

Rośliny modyfikowane genetycznie - zmierzch cywilizacji czy zbawienie ludzkości?

Aleksandra Adamczyk, Ewa Banaszak, Marta Rozynek, Karolina Rybacka

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii
E-mail: aleksandra.adamczyk98@gmail.com, ewa.banaszak@icyber.pro,
rozynekmarta@gmail.com, rybacka.karolina1926@gmail.com

Tutor: dr hab. Sławomir Borek

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii,
Instytut Biologii Eksperymentalnej, Zakład Fizjologii Roślin

Słowa kluczowe – *biotechnologia, GMO, rośliny transgeniczne*

Wysokie standardy rzetelności i skrupulatne przestrzeganie właściwego dla nauki systemu wartości muszą stanowić nieodłączny atrybut pracy naukowej, której główną inspiracją jest pogłębianie potwierdzonej wiedzy i poszerzanie jej horyzontu poza granice tego, co jest już znane, a także dzielenie się nią z innymi (Kodeks etyki pracownika naukowego, Komisja do spraw etyki w nauce, 2012). Istnieją jednak zagadnienia, które dzielą środowiska naukowe i wywołują liczne obawy wśród społeczeństwa. Jednym z nich są GMO (organizmy modyfikowane genetycznie, z ang. *genetically modified organism*). Jest to obecnie jeden z najbardziej rozpoznawalnych akronimów w dziedzinie biotechnologii. Oznacza on organizmy roślinne, zwierzęce oraz mikroorganizmy, których genomy zostały zmienione przez człowieka w sposób celowy. Bez wątpienia organizmy GM na stałe odmieniły losy ludzkości, a życie bez nich stało się niemal niewyobrażalne. Budzą one jednak wiele kontrowersji, a grono przeciwników GMO stale się powiększa. Jednak większość krytyki kierowanej w stronę działalności związanej z organizmami modyfikowanymi genetycznie dotyczy tak naprawdę rzeczy nie wynikających z natury samych organizmów, a z zabiegów człowieka wokół nich. Jednym z bardzo wczesnych takich działań była tzw. Zielona Rewolucja. Był to program Organizacji Narodów Zjednoczonych realizowany w latach 60-ych XX wieku mający na celu zlikwidowanie zjawiska głodu na Ziemi. Ważnym czynnikiem było właśnie wyhodowanie nowych odmian zbóż: pszenicy, ryżu i kukurydzy, charakteryzujących się dużą plennością i odpornością na choroby. Wynikł z tego szereg negatywnych następstw ekologicznych, ale ich przyczyną nie był zmieniony genom wyhodowanych roślin, lecz niekorzystne przekształcenia środowiska przyrodniczego w wyniku wprowadzania monokultur rolnych, przeprowadzania nieprzemyślanych melioracji czy nadmiernego zużycia wody w celu nawadniania, nadużywania nawozów sztucznych i pestycydów (Encyklopedia PWN, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/zielona-rewolucja;4001415.html>). Same rośliny nie były też stricte GMO, gdyż pierwsze organizmy nazwane w ten sposób powstały dopiero w 1973 roku.

Człowiek jako istota cudzożywna, praktycznie od zawsze był uzależniony od, między innymi, roślin. Modyfikacje genetyczne wprowadzane metodami hodowlanymi są znane od starożytności – w ten sposób za pomocą selektywnego krzyżowania wytworzono heksaploidalną pszenicę zwyczajną oraz szereg mieszańców, takich jak pierwsnek czy liczne międzygatunkowe krzyżówki wśród

