się zupełnie obejść bez wytworzonych, za pomocą technik genetycznych, roślin odpornych na szkodniki. Wystarczy zauważyć, że stosowanie klasycznych metod krzyżowania i selekcji roślin ciągle jeszcze pozwala na zwiększanie zarówno wydajności, jak i odporności na szkodniki.

Warto też w końcu zauważyć, że na uprawianiu roślin GM wytwarzających białko Bt zyskują nie tylko mieszkańcy krajów zachodnich. Znacznych korzyści może także oczekiwać ludność krajów słabo rozwiniętych. Nie należy przy tym sądzić, że rozwój

¹⁸⁰ T. Twardowski, Z. T. Dąbrowski (red.), *Czy jest możliwe pogodzenie nowych technologii w rolnictwie z postulatami zachowania bioróżnorodności: odmiany tolerujące herbicydy w doświadczeniach brytyjskich* [w:] „Kosmos: problemy nauk biologicznych”, t. 56, nr 3-4, Kraków 2007, s. 309.

¹⁸¹ T. Twardowski, *Ocena zagrożeń powodowanych przez rośliny genetycznie zmodyfikowane* [w:] „Nauka”, nr 3, 2009, s. 113.

obszarów biednego Południa musi opierać się na wsparciu uczonych z Zachodu, kierujących się potrzebą dobroczynności, czy wyrzutami sumienia. Naukowcy z krajów rozwijających się, sami są już w stanie uodparniać lokalne rośliny na szkodniki owadzie¹⁸², których uprawa i spożywanie mogłyby przyczynić się do poprawy jakości życia najbardziej potrzebujących.

Konstruowanie za pomocą inżynierii genetycznej odmian uprawnych, może stwarzać jeszcze bardziej ogólne zagrożenia, o których także należy wspomnieć. Po pierwsze, przenoszenie genów między różnymi gatunkami roślin może doprowadzić do wytworzenia produktów spożywczych zawierających alergeny i tym samym powodować u człowieka reakcje uczuleniowe¹⁸³. Po drugie, produkowaniu takich roślin towarzyszy tzw. zjawisko „piractwa biologicznego”. W krajach rozwijających się, jak już wspominałam, występuje wielokrotnie więcej gatunków roślin, a co za tym idzie także różnych genów, niż w krajach zachodnich. Niemal wszystkie współczesne rośliny uprawne po raz pierwszy wykorzystywano na ziemiach obecnych krajów Trzeciego Świata. W związku z tym niektórzy – jak np. I. Wallerstein – dostrzegają ryzyko wykorzystywania mieszkańców obszarów słabo rozwiniętych przez wielkie międzynarodowe koncerny, które ograbiają ich z tych zasobów¹⁸⁴. Pogląd ten jest niemniej dyskusyjny (i był on już opisywany). Po trzecie, z modyfikowaniem genetycznym roślin wiąże się zagrożenie skupienia władzy w rękach nielicznych firm biotechnologicznych. W związku z tym rolnicy mogliby uzależnić się od producentów kilku rodzajów roślin GM, bez możliwości skutecznego przeciwstawienia się ewentualnym praktykom monopolistycznym – podwyżkom cen herbicydów i kwalifikowanych nasion. W skrajnej formie mogłoby dojść do sytuacji, w której rolnicy byłiby zmuszani do płacenia coraz większych sum ponadnarodowym koncernom, zarabiającym zarówno na sprzedaży nasion, jak i chemikaliów stosowanych do spryskiwania pól. Z drugiej strony można argumentować, że rolnicy mają swobodę wyboru; sami mogą decydować jaki materiał siewny kupować i czy stosować chemiczne środki ochrony roślin. Fizyczny przymus zaopatrywania się rolnika w konkretne odmiany nasion i stosowania danego herbicydu, nie ma miejsca. W istocie spór, co warto podkreślić, sprowadza się do kwestii wolnego rynku, monopoli i zawyżania cen. Co

¹⁸² I. F. H. Purchase, *Ethical issues for bioscientists in the new millennium* [w:] “Toxicology Letters” 127 (2002), s. 310.

¹⁸³ European Commission; European Research Area; Food, Agriculture & Fisheries & Biotechnology, EUR 24473 – *A decade of EU – funded GMO research (2001-2010)*, European Commission Directorate – General for Research Communication Unit B-1049 Brussels, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010, s. 160.

¹⁸⁴ J. Newell, *W roli Stwórcy? ...*, dz. cyt., s. 130-131.

prawda, można mówić o autonomii rolników, skuteczności mechanizmów wolnorynkowych, instytucjach kontrolnych i działających przepisach antymonopolistycznych; nie brak jednak głosów, że powyższy scenariusz jest zbyt optymistyczny i może świadczyć o naiwności jego zwolenników.

Główne spostrzeżenie, jakie nasuwa się po zaprezentowaniu najważniejszych konsekwencji wytwarzania i konsumowania roślin GM, dotyczy różnicy opinii w kwestii nie tyle samych wartości i zasad, ale faktów i rzeczywistych skutków rozważanych czynów. Mimo tych trudności wszystkie przedstawione pokrótce skutki uprawiania oraz spożywania roślin z cechą odporności na herbicydy i szkodniki pozwalają na podjęcie próby moralnego osądzenia tych czynów. Wspomniany przeciwstawny charakter wielu zaistniałych konsekwencji może prowadzić do wniosku, iż sumy szczęścia i cierpienia powstałe w wyniku wytwarzania i konsumowania tych roślin, są tak zbliżone, że działania te należy uznać za moralnie obojętne. Dokładniej jednak rozpatrując wszelkie skutki uprawiania i spożywania roślin GM, można stwierdzić, że działania te przynoszą jak dotąd więcej dobra niż zła, co może oznaczać, że liczba osób odnoszących korzyści w wyniku tych działań jest większa niż istot, które poniosły na ich skutek różnego rodzaju straty. Czyny te – jeśli tylko, w porównaniu z innymi działaniami, spowodowałyby więcej szczęścia np. w postaci ograniczenia cierpienia i bólu istniejącego w skutek panującego na świecie głodu – można by traktować nawet jako ludzkie obowiązki. Istnieją zatem podstawy, by postępowania te uznać za słuszne.

Z kolei kryterium etyki deontologicznej, wspomniane działania pozwala raczej uznać jedynie za zgodne z obowiązkiem, a nie podjęte z poczucia obowiązku wynikającego z poszanowania prawa moralnego. Oznacza to, że wytwarzaniu roślin GM towarzyszyła głównie nadzieja na uzyskanie konkretnych korzyści. Należy ponadto zauważyć, że podejmując się produkcji transgenicznych roślin człowiek wchodzi w zakres zdarzeń i praw niezależnych od niego. Nie dysponuje on odpowiednią wiedzą, na temat tego czy jego usiłowania zakończą się spodziewanymi dokonaniem. Z taką sytuacją osoba działająca może mieć do czynienia np. gdy w poddanej genetycznej modyfikacji roślinie nie ujawniają się cechy, jakie próbowała ona jej nadać. W takim przypadku człowiek miałby do czynienia z interwencją niezależnych od niego czynników, które uniemożliwiłyby mu osiągnięcie efektu usiłowań. Ponadto także brak pewności, co do charakteru ludzkich czynów – które obiektywnie mogą okazać się nie tym, czym się osobie działającej wydają – sprawia, że zgodnie z założeniami deontologizmu wykorzystywanie roślin GM opornych na herbicydy i szkodniki należy uznać za moralnie neutralne.

3.3 Efekty wytwarzania ryżu o zwiększonej wartości odżywczej

Jedną z kolejnych wspomnianych w części pierwszej roślin wytworzonych za pomocą technik genetycznych jest transgeniczny ryż. Elementem charakterystycznym tego ryżu jest jego żółty kolor; dlatego potocznie określa się go jako tzw. żółty lub złoty ryż (ang. *yellow* lub *golden rice*). Przypadek tej zmodyfikowanej genetycznie rośliny jest bardzo interesujący, dlatego wart jest on dokładnej analizy. Próba dokonania moralnej oceny działań prowadzących do powstania „żółtego ryżu” wymaga jednak poznania motywów i skutków czynu, który przyczynił się do jego stworzenia.

Na wstępie należy zaznaczyć, że „złoty ryż” jak dotąd nie zdołał uchronić najbardziej zagrożonych mieszkańców świata przed licznymi chorobami wynikającymi z niedoboru witaminy A¹⁸⁵. Mimo swych niewątpliwych walorów, nie jest on ponadto w stanie: zastąpić kompletnej zbilansowanej diety, rozwiązać problemu braku żywności i zapewnić samowystarczalności żywieniowej w krajach słabo rozwiniętych.

Nie do końca znane są też wszystkie koszty, jakie wiążą się z przyswajaniem „złotego ryżu”. Nie można np. wykluczyć, że spożycie rośliny, w której umieszczone zostały geny dwóch odmiennych gatunków, nie wywoła u człowieka niepożądanych skutków ubocznych. Jak dotąd rezultaty „mieszania” ze sobą genów z różnych gatunków nie zostały dostatecznie przebadane i trudno przewidzieć, czy ten mariaż nie będzie miał jakiegoś negatywnego wpływu na ludzki organizm. Obawy te mogą być jednak nieuzasadnione, ponieważ transgeniczne białka „złotego ryżu” mogą do przewodu pokarmowego człowieka lub zwierzęcia trafić także za pośrednictwem innych organizmów. Białka te nie są zatem niczym nowym dla układu trawiennego człowieka, choć często ich ilość w roślinie GM jest niewspółmiernie większa niż w „zwykłym” pożywieniu, co też może budzić obawy¹⁸⁶.

Należy wspomnieć o jeszcze jednej kwestii, która wiąże się ze „złotym ryżem”, a mianowicie, że roślina ta została opracowana w sektorze publicznym, by służyła dobru ogółu. Badacze przenieśli jednak wyłączne prawa do tego produktu na jedną z firm biotechnologicznych. Koncern ten postanowił sprzedawać „żółty ryż” mieszkańcom

¹⁸⁵ A. Mickiewicz i in., *GMO – zyski i straty* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, nr 3, 2006, s. 147. Należy też pamiętać, że witamina A jest przyswajana przez organizm tylko w obecności bogatej w tłuszcze diety.

¹⁸⁶ J. Buchowicz, *Biotechnologia molekularna: geneza, przedmiot, perspektywy badań i zastosowań*, Warszawa 2007, s. 101.

krajów rozwiniętych, ze względu na przeciwnowotworowe właściwości beta-karotenu. Natomiast rolnikom z krajów słabo rozwiniętych chciał udostępnić technologię za darmo. Potencjalnych korzyści zdrowotnych w wyniku spożywania „złotego ryżu” mogli zatem oczekiwać zarówno konsumenci z krajów bogatej Północy jak i biednego Południa.

O działaniach, które doprowadziły do wytworzenia „złotego ryżu”, można powiedzieć, że podjęte zostały z obowiązku; co więcej czyny te najbardziej ze wszystkich zaprezentowanych w niniejszej książce, zdają się na takie miano zasługiwać. Hipotezę tę potwierdza fakt, że technologia produkcji „złotego ryżu” miała zostać bezpłatnie udostępniona najbiedniejszym mieszkańcom krajów Trzeciego Świata; tego typu dobroczynność może sprawić, że człowiek przyczyni się do pomnażania istniejącego w świecie dobra. Motyw takiego działania należy uznać za słuszny także z tego względu, że podmiot, który stworzył i planował udostępnić tę transgeniczną roślinę najprawdopodobniej życzyłby sobie, by jego zasada postępowania stała się powszechnym prawem. Podjęcie się przez istotę ludzką wyprodukowania transgenicznego ryżu stanowiło ponadto środek, który służył osiągnięciu wyższego celu, którym było zwrócenie uwagi na najwyższą istniejącą w świecie wartość, jaką stanowi człowiek. W wyniku takiego postępowania, gdy istota ludzka stanowi cel sam w sobie, podmiot przyczynia się do rozwijania potencjału tkwiącej w nim doskonałości. Stworzenie „złotego ryżu” może być w końcu z tego względu słuszne, że w mniemaniu osoby działającej było ono jej najważniejszym obowiązkiem i nawet gdyby okazało się, że spełnieniu tej powinności towarzyszyła błędna ocena sytuacji, osoba postępująca zgodnie ze swoimi przekonaniem miała w tym przypadku obowiązek skonstruować transgeniczny ryż.

Należy liczyć się z możliwością, że człowiek nie poznał jeszcze długofalowych skutków wynikających z wytwarzania i spożywania „złotego ryżu”. Dotychczas nie odnotowano jednak jakiegokolwiek negatywnego wpływu tej rośliny ani na środowisko naturalne, ani na organizm ludzki. Wzrost ogólnego szczęścia, jaki można by odnotować w wyniku wyprodukowania ryżu GM pozwala, zatem także utylitarystom uznać taki czyn za słuszny. Gdyby tylko roślina ta uprawiana była na szeroką skalę, przyniosłaby ona najprawdopodobniej więcej dobra niż jakikolwiek inny alternatywny czyn, a to z kolei sprawiłoby, że jego podjęcie stałoby się wręcz ludzkim obowiązkiem.

Należy ponadto zauważyć, że użyteczność takiego ryżu dla różnych osób może nie być jednakowa. Dla mieszkańca Azji południowo-wschodniej, roślina ta może pełnić wręcz rolę leku ratującego go przed ślepotą czy nawet śmiercią, dla członka społeczeństwa zachodniego, może ona jedynie być dodatkowym, jednym z wielu spożywanych

produktów wzbogaconych w wartościowe składniki. Użyteczność konsumowania „złotego ryżu” przez pierwszą z tych osób byłaby zapewne większa niż użyteczność jego przyswajania przez – drugą. Sprawiedliwa dystrybucja takiego produktu, czyli taka, w której częściowe zastosowanie znalazłaby zasada nierówności, przyczyniłaby się zapewne do zmaksymalizowania całkowitej użyteczności oczekiwanej. Utylitaryzm przeciwstawia się sytuacji, w której potrzeby zamożnej mniejszości zamieszkującej kraje rozwinięte zyskują pierwszeństwo nad interesami biednej większości zasiedlającej obszary słabo rozwinięte. Podział „złotego ryżu” będzie zdaniem utylitarystów sprawiedliwy tylko wtedy, gdy wygranych będzie więcej niż przegranych, tym samym powinien on trafiać głównie do mieszkańców biednego Południa.

Podjmując się częściowego podsumowania warto zapytać, czy rozpowszechnienie roślin uprawnych GM przyczyni się do ograniczenia liczby ludzi głodujących na świecie? Potencjalnie wykorzystywanie inżynierii genetycznej jest w stanie doprowadzić do zmniejszenia skali ubóstwa i niedożywienia na kuli ziemskiej. Dzięki nowej technologii, produkcja rolna może stać się bardziej wydajna, dochody gospodarstw mogą wzrosnąć, transgeniczne rośliny być łatwiej dostępne, a ceny żywności – spaść. Jak się jednak okazuje, mimo iż na świecie – także dzięki technice genetycznej – produkuje się więcej żywności niż kiedykolwiek w przeszłości, ludzi głodujących nieustannie przybywa¹⁸⁷. Wytwarzanie większej ilości artykułów spożywczych GM nie oznacza zatem, że skorzystają na tym najbiedniejsi ani, że większej liczbie mieszkańców Ziemi będzie żyło się lepiej. Całkiem możliwe jest wręcz pogłębienie się problemów związanych z przeludnieniem oraz eksplozją demograficzną, co z kolei przyczyniłoby się do ponownego nasilenia zjawiska głodu. Żadna z dotychczasowych rewolucji nie rozwiązała tego problemu. Wydaje się, że głód jest bardziej wynikiem niewłaściwej dystrybucji produktów rolnych, niż problemem technologii produkcji żywności. Pojawiają się też opinie, że inżynieria genetyczna dodatkowo doprowadzi do zmniejszenia bezpieczeństwa żywnościowego, gdyż sprzyja ona tworzeniu niekorzystnych monokultur. Promowanie „biotechnologicznego rolnictwa” przyczynia się ponadto do dalszej degradacji naturalnych źródeł żywności – bioróżnorodności, gleby i wody¹⁸⁸. Tym samym wciąż brak

¹⁸⁷ Według danych opublikowanych przez Food and Agriculture Organization of the United Nations w raporcie *The State of Food Insecurity in the World 2010: Addressing food insecurity in protracted crises*: w latach 1995-1997 na świecie było ponad 750 mln ludzi niedożywionych, w latach 2000-2002 – ponad 800 mln, w 2005-2007 – około 850 mln, w 2008 roku – ponad 900 mln, w 2009 – 1 mld 23 mln, natomiast w 2010 odnotowano spadek liczby ludzi cierpiących w wyniku głodu do 925 mln.

¹⁸⁸ *Zanieczyszczenie genetyczne – poważny problem*, adres internetowy: http://www.iucn-ce.org/publications/inzynieria_genetyczna_czy_rolnictwo_ekologiczne.pdf.

definitywnego potwierdzenia hipotezy, jakoby rośliny GM przyczyniały się do poprawienia sytuacji żywnościowej najbardziej potrzebujących mieszkańców globu.

3.4 Skutki produkcji szczepionek w roślinach i roślin uprawnych odpornych na stresy środowiskowe

Dzięki nowoczesnej biotechnologii możliwe stało się stworzenie jeszcze innego typu transgenicznych roślin, których skutki wykorzystywania także należy poddać analizie. Chodzi w tym przypadku o rośliny produkujące substancje wykorzystywane w ochronie zdrowia oraz takie odmiany, które są odporne na niekorzystne warunki klimatyczne.

Człowieka do wytwarzania szczepionek w roślinach skłoniła chęć: uproszczenia procedury ich otrzymywania, obniżenia kosztów produkcji, a także zwiększenia zakresu szczepień. Rozpowszechnienie stosowania takich preparatów miało doprowadzić także do całkowitego wyeliminowania pewnych groźnych chorób zwłaszcza w najbardziej potrzebujących regionach świata, gdzie prowadzenie na szeroką skalę szczepień tradycyjnymi metodami jest z finansowych i logistycznych powodów często niemożliwe.

Z kolei impulsem do stworzenia roślin odpornych na stresy środowiskowe, czyli odmian tolerujących niekorzystne warunki termiczne, było uzyskanie wyższych plonów w regionach o wyjątkowo niekorzystnych warunkach klimatyczno-glebowych. Te większe zbiory, o ile funkcjonowałby sprawiedliwy system dystrybucji, mogłyby znacznie zmniejszyć liczbę ludzi głodujących i niedożywionych. Przyjmowanie „szczepionek roślinnych” i jednocześnie stosowanie odpowiedniej diety bazującej na roślinach GM mogłoby zatem przyczynić się do poprawy stanu zdrowia, a tym samym do polepszenia jakości życia głównie mieszkańców krajów Trzeciego Świata.

Do korzyści, jakie płyną z wytwarzania szczepionek w roślinach GM, można m. in. zaliczyć: zdolność kompletnego uodpornienia organizmu, mniejsze ryzyko wystąpienia reakcji alergicznych, prosty sposób aplikowania np. poprzez bezpośrednie spożycie rośliny produkującej antygeny (substancje wywołujące odpowiedź układu odpornościowego). Stosowanie tego rodzaju szczepionek nie wymaga zatem tak specjalistycznej wiedzy, jak w przypadku podawania zastrzyków, a ponadto ich przyjmowanie jest bezbolesne. Upowszechnienie tej nowej technologii jest poza tym bardziej bezpieczne także dla osób produkujących takie preparaty. Wytwarzanie „szczepionek roślinnych” wiąże się jednak z

pewnymi trudnościami¹⁸⁹. Problem stanowi chociażby uzyskanie odpowiedniego poziomu antygeny, na tyle dużego, by mógł on spowodować odpowiedź immunologiczną, ale jednocześnie nie za wysokiego, by z kolei nie wywołał on tolerancji organizmu na przyjmowany preparat¹⁹⁰. Trudności te świadczą o tym, że człowiek podejmując się wytwarzania szczepionek w roślinach, czy roślin odpornych na stropy środowiskowe wkracza w obszar zdarzeń niezależnych od niego. Ludzka niewiedza odnośnie tego czy usiłowania zakończą się gotowym genetycznie zmodyfikowanym produktem wpływa z ryzyka interwencji niezależnych od podmiotu czynników oraz z permanentnego braku pewności, czy ludzkie działanie jest obiektywnie takim, za jakie je człowiek uznaje. Można przypuszczać, że podejmowanie czynności prowadzących do wytworzenia szczepionek w roślinach oraz odmian roślin odpornych na stropy środowiskowe nie stanowią raczej działań, które zrodzone byłyby z obowiązku, ale jedynie działania zgodne z obowiązkiem, a to z tego względu, że człowiek dokonuje ich na podstawie osobistych skłonności. Czyny te byłyby słuszne, gdyby osoba działająca sądziła, iż najlepiej postąpi realizując je, przy czym jej przekonanie odpowiadałoby rzeczywistej sytuacji. Obowiązek etyczny wyrasta zatem z opinii o faktach i przeświadczenia moralnego o tym, co należy w świetle tej opinii przedsięwziąć. Obie te przesłanki mogą jednak w wyniku niewłaściwej oceny, być błędne. Produkowanie szczepionek w roślinach oraz odmian odpornych na niekorzystne warunki środowiskowe można zatem jedynie uznać za działania moralnie neutralne.

