NAUKA 2/2016 • 181-188

TOMASZ TWARDOWSKI *

Rzeczywistość XXI wieku – GM żywność

Liczba ludności na świecie wzrasta, natomiast maleje zarówno areał ziemi uprawnej, jak i dostępność słodkiej wody. Konkluzja jest jednoznaczna: konieczne jest znalezienie innowacyjnych technologii produkcji żywności umożliwiających wyżywienie większej liczby ludzi, ponadto przy wyższym standardzie życia codziennego, także wymagań żywnościowych. Jak ten problem wygląda z polskiej perspektywy w kontekście Unii Europejskiej i reszty świata? Konieczne jest rozpatrzenie tego zagadnienia w następujących aspektach:

- Biogospodarka i agrobiotechnologia;
- Produkty dostępne na rynku dla przeciętnego konsumenta;
- Opinia publiczna jako czynnik determinujący działania polityków;
- Legislacja i porozumienia międzynarodowe;
- Perspektywy.

Biogospodarka i agrobiotechnologia

W rozwoju rolnictwa możemy w sposób uproszczony, ale możliwy do weryfikacji przez każdego z nas, wyróżnić kilka rewolucyjnych przemian. Niewątpliwie będzie to rewolucja przemysłowa, zarówno wprowadzenie kosy zamiast sierpa, jak i wprowadzenie maszyn na pola zamiast koni i wołów. Z pewnością zastosowanie chemii, czyli nawozów azotowych (po pierwszej wojnie światowej), jak i środków chwastobójczych i owadobójczych (po drugiej wojnie światowej), spowodowało zmiany wręcz rewolucyjne i w zasadniczy sposób wpłynęły na produkcję rolną. Następnie mieliśmy do czynienia z „zieloną rewolucją", której ojcem był Norman Borlaug – laureat pokojowej Nagrody Nobla. Dzięki otrzymaniu krótkokłosej pszenicy i ryżu w zasadniczy sposób wzrosła produkcja rolnicza w krajach azjatyckich. Współcześnie mamy też do czynienia z pozyskiwaniem nowych terenów rolniczych, niestety najczęściej przez wycinanie lasów. W ostatnim dwudziestoleciu obserwujemy zmiany biotechnologiczne: wprowadzenie odmian genetycznie zmodyfikowanych opornych na środki chwastobójcze, jak i zdolne do wytwarza-

* Prof. dr hab. Tomasz Twardowski, Instytut Chemii Bioorganicznej PAN, Poznań
e-mail: twardows@ibch.poznan.pl

nia czynników owadobójczych. W efekcie potaniała produkcja roślin. Należy podkreślić, że w rezultacie tej ostatniej „rewolucji" poprawie uległa produkcja rolnicza w aspekcie ekonomicznym (wyższa produkcyjność), natomiast tyko w niewielkim zakresie uległa zmianie plenność zmodyfikowanych roślin, jak również w ograniczonym stopniu wprowadzono do produkcji odmiany dające cenniejsze dla konsumenta produkty, na przykład bogatsze w witaminy czy składniki prożywnościowe. Zapewne w niedalekiej przyszłości będziemy obserwować rewolucyjne przemiany właśnie w zakresie cech produkcyjnych roślin, czy też istotne zwiększenie znaczenia gospodarczego roślin mało znanych i w minimalnym zakresie produkowanych, jak np. w odniesieniu do Polski bataty czy też soja (tej ostatniej konsumujemy bardzo wiele, natomiast produkcja w 2015 r. był ograniczona do ok. 6000 ha) [1, 2].

Współcześnie konieczne jest zwrócenie uwagi na mało znany fakt, że w wielu przypadkach osiągnięcia rolnicze w zakresie otrzymywania nowych odmian roślin spełniają kryteria zdolności patentowej. Pojawia się zatem kwestia nieznana wcześniej w rolnictwie, a mianowicie własność intelektualna w tych samych kategoriach jak ma miejsce w zakresie typowego, klasycznego przemysłu [3].