zwierząt (np. muł). Dzisiejsza inżynieria genetyczna pozwala na szybsze i bardziej precyzyjne operacje, na przykład wybranie danego genu i umieszczenie go w genomie rośliny, co powoduje natychmiastowy efekt w postaci jego ekspresji i powstania białka. Głównym założeniem transgenizacji od 2005 roku stało się polepszanie wartości jakościowych plonów. Spośród wszystkich prób otrzymywania roślin GM o komercyjnym znaczeniu aż 51% przypada na ten właśnie cel. Modyfikacje genetyczne budzące najwięcej kontrowersji to przeważnie wprowadzenie genów pochodzących z innych gatunków, które nadają modyfikowanemu organizmowi pożądaną cechę, niewystępującą u niego naturalnie. Część naukowców oczywiście uznaje to za wręcz spektakularne odkrycie stwarzające ogromne możliwości, ale opinia publiczna jest podzielona. Można odnieść wrażenie, że u wielu ludzi takie modyfikacje budzą swego rodzaju lęk. Z czego jednak ten lęk wynika? Boimy się tego, czego nie znamy, a prawdą jest, że wielu z nas niewiele wie o organizmach powstających za pomocą technik inżynierii genetycznej. Większość z mitów dotyczących GMO dawno obalono, ale nadal są one powtarzane przez opinię publiczną. Najczęstszym zarzutem jest to, jakoby spożywanie transgenicznych roślin prowadziło do częstszych alergii, wpływało na płodność, czy wywoływało nowotwory, a nawet prowadziło do ingerencji w nasze DNA, czy DNA zwierząt, które pasłyby się paszami wytwarzanymi z transgenicznych roślin. Tymczasem powstało wiele opracowań naukowych zaprzeczających tym zarzutom, a nieliczne je potwierdzające, najczęściej okazywały się zmanipulowane lub opłacone – oczywiście pozytywne raporty również zdarzały się zmanipulowane, ale ich procent jest zdecydowanie mniejszy (Rotkiewicz, 2011).

Zalet organizmów modyfikowanych genetycznie jest całe mnóstwo, wiele użytecznych zmian zostało wprowadzonych na przykład w rolnictwie. Ingerowanie w materiały genetyczne poszczególnych gatunków roślin poprawia ich jakość pod względem sensorycznym, odżywczym, zmniejsza również straty wynikające z transportowania i przechowywania. Według danych FAO (Food and Agriculture Organization) nawet 20–30% plonów jest niszczone przez szkodniki i choroby. Dlatego nieuniknione było rozpoczęcie poszukiwań sposobu, w jaki możemy chronić rośliny przed różnego rodzaju patogenami, grzybami, wirusami, insektami czy herbicydami (Malepszy, 2001). Szczególnie interesujące są prace związane z uzyskiwaniem roślin odpornych na herbicydy – syntetyczne lub naturalne związki, które wykorzystywane są w niszczeniu chwastów. Mogą one jednak działać toksycznie na różne grupy roślin, w tym na rośliny uprawiane, zatem odporność na nie stała się powszechnie stosowaną modyfikacją w przemyśle biotechnologicznym. Najczęściej nadaje się roślinom odporność na herbicyd Roundup, który zawiera substancję czynną – glifosat, hamującą działanie bardzo ważnego dla roślin enzymu – syntazy EPSPS. Jest to kluczowy enzym w biosyntezie aromatycznych aminokwasów. Modyfikacja zapewniająca odporność na ten herbicyd zostaje uzyskana poprzez wprowadzenie do rośliny genu kodującego syntazę EPSPS niewrażliwą na herbicyd, lub przez wprowadzenie genu odpowiedzialnego za powstanie reduktazy glifosatu – enzymu rozkładającego glifosat (Mickiewicz i in., 2006). Glifosat niszczy chwasty zarówno jednoliścienne, jak i dwuliścienne, zatem jest on niezmiernie skuteczny. Kolejnym popularnym herbicydem jest fosfotrycyna (glufosynat), która niszczy chwasty jednoliścienne m. in. perz występujący w uprawach ziemniaków lub buraka cukrowego. Fosfotrycyna jest kompetycyjnym inhibitorem syntetazy glutaminy i w ten sposób powoduje raptowny wzrost poziomu amoniaku w komórkach chwastów, konsekwencją czego jest śmierć organizmu (Nowaczyk i Obrępańska-Stęplowska, 2006). Korzyścią z tego płynącą jest ograniczenie stosowania środków chemicznych oraz zmniejszenie nakładu pracy. Pośrednio zwiększa to wydajność upraw przy jednoczesnym zmniejszeniu ich kosztów.