Trudno przewidzieć wszystkie skutki przyjmowania „roślinnych szczepionek”, jak i spożywania roślin GM, które lepiej tolerują niekorzystne warunki termiczne. Niewykluczone, że lista negatywnych konsekwencji z nimi związanych, pojawi się w przyszłości, gdy tego typu rośliny będą wytwarzane na szerszą skalę. Wytwarzanie i spożywanie tego typu transgenicznych produktów, jak dotąd raczej nie skutkowało wzrostem ogólnego cierpienia, przyczyniło się natomiast do zwiększenia, choć tylko w niewielkim stopniu, ilości istniejącego szczęścia. Gdyby produkcja takich roślin rozpowszechniła się, być może przyniosłaby ona ludziom więcej dobra niż jakiegokolwiek inne działanie. W związku z czym czyny, których realizacja skutkuje powstaniem

¹⁸⁹ European Commission; European Research Area; Food, Agriculture & Fisheries & Biotechnology, EUR 24473 – *A decade of EU – funded GMO research (2001-2010)*, European Commission Directorate – General for Research Communication Unit B-1049 Brussels, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010, s. 202-203.

¹⁹⁰ J. Kopcewicz, S. Lewak (red.), *Fizjologia roślin*, dz. cyt., s. 735-736.

genetycznie zmodyfikowanych roślin można nazwać działaniami słusznymi, a tym samym ludzkimi powinnościami.

Konkludując, rozwój nowoczesnej biotechnologii daje ogromne możliwości poprawy jakości życia ludzkiego. Niemniej nie należy zapominać także o pewnych szkodach i zagrożeniach, jakie postęp w tej nauce niesie ze sobą. Nasuwa się pytanie: Czy człowiek posiadał już na tyle dużą wiedzę w tej dziedzinie, by w sposób odpowiedzialny mógł korzystać z jej osiągnięć? Chyba nie jest przesadnym twierdzenie, że uczeni dopiero zaczynają poznawać następstwa korzystania z nowych technologii stosowanych w naukach biologicznych. Szereg problemów, jaki pojawia się w związku z ich rozwojem, można skutecznie rozwiązać poprzez badania interdyscyplinarne. Taki właśnie charakter ma sama biotechnologia, dlatego też zaprezentowane w tym rozdziale, opinie na temat konkretnych „produktów biotechnologicznych” w dużej mierze sformułowane zostały w oparciu o wiedzę z innych dziedzin nauki. Należy ponadto podkreślić, że w wielu opisywanych przykładach jedyne sensowne i użyteczne wnioski mają charakter tymczasowy. „Rachunek etyczny” dotyczący zwłaszcza inżynierii genetycznej nigdy nie jest oczywisty. W sytuacjach, gdy eksperci nie potrafią zgodnie ocenić skali zagrożenia, bez wątpienia uzasadnione jest ostrożne postępowanie małymi krokami. Przy każdym działaniu winny być brane pod uwagę potencjalne koszty i korzyści, a także motywy, by umożliwić racjonalny namysł etyczny nad dopuszczalnością różnego rodzaju czynów.

Rozdział IV

GENETYCZNIE MODYFIKOWANE ORGANIZMY W OPINII SPOŁECZEŃSTWA

Uwagi wstępne

Dokonana w poprzednim rozdziale moralna refleksja nad poszczególnymi przypadkami wykorzystywania inżynierii genetycznej wymaga jeszcze pewnego uzupełnienia. Zagadnienie to zostanie przedstawione w sposób kompletny jedynie wtedy, gdy działania podejmowane przez biotechnologów podda się jeszcze ogólniejszej – społecznej ocenie. Najlepszą metodą na jej sformułowanie jest poznanie stanowiska członków społeczeństwa w kwestii organizmów genetycznie modyfikowanych.

W rozdziale tym przedstawiona została analiza danych zgromadzonych podczas przeprowadzanych w ostatnich latach badań mających na celu poznanie opinii społeczeństwa polskiego na temat organizmów GM. Na szczególną uwagę zasługują te badania, przy realizacji których respondentów pytano o – budzące największe kontrowersje – transgeniczne rośliny uprawne. Nie znaczy to jednak, że należy umniejszać znaczenie wszelkich pozostałych organizmów wytwarzanych przy pomocy inżynierii genetycznej. Jedynie znajomość opinii na temat wszystkich rodzajów produktów GM pozwala poznać w pełni stanowisko społeczeństwa w kwestii nowoczesnej biotechnologii.

W rezultacie przeprowadzonej analizy, w opracowaniu zaprezentowano wnioski, które zestawiono także z wynikami uzyskanymi podczas wcześniej realizowanych badań. Zobrazowane zostały w ten sposób zmiany (lub ich brak) w postawach przejawianych przez członków społeczeństwa na przestrzeni danego okresu czasu. W niniejszym rozdziale porównane ponadto zostało stanowisko polskiej opinii publicznej z postawą prezentowaną przez mieszkańców innych krajów w kwestii modyfikacji genetycznych. Wymagało to jednak zmierzenia się z wielką ilością istniejących danych. Nadmiar dostępnych materiałów wymagał dokonania ich selekcji. W związku z czym kolejne podrozdziały powstały głównie w oparciu o wybrane dane zgromadzone przez TNS OBOP oraz *Martin&Jacob*. Dane te zostały uzyskane w wyniku badań przeprowadzonych na zlecenie Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie oraz Polskiej Federacji Biotechnologii.

1. Produkcja roślin transgenicznych na świecie

Poprawne zdefiniowanie pojęć jest na ogół najbardziej logiczną drogą do rozpoczęcia racjonalnej dyskusji na dany temat. Wydawać by się mogło, że o organizmach genetycznie zmodyfikowanych w niniejszej publikacji napisane zostało już wiele, nie została jednak zaprezentowana jednoznaczna definicja terminu, jakim jest: organizm genetycznie modyfikowany (ang. *genetically modified organism*). GMO jest jednym z najczęściej spotykanych skrótów we współczesnym (nie tylko) fachowym piśmiennictwie z zakresu biotechnologii. Niestety nie ma jednego powszechnie przyjętego, merytorycznego wyjaśnienia dla organizmu genetycznie modyfikowanego (podobnie jak dla samej modyfikacji genetycznej). Z powodu braku podstawowych punktów odniesienia, w każdym kraju GMO definiowane jest w inny sposób.

W Polsce – przykładowo – obowiązuje definicja sformułowana na potrzeby obowiązującej (jeszcze) ustawy, w której organizm genetycznie modyfikowany rozumie się jako: „ (...) organizm inny niż organizm człowieka, w którym materiał genetyczny został zmieniony w sposób niezachodzący w warunkach naturalnych wskutek krzyżowania lub naturalnej rekombinacji, w szczególności przy zastosowaniu: technik rekombinacji DNA z użyciem wektorów (...), technik stosujących bezpośrednio włączenie materiału dziedzicznego przygotowanego poza organizmem (...), metod nie występujących w przyrodzie dla połączenia materiału co najmniej dwóch różnych komórek, gdzie (...) powstaje nowa komórka zdolna do przekazywania swego materiału genetycznego odmiennego od materiału wyjściowego komórkom potomnym”¹⁹¹. W takim też tonie utrzymana jest definicja przyjęta przez Parlament Europejski¹⁹².

Nieco uogólniając i upraszczając zagadnienie można przyjąć, iż GMO to: wszystkie rośliny, zwierzęta, a także mikroby, których materiał genetyczny został zmieniony w skutek celowych działań człowieka, prowadzonych z wykorzystaniem metod inżynierii genetycznej¹⁹³.

GMO utożsamiane są – przez społeczeństwo – głównie z transgenicznymi roślinami uprawnymi i żywnością genetycznie modyfikowaną. Warto więc przytoczyć definicję także tego drugiego terminu. W jednym z dokumentów Unii Europejskiej,

¹⁹¹ Ustawa z dnia 22 czerwca 2001 r. o organizmach genetycznie zmodyfikowanych (Dz. U. Nr 76, poz. 811, art. 3).

¹⁹² Patrz: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2001/18/WE, art. 2.

¹⁹³ A. Mickiewicz i in., *GMO – zyski i straty* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, nr 3, 2006, s.145.

żywność GM określana jest jako: „...żywność, która jest organizmem modyfikowanym genetycznie lub z niego pochodzi”¹⁹⁴ i zawiera przy tym geny lub białka pochodzące z modyfikacji. Z kolei w Stanach Zjednoczonych obowiązuje definicja odnosząca się do samego produktu GM, a nie do procesu jego produkcji. W Kanadzie natomiast funkcjonuje jeszcze dalej idąca definicja, która opiera się na nowych cechach produktów, niezależnie od sposobu ich wytworzenia. Oznacza to, że produkt jest określany jako GMO, jeśli zawiera cechę, która wcześniej nie występowała w danym gatunku, nawet jeśli powstała ona w wyniku tradycyjnych metod hodowlanych¹⁹⁵.

Zastosowanie w produkcji rolnej nowych osiągnięć biotechnologii w postaci odmian genetycznie zmodyfikowanych może w znacznym stopniu zmienić charakter gospodarki rolnej w skali globu. Warto zatem w tym miejscu przedstawić pewne dane statystyczne, które ilustrują występującą współcześnie tendencję w uprawianiu odmian transgenicznych na świecie.

Pierwsze komercyjne uprawy roślin genetycznie zmodyfikowanych wprowadzono w 1996 roku w Stanach Zjednoczonych na obszarze 1,7 mln ha. Od tego czasu powierzchnia tych roślin systematycznie wzrastała z każdym kolejnym rokiem. Od założenia pierwszych hodowli odmian transgenicznych do 2010 roku, obszar ich upraw wzrósł 87-krotnie, co oznacza, że inżynieria genetyczna stała się najszybciej zaadaptowaną rolniczą technologią w historii¹⁹⁶. Pomijając szczegółowe dane dotyczące początkowego okresu uprawiania roślin transgenicznych należy skupić się na przybliżeniu jedynie najnowszych informacji (tab. 2).

¹⁹⁴ *EC Novel Foods Regulation*, cyt. za A. McHughen, *Żywność modyfikowana genetycznie: żywność, jakość, technologia: poradnik konsumenta*, przeł. A. Babuchowski i in., Warszawa 2004, s. 12-13.

¹⁹⁵ A. McHughen, *Żywność modyfikowana genetycznie...*, dz. cyt., s. 13.

¹⁹⁶ Dane podaję za Międzynarodowym Instytutem Propagowania Upraw Biotechnologicznych – ISAAA (ang. *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications*), wiodącą organizacją non-profit, której głównym celem jest zmniejszenie głodu na świecie poprzez rozpowszechnianie upraw transgenicznych. Prezesem i założycielem ISAAA jest Clive James. Patrz także S. Lawrence, *Agbiotech booms in emerging nations*, [w:] “Nature Biotechnology”, t. 25, nr 3, 2007, s. 271.

Tab. 2. Dane statystyczne dotyczące upraw roślin transgenicznych na świecie w ostatnich latach¹⁹⁷

	2005 r.	2006 r.	2007 r.	2008 r.	2009 r.	2010 r.
Powierzchnia upraw roślin GM (w mln ha)	90	102	114,3	125	134	148
Wzrost powierzchni względem roku poprzedniego (w %)	11	13	12	9	7	10
Liczba krajów, w których uprawiane są rośliny GM	21	22	23	25	25	29
Liczba rolników uprawiających rośliny GM (w mln)	8,5	10,3	12	13,3	14	15,4

Jak wynika z przedstawionych w powyższej tabeli danych, na świecie wzrasta nie tylko obszar upraw roślin GM, ale z roku na rok powiększa się także liczba krajów i samych rolników prowadzących takie uprawy.

Najnowsze informacje podane do publicznej wiadomości przez ISAAA (Międzynarodowy Instytut Propagowania Upraw Biotechnologicznych) zasługują jednak na dokładniejszą analizę. Największa powierzchnia upraw roślin genetycznie modyfikowanych znajduje się w Stanach Zjednoczonych. USA od 1996 roku są niekwestionowanym światowym liderem pod względem wielkości arealu upraw odmian transgenicznych. W 2010 roku powierzchnia ta wynosiła tam 66,8 mln ha. Na drugim miejscu znajdowała się Brazylia z powierzchnią arealu 25,4 mln ha, następnie Argentyna z 22,9 mln ha, Indie z 9,4 mln ha, Kanada z 8,8 mln ha, Chiny z 3,5 mln ha, Paragwaj z 2,6 mln ha, Pakistan z 2,4 mln ha, RPA z 2,2 mln ha i Urugwaj z 1,1 mln ha. Pozostałymi krajami wymienionymi według malejącego obszaru upraw roślin GM były: Boliwia, Australia, Filipiny, Myanmar, Burkina Faso, Hiszpania (największy plantator roślin GM w Europie), Meksyk, Kolumbia, Honduras, Chile, Portugalia, Czechy, Polska, Egipt, Słowacja, Kostaryka, Rumunia, Szwecja i Niemcy¹⁹⁸.

Na podstawie corocznych raportów zawierających informacje o powierzchni arealów upraw roślin transgenicznych, ISAAA stara się przekazywać obraz wzrastającej akceptacji odmian GM na całym świecie. Tymczasem w 2009 roku w Unii Europejskiej powierzchnia upraw roślin GM zmniejszyła się względem roku poprzedniego o 12%, czyli

¹⁹⁷ Informacje te znajdują się na stronie internetowej organizacji: <http://www.isaaa.org>.

¹⁹⁸ "Global Status of Commercialised GM Crops", adres internetowy: www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/default.asp. Patrz też: The Report: *GM crops: Reaping the benefits, but not in Europe. Socio-economic impacts of agricultural biotechnology*, EuropaBio, 2011, s. 5, 17.

o około 13 tys. ha. W sześciu państwach UE, prowadzących uprawy kukurydzy Bt¹⁹⁹: Hiszpanii, Czechach, Portugalii, Rumunii, Polsce i Słowacji w 2009 roku uprawiano łącznie niemal 95 tys. ha wobec prawie 108 tys. ha, rok wcześniej. Największy, bo stu procentowy spadek powierzchni upraw dotyczył Niemiec, które wprowadziły moratorium na kukurydzę GM. Obszar upraw roślin GM znacząco spadł także w: Słowacji, Rumunii, Czechach i Hiszpanii. Zmniejszenie powierzchni upraw transgenicznych mogło być podyktowane: nieprzychylnym nastawieniem społeczeństw do tych odmian, trudnościami (głównie prawnymi), jakie rolnicy muszą pokonać, by móc uprawiać rośliny GM, a także kryzysem ekonomicznym (w wyniku którego wzrosły ceny nasion i zwiększyły się koszty hodowli roślin transgenicznych)²⁰⁰. W 2010 roku odnotowano dalszy 3,5 procentowy spadek powierzchni upraw GM. W ośmiu państwach Unii Europejskiej odmiany zmodyfikowane genetycznie uprawiało niecałe 6 tys. rolników na obszarze 91 tys. ha. Największym producentem roślin GM nadal pozostawała Hiszpania, odmiany te zajmowały tam powierzchnię ponad 76 tys. ha. Na kolejnych miejscach znalazły się: Portugalia, Czechy, Polska, Słowacja, Rumunia, Szwecja i Niemcy²⁰¹.

Nie brakuje także krajów z poza Europy, które wycofują się z uprawiania roślin GM. Niektóre państwa w ogóle nie wydają zgody na prowadzenie takich upraw. Charakterystycznym zjawiskiem jest pojawianie się regionów, które ogłaszają się „strefami wolnymi od GMO”, o czym także należy pamiętać.

Odnośnie samej Polski, uprawy kukurydzy GM zostały zapoczątkowane w 2006 roku na powierzchni 100 ha rok później obejmowały obszar 320 ha, a od 2008 roku już 3 tys. ha²⁰².

¹⁹⁹ Kukurydza MON 810 jest jedyną rośliną – poza ziemniakiem Amflora pozwalającym na łatwiejsze wykorzystywanie zawartej w nim skrobi – która może być uprawiana na terenie UE.

²⁰⁰ Adres internetowy: <http://www.greenpeace.org/poland/wydarzenia/polska/rolnic-odrzucaja-gmo>.

²⁰¹ Adres internetowy: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/default.asp>. Patrz też: *The Report: GM crops: Resping the benefits, but not in Europe. Socio-economic impacts of agricultural biotechnology*, EuropaBio, 2011, s. 5, 10.

²⁰² Dane wg Polskiego Związku Producentów Kukurydzy. Według innych źródeł w 2006 roku areal ten wynosił tylko 30 ha, a w 2007 roku – 350 ha. Ponadto istnieją też źródła, które w ogóle zaprzeczają istnieniu na terenie Polski upraw GM. Patrz T. Twardowski i in., *Stosunek producentów rolnych do roślin GM* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, nr 2, 2008, s. 132 oraz adres internetowy: <http://www.greenpeace.org/poland/wydarzenia/polska/rolnic-odrzucaja-gmo>.

2. Społeczne postrzeganie różnych zastosowań transgenicznych organizmów

2.1 Kontekst ogólnoswiatowy

Próbując przewidzieć kierunki rozwoju biotechnologii należy uwzględnić społeczny odbiór tej dziedziny, ma on niebagatelne znaczenie dla przyszłości niniejszej nauki. Poczucie bezpieczeństwa oraz przydatności i korzyści wynikających z wytwarzania nowych „biotechnologicznych produktów” warunkuje przychyłność społeczeństwa dla organizmów transgenicznych. Na ocenę towarów wytwarzanych za pomocą inżynierii genetycznej wpływają najczęściej: uwarunkowania kulturowe, stereotypy, potoczne poglądy, ukierunkowane działania opiniotwórcze, a szczególnie zakres wiedzy samych konsumentów. Właśnie ten ostatni czynnik jest, w niniejszym podrozdziale, poddany dokładnej analizie.

Z badań opinii publicznej przeprowadzanych w Polsce, jak i w innych państwach Unii Europejskiej wynika, że konsumenci posiadają niewielką wiedzę o biotechnologii, inżynierii genetycznej czy GMO. Ogólnie rzecz ujmując, deklarowany brak wiedzy często wiąże się z akceptacją biotechnologii, rzadziej z postawą obojętną. Powierzchnia znajomość zagadnienia wywołuje natomiast obawy i sprzeciw wobec inżynierii genetycznej. Z kolei najwyższemu poziomowi wiedzy towarzyszy zarówno akceptacja jak i negacja osiągnięć biotechnologii, połączona z racjonalnym uzasadnieniem przyjętego stanowiska. Podstawowym problemem utrudniającym prowadzenie racjonalnej dyskusji jest emocjonalna krytyka niektórych społeczeństw skierowana przeciw stosowaniu GMO w rolnictwie i przemyśle spożywczym.

Analizując dane procentowe uzyskane w wyniku jednego z pierwszych sondaży przeprowadzonych w Polsce, Unii Europejskiej i Stanach Zjednoczonych można stwierdzić, że poziom akceptacji społecznej dla poszczególnych obszarów nowoczesnej biotechnologii był dość zróżnicowany (tab. 3).

Tab. 3. Porównanie stopnia akceptacji osiągnięć biotechnologii w: USA, UE i Polsce²⁰³

	USA		UE		Polska	
	rok	%	rok	%	rok	%
Ochrona i hodowla roślin	1998	66	1996	58	1999	55
	2000	60	1999	42	2000	51
Ulepszanie żywności	1998	58	1996	44	1999	72
	2000	60	1999	31	2000	69
Badania nad nowymi lekami	1988	66	1996	71	1999	88
	2000	79	1999	42	2000	88
Leczenie za pomocą inżynierii genetycznej (terapii genowej)	1998	70	1996	75	1998	46
	2000	84	1999	63	2000	45

Przedstawione w powyższej tabeli dane wskazują, że jedynie wśród Amerykanów istniał znaczny odsetek osób, które deklarowały, iż akceptują wykorzystywanie nowoczesnej biotechnologii we wszystkich czterech wymienionych obszarach. Zarówno respondenci z Unii Europejskiej jak i z Polski są przychylni dla stosowania inżynierii genetycznej uzależniali od branży, w której była ona stosowana. Największy sceptycyzm wśród europejskich respondentów wywoływało stosowanie technik genetycznych przy ulepszaniu żywności. Największą aprobatę wyrazili oni natomiast w stosunku do metod leczenia polegających na zastosowaniu terapii genowej, w kolejnych latach odsetek osób przychylnych takiemu zastosowaniu innowacyjnych technik genetycznych zaczął jednak spadać. Ten sposób leczenia cieszył się z kolei najmniejszym poparciem u Polaków. Wśród członków społeczeństwa polskiego najwyższy odsetek stanowili badani, którzy przychylnie oceniali prowadzenie badań nad nowymi lekami z wykorzystaniem inżynierii genetycznej. Większa liczba Polaków w porównaniu z respondentami z krajów UE, popierała także ulepszanie żywności za pomocą nowych metod biotechnologicznych. Podsumowując można stwierdzić, że społeczeństwo amerykańskie raczej nie dostrzegало większego problemu w stosowaniu nowych osiągnięć biotechnologicznych w żadnej z wymienionych dziedzin ludzkiej działalności. Z kolei społeczeństwa europejskie, w tym polskie, przejawiały obawy, co do stosowania nowych technologii w niektórych wymienionych obszarach²⁰⁴. Różnice między Amerykanami i Europejczykami w poglądach na współczesną biotechnologię znajdują potwierdzenie także w późniejszych analizach.