Opinia publiczna jako czynnik determinujący działania polityków

W opiniach ekspertów i praktyków o agrobiotechnologii (badania były przeprowadzone przez wywiady bezpośrednie realizowane w ośrodkach doradztwa rolniczego) jednoznacznie wskazuje się na bardzo duży sceptycyzm kadry doradczej. Odmiennie przedstawiają się producenci rolni, którzy w ogromnej większości są przekonani o korzyściach wynikających z użycia GM odmian roślin, jednakże bardzo pragmatycznie stwierdzają, że wykorzystanie GM odmian warunkowane jest możliwościami zbytu, czyli normami prawnymi. Postawy wobec GMO naszego społeczeństwa wyrażane są w praktyce poprzez sprawdzanie etykiet na produktach i zakup lub odrzucenie produktu. W odniesieniu do GM żywności odrzucenie deklaruje 2/3 ankietowanych, natomiast deklarację użycia leku na bazie GMO składa prawie 90% naszych rodaków. Zaskakująco inaczej nasze społeczeństwo reaguje w odniesieniu do kosmetyków: w tym przypadku informacja o nowoczesnej biotechnologii stosowanej w procesie wytworzenia kosmetyku jest czynnikiem promocyjnym! Można wręcz postawić tezę, że „postawy wobec konsumpcji GMO" to akceptacja kierunków rozwoju gospodarki [4-6]. Natomiast dla znacznej części naszego społeczeństwa słuszne jest postawienie znaku równości:

$$\text{GMO} = \text{UFO} = \text{NESSIE}$$

W odniesieniu do genetycznie zmodyfikowanych organizmów mamy tysiące artykułów naukowych, z których jednoznacznie wynika brak efektów negatywnych dla człowieka i środowiska. Jednakże powszechna jest obawa przed GMO wynikająca z przes-

łanek irracjonalnych, opartych przede wszystkim na stwierdzeniach (generalnie słusznych), że nie wiemy, co wydarzy się w perspektywie kilku generacji oraz iż nie zbadano wszystkich możliwych wariantów wydarzeń. Niezidentyfikowane obiekty latające (UFO, *unidentified flying obiects*) oraz Nessie (potwór z jeziora Loch Ness) mają podobną charakterystykę: nikt nie wykluczył ich istnienia, jednakże trudno uwierzyć w ich występowanie i wpływ na naszą cywilizację, aczkolwiek dostępna literatura jest ogromna.

W tej sytuacji krytyczne znaczenie ma edukacja konsumentów oraz uczciwe informowanie społeczeństwa przez producentów o składzie produktu i metodach wytworzenia (poprzez etykiety produktów). Znakowanie produktów dostępnych na rynku jest regulowane przez stosowne unormowania prawne, jednakże często mamy do czynienia z naruszaniem nie tylko norm prawnych, ale także zwykłej przyzwoitości i uczciwości handlowej, a w szczególności Internet stwarza ogromne możliwości nadużyć. Przykładowo: W Internecie (w języku angielskim) jest reklamowana „czerwona sól himalajska" (http://www.amazon.com/Salt-Himalayan-Chemicals-Non-gmo-Organic/dp/B007V8A34M/ref=pd_sim_325_2/180-8914932-2810760?ie=UTF8&dpID=51J7gEChylL&dpSrc=sims&preST=_AC_UL160_SR120%2C160_&refRID=1B363V32Q01FKPSVFN7K), która zgodnie z tym opisem jest halal i kosher, całkowicie wolna od chemikaliów i pestycydów; organiczna, wolna od GMO; czysta sól himalajska; zatwierdzona przez FDA oraz NIH. W cytowanych opiniach konsumentów: „...Ta sól jest wolna od GMO, nie tak jak inne, dostępne komercyjnie sole [...]. Tylko ignorancja mas spowodowała, że nawet nie zdawano sobie sprawy z tego, że sól ma DNA, które można modyfikować. Nie tak jak produkowana przez Monsanto franken-sól, ta sól zawiera tylko DNA z naturalnych solnych organizmów. Ponadto sól ta nie zawiera żadnych chemikaliów. Ta sól jest także bez glutenu, odpowiednia dla wegetarian, nie zawiera cholesterolu! [...]"; „...Ta sól smakuje dużo lepiej niż ta, którą produkują Ci diabelscy naukowcy, którzy zmieniają sól w coś żywego tylko po to, aby zabijać i torturować, a potem modyfikować DNA[...]. Słyszałem, że w niektórych przypadkach naukowcy używali nawet DNA komórek macierzystych z płodów po aborcji, potem modyfikowali je, aby odczuwało ból [...] ".

