

1 1. Perspektywy rozwoju nowoczesnej biotechnologii

181. Co biotechnologia może zaoferować ludzkości?

Technologia organizmów zmodyfikowanych genetycznie (GMO) jest szeroko stosowana w rolnictwie w ostatnich latach w kilku regionach i ma zróżnicowany potencjał w zakresie rozwiązywania problemów związanych ze zrównoważonym rozwojem, takich jak szkodniki i choroby, susza, niedożywienie i brak bezpieczeństwa żywnościowego w krajach rozwijających się. Jednak kontrowersje dotyczące możliwych zagrożeń związanych z technologią GM wywołują również obawy społeczne. Pomimo potencjalnych zagrożeń, nie udokumentowano żadnego przypadku dotyczącego negatywnego wpływu GMO od 1996 r., kiedy to po raz pierwszy skomercjalizowano uprawy GMO (James, 2015).

Obecnie coraz większą wagę przykładą się do możliwości zastosowania w ramach Unii Europejskiej upraw opartych na edycji genomu, ze względu na potencjał nowych technik genomowych w poprawie zrównoważenia w całym łańcuchu dostaw żywności. Wynika to ze zmian klimatu, które wymagają podjęcia działań w celu lepszej ochrony roślin przed pojawiającymi się agrofagami i chorobami, a także w zakresie innowacji. Nowa Strategia Unii Europejskiej „od pola do stołu” (ang. *Farm to Fork*) dotycząca sprawiedliwego, zdrowego i przyjaznego dla środowiska systemu żywnościowego została przyjęta w Brukseli 20 maja 2020 r.⁴⁰ Strategia przygotowana w ramach Zielonego Ładu zakłada, że nowe innowacyjne techniki, w tym biotechnologia i opracowywanie bioproduktów, mogą zwiększać dostępność żywności, pod warunkiem że są bezpieczne dla konsumentów i środowiska, przynosząc korzyści całemu społeczeństwu. Mogą również przyspieszyć proces zmniejszenia zależności od pestycydów, a także zapewnić bezpieczeństwo i różnorodność materiału siewnego.

⁴⁰ Strategia „od pola do stołu” na rzecz sprawiedliwego, zdrowego i przyjaznego dla środowiska systemu żywnościowego. Bruksela, 20.5.2020 r. COM(2020) 381 final.

Organizacja EU-SAGE (ang. *European Sustainable Agriculture through Genome Editing*)⁴¹ jest przekonana, że Europa powinna stosować techniki edycji genomu, gdyż przyczyniają się one do bardziej zrównoważonego rolnictwa i produkcji żywności. Sieć EU-SAGE obejmuje obecnie 129 europejskich instytutów i stowarzyszeń zajmujących się badaniami roślin, które wezwały europejskich decydentów i polityków do podjęcia odpowiednich działań, aby dopuścić techniki edycji genomu do zrównoważonego rolnictwa. Udoskonalanie plonów odbywa się od wieków za pomocą konwencjonalnych technik hodowli roślin, co prowadzi do zmian genetycznych w roślinie. Dziś innowacyjne precyzyjne techniki hodowli, takie jak CRISPR/Cas9, umożliwiają wprowadzanie ważnych właściwości do upraw w bardzo efektywny sposób. Innowacyjne metody hodowli roślin są niezbędne do sprostania wyzwaniom związanym ze zmianami klimatu. Z tego powodu awaria systemów żywnościowych jest jednym z największych zagrożeń związanych ze zmianami klimatu. Uprawy, które są bardziej odporne na szybko zmieniające się i trudniejsze warunki środowiskowe, takie jak ostatnie okresy ekstremalnych susz w niektórych częściach Europy, będą miały kluczowe znaczenie dla powodzenia przyszłych podejść do produkcji żywności. Hodowla precyzyjna może przyczynić się do dostosowania upraw do określonego obszaru, z uwzględnieniem czynników środowiskowych danego regionu. Hodowla precyzyjna jest również wykorzystywana do generowania upraw o ulepszonym składzie odżywczym, lepszej strawności, niższej zawartości składników przeciwodżywczych, zmniejszonej alergenicności lub wymagającej mniejszych nakładów, co przyniesie bezpośrednie korzyści dla naszego środowiska.