²⁰³ Dane wg Biuletynu Biura Informacyjnego ds. Żywności Genetycznie Modyfikowanej, 1(6) 2001, zmodyfikowane. Patrz J. Kopcewicz, S. Lewak (red.), *Fizjologia roślin*, Warszawa 2005, s. 740.

²⁰⁴ J. Kopcewicz, S. Lewak (red.), *Fizjologia roślin*, Warszawa 2005, s. 740-741.

2.2 Badania realizowane przez TNS OBOP

Skupiając się na badaniach opinii publicznej przeprowadzanych w Polsce należy zaznaczyć, że stosunek polskiego społeczeństwa do biotechnologii był już wielokrotnie poddawany analizie. Pierwsze badania dotyczące organizmów transgenicznych zrealizowano we wrześniu 1998 roku. Ośrodek Badania Opinii Publicznej (OBOP)²⁰⁵ na reprezentatywnej próbie Polaków przeprowadził sondaż na temat: „Co sądzą Polacy o stosowaniu biotechnologii i metod inżynierii genetycznej przy produkcji żywności i napojów?” Badania były prowadzone w ramach programu badawczego Komisji Europejskiej, na wzór testów realizowanych przez Eurobarometr²⁰⁶. Wówczas ponad 2/3 badanych deklarowało, iż jest gotowych kupować i konsumować żywność GM. Wyniki tego sondażu pozwoliły na sformułowanie następującej hipotezy: Im wyższy był poziom wykształcenia badanych, lepsza sytuacja materialna oraz słabsza religijność, tym badani częściej wyrażali przekonanie, że należy zezwolić na produkcję i sprzedaż żywności transgenicznej. Wyniki kolejnych badań pokazały jednak, że zmniejszyło się społeczne poparcie dla produktów GM²⁰⁷. Należy wspomnieć chociażby o sondażu zrealizowanym przez TNS OBOP w sierpniu 1999 i w lipcu 2000 roku, na zlecenie Tomasza Twardowskiego²⁰⁸. Sondaż przeprowadzony został na próbie mieszkańców Polski powyżej 15 roku życia. Próba dobrana została w sposób losowy, warstwowo-proporcjonalny. W badaniach zastosowano technikę wywiadu kwestionariuszowego. W 1999 roku przeprowadzono 1015, a w 2000 roku 1055 wywiadów. Dopuszczalny błąd pomiaru oscylował w granicach +/- 3%, a wiarygodność oszacowania wynosiła 95%. Wybrane dane uzyskane w wyniku przeprowadzonego sondażu znajdują się w tabeli 4.

²⁰⁵ W 1998 roku OBOP wszedł w skład międzynarodowej grupy badawczej TNS, a od 2012 roku figuruje on pod nazwą TNS Polska SA.

²⁰⁶ Eurobarometr – realizowany na zlecenie KE międzynarodowy projekt regularnego badania opinii publicznej.

²⁰⁷ T. Twardowski, *Opinia publiczna a GMO* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, nr 3, 2007, s. 50.

²⁰⁸ Profesor Tomasz Twardowski jest pracownikiem Instytutu Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu i Politechniki Łódzkiej w Łodzi.

Tab. 4. Dane dotyczące opinii Polaków nt. nowoczesnej biotechnologii (dane w %) ²⁰⁹

Czy współczesna biotechnologia jest tak skomplikowana, że dyskusje społeczne są stratą czasu?			
	Tak	Nie	Trudno powiedzieć
1999 r.	32	47	21
2000 r.	34	53	13
Badania nad lekami i szczepionkami w wykorzystaniu biotechnologii i inżynierii genetycznej powinny być prowadzone i popierane:			
	Zgadzam się	Nie zgadzam się	Trudno powiedzieć
1999 r.	88	5	7
2000 r.	88	5	7
Badania nad żywnością z wykorzystaniem biotechnologii i inżynierii genetycznej powinny być prowadzone i popierane:			
	Zgadzam się	Nie zgadzam się	Trudno powiedzieć
1999 r.	72	19	9
2000 r.	69	21	10
Badania nad zastosowaniem metod hodowlanych wykorzystujących współczesną biotechnologię w produkcji żywności mogą wiązać się z zagrożeniem zdrowia człowieka lub środowiska:			
	Zgadzam się	Nie zgadzam się	Trudno powiedzieć
1999 r.	55	31	14
2000 r.	51	33	16
Do zakupu żywności transgenicznej lepsze wartości odżywcze:			
	Przekonałyby mnie	Nie przekonałyby mnie	Trudno powiedzieć
2000 r.	55	31	14
Do zakupu żywności transgenicznej dłuższa trwałość:			
	Przekonałyby mnie	Nie przekonałyby mnie	Trudno powiedzieć
2000 r.	47	38	15
Do zakupu transgenicznej żywności lepszy wygląd:			
	Przekonałyby mnie	Nie przekonałyby mnie	Trudno powiedzieć
2000 r.	39	44	17
Do zakupu żywności transgenicznej niższa cena:			
	Przekonałyby mnie	Nie przekonałyby mnie	Trudno powiedzieć
2000 r.	36	47	17

Na podstawie zaprezentowanego w tabeli 4. rozkładu odpowiedzi można stwierdzić, że w porównaniu z rokiem 1999, wzrósł nieco odsetek osób, dla których debata

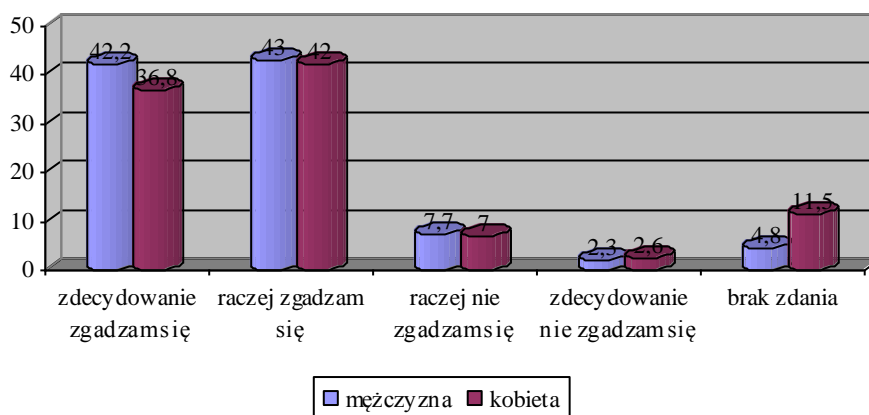
²⁰⁹ T. Twardowski i in., *Biotechnologia w Polskiej opinii społecznej; dynamika zmian w latach 1998-2000* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, nr 1, 2001, s. 88-97. Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych w 1999 i 2000 roku badań nt. nowoczesnej biotechnologii. Badania przeprowadził TNS OBOP.

społeczna nad inżynierią genetyczną oznaczała stratę czasu. Należy jednocześnie zauważyć, że wzrosła także liczba osób, niepodzielających tej opinii. Ponadto większą przychylnością wśród respondentów cieszyły się badania nad wytwarzaniem leków i szczepionek powstałych przy pomocy technik genetycznych, niż badania nad produkowaną przy ich użyciu żywnością. Interesujące są ponadto deklaracje badanych, odnośnie gotowości nabycia artykułów spożywczych GM. Największy wpływ na decyzję w sprawie zakupu transgenicznej żywności miałyby, zdaniem respondentów, ich większa (w porównaniu z produktami konwencjonalnymi) wartość odżywcza, najmniejszy natomiast – niższa cena. Można mieć jednak pewne wątpliwości czy deklaracje te odpowiadałyby rzeczywistym zachowaniom badanych osób.

Na większą uwagę zasługują niewątpliwie badania zrealizowane także przez TNS OBOP, ale w styczniu 2005 roku; ich tematem były: „Opinie Polaków o biotechnologii i inżynierii genetycznej”. Zrealizowano je na zlecenie Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Badania przeprowadzono na ogólnopolskiej, losowej, reprezentatywnej, 1005-osobowej próbie mieszkańców Polski w wieku 15 i więcej lat. Posłużono się cyklicznym sondażem wielotematycznym Omnimas, zrealizowanym techniką bezpośredniego (*face to face*) wywiadu kwestionariuszowego w domach respondentów. Maksymalny błąd pomiaru wynosił $\pm 3,1\%$ wiarygodności oszacowania równej 95%. Ze względu na wielowątkowość tego sondażu, w niniejszej publikacji dokonana została analiza jedynie wybranych danych, jakie uzyskano w wyniku przeprowadzenia tego badania. W posiadanie odpowiednich danych weszłam dzięki uprzejmości Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie, który to podmiot udostępnił mi niezbędne materiały.

Niektóre z pytań, jakie zadano respondentom oraz rozkłady odpowiedzi na nie, zaprezentowane zostały w dalszej części niniejszego podrozdziału.

Czy badania nad lekami i szczepionkami z wykorzystaniem biotechnologii i inżynierii genetycznej powinny być prowadzone i popierane?

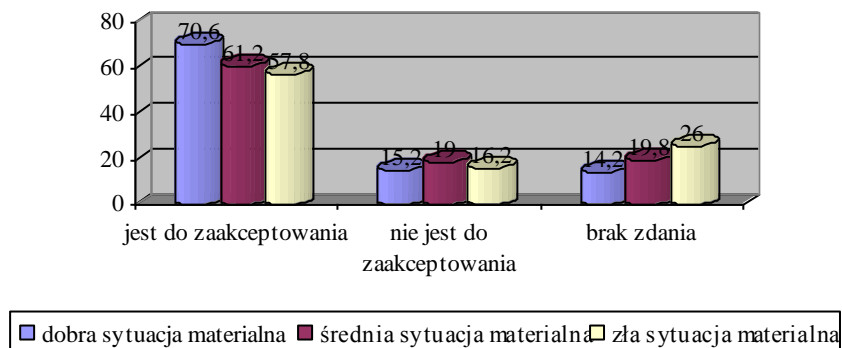


Wykres 1. Porównanie opinii respondentów w kwestii prowadzenia badań nad lekami przy wykorzystaniu nowoczesnej biotechnologii (dane w %) ²¹⁰.

Analiza zaprezentowanego wyżej rozkładu odpowiedzi wskazuje, że zmienna płeć nie wpływała w 2005 roku w istotny sposób na opinie respondentów w sprawie prowadzenia badań nad lekami i szczepionkami przy udziale inżynierii genetycznej. Zarówno kobiety jak i mężczyźni w przeważającej mierze twierdzili, że takie badania należy popierać. Wśród kobiet zaobserwować jednak można wyraźnie wyższy odsetek osób, które nie posiadały na ten temat zdania.

²¹⁰ Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych w 2005 roku przez TNS OBOP badań nt. „Opinii Polaków o biotechnologii i inżynierii genetycznej”. Udostępnił je Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Podane dane zostały zaokrąglone.

Czy wprowadzenie ludzkich genów do bakterii w celu otrzymania leków lub szczepionek jest do zaakceptowania ze względów moralnych czy też nie?



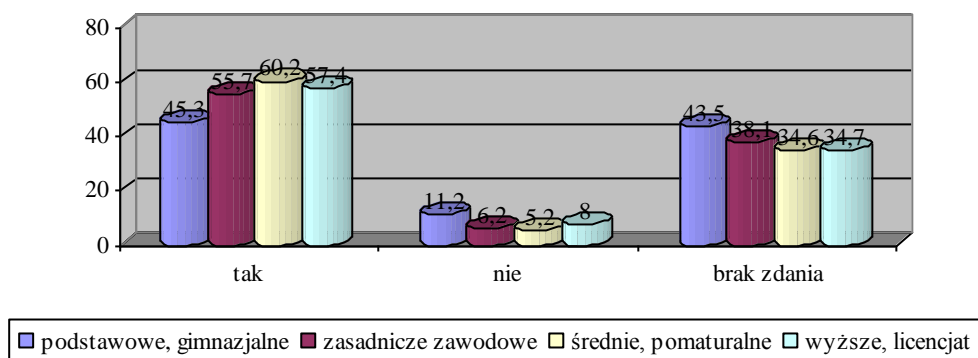
Wykres 2. Porównanie oceny moralnej wyrażanej przez respondentów odnośnie zastosowania nowoczesnej biotechnologii w produkcji leków (dane w %)²¹¹.

Powyższe dane wskazują, że najwyższy odsetek osób uznających za etycznie dozwolone wykorzystywanie ludzkich genów w produkcji leków – był wśród respondentów, którzy swoją sytuację materialną postrzegali jako dobrą. Osoby oceniające swą sytuację materialną jako złą rzadziej wyrażały taką aprobatę. W związku z czym zmienna – samoocena sytuacji materialnej w niewielkim stopniu różnicowała opinie respondentów. Niemniej należy też zauważyć, że osoby określające swój status materialny jako zły częściej niż pozostałe nie umiały dokonać w tej kwestii osądu moralnego. Ogólnie niewielki był też odsetek osób nie akceptujących pod względem moralnym produkcji takich leków.

Respondentom zadano też pytania, które miały pomóc określić, jak gruntowna była wiedza badanych, na temat produktów modyfikowanych genetycznie. Uzyskane dane obrazuje wykres 3.

²¹¹ Tamże.

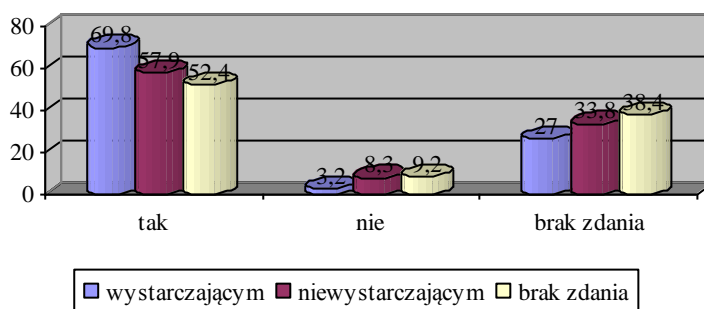
Czy na polskim rynku dostępne są leki otrzymane technikami inżynierii genetycznej?



Wykres 3. Porównanie poziomu wiedzy respondentów na temat dostępności na rynku leków będących produktami inżynierii genetycznej (dane w %)²¹².

Przy uwzględnieniu rozkładu odpowiedzi z powyższego wykresu, respondentów zapytano także o ich poczucie poinformowania w tej konkretnej kwestii. Uzyskane w ten sposób dane zobrazowane zostały na wykresie 4.

W jakim stopniu czuje się Pan(i) poinformowany(a) o możliwości zakupu na polskim rynku leków produkowanych przy pomocy inżynierii genetycznej?



Wykres 4. Porównanie deklarowanego poczucia poinformowania w kwestii dostępnych na polskim rynku takich preparatów jak np. ludzka insulina (dane w %)²¹³.

²¹² Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych w 2005 roku przez TNS OBOP badań nt. „Opinii Polaków o biotechnologii i inżynierii genetycznej”. Udostępnił je Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Podane dane zostały zaokrąglone.

²¹³ Tamże.

Na podstawie danych przedstawionych na wykresie 3. można stwierdzić, że zmienna – wykształcenie, nie różnicowała w sposób istotny poziomu wiedzy respondentów na temat dostępności na polskim rynku takich, wytworzonych przy pomocy inżynierii genetycznej, preparatów jak ludzka insulina czy hormon wzrostu. Znaczny odsetek badanych stanowili respondenci, którzy poprawnie odpowiedzieli, że takie leki były w 2005 roku na polskim rynku dostępne. Należy ponadto zauważyć, że wiele osób nie miało w tej kwestii zdania. Mimo iż większość respondentów poprawnie odpowiedziało na pytanie o dostępność w Polsce leków wyprodukowanych przy użyciu inżynierii genetycznej, znaczny odsetek badanych stanowiły osoby, które nie czuły się wystarczająco poinformowane o możliwości zakupu farmaceutyków wytworzonych przy pomocy zmodyfikowanych genetycznie organizmów. Trudny do wytłumaczenia jest fakt, że ci respondenci, którzy uważali się za dobrze poinformowanych, nie potrafili stwierdzić, czy leki wytworzone przy zastosowaniu inżynierii genetycznej były w Polsce dostępne. Dziwne jest ponadto stanowisko osób, które nie umiały stwierdzić, czy czują się w wystarczającym stopniu poinformowane, co do możliwości dokonania zakupu tego rodzaju farmaceutyków.

Tab. 5. Porównanie oceny moralnej wyrażanej przez respondentów odnośnie wykorzystywania mikroobów GM w oczyszczaniu środowiska naturalnego (dane w %) ²¹⁴

Czy zmienianie genetyczne mikroorganizmów w celu wykorzystania ich do oczyszczania środowiska naturalnego jest do zaakceptowania ze względów moralnych czy też nie?			
Grupa społeczno-zawodowa	Jest do zaakceptowania	Nie jest do zaakceptowania	Brak zdania
Kierownicy, specjaliści	85,9	10,2	3,9
Prywatni przedsiębiorcy	83	7,9	9
Pracownicy administracji i usług	93	5,3	1,6
Robotnicy	75,8	10,1	14,2
Rolnicy	75,9	9,5	14,6
Gospodynie domowe	76,7	3,8	19,5
Emeryci i renciści	70,3	8,6	21,2
Uczniowie i studenci	90,8	4,1	5,1
Bezrobotni	84,3	7,2	8,4

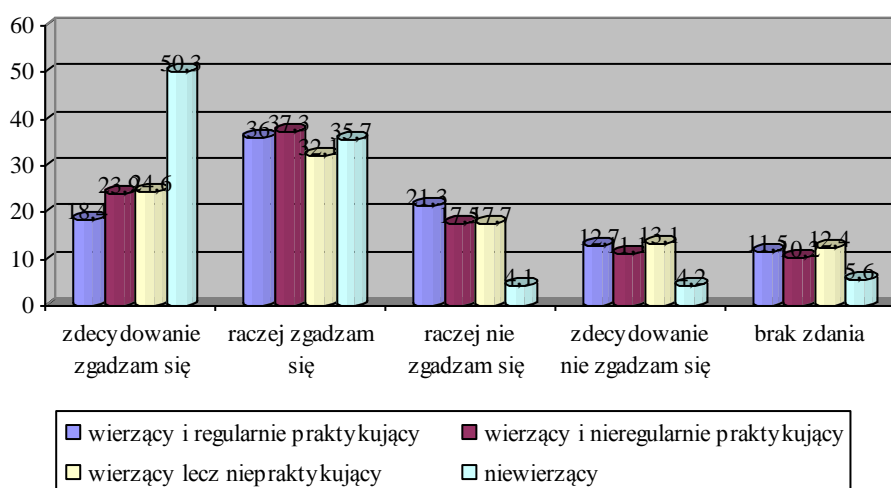
Analiza danych zawartych w tabeli 5. wskazuje na brak korelacji między zmienną – grupa społeczno-zawodowa a wyrażaną przez respondentów opinią na temat moralnej

²¹⁴ Tamże.

dopuszczalności wykorzystywania mikroobów GM w oczyszczaniu środowiska naturalnego. Większość badanych deklarowała, że jest w stanie zaaprobować pod względem moralnym wykorzystywanie drobnoustrojów GM w tym konkretnym celu. Najwyższy odsetek osób akceptujących takie działania odnotowano wśród pracowników administracji i usług, wśród członków tej kategorii zaobserwować jednocześnie można najniższy odsetek osób niezdecydowanych. Najwięcej respondentów nie mających zdania w tej sprawie było: emerytami, rencistami bądź gospodyniami domowymi.

Kolejne pytania zadane respondentom miały pomóc ustalić, jaki był stan wiedzy Polaków na temat żywności modyfikowanej genetycznie. Otrzymane dane zobrazowane zostały na kolejnych wykresach.

Czy badania nad żywnością z wykorzystaniem biotechnologii i inżynierii genetycznej powinny być prowadzone i popierane?



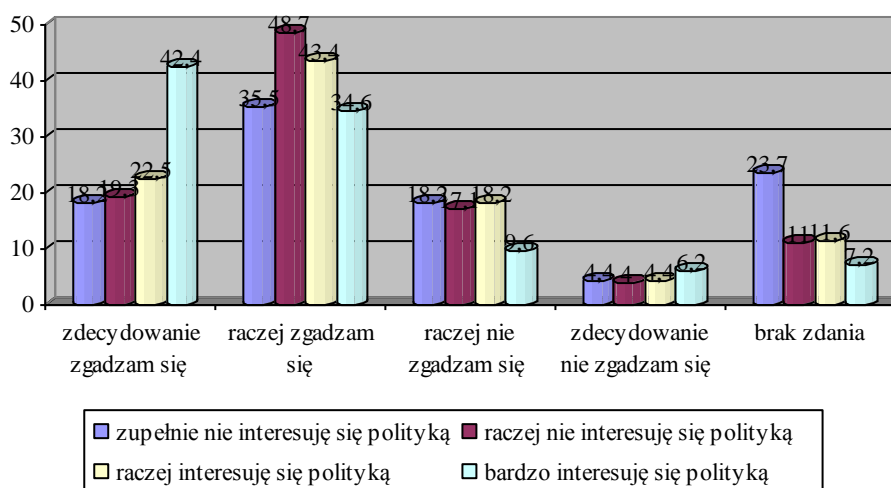
Wykres 5. Porównanie opinii respondentów w kwestii prowadzenia badań nad żywnością modyfikowaną genetycznie (dane w %)²¹⁵.