Podobnym przykładem nadużycia była reklama jaj „farmio" (http://www.farmio.com/), które producent reklamował jako „wolne od GMO" oraz cechujące się wyższą jakością, bowiem pochodziły od kur karmionych paszą bez GM soi. Reklama ta została w zasadniczy sposób zmieniona w efekcie działań organizacji konsumenckich. Oczywiście były to informacje elementarnie błędne, bowiem stosowanie GM karmy lub wolnej od GM nie prowadzi do jaj „nie-GMO", czy też nie gwarantuje wyższej jakości jajek.

W tej sytuacji krytyczne znaczenie ma edukacja konsumentów oraz uczciwe informowanie społeczeństwa przez producentów (przez etykiety produktów). Znakowanie produktów dostępnych na rynku jest regulowane przez stosowne unormowania prawne.

Produkty dostępne na rynku

Znaczenie ekonomiczne inżynierii genetycznej jest określone przez liczbę innowacyjnych produktów, usług i rozwiązań dostępnych dla przeciętnego konsumenta [5]. Aktualnie polski konsument może nabyć następujące artykuły: żywność, pasze i komponenty żywności zawierające lub wytworzone z wykorzystaniem GMO; biofarmaceutyki otrzymane z zastosowaniem technik inżynierii genetycznej, jak również dostępne są usługi analityczne oparte na sekwencjonowaniu DNA; kosmetyki wyprodukowane z zastosowaniem składników lub technik innowacyjnej biotechnologii opisanych jako „DNA technologia". Na naszej codziennej liście zakupów spożywczych szacunkowo ok. 70% produktów zawiera dodatki do żywności, które są genetycznie zmodyfikowane lub są wyprodukowane z zastosowaniem technik inżynierii genetycznej, a dla przykładu: ciasta, zupki instant, czekolady, wędliny, makarony, produkty wegetariańskie itp. Oczywiście w większości przypadków są to niewielkie ilości dodatków, jak słodzik w formie syropu kukurydzianego. Jednakże mamy do czynienia także z produktami masowymi, jak np. pasze oparte na śrucie z soi transgenicznej. Wiele artykułów żywnościowych wyprodukowanych jest z zastosowaniem enzymów pozyskiwanych za pomocą technik inżynierii genetycznej, jak np. chymozyna (czyli popularna podpuszczka), enzym niezbędny do produkcji serów, czy też enzymy proteolityczne konieczne do produkcji klarowanych soków owocowych. Natomiast w wielu produktach mamy niewielkie dodatki czynników pochodnych z GMO (czyli preparaty niebędące zmodyfikowane, ale wydzielone z roślin zmodyfikowanych genetycznie), jak lecytyna w czekoladzie czy też białka sojowe lub mączka sojowa dodawane do produktów żywnościowych. Zazwyczaj są to niewielkie dodatki, zdecydowanie mniej niż 0,9%, a zatem poniżej normy zobowiązującej producenta do stosowanego oznakowania na etykiecie produktu.