Wśród 129 jednostek naukowych do sieci EU-SAGE dołączyły również polskie uczelnie oraz instytuty: Uniwersytet Warszawski, Instytut Biochemii i Biofizyki Polskiej Akademii Nauk, Komitet Biotechnologii Polskiej Akademii Nauk, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego (SGGW) oraz Uniwersytet im. Adama Mickiewicza. W ostatnich 20 latach zmieniło się postrzeganie i opinie społeczne na temat biotechnologii i genetycznie modyfikowanych roślin w UE (Dettenhofer i in., 2019; Zimny i in., 2019; Sowa i in., 2020; Woźniak i in., 2020). Z pewnością wpłynęła na to również pandemia wywołana wirusem SARS-CoV-2.

⁴¹ <https://www.eu-sage.eu/>

182. Jak biotechnologia oraz inżynieria genetyczna rozwijają się w innych krajach?

Rozwój biotechnologii w dużym stopniu zależy od akceptacji społeczeństwa. W różnych krajach poziom rozwoju nowoczesnej biotechnologii przedstawia się inaczej. Dziewiętnaście z 27 państw członkowskich Unii Europejskiej głosowało za częściowym lub całkowitym zakazem stosowania organizmów zmodyfikowanych genetycznie (GMO). Francja, Niemcy, Austria, Grecja, Węgry, Holandia, Łotwa, Litwa, Luksemburg, Bułgaria, Polska, Dania, Malta, Słowenia, Włochy i Chorwacja wybrały całkowity zakaz upraw. Z upraw zrezygnowały również Walonia, francuskojęzyczny region Belgii, a także Szkocja, Walia i Irlandia Północna. Flamandzki region Belgii, Anglia i Rumunia dopuszczają uprawy GMO. Przedstawiamy to na wybranych przykładach:

Argentyna jako pierwszy kraj już w 2015 r. wprowadziła przepisy dopuszczające stosowanie nowych technik edycji genomu. Obowiązujące tutaj przepisy prawne sprzyjają aktywnemu rozwojowi komercjalizacji biotechnologii. Uprawy genetycznie modyfikowane obejmują bawełnę, lucernę, kukurydzę, soję, ziemniaki. W ostatnim czasie Argentyna zaawizowała jako pierwszy kraj pszenicę oporną na suszę. Jest trzecim co do wielkości upraw krajem, przy czym prawie 100% upraw soi i bawełny oraz ponad 97% upraw kukurydzy jest transgeniczna.

Austria. Austriacy są przeciwnikami inżynierii genetycznej, wyrażając wielokrotnie swoje obawy odnośnie do nowoczesnej inżynierii genetycznej w publicznych protestach. Parlament zaakceptował wstrzymanie wszelkiego importu transgenicznej żywności w trosce o środowisko. Austria promuje uprawy soi nietransgenicznej w krajach spoza Unii Europejskiej.

Belgia. Podejście do GMO zależy od regionu. Region Flamandzki zajmuje neutralne, wspierające stanowisko w sprawie GMO, natomiast regiony Brukseli i Walonii są przeciwko GMO. Region Walonii zakazał uprawy na swoim terytorium niektórych upraw GMO, surowe przepisy zniechęcają do uprawy GMO. Region Brukselski całkowicie zakazuje uprawy roślin GM na swoim terytorium.

Bułgaria jest pierwszym państwem w Europie Środkowej, w którym przeprowadzono badania nad roślinami ulepszanymi biotechnologicznie. Obecnie Bułgaria określiła się jako kraj wolny od GMO, wprowadzając zakaz upraw GMO.