Poważnym problemem, z jakim borykają się rolnicy są choroby grzybowe i bakteryjne roślin niszczące niekiedy całe uprawy. Odporność na nie można uzyskać poprzez wprowadzenie transgeny kodującego enzymy degradujące ścianę komórkową patogenu (np. chitynaza czy glukanaza) lub

białko, które wiąże się z błoną komórkową bakterii powodując jej zniszczenie (osmotyna). Straty w produkcji roślinnej powstają nie tylko na polach wskutek chorób i szkodników, ale też podczas transportu i przechowywania plonów. Aby wydłużyć np. trwałość owoców rolnych stworzono pomidora FlavrSavr, który w 1994 roku jako pierwsza transgeniczna roślina wprowadzona do powszechnego obrotu miała podbić świat. Cechą charakterystyczną tego pomidora było zmniejszenie ekspresji genu kodującego poligalaktouronazę – enzym odpowiedzialny za rozkład ściany komórkowej. Taka ingerencja w materiał genetyczny powoduje, że pomidory nie mięknią, a ich dojrzewanie jest wolniejsze, co umożliwia łatwiejszy ich transport. Ponadto, mogą być one przechowywane przez dłuższy czas.

Rośliny jadalne są modyfikowane dodatkowo w celu polepszenia ich wartości odżywczych, wzbogacenia o mikro- i makroelementy, a także poprawy walorów smakowych i estetycznych. Tworzone w ten sposób transgeniczne rośliny mają cechy, których nie można uzyskać metodami tradycyjnej hodowli, względnie proces hodowli trwałby zbyt długo. Jednym z najbardziej znanych przykładów roślin transgenicznych jest „złoty ryż” – odmiana ryżu siewnego uzyskana metodami inżynierii genetycznej syntetyzująca β -karoten w bielmie nasion. Odmiana powstała z myślą o niedożywionej ludności krajów rozwijających się, w których dzieci zapadają na ślepotę zmierzchową (powstającej wskutek upośledzenia czynności pręcików w siatkówce oka) z uwagi na brak witaminy A. β -karoten zawarty w jadalnych częściach ryżu jest właśnie prowitaminą A. Chociaż eksperyment nie w pełni przyczynił się do osiągnięcia zakładanych rezultatów, to był to krok w kierunku stworzenia całej gamy produktów określanych mianem „żywności funkcjonalnej”. Jest to żywność, której poza podstawowym zadaniem, jakim jest odżywianie, przypisuje się pozytywny psychologiczny lub fizjologiczny wpływ na ludzki organizm. Może np. obniżać poziom cholesterolu, wzmacniać układ odpornościowy, przywracać równowagę mikrobiologiczną układu pokarmowego, wspomagać leczenie zespołu jelita drażliwego, działać przeciwzapalnie czy chociażby nie wywoływać alergii, jak np. modyfikowane genetycznie orzeszki.

Zupełnie innym zagadnieniem jest agrofarmaceutyka polegająca na wykorzystaniu roślin transgenicznych jako bioreaktorów do produkcji białek, które mogą być wykorzystane w terapii lub diagnostyce medycznej. Szczególnie cennymi białkami pozyskiwanymi z roślin są interleukiny, cytokiny, hormony wzrostu, kolagen czy też antygeny wirusowe lub bakteryjne, mogące stanowić doustne szczepionki. Dowiedziono, że wiele substancji cennych z punktu widzenia medycyny – leki i szczepionki – może być produkowanych przez zwierzęta transgeniczne oraz rośliny wytwarzające np. białka wirusowe lub bakteryjne. Genetyczne modyfikacje pozwalają na zwiększenie spektrum produktów pozyskiwanych z tych roślin, które mogą wytwarzać przeciwciała, szczepionki i różnego rodzaju leki. Udowodniono, że podobnie jak ma to miejsce w przypadku tradycyjnych szczepionek doustnych, spożycie odpowiednio zmodyfikowanej rośliny indukuje odpowiedź odpornościową konsumenta na dany patogen. Antygen znajdujący się wewnątrz komórki roślinnej jest chroniony przed zbyt wczesnym strawieniem w układzie pokarmowym, zastosowanie liofilizatów sprawia, że szczepionka może być przechowywana długo, nawet w temperaturze pokojowej. Koszty wyprodukowania jadalnej szczepionki w roślinie są wbrew pozorom niższe od tradycyjnej produkcji szczepionek. Dowodem takiej szczepionki jest zmodyfikowany ziemniak wytwarzający podjednostkę termolabilnej enterotoksyny B enterotoksycznej *Escherichia coli*. W testach laboratoryjnych u myszy karmionych surowym transgenicznym ziemniakiem zaobserwowano indukcję odpowiedzi immunologicznej na antygen.