W sytuacji rynkowej bardzo duże znaczenie ma czynnik, często pomijany w analizach, a mianowicie: wzrost stopy życiowej – zwłaszcza w krajach Azji i Afryki – niejednokrotnie przejawiający się istotną zmianą diety. Ludność wielu krajów tradycyjnie stosowała dietę roślinną jako podstawę wyżywienia. Wraz ze wzrostem stopy życiowej powszechna jest rezygnacja z diety roślinnej na rzecz konsumpcji mięsa. Natomiast wyprodukowanie kilograma mięsa wymaga od 5 do 10 kg ziarna i ogromnej ilości wody. Z pewnością jedną z możliwych form rozwiązania kryzysu żywnościowego mogłaby być powszechna zmiana upodobań żywieniowych i masowy powrót do diety roślinnej. Jednakże powszechna akceptacja takiej koncepcji jest mało prawdopodobna.

Legislacja

Z pewnością normy prawne należy rozpatrywać w kategoriach legislacji krajowej, europejskiej oraz światowej, przy czym nie może być rozbieżności między tymi normami i musimy akceptować fakt nadrzędności norm przyjętych w formie konwencji czy

członkostwa w organizacji międzynarodowej jako uregulowań nadrzędnych w stosunku do prawa krajowego.

W legislacji krajowej podstawowe znacznie ma nowelizacja ustawy „O GMO" (28 listopada 2014). Istotne znaczenie mają uregulowania prawne dotyczące pasz, rolnictwa, zdrowia i środowiska. Zagadnienia legislacyjne były aktualnie, wyczerpująco i bardzo kompetentnie przedstawione [7]. Polskie unormowania prawne są zbieżne z uregulowaniami europejskimi. Legislacja UE jest jednoznacznie restrykcyjna. Szczególne znaczenie w tej problematyce ma Parlament Europejski; nowe unijne przepisy ułatwiają państwom UE wprowadzanie zakazu bądź ograniczanie upraw roślin genetycznie zmodyfikowanych na swym terytorium (styczeń 2015). Takie restrykcje wynikają z polityki wewnętrznej danego kraju i podstawą jest np. obawa zanieczyszczenia upraw ekologicznych GM roślinami. Istotne znaczenie ma wiele norm prawnych tylko pośrednio związanych z tematyką biotechnologii. W odniesieniu do zagadnień omawianych w tym tekście warto zwrócić uwagę na uregulowania dotyczące reklam. Przykładem jest zakaz wprowadzania konsumenta w błąd rozszerzony o treści reklamowe (zagadnienie to doskonale ilustruje przykład zmian wprowadzonych w reklamie jaj „farmio" wspomnianych uprzednio). Kara finansowa nałożona na firmę wprowadzającą do obrotu żywność nieprawidłowo oznakowaną może wynieść ponad 100 tys. zł. Wprowadzone 13 grudnia 2014 r. Rozporządzenie UE nr 1169/2011 dalej rozszerza jednak zakres odpowiedzialności. Sankcje mogą dotyczyć nie tylko producentów, ale i np. właścicieli sklepów internetowych oferujących żywność.

Międzynarodowe uregulowania prawne związane są przede wszystkim z członkostwem naszego kraju w organizacjach międzynarodowych oraz konwencje. W 1992 r. została przyjęta Konwencja o różnorodności biologicznej (Konwencja z Rio) regulująca zasady ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej oraz sprawiedliwy podział korzyści wynikających z wykorzystania zasobów genowych. W 2000 r. Polska przyjęła Protokół kartageński o bezpieczeństwie biologicznym do Konwencji o różnorodności biologicznej ujednolicający reguły dotyczące transferu i przechowywania żywych zmodyfikowanych organizmów (LMO, ang. *Living Modified Organisms*). W 2010 r. nasz kraj został sygnatariuszem Protokołu z Nagoi do Konwencji o różnorodności biologicznej dotyczącej dostępu do zasobów genetycznych oraz uczciwego i sprawiedliwego podziału korzyści będących efektem ich wykorzystania. Polska wywiązuje się ze zobowiązań wynikających z tych porozumień międzynarodowych.