Chiny. W grudniu 2019 r. chińskie Ministerstwo Rolnictwa i Spraw Wsi wydało certyfikaty bezpieczeństwa biologicznego dla dwóch no-

wych odmian roślin transgenicznych (soja i papaja) oraz odnowiło certyfikaty bezpieczeństwa biologicznego dla dziesięciu innych. Przyznano również certyfikat bezpieczeństwa biologicznego dla upraw 192 odmian roślin, w tym jednej soi i dwóch produktów kukurydzianych. Chiny przede wszystkim zatwierdzają uprawy GM do importu w celu dalszego przetwarzania na paszę dla zwierząt i olej roślinny oraz promują własne produkty. Z wyjątkiem papai i bawełny Chiny nie zatwierdziły jeszcze żadnej żywności ani pasz genetycznie modyfikowanych do uprawy krajowej, chociaż zostały wydane certyfikaty bezpieczeństwa biologicznego dla upraw niektórych produktów. Osobno rząd chiński wyjaśnił ścieżkę regulacyjną dla enzymów pochodzących z mikroorganizmów modyfikowanych genetycznie (GMM). Długo oczekiwane przepisy dotyczące edycji genomu nie zostały jeszcze wydane pomimo aktywnego chińskiego przemysłu krajowego i badań oraz rozwoju publicznych instytutów.

Czechy. Ustawodawstwo jest w pełni zbieżne z ustawodawstwem Unii Europejskiej. W 2019 r. wprowadzono trzy uwolnienia GMO do środowiska w postaci prób terenowych: śliwy, soi i jęczmienia jarego o łącznej powierzchni około 0,1 ha. Od 2018 r. nie są prowadzone uprawy komercyjne ze względu na problemy z wprowadzaniem na rynek produktów, w tym mięsa i mleka od zwierząt karmionych kukurydzą zmodyfikowaną genetycznie. Nowe techniki hodowli roślin i nowe techniki edycji genów są stosowane tylko w ramach zamkniętego użycia.

Dania. Stanowisko Danii w sprawie GMO jest politycznie określone przez rząd i Folketing. Dania zajmuje indywidualne stanowisko za każdym razem, gdy składany jest wniosek o rozwój lub sprzedaż GMO. W związku z tym Dania wyraziła zgodę na część GMO. Uprawy genetycznie modyfikowane nie są obecnie dopuszczone w Danii, jednak wiele produktów z upraw zmodyfikowanych genetycznie zatwierdzono do stosowania w żywności i paszy. Duńska Rada ds. Etyki opublikowała w 2019 r. raport zalecający zmianę prawodawstwa UE dotyczącego GMO w celu ułatwienia wprowadzania roślin o zmodyfikowanych genach, ponieważ mogą one pomóc w osiągnięciu celów zrównoważonego rozwoju. W sprawozdaniu wezwano do zniesienia obecnych regulacji opartych na procesie uzyskiwania produktu na rzecz regulacji opartych na produktach.

Finlandia jako członek Unii Europejskiej ściśle stosuje się do jej zaleceń. Społeczeństwo tego kraju jest żywo zainteresowane problematyką żywności genetycznie modyfikowanej, nie kryjąc przy tym obaw. Prowadzone są jednocześnie szeroko zakrojone prace doświadczalne.