Przedstawiony na powyższym wykresie rozkład odpowiedzi respondentów wskazuje na występowanie korelacji między zmienną – stosunek do wiary a postawą wobec prowadzenia badań nad żywnością GM. Dane pokazują, iż najwyższy odsetek pytanym zdecydowanie popierających badania nad transgeniczną żywnością stanowiły osoby niewierzące. Respondenci wchodzący w skład tej kategorii tworzyli ponadto

²¹⁵ Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych w 2005 roku przez TNS OBOP badań nt. „Opinii Polaków o biotechnologii i inżynierii genetycznej”. Udostępnił je Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Podane dane zostały zaokrąglone.

najniższy odsetek wśród osób nie popierających takich badań. Taki stan rzeczy może wynikać z faktu, że osoby niewierzące nie podzielają zazwyczaj obaw, jakie wiążą się z prowadzeniem badań nad żywnością transgeniczną, a które mają podłoże religijne. Należy przy tym zauważyć, że także znaczna część respondentów wierzących popierała badania nad żywnością GM. Ogólnie osoby wyrażające sprzeciw wobec prowadzenia badań nad żywnością wytwarzaną przy użyciu inżynierii genetycznej – stanowiły mniejszość.

Czy badania nad żywnością z wykorzystaniem inżynierii genetycznej mogą wiązać się z zagrożeniem zdrowia człowieka lub środowiska?



Wykres 6. Porównanie opinii respondentów w kwestii ewentualnych zagrożeń wiążących się z żywnością GM (dane w %)²¹⁶.

Zaprezentowane na powyższym wykresie dane procentowe wskazują, że zmienna – zainteresowanie polityką, w pewnym stopniu wpływała na opinie respondentów w kwestii ewentualnych zagrożeń wynikających z badań nad żywnością GM. Wśród respondentów, którzy deklarowali, iż bardzo interesują się polityką odnotowano najwyższy odsetek osób zdecydowanie obawiających się zagrożeń mogących pojawić się w wyniku prowadzenia takich badań. Z kolei wiele osób, które twierdziły, że zupełnie nie interesują się polityką – nie miało w ogóle w tej kwestii zdania. Ogólnie można jednak stwierdzić, że znaczny odsetek badanych stanowiły osoby wyrażające zaniepokojenie wykorzystywaniem inżynierii genetycznej w celu produkowania żywności genetycznie modyfikowanej, a

²¹⁶ Tamże.

dokładniej wystąpieniem ewentualnych negatywnych skutków, jakie mogą się pojawić dla ludzkiego zdrowia lub środowiska naturalnego w wyniku kontynuowania takich badań.

Tab. 6. Porównanie oceny moralnej wyrażanej przez respondentów w kwestii produkcji żywności transgenicznej (dane w %) ²¹⁷

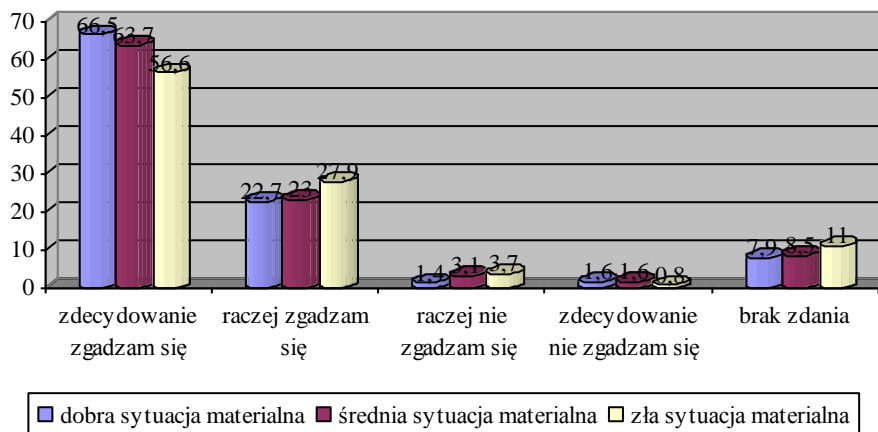
Czy zastosowanie współczesnej biotechnologii przy produkcji żywności jest do zaakceptowania ze względów moralnych czy też nie?			
Grupa społeczno-zawodowa	Jest do zaakceptowania	Nie jest do zaakceptowania	Brak zdania
Kierownicy, specjaliści	35,7	37,8	26,5
Prywatni przedsiębiorcy	60,3	24,6	15,1
Pracownicy administracji i usług	48	33,1	18,9
Robotnicy	44,2	34,4	21,3
Rolnicy	44,8	24,8	30,4
Gospodynie domowe	32,9	38,9	28,2
Emeryci i renciści	37,3	36,5	26,3
Uczniowie i studenci	65,8	21,9	12,3
Bezrobotni	48,6	32,8	18,6

Na podstawie powyższych danych trudno jednoznacznie stwierdzić czy zmienna – przynależność do konkretnej grupy społeczno-zawodowej w istotny sposób różnicowała wyrażany przez respondentów osąd moralny. Badani należący do kategorii kierowników, gospodyń domowych oraz emerytów i rencistów byli wyraźnie podzieleni w tej kwestii. W przypadku pozostałych respondentów przeważał odsetek osób, które akceptowały ze względów moralnych produkcję żywności GM. Najwyższy odsetek badanych dzielających to zdanie stanowili respondenci będący uczniami bądź studentami. Należy ponadto zauważyć, że wielu respondentów należących do kategorii rolników i gospodyń domowych nie miało w tej kwestii zdania.

Jedno z kolejnych pytań, jakie zadano osobom uczestniczącym w badaniu, dotyczyło ewentualnego sprawowania kontroli nad prowadzeniem badań w zakresie transgenicznej żywności. Odpowiednie dane znajdują się na następnym wykresie.

²¹⁷ Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych w 2005 roku przez TNS OBOP badań nt. „Opinii Polaków o biotechnologii i inżynierii genetycznej”. Udostępnił je Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Podane dane zostały zaokrąglone.

Czy badania nad żywnością z wykorzystaniem biotechnologii muszą być kontrolowane przez rząd i regulowane prawem?



Wykres 7. Porównanie opinii respondentów odnośnie kontrolowania badań nad żywnością GM (dane w %)²¹⁸.

Rozkład odpowiedzi zaprezentowany powyżej wskazuje, na brak korelacji między zmienną – samoocena sytuacji materialnej a wyrażaną przez respondentów opinią na temat kontrolowania badań nad transgeniczną żywnością. Zdecydowana większość badanych opowiedziała się za potrzebą prowadzenia politycznej i prawnej kontroli nad tego typu badaniami.

Tab. 7. Porównanie oceny moralnej wyrażanej przez respondentów odnośnie wykorzystywania nowoczesnej biotechnologii w rolnictwie (dane w %)²¹⁹

Czy wykorzystanie biotechnologii do wytwarzania roślin uprawnych odpornych na choroby i szkodniki jest do zaakceptowania ze względów moralnych czy też nie?			
Wiek	Jest do zaakceptowania	Nie jest do zaakceptowania	Brak zdania
15-19	71,3	17,5	11,2
20-29	69,5	17,3	13,2
30-39	57,3	25,3	17,4
40-49	57,1	28,9	14
50-59	49,7	28,5	21,8
60+	39,4	28,6	32

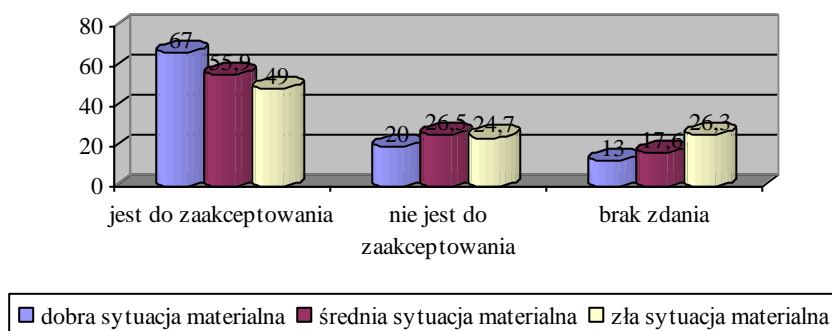
²¹⁸ Tamże.

²¹⁹ Tamże.

Analiza danych procentowych zawartych w tabeli 7. wskazuje, że zmienna – wiek w istotny sposób wpływała na wyrażane przez respondentów poglądy moralne. Na podstawie przedstawionego rozkładu odpowiedzi można zaobserwować następującą tendencję: wraz ze wzrostem wieku badanych wyraźnie malał odsetek respondentów akceptujących moralnie tworzenie roślin uprawnych przy pomocy inżynierii genetycznej. Ponadto im bardziej zaawansowany był wiek badanych, tym wyższy był odsetek osób nie akceptujących ze względów moralnych roślin GM. Należy także zauważyć, że wraz ze wzrostem wieku badanych zwiększał się odsetek osób nie mających na ten temat zdania.

To samo pytanie zadano także respondentom podzielonym według kryterium – samoocena sytuacji materialnej. Otrzymane dane znajdują się na wykresie 8.

Czy wykorzystanie biotechnologii do wytwarzania roślin odpornych na choroby i szkodniki jest do zaakceptowania ze względów moralnych czy też nie?

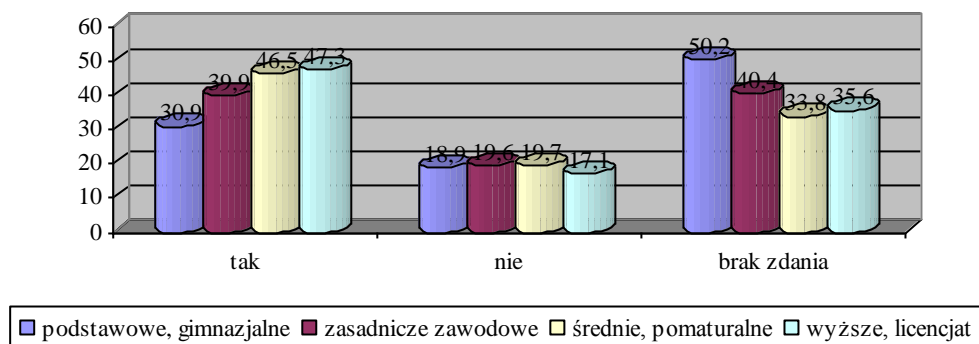


Wykres 8. Porównanie oceny moralnej wyrażanej przez respondentów w kwestii wykorzystywania inżynierii genetycznej w rolnictwie (dane w %)²²⁰.

Przedstawione na wykresie 8. dane wskazują, że zmienna – samoocena sytuacji materialnej w pewnym stopniu różnicowała opinie respondentów w kwestii moralnej dopuszczalności wytwarzania roślin GM. Wśród osób, które uważały za etycznie dozwolone produkowanie takich odmian, najwięcej było respondentów oceniających swoją sytuację materialną jako dobrą. Z kolei najwyższy odsetek osób, które nie miały w tej kwestii zdania stanowili respondenci, uznający swoją sytuację materialną jako złą.

²²⁰ Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych w 2005 roku przez TNS OBOP badań nt. „Opinii Polaków o biotechnologii i inżynierii genetycznej”. Udostępnił je Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Podane dane zostały zaokrąglone.

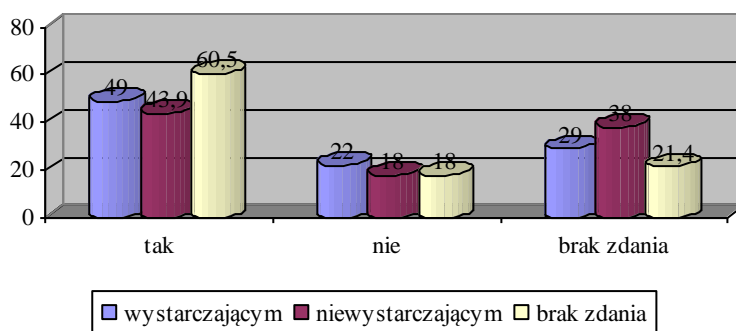
Czy na polskim rynku dostępne są otrzymane technikami inżynierii genetycznej świeże warzywa i owoce zdolne do samoodtworzenia?



Wykres 9. Porównanie poziomu wiedzy respondentów odnośnie dostępności na rynku warzyw i owoców GM zdolnych do samoodtworzenia (dane w %)²²¹.

Przy uwzględnieniu rozkładu odpowiedzi z wykresu 9., respondentów zapytano następnie o ich poczucie poinformowania w tej konkretnej kwestii. Uzyskane dane obrazuje kolejny wykres.

W jakim stopniu czuje się Pan(i) poinformowany(a) o możliwości zakupu na polskim rynku warzyw i owoców GM zdolnych do samoodtworzenia?



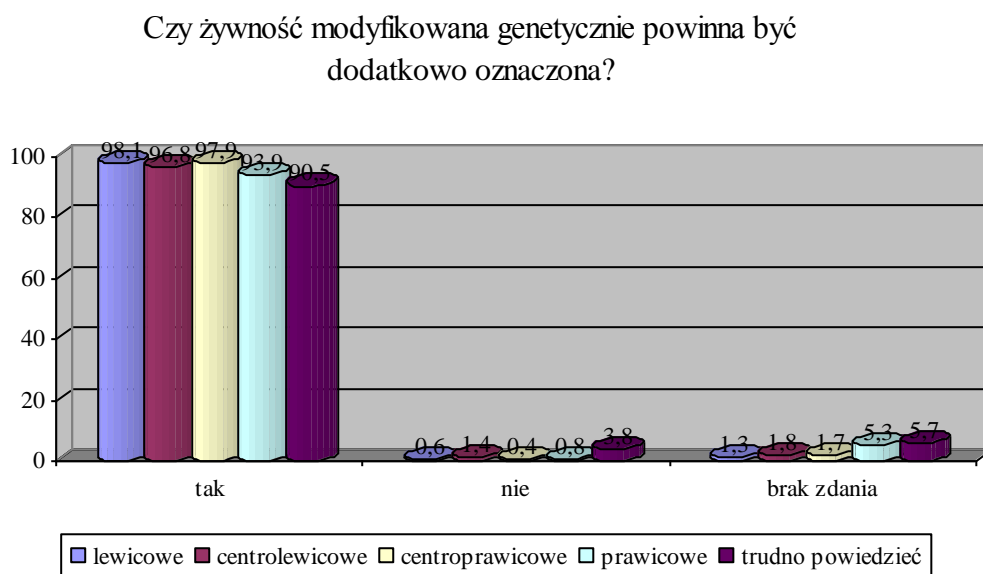
Wykres 10. Porównanie deklarowanego poczucia poinformowania o możliwości nabycia w Polsce takich produktów jak pomidor GM (dane w %)²²².

Dane zamieszczone na wykresie 9. świadczą o niedostatecznym poziomie wiedzy Polaków na temat dostępności na polskim rynku świeżych warzyw i owoców GM

²²¹ Tamże.

²²² Tamże.

zdolnych do samoodtworzenia. Zmienna – wykształcenie w niewielkim stopniu różnicowała opinie respondentów w tej kwestii. Najbardziej może jednak dziwić fakt, że wśród osób, które błędnie stwierdziły, że takie produkty były w 2005 roku w Polsce dostępne, najwyższy odsetek stanowili respondenci posiadający wykształcenie wyższe. Ponadto wielu badanych nie umiało w ogóle na to pytanie odpowiedzieć, co także może niepokoić. Co więcej, liczni respondenci, którzy błędnie odpowiedzieli na pytanie o dostępność na polskim rynku takich produktów, byli nierzadko przekonani, iż są w wystarczającym stopniu poinformowani w tej kwestii (świadczy o tym rozkład odpowiedzi przedstawiony na wykresie 10.). Dane uzyskane w wyniku zadania dwóch przytoczonych na poprzedniej stronie pytań wskazują, że należy podjąć większe starania w celu lepszego poinformowania i wyedukowania społeczeństwa polskiego w zakresie organizmów transgenicznych.



Wykres 11. Porównanie opinii respondentów w kwestii znakowania żywności GM (dane w %) ²²³.

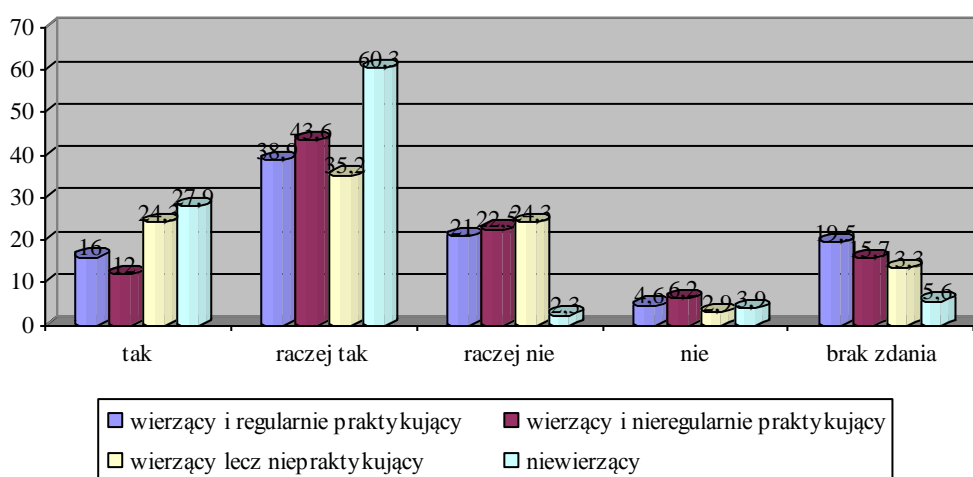
Rozkład odpowiedzi respondentów zaprezentowany powyżej, wskazuje jednoznacznie na brak korelacji między zmienną – poglądy polityczne a opinią wyrażaną przez badanych w kwestii znakowania żywności modyfikowanej genetycznie. Bez

²²³ Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych w 2005 roku przez TNS OBOP badań nt. „Opinii Polaków o biotechnologii i inżynierii genetycznej”. Udostępnił je Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Podane dane zostały zaokrąglone.

względu na preferencje polityczne, respondenci prawie jednomyślnie stwierdzili, że transgeniczna żywność powinna być specjalnie oznaczona.

W ostatniej części kwestionariusza znalazły się pytania, dotyczące perspektyw rozwoju nowoczesnej biotechnologii. Zgromadzone w wyniku ich zadania dane, pozwalają zatem poznać stanowisko polskiej opinii publicznej i w tym zakresie. Wybrane pytania wraz z rozkładami odpowiedzi przedstawione zostały na kolejnych stronach.

Czy metody inżynierii genetycznej pomogą wyżywić ludzkość?



Wykres 12. Porównanie opinii respondentów w kwestii wykorzystania inżynierii genetycznej w walce z głodem (dane w %) ²²⁴.

Na podstawie przedstawionych na wykresie 12. danych, trudno jednoznacznie stwierdzić czy zmienna – stosunek do wiary istotnie różnicowała opinie respondentów. Analiza rozkładu odpowiedzi z pewnością wskazuje, że osoby niewierzące w przeważającej mierze twierdziły, że wykorzystanie inżynierii genetycznej w rolnictwie pomoże rozwiązać problem głodu na świecie. Wśród osób wierzących z kolei wyższy był odsetek tych, które uważały, że nowa technologia raczej nie wyżywi ludzkości. Więcej, wśród respondentów wierzących, było też osób, które nie miały w tej sprawie zdania. Respondenci na ogół byli jednak optymistami, gdyż większość z nich wyrażała nadzieję, że nowoczesna biotechnologia przyczyni się do ograniczenia zjawiska głodu na świecie.

²²⁴ Tamże.

Tab. 8. Porównanie opinii respondentów odnośnie wykorzystania zasobów naturalnych krajów rozwijających się (dane w %)²²⁵

Czy metody inżynierii genetycznej zwiększą stopień wykorzystania zasobów naturalnych krajów Trzeciego Świata?					
Wiek	Tak	Raczej tak	Raczej nie	Nie	Bark zdania
15-19	22,3	30,1	19,4	0	28,3
20-29	14,4	29,3	26,1	6	24,3
30-39	14,3	26,4	27,6	4,4	27,3
40-49	13,7	35,6	18,1	2,3	30,3
50-59	15,4	23,6	16,7	8,5	35,8
60+	12,8	23	17	4,6	42,6

Analiza danych zawartych w tabeli 8. wskazuje, że zmienna – wiek w niewielkim stopniu różnicowała opinie respondentów w kwestii wykorzystywania zasobów naturalnych krajów Trzeciego Świata. Jedynie wśród najstarszych respondentów można odnotować stosunkowo niski odsetek osób, które uważały, że poziom wykorzystania tych zasobów wzrośnie. Ponadto bardzo wielu respondentów należących do ostatniej kategorii wiekowej w ogóle nie umiało na to pytanie odpowiedzieć, należy przy tym zauważyć, że także wśród pozostałych badanych odsetek osób niezdecydowanych był znaczny. Ogólnie należy jednak stwierdzić, że bez względu na wiek, respondenci w przeważającej mierze byli zdania, iż rozwój inżynierii genetycznej przyczyni się do większego wykorzystania zasobów naturalnych krajów rozwijających się.