Natomiast zupełnie odrębna grupa uwarunkowań wynika z międzynarodowego handlu. Światowa Organizacja Handlu (WTO, *World Trade Organisation*) uważa, że czynnikiem warunkującym wolny handel światowy jest harmonizacja przepisów. Ogromne znaczenie ma tworzenie stref wolnego handlu między Ameryką Północną a Unią Europejską. W tym konkretnym przypadku bardzo istotnym czynnikiem limitującym postęp

prac jest duża swoboda w stosowaniu technik inżynierii genetycznej i brak nakazu znakowania GM produktów w Ameryce Północnej w kontraście do ograniczeń prawnych obowiązujących w krajach Unii. Podstawowe znaczenie ma fakt ułatwień handlowych wynikających z takich porozumień, względnie też utrudnień, w przypadku braku takich uregulowań.

Polskie osiągnięcia naukowe

W stosunku do niezwykle skromnych nakładów państwa na naukę (0,29% PKB w roku 2015) osiągnięcia polskich biotechnologów są imponujące, jednakże limitowane prawie wyłącznie do sukcesów naukowych, a nie produktów komercyjnie dostępnych na rynku krajowym. Przykładowo możemy wymienić otrzymanie materiałów opatrunkowych (celulozowych oraz lnianych); wytwarzanie jadalnych szczepionek w roślinach; otrzymanie transgenicznych roślin: ogórek, sałata, ziemniak, łubin; wytwarzanie GM drzew jako nośników bioenergii. Sukcesem w pełni skomercjalizowanym jest polska produkcja insuliny. Aczkolwiek w tej produkcji zasadniczą rolę odgrywa konstrukt genetyczny nabyty jako licencja, jednakże pełna linia produkcyjna i opanowanie technologii to zasługa krajowych ekspertów (por. www.komitet biotechnologii.pan.pl).

Polscy biotechnolodzy mają wiele osiągnięć naukowych, które nadal nie są dostępne na rynku polskiego konsumenta. Nauka stanowi o rozwoju gospodarki. Normy prawne regulują i gwarantują bezpieczeństwo społeczeństwa. Podstawową kwestią w naszym kraju pozostaje brak przepływu osiągnięć naukowych do przemysłu. W XIX w. źródłem rozwoju społeczeństw były surowce – tak powstały mocarstwa kolonialne; w XX w. – produkty gwarantowały postęp gospodarczy; natomiast w XXI w. przedmiotem rywalizacji potęg gospodarczych są i będą usługi w zakresie innowacyjnych technologii „bio", jak sekwencjonowanie, analiza bioinformatyczna czy też biologia systemów i syntetyczna. Biotechnologia jest jedną z pięciu najbardziej efektywnych, nowych technologii. Polscy biotechnolodzy troszczą się nie tylko rozwojem badań podstawowych, ale także wdrożeniem postępu naukowo-technicznego do gospodarki. Procesy te regulowane są, w tym samym stopniu, zarówno przez postęp badań podstawowych, jak i normy prawne. Tylko mądra legislacja może gwarantować postęp i rozwój innowacyjnych technologii. Bioekonomia to klucz do przyszłego dobrobytu społeczeństwa, w zasadniczy sposób wpływający na pozyskiwanie bioenergii, biofarmaceutyków i biomateriałów. Bez postępu w zakresie tych trzech działów bioekonomii nie jest możliwy w tym stuleciu rozwój gospodarczy naszego kraju. Zaspokajanie potrzeb społeczeństwa tylko poprzez import jest niedopuszczalne, bowiem zagraża bezpieczeństwu państwa. W żadnym przypadku nie może mieć miejsca błąd zaniechania.