W 2019 r. wprowadzono dokładniejszą ocenę ryzyka dla zamierzonego uwalniania GMO do środowiska. Zgoda na wprowadzane do obrotu produktów GMO jest udzielana w drodze scentralizowanej procedury udzielania zezwoleń w UE. Genetycznie zmodyfikowane rośliny zatwierdzone do upraw mogą podlegać krajowym zakazom uprawy lub ograniczeniom. Kilka prowincji zostało uznanych za wolne od GMO, a kilka gmin wprowadziło ograniczenia w stosowaniu żywności GM w kawiarniach gminnych i w uprawie odmian GM na polach gminy. W 2014 r. Fińska Rada ds. Technologii Genów wyraziła opinię, że rośliny wytworzone w wyniku mutagenyzy bezpośredniej nie wchodzą w zakres fińskiej ustawy o technologii genowej. W 2016 r. podjęto tymczasową decyzję, że linie potomne, modyfikowane z zastosowaniem technologii CRISPR nie zawierające obcego DNA nie powinny podlegać przepisom UE dotyczącym technologii genów.

Hiszpania. Od 1998 r. wszystkie prace związane z biotechnologią i inżynierią genetyczną są nadzorowane przez władze regionalne. Od tego roku prowadzone są uprawy genetycznie zmodyfikowanej kukurydzy MON810, jedynej rośliny zatwierdzonej w UE. Uprawa dotyczy 13 regionów, ze szczególnym udziałem Aragonii i Katalonii, ze względu na endemiczne występowanie omacnicy prosowianki. Całkowity areal upraw kukurydzy biotechnologicznej od 1998 r. wyniósł 35% i prowadzi do wzrostu zysków związanych z obniżeniem wydatków na środki ochrony roślin i mniejsze zużycie paliwa.

Holandia ma silną pozycję międzynarodową w sektorze hodowli roślin, rozwinięty przemysł hodowli warzyw, ziemniaków, traw i roślin ozdobnych. Jak dotąd modyfikacje genetyczne są rzadko stosowane w ich hodowli, ale rozwój nowych technik hodowli przy zmniejszeniu ograniczeń związanych z ich stosowaniem z pewnością przyczyni się do dalszego rozwoju sektora. W 2017 r. zaproponowano kryteria oparte na produktach końcowych, a nie technice stosowanej do ich powstania. Holenderskie firmy prowadzą bardzo małą hodowlę głównych roślin uprawnych takich jak soja i kukurydza, w których przypadku powszechnie stosuje się modyfikację genetyczną. Obecnie tego typu uprawy nie są prowadzone w Holandii.

Japonia. Rząd japoński intensywnie popiera rozwój nowych technologii, a szczególnie wiele uwagi poświęca się rozwojowi biotechnologii. Dopuszczone do obrotu są: lucerna, rzepak odmiana Argentina, goździk, bawełna, kukurydza, papaja, ziemniaki, róże, soja, burak cukrowy. Uprawia się głównie rośliny ozdobne. W listopadzie 2020 r. rząd Japonii

uzupełnił i opublikował wytyczne dotyczące postępowania z żywnością i produktami rolnymi pochodzącymi z technologii edycji genomu. Ministerstwo Zdrowia, Pracy i Opieki Społecznej opracowało i nadzoruje wytyczne dotyczące żywności i dodatków do żywności poddawanych edycji genomowej, a Ministerstwo Rolnictwa, Leśnictwa i Rybołówstwa – wytyczne dotyczące zarówno pasz i dodatków paszowych poddanych edycji genomowej, jak i wpływu produktów poddanych edycji genomowej na różnorodność biologiczną produktów podlegających jego jurysdykcji. Agencja ds. Konsumentów sfinalizowała również wytyczne dotyczące oznakowania produktów poddanych edycji genomowej.

Kanada jest obok Stanów Zjednoczonych krajem o najbardziej skomercjalizowanym wykorzystywaniu inżynierii genetycznej. Lucerna, rzepak, kukurydza, len, ziemniaki, soja, burak cukrowy, jabłka (uzyskane nowymi technikami hodowli) uprawiane są na skalę przemysłową. W sklepach można zaopatrzyć się w żywność genetycznie zmodyfikowaną. W Kanadzie po raz pierwszy dopuszczono do spożycia transgenicznego łososia. Producenci nie mają obowiązku znakowania tej żywności – decyzję w tej sprawie podejmują dobrowolnie. Kanada była jednym z głównych negocjatorów „Protokołu biobezpieczeństwa”, prezentując stanowisko firm biotechnologicznych.