²²⁵ Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych w 2005 roku przez TNS OBOP badań nt. „Opinii Polaków o biotechnologii i inżynierii genetycznej”. Udostępnił je Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Podane dane zostały zaokrąglone.

Tab. 9. Porównanie opinii respondentów w kwestii poprawy wydajności produkcji technikami inżynierii genetycznej (dane w %)²²⁶

Czy wobec wzrastającej produkcji w krajach rozwiniętych gospodarczo powinno się poprawiać jej wydajność metodami nowoczesnej biotechnologii?					
Wiek	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Raczej nie	Zdecydowanie nie	Brak zdania
15-19	3,7	38,9	33,1	5,7	18,6
20-29	6	34,2	29,8	13,6	16,3
30-39	5,8	25	33,7	18,6	16,8
40-49	5,6	27,4	42,7	13,9	10,5
50-59	5,6	24,6	26,2	25,2	18,5
60+	6,1	19,1	29,2	19,9	25,7

Przedstawiony rozkład odpowiedzi wskazuje, że wraz ze wzrostem wieku respondentów spadał odsetek osób, które deklarowały, iż raczej popierają wykorzystywanie inżynierii genetycznej w celu poprawy wydajności produkcji dóbr. Z kolei wśród respondentów najmłodszych najmniej było osób, które zdecydowanie sprzeciwiały się zwiększeniu wydajności produkcji za pomocą metod nowoczesnej biotechnologii. Wśród osób najstarszych odnotowano ponadto najwyższy odsetek respondentów nie umiejących się w tej kwestii wypowiedzieć. Tym samym zmienna – wiek częściowo różnicowała wyrażane przez respondentów opinie.

Tab. 10. Porównanie opinii respondentów odnośnie kosztów i korzyści, jakie niesie ze sobą rozwój biotechnologii (dane w %)²²⁷

Czy stosowane metody nowoczesnej biotechnologii w gospodarce w ogólnym rozrachunku przynoszą więcej szkody czy pożytku?					
Poglądy polityczne	Zdecydowanie więcej szkody	Raczej więcej szkody	Raczej więcej korzyści	Zdecydowanie więcej korzyści	Brak zdania
Lewicowe	3,9	27,4	33,4	7	28,3
Centrolewicowe	2,2	33,9	42,8	2,1	18,9
Centroprawicowe	2,2	29,4	41,4	3	24,1
Prawicowe	5,4	30	30,8	2,8	31,1
Trudno powiedzieć	3,4	24,6	26,3	5,4	40,3

Dane przedstawione w tabeli 10. wskazują, że zmienna – poglądy polityczne nie różnicowała w sposób istotny opinii badanych na temat szkód i korzyści powodowanych

²²⁶ Tamże.

²²⁷ Tamże.

przez rozwój nowoczesnej biotechnologii. Respondenci – bez względu na preferencje polityczne – byli w tej kwestii wyraźnie podzieleni, jedynie nieznacznie wyższy odsetek badanych stanowiły osoby opowiadające się za przewagą korzyści z rozwoju nowoczesnej biotechnologii. Wielu respondentów nie miało ponadto w ogóle w tej sprawie zdania. Najwyższy odsetek takich osób stanowili badani, którzy nie umieli określić swoich preferencji politycznych.

Podsumowując można zauważyć, że w wielu przypadkach poszczególne zmienne nie różnicowały w istotny sposób opinii respondentów w kwestii nowoczesnej biotechnologii i organizmów genetycznie modyfikowanych. Należy sądzić, że postawa badanych wobec inżynierii genetycznej w większym stopniu kształtuje się w wyniku osobistych przekonań bądź ulegania emocjom niż na skutek czynników społeczno-ekonomicznych.

2.3 Badania zrealizowane przez *Martin&Jacob*

Na uwagę zasługują też inne badania na temat GMO, jakie w ostatnim czasie zostały przeprowadzone w Polsce. Warto przedstawić chociażby stanowisko producentów żywności, czyli samych rolników. W październiku 2006 roku z inicjatywy Polskiej Federacji Biotechnologii (PFB)²²⁸ przeprowadzono: „badanie wiedzy i opinii polskich rolników na temat uprawy odmian zmodyfikowanych genetycznie”. Badania zostały zrealizowane przez *Martin&Jacob* – firmę wyspecjalizowaną w marketingu rolniczym. Posłużono się w nich wystandaryzowanym kwestionariuszem wywiadu, który zawierał jednoodpowiedziowe pytania zamknięte i wieloodpowiedziowe pytania otwarte. Analiza wyników objęła 611 wywiadów przeprowadzonych wśród rolników będących: właścicielami lub współwłaścicielami gospodarstwa rolnego, prowadzącymi gospodarstwo bądź producentami żywności. W badaniach zastosowano kwotowy dobór próby tzn. przeprowadzono określoną liczbę wywiadów w każdej z czterech grup rolników, wyodrębnionych na podstawie wielkości gospodarstwa (1-4,99 ha, 5-14,99 ha, 15-49,99 ha, 50 ha więcej). Maksymalny błąd oszacowania przy tak dobranej próbie wynosił 3%²²⁹.

Badania dotyczyły głównie upraw kukurydzy MON 810 odpornej na szkodnika – omacnicę prosowiankę. Należy nadmienić, że cały obszar Polski jest zagrożony inwazją

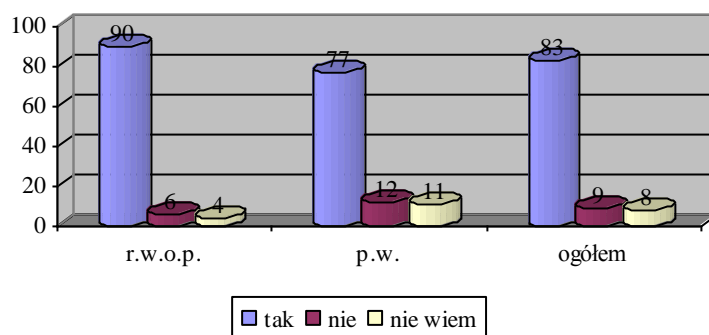
²²⁸ PFB stanowi niezależne stowarzyszenie non-profit, którego misją jest intensywna praca na rzecz rozwoju i popularyzacji osiągnięć biotechnologicznych w Polsce.

²²⁹ Dla uzyskania reprezentatywnej opinii całej badanej próby, wyniki zostały przeważone do struktury populacji, przy uwzględnieniu liczby gospodarstw danej wielkości w poszczególnych regionach kraju.

tego owada; największe szkody powoduje on przede wszystkim w województwach: lubelskim, podkarpackim, małopolskim, śląskim, opolskim, dolnośląskim, lubuskim i wielkopolskim (regiony występowania omacnicy prosowianki na wykresach zaprezentowanych w dalszej części podrozdziału oznaczone zostały skrótem: r.w.o.p., pozostałe województwa symbolem: p.w.).

Rozkłady odpowiedzi respondentów w wyniku przeprowadzonych na zlecenie PFB badań, zaprezentowane zostały w niniejszym paragrafie.

Czy wie Pan(i) co to jest roślina i
uprawa genetycznie modyfikowana?



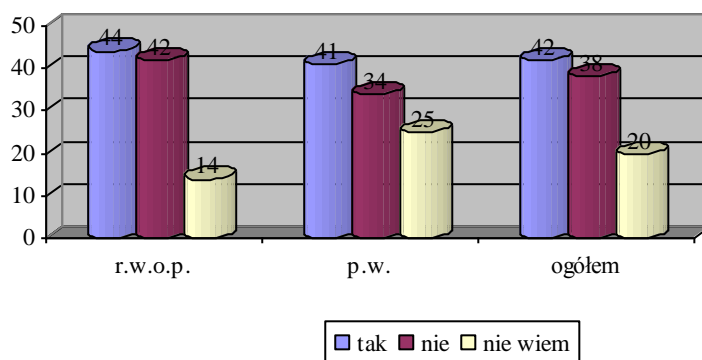
Wykres 13. Porównanie wiedzy respondentów odnośnie znajomości terminu „roślina GM”²³⁰.

W 2006 roku zdecydowana większość rolników twierdziła, iż zna pojęcia: roślina oraz uprawa genetycznie modyfikowana. Należy zauważyć, że na obszarach występowania szkodnika terminy te były bardziej popularne niż wśród rolników zamieszkujących pozostałe regiony. Jedynie nieliczni producenci żywności zamieszkujący tereny opanowane przez omacnicę prosowiankę nie znali wspomnianych pojęć, w przypadku respondentów z innych województw odsetek takich osób był dwukrotnie wyższy. Zmienna – region, zatem tylko w pewnym stopniu różnicowała opinie respondentów w tej kwestii.

Zadanie kolejnych pytań pozwoliło sprawdzić, jak gruntowna była wiedza respondentów na temat roślin transgenicznych.

²³⁰ Dane uzyskane przez *Martin&Jacob*, patrz: T. Twardowski i in., *Stosunek producentów rolnych do roślin GM* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, nr 2, 2008, s. 135.

Czy materiał siewny odmian GM powinien być dostępny w normalnym obrocie handlowym?



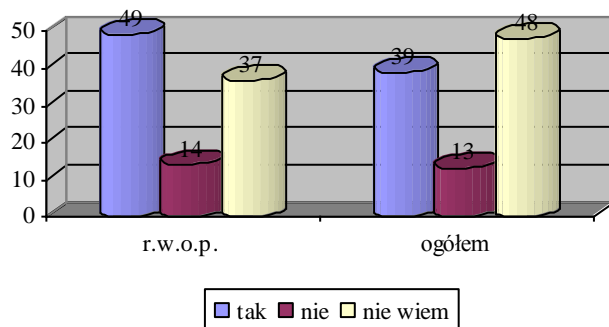
Wykres 14. Porównanie opinii respondentów w kwestii zakupu nasion GM²³¹.

Pytanie o możliwość nabycia na rynku nasion GM, wyraźnie podzieliło respondentów. Wśród badanych zamieszkujących region występowania szkodnika odnotowano zbliżony odsetek osób twierdzących, że materiał siewny odmian GM powinien być dostępny w powszechnym obrocie handlowym oraz tych, które były temu przeciwnie. W porównaniu z badanymi, którzy zamieszkiwali pozostałe regiony wśród respondentów pochodzących z obszarów opanowanych przez szkodnika odnotowano wyższy odsetek osób, które uważały, że transgeniczne nasiona nie powinny być dostępne w swobodnej wymianie handlowej. Taki stan rzeczy wynika prawdopodobnie stąd, iż rolnicy pochodzący z województw, gdzie występowała omacnica prosowianka posiadali większą świadomość potencjalnych zagrożeń powodowanych przez GMO. Ponadto wśród respondentów zamieszkujących pozostałe województwa odnotować można dość znaczny odsetek osób nie mających na ten temat zdania.

Na następnych wykresach przedstawione zostały kolejne pytania wraz z rozkładem uzyskanych na nie odpowiedzi.

²³¹ Tamże, s. 136.

Czy z uprawy roślin GM płyną jakieś korzyści?



Wykres 15. Porównanie poziomu wiedzy respondentów na temat korzyści z produkowania roślin GM²³².

Rozkład odpowiedzi respondentów zaprezentowany na wykresie 15. wskazuje, że blisko połowa rolników z obszarów opanowanych przez omacnicę prosowiankę dostrzegła korzyści wynikające z uprawy roślin transgenicznych, choć jednocześnie wielu badanych nie miało zdania na ten temat. Wśród ogółu rolników poziom tej wiedzy był jeszcze niższy, prawie co drugi badany nie umiał się w tej sprawie wypowiedzieć. Trudności z odpowiedzią na to pytanie, mogły u respondentów wynikać z braku doświadczenia w uprawianiu roślin modyfikowanych genetycznie.

Badanym, którzy twierdząco odpowiedzieli na powyższe pytanie, zadano kolejne – bardziej szczegółowe. Uzyskane w ten sposób dane przedstawione zostały w tabeli 11.

²³² Badanie przeprowadzone przez *Martin&Jacob*, patrz: T. Twardowski i in., *Stosunek producentów rolnych do roślin GM* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, nr 2, 2008, s. 137-138.

Tab. 11. Porównanie zakresu wiedzy respondentów na temat konkretnych korzyści płynących z produkowania roślin GM (dane w %)²³³

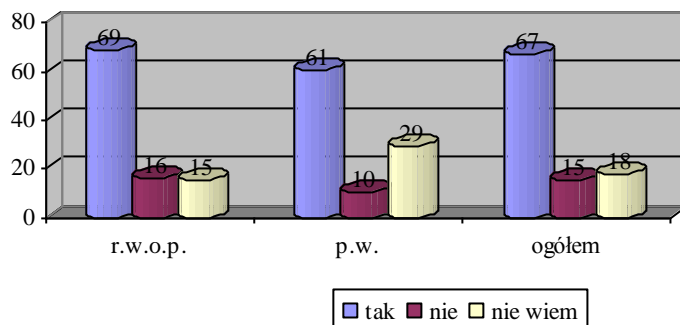
Jakie korzyści płyną z uprawy roślin GM? Które z wymienionych korzyści byłyby najważniejsze w warunkach Pana(i) gospodarstwa?					
Rolnicy ogółem			Rolnicy pochodzący z regionów gdzie występuje omacnica prosowianka		
	ogółem	najważniejsze		ogółem	najważniejsze
Wyższe plony	63	46	Niższe koszty produkcji	57	42
Niższe koszty produkcji	49	36	Wyższe plony	52	36
Wyższa odporność roślin	31	13	Wyższa odporność roślin	31	16
Mniej oprysków	8	3	Mniej oprysków	9	4
Wyższa jakość plonów	7	1	Wyższa jakość plonów	6	1

Przedstawiony wyżej rozkład odpowiedzi pozwala stwierdzić, że w 2005 roku rolnicy byli świadomi konkretnych korzyści, jakie daje uprawa roślin transgenicznych. Należy zwrócić uwagę, że wśród ogółu polskich rolników najwyższy odsetek badanych stanowili respondenci, dla których najważniejszy pożytek z uprawiania odmian GM stanowiły wyższe plony, w drugiej natomiast kolejności – niższe koszty produkcji. W opinii badanych zamieszkujących regiony opanowane przez omacnicę prosowiankę kolejność ta była odwrotna. Rolnicy walczący ze szkodnikiem jako najważniejszą korzyść częściej wskazywali niższe koszty produkcji niż wyższe plony. Mniejsze znaczenie miała natomiast dla respondentów wyższa odporność roślin transgenicznych. Wszystkie pozostałe odpowiedzi uzyskały zdecydowanie niższy odsetek wskazań.

Dane zgromadzone w wyniku zadania kolejnych pytań pozwalają określić postawę respondentów względem roślin GM. Odpowiednie rozkłady odpowiedzi znajdują się na następujących wykresach.

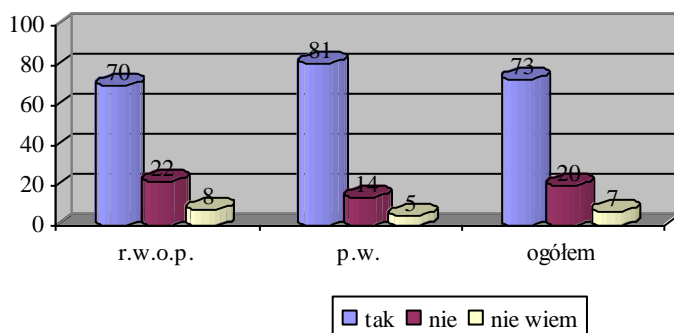
²³³ Tamże. Jest to pytanie wieloodpowiedziowe otwarte. Wyniki zostały zaokrąglone.

Czy wysiał(a)by Pan(i) na swoim polu odmianę kukurydzy GM, odporną na omacnicę prosowiankę? 2006 r.



Wykres 16. Porównanie deklarowanej gotowości rolników do produkcji roślin GM w 2006 roku²³⁴.

Czy wysiał(a)by Pan(i) na swoim polu odmianę kukurydzy GM, odporną na omacnicę prosowiankę? 2007 r.



Wykres 17. Porównanie deklarowanej gotowości rolników do produkcji roślin GM w 2007 roku²³⁵.

Z danych zaprezentowanych na powyższych wykresach wynika, że większość rolników wyrażała chęć produkowania kukurydzy GM. Ogólnie odsetek osób deklarujących gotowość uprawiania takich roślin wzrósł nieco między 2006 a 2007 rokiem. Jedynie na terenach opanowanych przez szkodnika poziom wyrażanej aprobaty dla prowadzenia takich upraw pozostawał w zasadzie na niezmiennym poziomie. Wyraźny

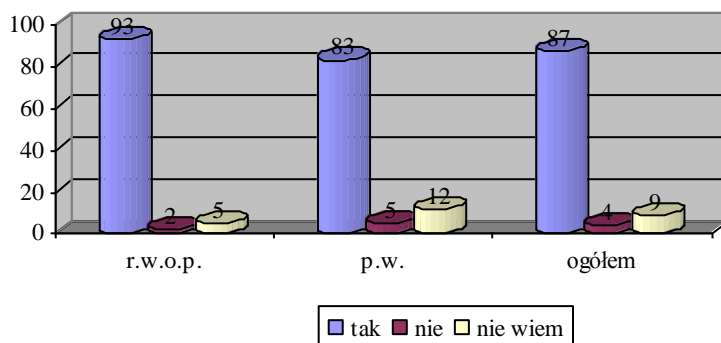
²³⁴ Badanie przeprowadzone przez *Martin&Jacob*, patrz: T. Twardowski i in., *Stosunek producentów rolnych do roślin GM* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, nr 2, 2008, s. 138.

²³⁵ Tamże, s. 139.

wzrost odpowiedzi wskazujących gotowość do produkcji roślin transgenicznych odnotowano natomiast wśród rolników z obszarów, gdzie omacnica prosowianka nie spowodowała jeszcze znaczących szkód. Obawa przed rozszerzaniem się tego szkodnika na kolejne województwa wpłynęła prawdopodobnie na zmianę zdania niektórych rolników, którzy przy powtórным badaniu wyrazili gotowość hodowania roślin GM. W tym przypadku odsetek respondentów wyrażających takie zdanie był nawet wyższy od tego uzyskanego wśród rolników zamieszkujących obszary, gdzie szkodnik ten powszechnie występował. Większość badanych w roślinach GM upatrywało zapewne nadzieję na skuteczną walkę z omacnicą prosowianką, stąd tak wielu respondentów opowiadało się za uprawą transgenicznej kukurydzy. Analiza zaprezentowanych danych wskazuje ponadto, że w 2007 roku niższy był odsetek badanych, którzy nie umieli stwierdzić czy chcieliby uprawiać rośliny GM. Odsetek ten obniżył się zwłaszcza wśród rolników pochodzących z terenów nieopanowanych jeszcze przez szkodnika. Niektórzy respondenci będący w 2006 roku niezdecydowani, rok później stwierdzili, że nie podjęliby się uprawy takich odmian. W 2007 roku wzrosła zatem nieznacznie także liczba rolników niechętnych wytwarzaniu kukurydzy GM. Należy ponadto zauważyć, że uprawom roślin transgenicznych sprzeciwiał się co piąty badany pochodzący z regionu występowania omacnicy prosowianki. Ten dość wysoki odsetek może świadczyć o tym, że rolnicy ci posiadali większą świadomość potencjalnych zagrożeń i licznych trudności wiążących się z produkcją odmian GM.

Na następnym wykresie zilustrowane zostały jeszcze jedno dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych badań.

Czy państwo polskie Pana(i) zdaniem powinno zapewnić
dostęp do obiektywnej informacji,
wiedzy o technologii GMO?



Wykres 18. Porównanie opinii rolników na temat dostępu do obiektywnej informacji o GMO²³⁶.

Na podstawie danych znajdujących się na wykresie 18. można stwierdzić, że przeważająca większość rolników twierdziła, że polski rząd powinien zapewnić dostęp do obiektywnych informacji o: technologii produkcji roślin transgenicznych, samych odmianach GM oraz skutkach, jakie uprawa takich roślin niesie ze sobą. Najwięcej badanych – oczekujących wiarygodnych informacji o organizmach transgenicznych – pochodziło z regionów opianowanych przez omacnicę prosowiankę. Tylko nieliczni uważali, że polskie władze nie mają obowiązku zapewniania rzetelnej informacji na ten temat. Zmienna – region i w tym przypadku, nie różnicowała w sposób istotny opinii respondentów.

Analiza wszystkich powyższych danych wskazuje, że polscy rolnicy posiadali większy zakres wiedzy na temat organizmów transgenicznych niż pozostali członkowie społeczeństwa. Z roku na rok, respondenci należący do tej kategorii badanych wykazują ponadto coraz większe zainteresowanie odmianami GM; w rezultacie czego, rośliny transgeniczne znajdują szersze poparcie wśród znacznej części rolników niż reszty społeczeństwa.