Środowisko naturalne również nie pozostaje obojętne na wpływ GMO. Niektóre procesy naturalne są wspomagane przez zmodyfikowane rośliny. Mimo iż działania w tym kierunku nie są prowadzone na dużą skalę, to przemysł biotechnologiczny nadal rozszerza swoje badania w tej

dziedzinie. Rośliny GM mogą być wykorzystywane m. in. do oczyszczania środowiska. Ponadto rośliny transgeniczne mogą przyczyniać się do ograniczenia wykorzystywania zasobów pochodzących ze środowiska. Procesem, dzięki któremu z wód i gleb mogą być usuwane zanieczyszczenia, jest fitoremediacja. Zazwyczaj wykorzystuje się przy tym mikroorganizmy np. bakterie, jednakże od pewnego czasu bioinżynierowie prowadzą pod tym kątem badania, które polegają na tym by do genomów roślin przenieść geny bakterii wykorzystywanych w fitoremediacji. Obecnie udało się już wygenerować m. in. gorczycę sarepską, która może usuwać ze środowiska ołów, czy tobołki polne rozkładające nikiel i cynk.

Czy inżynieria genetyczna jest „lepszym stwórcą”? Czy możemy się pokusić o tak daleko idące sformułowanie? Widać jak wiele przemawia za GMO, liczba przywołanych przez nas argumentów jest niczym ukłon w kierunku inżynierii genetycznej. Jesteśmy świadome tego, że technologia idzie do przodu, a świat potrzebuje pełnych zapasu do pracy młodych naukowców, którzy właśnie odkrywając nowe technologie, będą mogli tworzyć inteligentnie i w bezpieczny dla ludzkości sposób organizmy transgeniczne. Ludzie muszą tylko chcieć. Chcieć w ogóle zdać sobie sprawę, że GMO nie są tworzone „dla zabawy”, ale z myślą właśnie o ludzkości. Dlatego też nie powinno się wysuwać pochopnych wniosków i od razu podpisywać się pod zdaniem, że „inżynierowie genetycy powinni od zaraz zaprzestać swoich badań zanim Bóg czy Natura powezmą straszliwą zemstę”. Warto wspomnieć, że członkowie Papieskiej Akademii Nauk opowiadają się za pracami nad roślinami transgenicznymi oraz ich wykorzystaniem w rolnictwie (Rotkiewicz, 2011). Nie jest to więc sprzeczne przynajmniej z katolicką wiarą, która w naszym kraju dominuje. O bezpieczeństwie transgenicznych roślin świadczy również to jak duży procent funduszy, które pochłaniają badania nad nią przeznaczony jest właśnie na zagadnienia biobezpieczeństwa. Takie organizmy muszą spełniać szereg restrykcyjnych wymagań. Unia Europejska przeprowadza na dodatek osobne testy aby dopuścić takie rośliny do uprawy na jej terenie. Edwin Chargaff twierdzi, że „Era nauki, jako niekończącego się poszukiwania prawdy o naturze, poszukiwania, które miało pomóc nam zrozumieć funkcjonowanie świata, skończyła się. Zaczęła się nowa era; nauka jest teraz rzemiosłem, sztuką manipulowania, modyfikowania i ukierunkowywania sił natury”. Próby ucieczki przed nadchodzącą nową erą niezależnie czy wynikają z ignorancji, niewiedzy czy strachu są niebezpieczne, gdyż hamują rozwój wielu dziedzin naukowych. Co komu po nowych transgenicznych roślinach, gdy nie mogą one trafić na rynek? A będą nam one coraz bardziej potrzebne. Tradycyjne rolnictwo nie da rady wyżywić zwiększającej się populacji ludzkiej zwłaszcza, że w największym stopniu przyrasta ona w krajach rozwijających się, które już mają problem z zapewnieniem pożywienia dla swoich mieszkańców. Zwiększające się ceny żywności doprowadzą do większych podziałów społecznych, a tańsza, mocno przetworzona żywność do wzrostu częstości występowania chorób cywilizacyjnych, takich jak otyłość, miażdżyca czy cukrzyca. Należy niestety przyznać, że tylko rzetelna wiedza, umożliwiająca merytoryczną ocenę, determinuje zajęcie uzasadnionego stanowiska wobec GMO dla innowacyjnych rozwiązań nauki i techniki, dlatego mamy nadzieję, że wymienione przeze nas przykłady użycia GMO są wystarczającym potwierdzeniem, że powinno ono zostać przez wszystkich ludzi zaakceptowane, gdyż „ewolucja uczyniła nas niewolnikami naszych genów. W ciągu krótkich stu lat lub jeszcze szybciej to my staniemy się ich panami” (Newell, 1997) i to właśnie za sprawą inżynierii genetycznej, która umożliwi tworzenie genetycznie zmodyfikowanych organizmów.