Meksyk od kilkudziesięciu lat jest uznawany za pioniera biotechnologii roślin uprawnych w Ameryce Łacińskiej. Wkrótce po opracowaniu technik genetycznej modyfikacji roślin meksykańscy naukowcy zaczęli wykorzystywać je w swoich laboratoriach i ustanowiono przepisy zapewniające rolnikom bezpieczną uprawę roślin biotechnologicznych. Niestety, wiele z tych postępów zostało zniweczonych przez zaangażowanych działaczy przeciwko GMO, co doprowadziło do zawieszenia upraw soi i kukurydzy GM w całym Meksyku oraz znacznego ograniczenia upraw bawełny GM. We wrześniu 2013 r. koalicja grup przeciwnych biotechnologii złożyła pozew zbiorowy, aby powstrzymać rząd meksykański przed wydawaniem zezwoleń, które pozwoliłyby rolnikom uprawiać kukurydzę zmodyfikowaną genetycznie. Orzeczenie od tego czasu wstrzymało uprawę i badania zmodyfikowanej genetycznie kukurydzy, co miało poważny wpływ na meksykańskich producentów żywności i konsumentów. Meksyk jest teraz zależny od importu kukurydzy na paszę ze Stanów Zjednoczonych, Argentyny, Brazylii i Republiki Południowej Afryki. Prawo zabrania stosowania nasion kukurydzy GMO w ośmiu północnych stanach Meksyku jako środka chroniącego bioróżnorodność kukurydzy, przy czym po pozwie zbiorowym w 2013 r.

uprawa kukurydzy GMO została zakazana we wszystkich 32 stanach Meksyku bez dodatkowego uzasadnienia. Obecnie w Meksyku uprawiana jest jedynie bawełna. Dopuszczone do obrotu są lucerna, rzepak, bawełna, kukurydza, ziemniaki, ryż, soja, buraki cukrowe i pomidory.

Niemcy. Niemieckie ustawodawstwo dotyczące organizmów modyfikowanych genetycznie jest zgodne z prawem Unii Europejskiej. Przepisy i regulacje dotyczące GMO są restrykcyjne i pozwalają na skuteczny nadzór. W 2009 r. zakazano uprawy kukurydzy MON810. Od 2012 r. nie prowadzono w Niemczech komercyjnych upraw GMO, a od 2013 r. nie wprowadzano ich do obrotu. Przez krótki czas uprawiano na niewielką skalę ziemniaki GMO (0,3 ha) i buraki cukrowe GMO (0,5 ha). Prowadzone są prace dążące do zmiany definicji GMO lub związanych z nią wyjątków w celu wyłączenia organizmów poddanych edycji genomu z zakresu prawodawstwa, jeżeli nie wprowadzono obcych informacji genetycznych i/lub jeśli istnieje kombinacja materiału genetycznego, która może również powstać naturalnie lub tradycyjnymi metodami hodowlanymi.

Norwegia. Norweska Rada Doradcza ds. Biotechnologii proponuje nowe, zróżnicowane ramy regulacyjne, które pozwoliłyby na rozwój technologiczny przez znaczne zmniejszenie przeszkód regulacyjnych dla niektórych zastosowań inżynierii genetycznej, przy jednoczesnym utrzymaniu nadzoru i kontroli rządu. Zakłada trzy poziomy regulacji w zależności od wprowadzanych zmian. Poziom pierwszy wymagałby powiadomienia władz z potwierdzeniem spełnienia kryteriów, miałby zastosowanie do GMO ze zmianami genetycznymi, które można również uzyskać konwencjonalnymi metodami, w tym zastąpieniem allelu innym, który już istnieje w gatunku, lub mutacjami, które mogą powstać naturalnie lub w wyniku mutagenyzy. Drugi poziom obejmujący bardziej rozległe zmiany genetyczne, ale nie przekraczające granic gatunkowych (transgenów) lub wstawianie syntetycznych (sztucznych) sekwencji genetycznych, wymagać powinien przyspieszonej oceny, mniej rygorystycznej niż obecnie. Organizmy transgeniczne lub syntetyczne, które mogą stwarzać dodatkowe lub nieznanne ryzyko, podlegałyby bieżącej ocenie ryzyka w ramach poziomu trzeciego. Ponadto organizmy z tymczasowymi, nie dziedzicznymi zmianami genetycznymi, takie jak zwierzęta zaszczerpione szczepionkami DNA, powinny być wyłączone z zakresu regulacji dotyczących GMO.