Podsumowując tę część należy wskazać, jak na przestrzeni lat zmieniało się postrzeżenie, nie tylko przez polską opinię publiczną, nowoczesnej biotechnologii. W przypadku społeczeństwa amerykańskiego – co było już wspomniane – wykorzystywanie inżynierii genetycznej w celu wytwarzania transgenicznych organizmów nie wywołuje u

²³⁶ Tamże, s. 140.

jego członków większego niepokoju. Dane z każdego kolejnych badań amerykańskiej opinii publicznej wskazywały na niezmienny, dość wysoki poziom społecznej akceptacji dla wykorzystywania metod nowoczesnej biotechnologii. Odmiennie natomiast sytuacja kształtuje się na kontynencie europejskim. Pierwsze przeprowadzone badania pokazały, że Europejczycy sprzeciwiali się niektórym zastosowaniom współczesnej biotechnologii, niemniej z czasem tendencja ta zaczęła się zmieniać. Jedne z ostatnich badań Eurobarometru świadczą o wzroście aprobaty Europejczyków dla GMO. Poziom tej akceptacji nie jest jednak tak wysoki jak w przypadku społeczeństwa amerykańskiego. Najbardziej interesująca jest chyba jednak tendencja, jaką można zaobserwować w Polsce. Rezultaty początkowo przeprowadzanych badań, polskiej opinii publicznej świadczyły o znacznej aprobacie w zasadzie wszystkich potencjalnych zastosowań nowoczesnej biotechnologii. Wyniki uzyskiwane podczas realizacji kolejnych badań wskazywały jednak na spadające poparcie dla produkcji niektórego typu organizmów transgenicznych. Wzrastała natomiast świadomość zagrożeń, jakie wiążą się z wytwarzaniem produktów GM.

Na koniec należy zauważyć, że charakterystyczną cechą opinii publicznej jest jej zmienność. W dłuższej perspektywie czasowej stanowisko społeczeństwa polskiego na temat zagadnień współczesnej biotechnologii prawdopodobnie ulegnie zmianie. Postawa ta będzie zapewne inna, gdy wzrośnie poziom wiedzy członków społeczeństwa w zakresie organizmów modyfikowanych genetycznie.

3. Debata publiczna dotycząca inżynierii genetycznej i organizmów transgenicznych

Fakt, że poziom ludzkiej wiedzy na temat GMO jest na ogół niski oraz, że członkowie społeczeństwa polskiego są w przeważającej mierze zainteresowani poprawą tego stanu, sprawia, że zagadnieniu temu należy poświęcić jeszcze nieco uwagi.

Nowoczesna biotechnologia pod wieloma względami jest podobna do każdej nowej technologii. Podobnie jak innych i jej nie należy traktować wrogo, lecz ostrożnie, by móc obiektywnie oszacować ryzyko i korzyści, jakie niesie ona ze sobą.

Wielu Europejczyków zaczęło spożywać żywność GM (często nie zdając sobie nawet z tego sprawy), zanim jeszcze spotkało się z jakąkolwiek informacją na jej temat. Nie powinien więc dziwić fakt, że gdy na rynku pojawiła się nowa, potencjalnie niebezpieczna żywność, konsumenci wpadli w panikę. Tak gwałtownej reakcji w stosunku

do GMO zaobserwowanej wśród Europejczyków nie odnotowano natomiast u Amerykanów. Spokój społeczeństwa amerykańskiego nie wynikał jednak z braku świadomości dokonywania modyfikacji genetycznych różnych organizmów, lecz z tego, że Amerykanie już dawno temu przeprowadzili na ten temat odpowiednią debatę publiczną i nie widzą konieczności jej powtórzenia. W jej wyniku zdecydowana większość społeczeństwa amerykańskiego zaakceptowała zarówno inżynierię genetyczną jak i produkty powstałe przy jej użyciu. Warto wspomnieć, że do dnia dzisiejszego nie pojawiły się żadne niezbita dowody na szkodliwość spożywanej przez człowieka żywności GM²³⁷.

Na podobną, racjonalną debatę wciąż czeka wiele społeczeństw. Przy czym chodzi nie tyle o to, by w jej wyniku powszechnie zaakceptowano GMO, jak miało to miejsce w Stanach Zjednoczonych, ale by każdy miał szansę zapoznać się z faktami i osobiście zdecydować, czy akceptuje inżynierię genetyczną i wszelkie produkty powstałe przy jej użyciu, czy raczej aprobuje tylko wybrane artykuły, a może w ogóle zamierza unikać wszystkich GMO bez wyjątku.

Przeprowadzenie racjonalnej debaty publicznej z pewnością nie jest zadaniem prostym. Zaakceptowanie żywności GM lub jej odrzucenie wymaga posiadania solidnych podstaw. Konsument może je nabyć w wyniku dotarcia do odpowiednich dowodów. Znalezienie informacji o samych faktach sprawia jednak wiele trudności, w rezultacie czego obecny poziom debaty publicznej – w Europie w tym także w Polsce – jest bardzo niski. Brakuje w niej głównie prezentowania naukowych argumentów, tak przez zwolenników jak i przeciwników GMO²³⁸. Przedstawiciele każdej ze stron starają się przekonać społeczeństwo do własnych racji, ignorując lub krytykując partnerów w dyskusji. Próbują oni przy tym twierdzić, że to ich argumenty mają umocowanie w nauce. Taka sytuacja świadczy jedynie o tym, że wiedza, na którą wszyscy się powołują, tak naprawdę jest spychana na plan dalszy.

Ludzie swoje opinie na temat GMO tworzą zazwyczaj na podstawie różnych docierających do nich informacji. Jakie źródła wiedzy należałoby jednak uznać za wiarygodne? Firmy biotechnologiczne, które zajmują się wytwarzaniem produktów zmodyfikowanych genetycznie, ukazują jedynie pozytywne aspekty stosowanej technologii. Z kolei przeciwnicy stosowania organizmów transgenicznych prezentują negatywne, czy wręcz przerażające wizje produkowania i spożywania GMO. Z tego też

²³⁷ A. McHughen, *Żywność modyfikowana genetycznie...*, dz. cyt., s. 5, 133-134.

²³⁸ S. Louët, *EC study reveals an informed public* [w:] "Nature Biotechnology", t. 19, 2001, s. 15-16. Adres internetowy: <http://biotech.nature.com>.

względu ich stanowisko jest mało przekonujące. Jeszcze innym źródłem informacji są środki masowego przekazu, te jednak skupiają się głównie na przedstawianiu sporów prowadzonych między zwolennikami i przeciwnikami żywności GM. Istnieją w końcu źródła, wydawałoby się neutralne takie jak: recenzowane artykuły naukowe, dokumenty patentowe, instytucje rządowe odpowiedzialne za dopuszczanie do obrotu produktów GM. Z pewnością są one najbardziej obiektywne ze wszystkich ww., niemniej także im należy bezkrytycznie ufać.

Mimo iż można mieć duże wątpliwości, czy obiektywne źródła informacji na temat GMO w ogóle istnieją, warto zapoznawać się ze wszystkimi dostępnymi informacjami dotyczącymi organizmów transgenicznych. Z pewnością nie istnieje jedno źródło dobrej informacji. W zasadzie żadne ze źródeł nie jest całkowicie niezależne i żadne nie jest ekspertem obejmującym cały obszar technologii GM. Jednak prawie wszystkie oferują coś wartościowego, trzeba tylko umieć z nich wybrać to co właściwe²³⁹.

Naukowcy, politycy, przedstawiciele przemysłu biotechnologicznego czy organizacji ekologicznych w jednym się zgadzają, a mianowicie w tym, że wiedza konsumentów na temat nowoczesnej biotechnologii powinna być pełniejsza i gruntowniejsza. Niemniej panująca powszechnie zgoda co do potrzeby lepszego poinformowania, a także szerszej edukacji społeczeństwa przysłania fakt kierowania się przez poszczególnych zwolenników powyższej tezy odmiennymi motywacjami. Motywy te odzwierciedlają zróżnicowane założenia, interesy i oceny istniejącego stanu rzeczy. Przedstawienie kilku wybranych punktów widzenia, pozwoli lepiej zrozumieć na czym to zjawisko polega:

- Według zwolenników podejścia sceptycznego, inżynieria genetyczna oraz wszelkie jej zastosowania są z różnych powodów mocno podejrzane i prawdopodobnie przyniosą one korzyści tylko wąskiej grupie biznesmenów i polityków. W skrajnej wersji pojawia się nawet pogląd, że opinia publiczna nie jest informowana o negatywnych skutkach inżynierii genetycznej, gdyż stan takiej niewiedzy jest w interesie pewnych grup zainteresowanych rozwijaniem biotechnologii. Sposobem na przeciwstawienie się tej praktyce jest możliwie szybkie rozpowszechnianie informacji o inżynierii genetycznej i uświadamianie społeczeństwu grozących niebezpieczeństw. Zakłada się tym samym, że lepsze zrozumienie nowej technologii doprowadzi do rozbudzenia licznych obaw i w rezultacie do jej

²³⁹ A. McHughen, *Żywność modyfikowana genetycznie...*, dz. cyt., s. 213, 216.

- odrzućenia²⁴⁰. Podejście to obecnie chyba najlepiej odzwierciedla stosunek społeczeństwa polskiego do kwestii inżynierii genetycznej. Tezę tę można argumentować tym, że wraz z pojawianiem się coraz większej ilości informacji na temat produktów modyfikowanych genetycznie, obserwuje się wśród Polaków stopniowy spadek poparcia dla GMO. Tendencję taką potwierdzają chociażby wnioski z badań przeprowadzanych cyklicznie od kilkunastu lat przez TNS OBOP.
- Pogląd optymistyczny, z kolei jest przeciwieństwem podejścia sceptycznego, ponieważ zakłada on, iż lepsze zrozumienie zagadnienia doprowadzi do społecznej akceptacji, a nie odrzucenia technik genetycznych. Przychylność społeczeństwa jest niezbędna, jeśli mają zostać zrealizowane liczne potencjalne korzyści, jakie w opinii zwolenników tego poglądu, niesie ze sobą inżynieria genetyczna. Jednocześnie rodzą się obawy, że w przypadku niedostatecznej informacji opinia publiczna nie będzie w stanie docenić korzyści płynących ze stosowania inżynierii genetycznej i sprzeciwi się ona realizacji zaawansowanych już na tym polu badań. Obawy te stanowią główną motywację przedstawicieli przemysłu biotechnologicznego i polityków, propagujących szerokie informowanie społeczeństwa²⁴¹. Ponownie powołując się na wyniki badań na temat GMO – choć w tym przypadku uzyskane przez *Martin&Jacob* – można zaobserwować, że w odróżnieniu od ogółu społeczeństwa pewne wybrane kategorie społeczne są zainteresowane wytwarzaniem produktów GM. Tym samym osoby należące do tych kategorii czynią szczególne starania zmierzające do zgłębienia wiedzy na temat możliwości, jakie daje inżynieria genetyczna. Chodzi w tym przypadku o rolników i naukowców. Wykorzystując nową technologię oczekują oni korzyści tak dla siebie jak i dla reszty społeczeństwa. Pojawienie się znacznego pożytku dla ogółu byłoby najlepszym sposobem na przekonanie większej części społeczeństwa polskiego, że biotechnologia jest dziedziną, której rozwój należy wspierać.
 - Pogląd funkcjonalistyczny jest bardziej neutralny, niż podejścia powyższe, gdyż za główny cel nie stawia ani akceptacji, ani odrzucenia inżynierii genetycznej. Zwolennicy tego poglądu wychodzą z założenia, że już wkrótce zwykli ludzie będą zmuszeni podejmować coraz więcej decyzji, związanych z zastosowaniem inżynierii genetycznej, z tego względu, że będą one ich dotyczyć. Przykładowo

²⁴⁰ M. J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury: inżynieria genetyczna – nauka i etyka*, przeł. J. Fronk, Warszawa 1997, s. 222.

²⁴¹ Tamże, s. 222-223.

członkowie społeczeństwa będący jednocześnie konsumentami, już teraz stykają się z coraz większą liczbą „produktów biotechnologicznych”. Dokonanie w takiej sytuacji swobodnego, racjonalnego wyboru – gwarantowanego przez prawa przysługujące konsumentom – wymaga zrozumienia, czym te produkty się charakteryzują, a następnie oceny ich wad i zalet. Konieczna jest zatem powszechna edukacja w tej materii, by umożliwić dostosowanie się do zmian, jakie biotechnologia wprowadza w różne dziedziny życia ludzkiego. Należy wiedzieć o niej możliwie dużo, by sprawnie funkcjonować w społeczeństwie, które w pewnym stopniu kształtowane jest przez postęp dokonujący się w nowoczesnej biotechnologii²⁴².

Można by zaprezentować jeszcze inne poglądy, niemniej te opisane powyżej wystarczą, by zrozumieć, że przekonania zwolenników powszechnego edukowania społeczeństwa w wielu miejscach bardzo istotnie się różnią; niekiedy są to rozbieżności oczywiste, innym razem ukryte. Mimo tej deklaracji należy zdawać sobie sprawę, że istnieje jeszcze inne – znacznie odbiegające od tych już poznanych – podejście, które także zasługuje na uwagę. Zgodnie z założeniami tego nietypowego punktu widzenia, opinia publiczna nie musi znać szczegółów procesu technologicznego, w wyniku którego został wytworzony dany produkt; co więcej, wielu obywateli, nie mając odpowiedniego wykształcenia, nie odczuwa potrzeby poszerzania wiedzy, a czasem nie jest nawet w stanie pojąć zagadnień z dziedziny nowoczesnej biotechnologii. Społeczeństwo potrzebuje jednak zapewnienia, że niezależni eksperci zagwarantują bezpieczeństwo zastosowań inżynierii genetycznej i ściśle nad nimi kontrolę; konsument musi mieć np. świadomość, iż spożywany przez niego produkt GM nie stwarza dla jego zdrowia zagrożenia.

Podejście to pozornie wydaje się zgodne ze zdrowym rozsądkiem, jednak przy dokładniejszej analizie ujawniają się pewne braki w tego typu rozumowaniu. Przykładowo koncepcja „bezpieczeństwa” nie jest tak jednoznaczna, jak można by sądzić. O żadnym produkcie GM nie można powiedzieć, że jest on całkowicie bezpieczny, gdyż nie sposób na podstawie dostępnych w danym momencie informacji stwierdzić, że pewne niekorzystne skutki nie ujawnią się w przyszłości. Oznacza to, że podejmowanie decyzji dotyczących bezpieczeństwa, polega na wyważeniu spodziewanych korzyści i zagrożeń, co z kolei wymaga oparcia się na rachunku prawdopodobieństwa. Czy należy zatem przekazać ekspertom prawo do dokonywania w imieniu konsumentów takich oszacowań?

²⁴² Tamże, s. 223-224.

Nigdy nie mogą być one bezwzględnie prawdziwe bądź nieprawdziwe; dlatego wydaje się słuszne, że jedynym uprawnionym do podejmowania takich decyzji w imieniu danej osoby jest ta właśnie osoba. W końcu nawet, jeśli jakiś zespół ekspertów uznałby konkretny produkt GM czy inżynierię genetyczną za bezpieczne, nie oznacza to jeszcze usunięcia wszystkich przyczyn, mogących powodować krytyczny stosunek opinii publicznej do transgenicznych organizmów czy stosowania technik genetycznych²⁴³.

Wracając jednak do głosów nawołujących do poszerzania wiedzy członków społeczeństwa nasuwa się pytanie: Czy lepsze poznanie inżynierii genetycznej i jej zastosowań spowoduje jej odrzucenie, jak chcą niektórzy, czy też, przeciwnie, powszechną akceptację, na co liczą inni? A może wzrost wiedzy nie doprowadzi do ogólnej aprobaty ani potępienia tej techniki, ale do wypracowania bardziej wyważonego, świadomego podejścia do poszczególnych przypadków, uwzględniającego ich indywidualne cechy? Informacje, jakimi obecnie dysponuje przeciętny konsument, raczej nie pozwalają mu na wyrobienie sobie w tej kwestii konkretnego zdania. A sam fakt istnienia zasygnalizowanych scenariuszy wywołuje dodatkowo szereg poważnych problemów edukacyjnych²⁴⁴.

Na podstawie przedstawionych w monografii wyników badań można stwierdzić, że obecny stan wiedzy społeczeństwa z zakresu inżynierii genetycznej jest niezadowalający. Świadczy o tym bardzo słaba znajomość zasadniczych aspektów nowoczesnej biotechnologii wśród respondentów. Przeprowadzona w poprzednim rozdziale analiza danych, tę hipotezę potwierdza. Na jej podstawie można stwierdzić, że o ile badani deklarowali, iż zetknęli się z terminem GMO, to już odpowiedzi na bardziej szczegółowe pytania ujawniły wyraźne braki w prezentowanej przez nich wiedzy. Wielu respondentów nie umiało np. określić, jakiego typu produkty GM są dostępne na polskim rynku, przy czym wielu z nich przyznawało, że ich wiedza w tym zakresie jest niewystarczająca. Wielu badanych wciąż nie ma wyrobionego zdania na temat nowoczesnej biotechnologii; wyrażane przez nich opinie w znacznej mierze są wyrazem emocjonalnego nastawienia do inżynierii genetycznej i transgenicznych organizmów. Takie wnioski mogą niepokoić, choć należy równocześnie zauważyć, że podobnie słaba znajomość szczegółów procesu rozszczepienia jąder atomowych nie oznacza, że członkowie społeczeństwa nie mają wyrobionego zdania na temat potencjalnych pożytków i zagrożeń związanych z energetyką

²⁴³ Tamże, s. 224-225.

²⁴⁴ S. Louët, *EC study reveals an informed public* [w:] „Nature Biotechnology”, t. 19, 2001, s. 15-16. Adres internetowy: <http://biotech.nature.com>.

jądrową. Warto byłoby zatem dokładniej przemyśleć, co tak naprawdę oznacza „lepsze zrozumienie” inżynierii genetycznej. Zgodne opowiadanie się za potrzebą zwiększenia wiedzy członków społeczeństwa na temat nowoczesnej biotechnologii, tak naprawdę niewiele wyjaśnia. Żądanie „powszechnej edukacji” nasuwa natomiast szereg istotnych wątpliwości, które należy w tym miejscu rozwiązać.

Po pierwsze, należy dokonać rozróżnienia między edukowaniem a informowaniem. Edukowanie jest procesem długotrwałym, zmierzającym do pełnego i wszechstronnego opanowania, przez kształcących się, danej dziedziny. Informowanie jest natomiast pojęciem węższym niż edukowanie i polega ono przede wszystkim na udzielaniu informacji, wskazówek, podawaniu do wiadomości, powiadamianiu, komunikowaniu, objaśnianiu²⁴⁵. Procesy edukacyjne nie ograniczają się zatem tylko do informowania. Skuteczna edukacja powinna wpływać na sposób myślenia, analizę i ocenę faktów, formułowanie wniosków, podejmowanie decyzji, a także na postępowanie ludzi.

Niewątpliwie można i trzeba przekazywać społeczeństwu informacje na temat inżynierii genetycznej, ale samo dostarczenie danych nie rozwiąże jeszcze dylematów moralnych, stwarzanych przez nową technologię. Skoro celem edukacji jest umożliwienie ludziom samodzielnego podejmowania świadomych decyzji i wypracowania obiektywnych opinii na temat GMO, konieczne jest wyważone i bezstronne przedstawienie informacji, które nie preferowałyby żadnego z możliwych podejść. Czy jednak osoby prowadzące edukację z zakresu nowoczesnej biotechnologii są w stanie zająć całkowicie neutralne stanowisko? Właściwie już sam wybór przedstawianego materiału i sposób jego prezentacji mogą być obciążone poglądami osoby, która podejmuje się edukowania innych. Z drugiej strony, nie jest chyba wskazane prezentowanie wspomnianej problematyki jako wolnej od ocen moralnych i wartości. Zalecenie całkowitej bezstronności mogłoby sugerować pełną równocześnie wszystkich poglądów, co byłoby odzwierciedleniem modnego współcześnie „subiektywizmu”. Nie można jednocześnie zapominać, że obowiązują pewne powszechnie przyjęte normy moralne, którymi człowiek kieruje się przy ocenianiu inżynierii genetycznej. Wszelkie decyzje i osądy etyczne dotyczące biotechnologii powinny ponadto opierać się na racjonalnych i obiektywnych podstawach²⁴⁶. Zatem dokonana przez konsumenta ocena biotechnologii nie będzie posiadała charakteru sądu etycznego, jeśli została uzależniona np. od nastroju formułującej

²⁴⁵ S. Dubisz (red.), *Uniwersalny słownik języka polskiego*, t. II, Warszawa 2003, s. 108.

²⁴⁶ S. Louët, *EC study reveals an informed public* [w:] „Nature Biotechnology”, t. 19, 2001, s. 15-16. Adres internetowy: <http://biotech.nature.com>.

go osoby. Podejmowanie decyzji i osądzanie przedstawionych faktów wymagają jeszcze większego wysiłku intelektualnego – poznania, wyuczenia i wytrenowania – niż samo zdobywanie informacji. Przykładowy sposób pozwalający dokonać refleksji moralnej nad konkretnymi produktami GM, który może pomóc w wyrobieniu sobie zdania w kwestii transgenicznym organizmów, przedstawiony został w rozdziale trzecim niniejszej książki. Niemniej konsumenci, i bez produktów GM, doświadczają tak znacznej ilości informacji czy wskazówek na temat żywności znajdującej się na półkach sklepowych, że zazwyczaj nie zwracają już oni na nie uwagi. Można tym samym pokusić się o ogólne stwierdzenie, że dodatkowe pojawienie się na rynku artykułów GM raczej nie przyczyni się do uwrażliwienia konsumentów na jakość kupowanej i spożywanej przez nich żywności.