Sądzę, że właściwsze będzie następujące określenie definiujące: bioekonomia to dział gospodarki wykorzystujący metody biotechnologiczne. Niewątpliwą zaletą tej de-

finicji jest jasne określenie, także w sensie prawnym, zakresu działań biotechnologii (jako dziedziny nauki i techniki stosującej metody biologiczne w sposób kontrolowany). Jednocześnie tak zdefiniowana bioekonomia umożliwia rozszerzenie produkcji rolniczej na działy nieżywnościowe, jak przykładowo biomateriały (gdzie najpowszechniejszym i najbardziej popularnym, a jednocześnie wręcz banalnym przykładem jest bawełna), czy też wytwarzanie bioenergii (zarówno bioetanol, jak i szybko rosnące drzewa wysokoenergetyczne są doskonałym przykładem). Problematyka biogospodarki to kompleks zagadnień, które znajdują się wśród priorytetowych problemów zarówno Komisji Europejskiej, jak i organizacji międzynarodowych (jak OECD), czy też rządów najbardziej zaawansowanych technologicznie państw (HongKong, Korea, USA). Biogospodarka oparta na wiedzy (KBBE, ang. *Knowledge-Based BioEconomy*) to z pewnością jedno ze słów „kluczy" gospodarki przyszłości.

Konkluzje i perspektywy

Zapewne nikt nie zaprzeczy, że współcześnie nie można „uciec" od inżynierii genetycznej. Jej produkty są i będą na rynku. W artykule przedstawiono rozważania dotyczące spraw najbardziej fundamentalnych dla ludzkości, jednakże materiał ten ma charakter rozważań, a nie gotowego schematu rozwiązania tak ważnego, strategicznego zagadnienia, bowiem nie jest to możliwe w ramach jednego krótkiego tekstu. Natomiast z całą pewnością nie można oczekiwać, że inżynieria genetyczna czy biologia molekularna będzie cudownym *panaceum* na wszelkie kłopoty, a dzięki wykorzystywaniu innowacyjnych technik biologii molekularnej rozwiążemy wszystkie, czy nawet większość tak ważkich kwestii. Aczkolwiek z głębokim przekonaniem można stwierdzić, że właśnie innowacyjna biologia będzie odgrywała istotną rolę, a być może nawet zasadniczą, przy rozwiązywaniu tych zagadnień. W naszym interesie leży uczestnictwo w innowacyjnej bioekonomii. Oczywiście, w zgodnej opinii naukowej ekspertów, analiza „krok po kroku" (ang. *case-by-case*) i merytoryczny nadzór przez administrację są niezbędne.

Literatura

[1] Flipse S.M., Osseweijer, P. (2013) *Media attention to GM food cases: An innovation perspective.* Public Underst. Sci. 22, 185-202
[2] Vogel D. (2012) *Explaining Regulatory Policy Divergence.* [w:] *The Politics of Precaution: Regulating Health, Safety, and Environmental Risks in Europe and the United States* (Vogel D. eds), pp. 37, Princeton University Press.
[3] Waszkowska E., Małyska A., Twardowski T. (2015) *Patenty i rośliny...*, Nauka 1, 165-182.
[4] Curtis K.R., McCluskey J.J., Swinnen J.F. (2008) *Differences in global risk perceptions of biotechnology and the political economy of the media.* Int. J. Global Environmental Issues 8, 77-89.
[5] Twardowski, T. Małyska, A. (2015) *Uninformed and disinformed society and the GMO market.* Trends Biotechnol. 33, 1-3.

[6] Małyska A., Filipiak M., Twardowski T. (2013) *Opinia ekspertów o agrobiotechnologii*, Nauka 1, 149-160.
[7] Zimny T. (2015) *Recent changes to EU law on GMOs and their potential influence on the patentability of GM plants. Some remarks on possible side effects of Directive 2015/412/EU.* Biotechnologia 96 (2), 161-170.

Reality of 21st century – GM food

The number of people increase, but the agriculture land and sweet water resources are reduced year by year. The conclusion is very clear: we need innovative technologies to produce more high quality food with improved living standard. We should analyze this problem in the context of Polish situation but in relation to United Europe as well as the whole world. We should run the analysis in the following aspects: i) Bioeconomy and agrobiotechnology; ii) The products available for average consumers; iii) Legislation domestic and international; iv) Perspectives.

Key words: GM food, bioeconomy