Rosja. W 1999 r. zezwolono na import i uprawę genetycznie zmodyfikowanej soi do celów spożywczych i paszowych. W 2020 r. Rosja

podpisała dekret nr 481, który przyspieszy technologie genetyczne i edycję genomu do zastosowania dla zdrowia publicznego, rolnictwa i przemysłu. Dekret ten jest następstwem dekretu nr 680 „O rozwoju technologii genetycznych w Federacji Rosyjskiej”. Nowy program postawił sobie za cel przyspieszenie wszechstronnego rozwoju technologii genetycznych w Rosji, w tym edycji genomu, oraz stworzenie możliwości naukowo-technologicznych w dziedzinie medycyny (tworzenie szczepionek), rolnictwa (tworzenie linii roślin i zwierząt) oraz przemysłu (immunologia i mikrobiologia), a także uniezależnić Rosję od zagranicznych zasobów, sprzętu i technologii. Przyjęto, że produkty poddane edycji genetycznej zostaną wyłączone z prawa uchwalonego w 2016 r., które zakazuje upraw genetycznie modyfikowanych roślin w Rosji, z wyjątkiem zastosowań badawczych. W Rosji dopuszczone są do obrotu kukurydza, ziemniaki, ryż, soja i buraki cukrowe.

Rumunia. W 1999 r. rozpoczęto komercyjną uprawę genetycznie zmodyfikowanych ziemniaków i kukurydzy opornych na szkodniki i herbicydy. Do 2007 r. uprawiano soję oporną na herbicydy, uprawy wstrzymano po wejściu Rumunii do Unii Europejskiej. Rumunia nadal jest jednym z najbardziej postępowych i pronaukowych państw członkowskich Unii Europejskiej w dziedzinie biotechnologii rolniczej, chociaż od 2015 r. nie uprawiano żadnych roślin biotechnologicznych. Importowana modyfikowana genetycznie śruta sojowa jest szeroko stosowana jako składnik paszy. Jednocześnie zadeklarowano występowanie stref wolnych od GMO. Rząd Rumunii zezwala na biotechnologiczne badania terenowe, ale obecne badania ograniczają się do drzew genetycznie modyfikowanych – śliwy.

Szwajcaria mimo że nie jest członkiem Unii Europejskiej, to obowiązujące tu przepisy są zbieżne z prawem europejskim. Prowadzi się prace związane z nowoczesną biotechnologią i inżynierią genetyczną, włącznie z patentowaniem wyższych organizmów. Szwajcaria jako pierwszy kraj w Europie wprowadziła obowiązek znakowania produktów zawierających GMO. Od 2005 r. obowiązuje zakaz wykorzystywania genetycznie zmodyfikowanych zwierząt i roślin w szwajcarskim rolnictwie przez okres pięciu lat. Zakaz uprawy roślin zmodyfikowanych genetycznie przedłużono do końca 2021 r. Od początku istnienia GMO kilka kantonów, regionów i gmin ogłosiło, że są wolne od GMO. Dopuszczono do obrotu kukurydzę i soję.