Niezależnie od tego czy podejmowane jest wyzwanie edukowania czy informowania społeczeństwa w kwestii inżynierii genetycznej, należy sprecyzować cele, jakie zamierza się osiągnąć w wyniku realizacji każdego z tych procesów. Istnieją dwa sposoby postępowania: można albo ułatwiać ludziom poznanie i zrozumienie zagadnień z dziedziny biotechnologii i tym samym umożliwiać im podejmowanie świadomych decyzji, albo przekonywać ich do określonych poglądów. Jeśli wyjściowym założeniem jest wykształcenie w stosunku do GMO konkretnych przekonań czy postaw, to trudno takie działanie nazwać edukacyjnym, a zwolenników takiego podejścia – zwolennikami edukowania.

Istotą procesu edukacyjnego jest niemożność precyzyjnego określenia z góry jego wyniku. Lepsza edukacja nie tylko w zakresie biotechnologii oznacza pełniejsze człowieczeństwo. W przypadku inżynierii genetycznej tempo postępu technicznego czyni potrzebę edukacji szczególnie nagłą. Należy więc zadbać o uświadomienie członków społeczeństw i ich udział w podejmowaniu rozumnych, odpowiedzialnych decyzji w sprawach, które w znaczący sposób odnoszą się do jakości ich życia.

WNIOSKI KOŃCOWE

Rozważania etyczne na temat GMO przeprowadzone w drugiej części niniejszej publikacji miały głównie charakter spostrzeżeń szczegółowych. Niemniej w pełni spełni ona swój cel jednak dopiero wówczas, gdy przedstawione zostaną ogólne wnioski pozwalające całościowo uchwycić badaną problematykę. Tylko taka kompleksowa refleksja nad nowoczesną biotechnologią może przynieść społeczeństwu konkretne korzyści. Można mieć nadzieję, że taki sposób ujęcia postępu dokonującego się w naukach biologicznych pozwoli także na określenie kierunku dalszego ich rozwoju.

W pierwszej kolejności należałoby dokonać usystematyzowania najważniejszych faktów, które wyznaczały płaszczyznę rozważań toczących się wokół centralnego zagadnienia, którym była nowoczesna biotechnologia, a dokładniej inżynieria genetyczna. Próbując określić, co wyróżnia tę technikę spośród innych, których przedmiotem zainteresowań są także żywe organizmy – należy niewątpliwie wskazać na praktycznie nieograniczoną możliwość przenoszenia genów z jednego organizmu do drugiego, przy czym skutki takich działań są widoczne w stosunkowo krótkim czasie. Co równie ważne, stosowanie inżynierii genetycznej nie ogranicza się do modyfikowania roślin uprawnych czy zwierząt hodowlanych, ale pozwala także na dokonanie zmiany składu genetycznego organizmów wykorzystywanych chociażby w farmacji czy ochronie środowiska. To, co odróżnia tę technikę od tradycyjnych technologii, nie stanowi jednak samo w sobie czegoś zupełnie nowego. Wiele wprowadzanych w życie innowacji ma za zadanie przyspieszać określone procesy produkcji czy poszerzać ich zakresy zastosowania. Ponadto inżynieria genetyczna tylko w tym sensie tworzy jakościowo nowy organizm, że przy jej użyciu może on zostać wyposażony w „obce geny”; jednak pojawiające się dzięki tym genom zmiany mają już raczej charakter ilościowy. W efekcie powstające produkty są bądź nieco „udoskonalone” (np. pomidor o przedłużonej trwałości), bądź wręcz nieodróżniające się od oryginału (np. niektóre farmaceutyki), nie są one zatem w tym znaczeniu czymś jakościowo absolutnie nowym. Nowa jest natomiast z pewnością sama inżynieria genetyczna dająca człowiekowi możliwość ingerowania w istotę procesów ewolucji w stopniu niespotykanym wcześniej. Podejmując się zmiany składu genetycznego danego organizmu za pomocą owej techniki, człowiek nie przyczynia się do tego, by istota taka była lepiej przystosowana do warunków środowiska przyrodniczego, ale do tego, by w jeszcze większym stopniu spełniała ona ludzkie potrzeby. Decydując się na takie działanie

homo sapiens zaczyna wyznaczać kierunek procesu ewolucji dotychczas regulowany przez samą Naturę. Przedsięwzięcie to jest tyleż fascynujące co niebezpieczne i niewątpliwie trudno przewidzieć jego długofalowe następstwa. Być może, chociażby z tego względu powinno się w ogóle zrezygnować z rozwijania inżynierii genetycznej. Człowiek z pewnością byłby w stanie sprawnie funkcjonować w świecie, w którym nie wytwarza się żadnych transgenicznych organizmów. Istnieje wiele alternatywnych metod: leczenia ludzi, produkowania większej ilości żywności czy w końcu oczyszczania środowiska naturalnego i z powodzeniem można by nimi zastąpić inżynierię genetyczną. Z drugiej jednak strony, nie należy umniejszać roli technik genetycznych i samych GMO, są one zdobyczą cywilizacyjną i świadczą o dokonującym się w świecie postępie.

Nawiązując do przedstawionych w książce transgenicznych organizmów należy przede wszystkim zauważyć, że stworzenie bakterii czy rośliny GM wymaga zmierzenia się z odmiennym rodzajem materii. Skonstruowanie transgenicznego mikroba jest technicznie prostsze, a efekty takiego działania pojawiają się szybciej, niż w przypadku rośliny GM. Fakt ten może świadczyć o tym, że przyroda posiadająca odpowiednie mechanizmy stara się bronić przed przekraczaniem przez istotę ludzką kolejnej granicy ingerencji w nią. Człowiek dokonując modyfikacji genetycznych na żywych organizmach jednocześnie poddaje wartościowaniu życie tych istot; przy czym bardziej ceni on tę formę życia, która ewolucyjnie jest mu najbliższa. Dokonywanie tego typu szacunków może jednak być ryzykowne, zwłaszcza jeśli uwzględni się, że cały ożywiony świat tworzy jedną biologiczną wspólnotę. Zmiany w jakimkolwiek jej obszarze mogą wyrzucić niepożądany wpływ na pozostałe stworzenia w tym i na samego człowieka.

Dokonanie bilansu etycznego w przypadku drobnoustrojów GM jest w pewnym sensie trudniejsze niż względem transgenicznych roślin. Zaawansowana technologia, jaką jest inżynieria genetyczna, niewidoczne gołym okiem organizmy, a także ich liczne zastosowania sprawiają łącznie, że zmienione genetycznie mikroby nie poddają się tak prostej analizie jak transgeniczne rośliny, które mają jedno główne przeznaczenie – są źródłem żywności, a sam proces uprawy roślin jest ludziom powszechnie znany.

Sporządzając bilans wszystkich działań przedstawionych w niniejszym opracowaniu – w oparciu jedynie o kryterium użyteczności – można stwierdzić że większość z zaprezentowanych czynów została uznanych za słuszne (tab. 12.). Namysł moralny nad nimi wymagał jednak przeprowadzenia szczegółowej analizy, gdyż każde z opisanych działań niesło ze sobą odmienne konsekwencje. Z kolei w przypadku deontologizmu sytuacja wydaje się prostsza, gdyż wszystkim działaniom z użyciem

inżynierii genetycznej, kierunek ten przypisuje taką samą wartość moralną. Różne zaszeregowanie tych czynów wynika z przyjęcia drugiego deontologicznego kryterium – motywu. Na podstawie zestawienia zawartego w poniższej tabeli można zauważyć, że w przypadku deontologizmu, stosunek czynów słusznych do niesłusznych jest zbliżony. Wiele działań proponuje on ponadto zaklasyfikować jako moralnie neutralne. Warto też zauważyć, że obie teorie nakazują większość wymienionych czynów zaszeregować w ten sam sposób.

Tab. 12. Porównanie wartości moralnej czynów skutkujących wytworzeniem konkretnych produktów GM w ujęciu utylitarystycznym i deontologicznym.

	Czyny słuszne prowadzące do wytworzenia takich GMO jak:	Czyny niesłuszne prowadzące do wytworzenia takich GMO jak:	Czyny obojętne prowadzące do wytworzenia takich GMO jak:
Utylitaryzm	ludzka insulina	ludzki hormon wzrostu	igBST
	mikroby pomocne w oczyszczaniu środowiska naturalnego	bakulowirusy	
	pomidor <i>Flavr Savr</i>		
	rośliny odporne na herbicydy i szkodniki	ew. igBST	
	„złoty ryż”		
	roślinne szczepionki i rośliny odporne na stresy środowiskowe		
ew. igBST			
Deontologia	mikroby pomocne w oczyszczaniu środowiska naturalnego	ludzki hormon wzrostu	ludzka insulina
	„złoty ryż”	bakulowirusy	pomidor <i>Flavr Savr</i>
	ew. igBST		rośliny odporne na herbicydy i szkodniki
		ew. igBST	roślinne szczepionki i rośliny odporne na stresy środowiskowe

Interesujący jest fakt, że te działania, które utylitaryzm proponuje uznawać za niesłuszne także deontologizm nakazuje za takie uważać. Czym należałoby taki stan rzeczy tłumaczyć? Precyzując, chodzi o czyny, które dotyczą stosowania: hormonu wzrostu, bakulowirusów i ewentualnie igBST. Produkty te są wytwarzane przez różne gałęzie przemysłu; wszystkie powstały przy użyciu transgenicznych mikrobów. Nie należy jednak

pochopnie wyciągać wniosków, że działania, w których wykorzystuje się genetycznie zmodyfikowane drobnoustroje, są częściej niesłuszne niż te, w których obiektem manipulacji są rośliny. Tak jak dla przyrodnika podstawową jednostką biologiczną może być gen, a nie gatunek, tak i dla przedstawiciela etyki deontologicznej bądź utilitarysty nie ma różnicy, jaki obiekt – w tym przypadku mikroorganizm czy roślinę – podda się modyfikacji, ważne jest dla nich jedynie: wykorzystanie w tym celu inżynierii genetycznej oraz pojawienie się motywów i konsekwencji towarzyszących podjęciu tego działania.

Czy zgodnie z tym, na co wskazuje klasyfikacja czynów przedstawiona w tabeli 12., należałoby zatem twierdzić, że istnieje związek między motywem, a konsekwencjami danego działania, co więcej, że zależność ta przybiera kierunek od konsekwencji do motywu, innymi słowy, że wartość moralna skutku decyduje o wartości intencji? Dokładna analiza sposobu zaszeregowania wszystkich czynów pokazuje, że przewaga korzystnych lub niekorzystnych następstw wyprodukowania transgenicznego organizmu nie zawsze musi oznaczać, że działanie zostało podjęte na podstawie dobrego lub złego motywu, choć większość czynów zaprezentowanych w książce akurat taką zależność przejawia, w tym wszystkie wspomniane wyżej działania uznane za niesłuszne.

Kierunek zależności mógłby przebiegać także w odwrotną stronę, tzn. od motywu do konsekwencji. Należy zauważyć, że wszystkie czyny, które zgodnie z założeniami deontologizmu zaklasyfikowane zostały jako słuszne – czyli te prowadzące do skonstruowania: mikrobów GM oczyszczających środowisko naturalne, „złotego ryżu” i ewentualnie igBST – także w przypadku teorii utilitarystycznej uzyskały taką wartość moralną. Niemniej odwrotnej korelacji raczej nie można już zaobserwować. Te czyny, które utilitaryzm pozwala uznać za dobre, ale za takowe nie traktuje ich deontologizm, są zaszeregowane przez to drugie stanowisko jako działania obojętne (zob. tabela 12).

Spostrzeżenia, które się nasuwają, nakazują sformułować ogólniejszą hipotezę (nieodnoszącą się jednak do czynów uznanych za obojętne). Brzmieć mogłaby ona w następujący sposób: w zależności od tego, jaką wartość moralną przyjmują czyny w deontologizmie, identyczną – uzyskują w utilitaryzmie. Czy na podstawie tego twierdzenia, kryterium motywu i samej natury czynu należałoby poniekąd traktować jako „mocniejsze”, skoro przedstawione działania, zainicjowane dobrym lub złym motywem, potencjalnie zawsze przynoszą człowiekowi w rezultacie więcej pożądanых lub niepożądanych konsekwencji? Ze względu na znaczną niepewność, co do przyszłych skutków czy nawet samej natury czynów podejmowanych w dziedzinie biotechnologii, nie można kategorycznie stwierdzić, że wszelkie działania słuszne lub niesłuszne z punktu

widzenia etyki deontologicznej są zarazem dobre lub złe według kryterium utylitarystycznego. Tak jak nie można mieć do końca wpływu na to, jakie dokładnie konsekwencje przyniesie podjęty czyn, tak i nie sposób całkowicie kontrolować motywów działania, które choć pojawiają się wcześniej niż skutki, są czymś trudno uchwytnym, gdyż nieobserwowalnym.

Trzeba ponadto zauważyć, że związek między motywem a skutkiem czynu nie jest czymś specyficznym jedynie dla działań, w których wykorzystywana jest inżynieria genetyczna, ujawnia się on także przy podejmowaniu przez człowieka wszelkich innych czynów. Nowoczesna biotechnologia jest zatem pod tym względem podobna do innych dziedzin ludzkiej działalności.

Powszechną miarą decydującą o uznaniu ludzkiego czynu za dobry lub zły, co warto odnotować, jest we współczesnym świecie kryterium utylitarystyczne. W przypadku działań z użyciem inżynierii genetycznej czynnik ten jest szczególnie istotny. Podjęte – w jednym z poprzednich rozdziałów – rozważania na temat postępowań prowadzących do stworzenia konkretnych produktów GM pozwalają sformułować ogólny wniosek, że: działania zaszeregowane jako słuszne – których jednocześnie było najwięcej – stanowiły właśnie te czyny, które wiążą się z przewagą pożądaných dla człowieka konsekwencji.

Należy na koniec zaznaczyć, że przedstawiony w tabeli 12. podział na czyny słuszne, niesłuszne i obojętne jest w znacznej mierze uproszczony. Konkretnego działania zaklasyfikowanego jako moralnie dobre, złe lub neutralne nie należy bezwzględnie za takowe uważać. Fakt, że danemu czynowi została przypisana taka, a nie inna wartość moralna oznacza jedynie, że nieco więcej przemawiało na rzecz takiego zaszeregowania.

Godny odnotowania jest ponadto fakt, że w większości przypadków czyny, które teoria utylitarystyczna pozwala uznać za słuszne, dotyczą konstruowania genetycznie zmodyfikowanych organizmów przeznaczanych na produkcję żywności lub wręcz ją stanowiące. Artykuły spożywcze można wytwarzać z transgenicznych mikroorganizmów, zwierząt lub substancji, których nierzadko są one źródłem, niemniej największy udział w produkcji żywności GM stanowią transgeniczne rośliny. To w nich pokłada się wszelkie nadzieje na ograniczenie czy wręcz wyeliminowanie zjawiska głodu, stanowiącego jedno z największych globalnych problemów XXI wieku. Kwestia ta była już w opracowaniu wspomniana, niemniej ze względu na doniosłość tego zagadnienia i wątpliwości, jakie pojawiają się chociażby pod wpływem etyki deontologicznej, która nakazuje wytwarzanie żywności GM traktować co najwyżej jako działania moralnie obojętne, warto ten temat dokładniej przeanalizować.

Intuicja podpowiada, że produkcja roślin GM powinna sprzyjać ograniczaniu liczby ludzi głodujących na świecie. Przekonanie to zdaje się potwierdzać: systematyczny wzrost areалу upraw odmian transgenicznych, zwiększająca się liczba krajów, w których takie rośliny są uprawiane, a także coraz większa liczba samych rolników prowadzących takie uprawy, przy czym w 2010 roku ponad 93% z nich pochodziło z krajów słabo rozwiniętych. W rzeczywistości wymienione okoliczności nie przyczyniły się jednak do zmniejszenia liczby ludzi cierpiących z powodu braku żywności. Z raportu opublikowanego przez FAO wynika, że od kiedy pojawiły się na rynku pierwsze rośliny GM odsetek ludności głodującej na świecie w zasadzie nie zmalał. Pomijając niewielkie wahania trendu ogólnie można przyjąć, że stosunek niedożywionych do ogółu ludzkości w tym okresie utrzymywał się na stałym poziomie i wynosił w przybliżeniu 17%. Oznacza to jednak, że ludzi cierpiących z powodu braku żywności przybyło od 1995 roku o około 150 mln. W samym regionie Azji i Pacyfiku liczba ta zwiększyła się o blisko 100 mln i w 2010 roku osiągnęła prawie 600 mln. (Podobnie jak w skali globu odsetek głodujących w latach 1995-2010 pozostawał tam na prawie niezmiennym poziomie i wynosił około 16%.) Drugim obszarem świata, w którym głód stanowi istotny problem, jest Afryka Subsaharyjska, liczba cierpiących tam z powodu braku żywności nieustannie od 1995 roku oscyluje w granicach 200 mln ludzi. (Co prawda w latach 1995-2008 odnotowano tam spadek odsetka głodujących z około 33% do około 27%, niemniej od 2009 roku ponownie zaczęto obserwować jego wzrost.) Mieszkańcy dwóch wspomnianych regionów w 2010 roku stanowili w przybliżeniu 88% wszystkich głodujących na świecie²⁴⁷. Nasuwa się tym samym pytanie: dlaczego uprawy roślin GM nie przyczyniają się do ograniczenia zjawiska głodu na kuli ziemskiej? Za taki stan rzeczy odpowiedzialnych jest co najmniej kilka czynników. Po pierwsze, mimo że w dziesiątce największych producentów roślin GM, aż osiem stanowiły kraje, w których głód w mniejszej lub większej skali występuje, to aż 45% światowej powierzchni upraw roślin GM znajdowało się w jednym wysokorozwiniętym kraju, którym są Stany Zjednoczone. Znaczne arealy upraw odmian transgenicznych znajdują się zresztą na obu amerykańskich kontynentach, a także w Azji południowo-wschodniej. Problem głodu dotyka jednak głównie ten drugi region, a zwłaszcza dwa kraje: Indie i Chiny, w których łącznie liczba głodujących przekracza połowę wszystkich

²⁴⁷ Dane z raportu Food and Agriculture Organization of the United Nations, *The State of Food Insecurity in the World 2010: Addressing food insecurity in protracted crises*, Rome 2010, s. 9-11. Adres internetowy: www.fao.org/docrep/013/i1683e/i1683e.pdf.

niedożywionych zamieszkujących kontynent azjatycki²⁴⁸. W obu tych państwach znajdują się uprawy roślin GM; mimo to w Indiach z roku na rok wzrasta liczba ludzi głodujących, w Chinach natomiast odnotowuje się lekki spadek liczby niedożywionych. Faktu tego nie należy jednak bezpośrednio wiązać z uprawianiem w Państwie Środka roślin GM; jedyną bowiem rośliną uprawianą na szerszą skalę zarówno w Chinach jak i Indiach jest genetycznie modyfikowana bawełna z cechą odporności na szkodniki²⁴⁹. Sam fakt produkowania odmian GM nie oznacza zatem jeszcze, że są to rośliny stanowiące istotne źródło ludzkiego pożywienia.

Z kolei w Afryce, w której także znaczna część ludności głoduje, uprawy roślin GM praktycznie nie występują. Wyjątek stanowi w zasadzie tylko RPA, w której uprawia się transgeniczną kukurydzę, soję i bawełnę. W ogólnym rozrachunku nie poprawia to jednak sytuacji żywnościowej mieszkańców Czarnego Łądu²⁵⁰.

Brak dowodów na ograniczenie liczby ludzi głodujących na świecie może być spowodowane także tym, że wiele krajów, które zdecydowały się na uprawianie roślin GM, ograniczyło się do zaadaptowania tylko jednego gatunku roślin transgenicznych, co w rezultacie nie gwarantuje stworzenia odpowiednio zbilansowanej diety dla najbardziej potrzebujących.

Nie bez znaczenia jest też sama cecha nadawana transgenicznym roślinom; najpopularniejszą jest odporność na herbicydy. Dla najbiedniejszych mieszkańców Ziemi może być ona jednak w ogóle nieprzydatna, ponieważ zdecydowanej większości z nich po prostu nie stać na stosowanie chemicznych środków ochrony roślin. Ten typ modyfikacji został stworzony z myślą o rolnikach z krajów rozwiniętych. Dla najbardziej potrzebujących korzystniejsze byłyby natomiast cechy, które nadawane są roślinom o wiele rzadziej, takie jak: wyższa wartość odżywcza, odporność na stresy środowiskowe czy odporność na choroby. Należy przy tym pamiętać, że cechy te powinny być nadawane lokalnym odmianom roślin, na których w znacznej mierze opiera się dieta mieszkańców danego regionu. Powszechne wytwarzanie takich roślin GM dawałoby przynajmniej potencjalnie szansę na uzyskanie, przez możliwie największą liczbę ludzi, wymiernych korzyści. Nie należy jednak oczekiwać, że ogromne biotechnologiczne koncerny zmienią profil swojej produkcji i zaczną wytwarzać produkty, których potrzebują najbiedniejsi mieszkańcy globu. Z rachunku ekonomicznego wynika, że wytwarzanie transgenicznych

²⁴⁸ Tamże, s. 50. W latach 2005-2007 w Chinach było 130 mln ludzi głodujących, w Indiach 238 mln.