Podsumowując, inżynieria genetyczna to ogromna szansa dla naszego świata, a zrozumienie jej jest dziś niezwykle ważne dla zauważenia jej potencjału oraz tego, że w tej dziedzinie nauki dokonano już tak wiele, że nie można w tej chwili całej tej wiedzy, całego doświadczenia związanego z GMO, wyrzucić do kosza. Wniosek jest jeden: genetycznie modyfikowane organizmy nie doprowadzą do zmięczenia cywilizacji, ale strach przed nimi może to zrobić.

Literatura

Encyklopedia PWN. Zielona rewolucja. <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/zielona-rewolucja;4001415.html>
[dostęp: 17.11.17r.]

Komisja do spraw etyki w nauce, 2012. Kodeks etyki pracownika naukowego. NAUKA 3/2012.

Malepszy S., 2001. Biotechnologia roślin. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Mickiewicz A., Twardowski T., Figlerowicz T. 2006. GMO - zyski i straty. BioTechnologia, 3(74): 145–153.

Newell J., 1997. W roli stwórcy? Dokąd zmierza inżynieria genetyczna. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.

Nowaczyk K., Obrępańska-Stępińska A., 2006. Wybrane mechanizmy nabywania odporności organizmów na środki ochrony roślin. Postępy Biologii Komórki, 33(1): 137–158.

Rotkiewicz M., 2011. Gmatwanina wokół GMO.
<https://www.polityka.pl/tygodnikpolityka/nauka/1519208,1,gmo-fakty-i-mity-w-pigulce.read>
[dostęp: 17.11.17r.]

Krótką notką o autorkach:

Aleksandra Adamczyk: *Jestem studentką biotechnologii na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Od kiedy pamiętam interesowałam się biologią, a nauka tego przedmiotu zawsze sprawiała mi dużo przyjemności. Postanowiłam więc wybrać kierunek biotechnologia, ponieważ uważam, że dzięki niej oraz technikom inżynierii genetycznej nasz świat może stać się lepszy.*

Ewa Banaszak: *Jestem studentką biotechnologii na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Obszar moich zainteresowań obejmuje biochemię, biologię molekularną, a także inżynierię genetyczną oraz jej możliwe zastosowania w ochronie zdrowia.*

Marta Rozynek: *Jestem licencjonowanym krytykiem sztuki (Licencjat na kierunku Krytyka Artystyczna Wydziału Sztuk Pięknych Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu), ale mimo to wciąż amatorką. Obecnie jestem studentką na pierwszym roku biologii na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Biologia to moja miłość z dzieciństwa, do której powróciłam po latach, ale nie zamierzam porzucić dla niej sztuki. Szukam sposobu na egzystowanie w obu światach.*

Karolina Rybacka: *Jestem studentką I roku biotechnologii na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Interesuje się zagadnieniami dotyczącymi inżynierii genetycznej. W przyszłości chciałabym badać żywność oraz udoskonalać ją w taki sposób, aby zoptymalizować jej właściwości dla ludzi i zwierząt przy jednoczesnym zmniejszeniu wszelkich zagrożeń płynących m.in. z jej modyfikacji.*