²⁴⁹ Dane według ISAAA z roku 2010. Adres internetowy: www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/default.asp.

²⁵⁰ Tamże.

organizmów mogących uchronić najuboższych od widma głodu jest nieopłacalne. Z tego też względu większość produktów GM, firmy wytwarzają z myślą o poprawie jakości życia mieszkańców bogatej Północy, których stać na zakup takich towarów; właśnie dzięki nim koncerny osiągają znaczne zyski. Inżynieria genetyczna jest zatem techniką stworzoną przez – i głównie dla zamożnych społeczeństw. Wymóg dbania o własny interes zdaje się w tym przypadku być bardziej wiążący niż altruistyczny nakaz pomagania tym, którzy są przestrzennie oddaleni, i których prawdopodobnie nigdy nie będzie okazji poznać. Z tego też powodu mieszkańcy krajów Trzeciego Świata powinni sami o siebie zadbać starając się m. in. rozwijać nowoczesną biotechnologię, w celu lepszego zaspokojenia, chociażby swych egzystencjalnych potrzeb.

Trzeba ponadto zdawać sobie sprawę, że nawet, jeśli uda się uzyskać jeszcze większą – dzięki roślinom GM – ilość pożywienia (której i tak już jest wystarczająca ilość) nie ograniczy się liczby ludzi głodujących, jeśli system dystrybucji nadal nie będzie zapewniał dostępu do tej żywności najbardziej potrzebującym.

Jedne z najkorzystniejszych warunków do tego, by ograniczyć liczbę ludzi głodujących, panują na kontynencie południowoamerykańskim (przy czym w porównaniu chociażby z Afryką, problem głodu nie występuje tam aż w tak dużej skali²⁵¹). Sprzyjać temu procesowi może znaczna powierzchnia upraw roślin GM. Do światowej czołówki należą pod tym względem aż cztery państwa Ameryki Południowej są nimi: Brazylia, Argentyna, Paragwaj i Urugwaj. Drugi być może nawet ważniejszy czynnik stanowi sam rodzaj upraw roślin transgenicznych – w tym przypadku głównie odmian jadalnych, a dokładniej soi i kukurydzy²⁵². Niemniej te korzystne okoliczności nie zdołały doprowadzić do zmniejszenia liczby ludzi głodujących w Ameryce Południowej. Umiarkowany sukces na tym polu odniosła jedynie Brazylia, od 1995 do 2007 roku liczba cierpiących z powodu braku żywności spadła tam o 5 mln ludzi²⁵³. Brak jednak podstaw, by twierdzić, że to uprawa roślin GM w bezpośredni sposób przyczyniła się do ograniczenia zjawiska głodu w tym kraju. Zakładanie wielkich plantacji roślin transgenicznych – nie tylko w Brazylii –

²⁵¹ Liczba głodujących w 2010 roku na obszarze Ameryki Łacińskiej i Karaibów wynosiła około 53 mln ludzi. (Między 1995 a 2005 rokiem odsetek niedożywionych spadł tam z 11 do 9% i do 2010 roku na takim poziomie się utrzymywał.) Dane z raportu Food and Agriculture Organization of the United Nations, *The State of Food Insecurity in the World 2010: Addressing food insecurity in protracted crises*, Rome 2010, s. 10-11. Adres internetowy: www.fao.org/docrep/013/i1683e/i1683e.pdf.

²⁵² Dane według ISAAA z roku 2010. Adres internetowy: www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/default.asp.

²⁵³ Dane pochodzą z raportu Food and Agriculture Organization of the United Nations, *The State of Food Insecurity in the World 2010: Addressing food insecurity in protracted crises*, Rome 2010, s. 51. Adres internetowy: www.fao.org/docrep/013/i1683e/i1683e.pdf.

podyktowane jest bardziej względami ekonomicznymi; co oznacza, iż powstają one raczej z myślą o eksporcie bądź produkcji biopaliw²⁵⁴, niż o głodujących rodakach. Jednocześnie nie powinno się wykluczać pośredniego wpływu upraw roślin GM na zmniejszanie się liczby głodujących. Jak twierdził chociażby I. Wallerstein, dzięki nowym technologiom państwa południowoamerykańskie mają szansę poprawić swą sytuację gospodarczą. Gdyby tak się stało, ograniczyłyby one zarazem skalę ubóstwa, a w konsekwencji głodu. W związku z tym zapewne najskuteczniej zmniejszyć liczbę ludzi niedożywionych pozwala właśnie rozwój ekonomiczny. Na najlepszej drodze do tego, by ograniczyć zjawisko głodu w ten sposób jest jak dotąd jedynie Brazylia, co nie oznacza jednak, że zdoła je ona zupełnie wyeliminować. Podobną szansę na trwałe zmniejszenie liczby ludzi cierpiących z powodu braku żywności ma w zasadzie jeszcze tylko jedno państwo na świecie i są nim Chiny; dlatego problem głodu na kuli ziemskiej nadal będzie obecny. Spostrzeżenie to zdaje się ugruntowywać stanowisko prezentowane przez przedstawicieli deontologizmu.

Próbując dokonać podsumowania rozważań podejmowanych w książce należy zwrócić uwagę na rozróżnienie czynów ludzkich prowadzących do wytworzenia GMO i następstw, jakie w dłuższej lub krótszej perspektywie produkty te mogą powodować. Podział taki wprowadzony został w oparciu o przedstawione w rozdziale drugim teorie etyczne i wymaga on jeszcze jednego uzupełnienia.

Transgeniczny organizm powstaje przy wykorzystaniu stworzonej przez człowieka inżynierii genetycznej. Dzięki tej technice możliwe stało się wyprodukowanie organizmu o takich cechach, w jakie tylko istota ludzka chciałaby go wyposażyć. W naturze tego typu organizmy zapewne nigdy by nie powstały, gdyż nie byłyby one dla przyrody przydatne. Doniosłość tego osiągnięcia polega jednak na tym, że stają się one bardziej wartościowe dla człowieka. Tworzenie przy pomocy inżynierii genetycznej określonych organizmów stało się przedsięwzięciem już nie tylko całkowicie realnym, lecz wręcz powszechnym. Pojawianie się bardziej lub mniej doniosłych, odkryć czy wynalazków w dziedzinie biotechnologii pozwala kreślić wizję takiego życia, w którym praktycznie wszystkie ludzkie problemy można by rozwiązać, a wszelkie potrzeby czy wręcz zachcianki – zaspokoić.

²⁵⁴ W 2010 roku największymi producentami bioetanolu były: USA, Brazylia, a następnie Chiny, Kanada i Francja. Z kolei największymi wytwórcami biodiesla były: USA, Argentyna, Niemcy, Francja i Brazylia. Dane z raportu ONZ-owskiej Komisji Gospodarczej ds. Ameryki Łacińskiej i Karaibów (CEPAL). Adres internetowy: www.tierralatina.pl/2011/04/latynosi-biopaliwa/.

Produkowaniu transgenicznych organizmów towarzyszy zatem perspektywa zaistnienia spektakularnych konsekwencji. Przy czym konsekwencje te mogą być dla członków społeczeństwa tak korzystne, jak i niekorzystne. Oczekiwanie znaczących efektów może być w znacznej mierze podyktowane samym rozmachem, jaki towarzyszy tworzeniu organizmów genetycznie modyfikowanych. Ponadto także tempo, w jakim pojawiają się informacje o coraz to nowszych „wynalazkach biotechnologicznych” skłania do poglądu, że skutki przez nie wywołane powinny być równie widowiskowe. Sam fakt istnienia produktu GM nie jest jednak w stanie spowodować żadnych następstw społecznych, dopóki nie zacznie on funkcjonować w przestrzeni publicznej. Na podstawie dotychczasowych obserwacji można jednak stwierdzić, że gwałtowny rozwój nowoczesnej biotechnologii nie wywołuje równie spektakularnych skutków w życiu społecznym, co może w pewnym stopniu wyróżniać tę dziedzinę spośród innych dyscyplin naukowych. Należy jednocześnie pamiętać, że obszar życia społecznego raczej nie podlega szybkim i głębokim przemianom. Nie zmienia to jednak faktu, że podobnie jak w przypadku każdej nowej techniki także po inżynierii genetycznej człowiek oczekuje korzyści, a być może po tak dynamicznie rozwijającej się – spodziewa się ich szczególnie. Takie oczekiwania mogą częściowo pojawiać się w wyniku postrzegania samej biotechnologii, a raczej celu, jaki sobie ona stawia, i którym jest poprawa jakości ludzkiego życia. Mógłby zostać on osiągnięty poprzez: polepszenie stanu ludzkiego zdrowia, skrócenie dziennego czasu poświęcanego na pracę zawodową i uproszczenie czynności, których ona wymaga, a także polepszenie stanu środowiska naturalnego czy wzrost wiedzy członków społeczeństwa na temat nowoczesnej biotechnologii. Nie zaobserwowano jednak, by na szerszą skalę inżynieria genetyczna realizowała te zadania. Niewątpliwie dzięki tej technice ludzie odczuwają poprawę, choć nierzadko także pogorszenie jakości swojego życia, niemniej w największym stopniu odczuć tych doznają niewielkie grupy ludzi czy wręcz jednostki. Natomiast zdecydowana większość mieszkańców Ziemi nie zauważa bądź nie uświadamia sobie większego wpływu inżynierii genetycznej na swoje życie. W związku z czym może nie należy przeceniać roli nowej technologii, a tym bardziej skutków przez nią powodowanych. Bardziej krytyczne spojrzenie na nowoczesną biotechnologię być może pozwoliłoby uniknąć częściowego rozczarowania wynikającego z niespełnienia przez produkty GM nazbyt wygórowanych oczekiwań.

Jakie są jednak przyczyny tego, że skutki powodowane przez transgeniczny organizm nie są tak spektakularne jak sam fakt stworzenia przez człowieka genetycznie zmodyfikowanego produktu? Brak znaczących dla społeczeństwa konsekwencji postępu

dokonywanego się w nowoczesnej biotechnologii może w pewnym sensie wynikać z młodości samej dyscypliny, której rozwój wiąże się także z ryzykiem wywołania niepożądanych, w tym nieodwracalnych następstw. Obawy te powodują pojawienie się barier natury moralnej, społecznej, ekonomicznej czy prawnej, utrudniających produkcję genetycznie modyfikowanych organizmów. Mimo że biotechnologia jest interdyscyplinarną dziedziną nauki korzysta ona głównie z dorobku nauk biologicznych, z nauk społecznych czerpie ona w zdecydowanie mniejszym zakresie, co także może być przyczyną braku oczekiwanych przez społeczeństwo skutków.

Nie tracąc z pola widzenia potencjalnych zagrożeń, jakie może powodować dalszy postęp w dziedzinie nowoczesnej biotechnologii, badania nad inżynierią genetyczną należy jednak w sposób kontrolowany kontynuować. Za takim stanowiskiem przemawia chociażby fakt, że nawet jeśli dzięki nowo zdobytej wiedzy nie poprawi się znacząco jakość życia ludzkiego, człowiek z pewnością lepiej będzie zrozumiał otaczający go świat.

BIBLIOGRAFIA

- Ammann K., *Effects of biotechnology on biodiversity: herbicide-tolerant and insect-resistant GM crops* [w:] "Trends in Biotechnology", t. 23, nr 8, 2005,
- Bal J. (red.), *Biologia molekularna w medycynie: elementy genetyki klinicznej*, Warszawa 2006,
- Baturo W. (red.), *Biologia. Encyklopedia szkolna PWN*, Warszawa 2002,
- Brandt R. B., *Etyka: zagadnienia etyki normatywnej i metaetyki*, przeł. B. Stanosz, Warszawa 1996,
- Buchowicz J., *Biotechnologia molekularna: geneza, przedmiot, perspektywy badań i zastosowań*, Warszawa 2007,
- Cape R. E., *Molecular Biology Is Finally Being Exploited – Let Us Count Some Ways* [w:] "Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology", nr 22, 1999,
- Chyrowicz B., *Kilka myśli, co nie nowe* [w:] "Tygodnik Powszechny", nr 28, 2006,
- Czarnecki P., *Dylematy etyczne współczesności*, Warszawa 2008,
- Czechowski W. i in., *Biologia*, Warszawa 1992,
- Dane dotyczące produkcji roślin GM w Europie, adres internetowy: <http://www.greenpeace.org/poland/wydarzenia/polska/rolnic-odrzucaja-gmo>,
- Dane dotyczące produkcji roślin transgenicznych na świecie, adres internetowy: www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/default.asp,
- Dane ogłoszone przez FAO w raporcie dotyczącym liczby ludności głodującej na świecie, *The State of Food Insecurity in the World 2010: Addressing food insecurity in protracted crises*, adres internetowy: www.fao.org/docrep/013/i1683e/i1683e.pdf,
- Dane uzyskane przez *Martin&Jacob* w 2006 roku na zlecenie Polskiej Federacji Biotechnologii zaczerpnięte z: *Stosunek producentów rolnych do roślin GM* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, T. Twardowski i in., nr 2, 2008,
- Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych w 1999 i 2000 roku przez TNS OBOP badań nt. nowoczesnej biotechnologii. Zaczerpnięte zostały one z: *Biotechnologia w Polskiej opinii społecznej; dynamika zmian w latach 1998-2000* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, T. Twardowski i in., nr 1, 2001,
- Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych w 2005 roku przez TNS OBOP badań nt. „Opinii Polaków o biotechnologii i inżynierii genetycznej”. Udostępnione przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie,
- Dubisz S. (red.), *Uniwersalny słownik języka polskiego*, Warszawa 2003,
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2001/18/WE,
- Fukuyama F., *Koniec człowieka: konsekwencje rewolucji biotechnologicznej*, przeł. B. Pietrzyk, Kraków 2005,
- Gigilewicz E. (red.), *Encyklopedia katolicka*, t. XIII, Lublin 2009,
- Habermas J., *Przyszłość natury ludzkiej. Czy zmierzamy do eugeniki liberalnej?*, przeł. M. Łukasiewicz, Warszawa 2003,
- Hanneman K. B. i in. (red.), *Wielki poradnik medyczny: choroby i dolegliwości: rozpoznanie, leczenie konwencjonalne i naturalne*, przeł. A. Michajlik i in., Warszawa 2005,
- Hingst W., *Bomba zegarowa: geny*, przeł. D. Łyżnik, Warszawa 1995,
- Honderich T. (red.), *Encyklopedia filozofii*, przeł. J. Łoziński, t. I, Poznań 1998,
- Hryniewiecka L., *Biologia: jedność i różnorodność*, Warszawa 2008,
- Kant I., *Uzasadnienie metafizyki moralności*, przeł. M. Wartenberg, przekład przejrzął R. Ingarden, Warszawa 1984,
- Klimowicz E., *Utylitaryzm w etyce: współczesne kontrowersje wokół etyki Johna Stewarta Milla*, Warszawa 1974
- Kofta W., *Podstawy inżynierii genetycznej*, Warszawa 1997,
- Kopcewicz J., Lewak S. (red.), *Fizjologia roślin*, Warszawa 2005,
- Kosińska M. (red.), *Biologia: spojrzenie na życie i biosferę. Encyklopedia PWN*, Warszawa 2002,
- Kymlicka W., *Współczesna filozofia polityczna*, przeł. A. Pawelec, Kraków 1998,
- Latynosi w biopaliwowej czołówce*, adres internetowy: www.tierralatina.pl/2011/04/latynosi-biopaliwa/.
- Lewiński W., *Genetyka: książka pomocnicza dla kandydatów na akademie medyczne i uniwersyteckie wydziału biologii*, Rumia 2001,
- Louët S., *EC study reveals an informed public* [w:] „Nature Biotechnology”, t. 19, 2001,
- Łukaszyk R. i in. (red.), *Encyklopedia katolicka*, t. IV, Lublin 1985,

- Małuszyńska J., *Zobaczyć gen, chromosom i genom – czyli badania cytogenetyki molekularnej* [w:] „Nauka”, nr 4, 2007,
- Mariański J., *Socjologia moralności*, Lublin 2006,
- McHughen A., *Żywność modyfikowana genetycznie: żywność, jakość, technologia: poradnik konsumenta*, przeł. A. Babuchowski i in., Warszawa 2004,
- McNaughton D., Rawling P., *On Defending Deontology*, Oxford, 1998,
- Mickiewicz A., i in., *GMO – zyski i straty* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, nr 3, 2006,
- Moore G. E., *Etyka*, przeł. Z. Szawarski, Warszawa 1980,
- Muszala A. (red.), *Encyklopedia bioetyki: personalizizm chrześcijański. Głos Kościoła*, Radom 2005,
- Narkiewicz-Jodko J., *Jestem przeciw* [w:] „Farmer”, nr 20, 2007,
- Nestle M., *Genetically engineered golden rice unlikely to overcome vitamin A deficiency* [w:] „Journal of the American Dietetic Association”, t. 101, nr 3, 2001,
- Newell J., *W roli Stwórcy? Dokąd zmierzają inżynieria genetyczna*, tłum. A. Bartoszek-Pączkowska, M. Bontemps-Gracz, Warszawa 1997,
- Oesterle J. A., *Etyka*, przeł. J. Sulowski, Warszawa 1965,
- Ossowska M., *Socjologia moralności: zarys zagadnień*, Warszawa 1986,
- Ossowska M., *Podstawy nauki o moralności*, Wrocław i in., 1994,
- Otałęga Z. i in. (red.), *Encyklopedia biologiczna. Wszystkie dziedziny nauk przyrodniczych*, t. I, Kraków 1998,
- Piątek Z., *Ekofilozofia*, Kraków 2008,
- Purchase, I. F. H., *Ethical issues for bioscientists in the new millennium* [w:] “Toxicology Letters”, 127 (2002),
- Reiss M. J., Straughan R., *Poprawianie natury: inżynieria genetyczna – nauka i etyka*, przeł. J. Fronk, Warszawa 1997,
- Ricken F., *Etyka ogólna*, przeł. P. Domański, Kęty 2001,
- Ronzoni M., *Teleology, Deontology and the Priority of the Right: On Some Unappreciated Distinctions*, 2010,
- Singer P. (red.), *Przewodnik po etyce*, redakcja naukowa wydania polskiego J. Górnicka, Warszawa 1998,
- Soldenhoff S., *O intuicjonizmie etycznym: obowiązek i wartość w systemie W. D. Rossa*, Warszawa 1969,
- Soldenhoff S., *Wprowadzenie do etyki*, Warszawa 1972,
- Sperlich D., *Genetyka populacji*, przeł. B. Łapiński, Warszawa 1977,
- Stich S. P., *The Recombinant DNA Debate* [w:] *Contemporary issues in bioethics*, edited by T. L. Beachamp, L. Walters, Belmont, California 1982 by Wadsworth, Inc.,
- The Report: *GM crops: Reaping the benefits, but not in Europe. Socio-economic impacts of agricultural biotechnology*, EuropaBio, 2011,
- Turner J. H., *Struktura teorii socjologicznej*, przekł. G. Woroniecka i in., Warszawa 2004,
- Twardowski T., Dąbrowski T. (red.), *Czy jest możliwe pogodzenie nowych technologii w rolnictwie z postulatami zachowania bioróżnorodności: odmiany tolerujące herbicydy w doświadczeniach brytyjskich* [w:] “Kosmos: problemy nauk biologicznych”, t. 56, nr 3-4, Kraków 2007,
- Twardowski T., *Ocena zagrożeń powodowanych przez rośliny genetycznie zmodyfikowane* [w:] „Nauka”, nr 3, 2009,
- Twardowski T., *Opinia publiczna a GMO* [w:] „Biotechnologia: przegląd informacyjny”, nr 3, 2007,
- Twardosz W. (red.), *Wielka encyklopedia zdrowia*, t. II, Poznań 2002,
- Ustawa z dnia 22 czerwca 2001 roku o organizmach genetycznie zmodyfikowanych, (Dz. U. Nr 76),
- Wallerstein I., *Koniec świata jaki znamy*, przeł. M. Bilewicz i in., Warszawa 2004,
- Wallerstein I., *Nowoczesny system-świat*, [w:] *Współczesne teorie socjologiczne*, A. Jasińska-Kania i in., t. II, Warszawa 2006,
- Watson J. D., Berry A., *DNA tajemnica życia*, tłum. J. i P. Turowscy, Warszawa 2005,
- Wiąckowski S., *Genetycznie modyfikowane obietnice* [w:] „Nasz Dziennik”, nr 101, 2007,
- Williams B., *Moralność: wprowadzenie do etyki*, przeł. M. Hernik, Warszawa 2000,
- Winter P. C. i in., *Genetyka: krótkie wykłady*, przeł. W. Prus-Głowacki, Warszawa 2004,
- Varner G., *Utilitarianism and the Evolution of Ecological Ethics*, 2008.
- Zanieczyszczenie genetyczne – poważny problem*, adres internetowy: http://www.iucn-ce.org/publications/inzynieria_genetyczna_czy_rolnictwo_ekologiczne.pdf,
- Zimny L., *Encyklopedia ekologiczno-rolnicza*, Wrocław 2003,
- Żakowska-Henzler H., *Wynalazek biotechnologiczny: przedmiot patentu*, Warszawa 2006.