Szwecja. Przepisy są zgodne z prawem unijnym. Szwedzi – zarówno konsumenci, jak i producenci są bardzo świadomi istnienia organi-

zmów modyfikowanych genetycznie. Stosowanie GMO jest ograniczone i prawie wyłącznie stosowane w produktach paszowych dla zwierząt. Szwecja, jako członek Unii Europejskiej, przyjęła analizę każdego przypadku z osobna dla każdego GMO. Tylko jeden produkt zmodyfikowany genetycznie, ziemniak GM Amflora, został zatwierdzony do produkcji handlowej w Szwecji. Obecnie nie jest uprawiany. Zgodnie z przepisami Unii Europejskiej dwa rodzaje kukurydzy są również dopuszczone do uprawy. Kilka lokalnych gmin ogłosiło, że są wolne od GMO. Importowane GMO wykorzystuje się prawie wyłącznie w paszach. W przeszłości kilka firm nasienniczych w Szwecji opracowało własne odmiany modyfikowane genetycznie, w tym rzepak oporny na herbicydy, burak cukrowy oporny na herbicydy i ziemniak skrobiowy (Amflora). Obecnie w Szwecji nie ma żadnych upraw GMO. Przyszłe wprowadzenie na rynek jakichkolwiek upraw poddanych edycji genetycznej, opracowanych dzięki innowacyjnej biotechnologii, zostanie określone przez przyszłe ramy regulacyjne UE. Obecnie jednak prawodawstwo UE jest zbyt restrykcyjne, aby komercjalizować uprawy z edycją genów. W 2017 r. szwedzkie Ministerstwo Spraw Zagranicznych stwierdziło, że techniki prowadzące do ukierunkowanej mutagenezy, w tym poniżej technicznej granicy wykrywalności wynoszącej 20 nukleotydów, nie powinny być uznawane za GMO, podczas gdy techniki prowadzące do docelowej insercji ponad 20 nukleotydów powinny zostać uregulowane jako GMO. Przy dopuszczaniu nowych odmian do obrotu należy dokonać oceny opartej na indywidualnych cechach każdej pojedynczej uprawy i jej wpływu na zdrowie ludzi i zwierząt oraz środowisko, niezależnie od tego, która technologia hodowli roślin została zastosowana.

Turcja opublikowała ustawę o bezpieczeństwie biologicznym i przepisy wykonawcze w 2010 r. Od 31 października 2019 r. tylko 36 roślin zostało zatwierdzonych do stosowania na paszę w Turcji (10 odmian soi i 26 kukurydzy). Żadne GMO nie są dopuszczone do użytku jako żywność lub do uprawy. Od 2018 r. Ministerstwo Rolnictwa i Leśnictwa stało się jedynym organem zatwierdzającym GMO. W przypadku pasz każdy zatwierdzony produkt modyfikowany genetycznie zawierający więcej niż 0,9% modyfikowanych genetycznie musi być oznakowany. W tureckich mediach jest wiele dezinformacji na temat produktów genetycznie modyfikowanych i ich bezpieczeństwa, co spowodowało powszechne nieporozumienia i obawy dotyczące biotechnologii rolniczej.

USA. Biotechnologia w tym kraju jest całkowicie skomercjalizowana, a duży udział w jej rozwoju mają organizacje pozarządowe. Uprawia-

ne rośliny to: lucerna, rzepak, kukurydza, bawełna, len, papaja, ziemniaki, soja, melony, buraki cukrowe, tytoń i pomidory. Dostępne są rośliny powstałe w wyniku edycji genomu. Od stycznia 2021 r. konieczne stało się znakowanie produktów, które powstały w wyniku bioinżynierii obejmującej inżynierię genetyczną i nowe techniki edycji genomu.

Węgry. Węgierskie przepisy dotyczące upraw genetycznie modyfikowanych i ich produktów są w pełni zharmonizowane z UE, przenosząc dyrektywy do prawa krajowego. Na Węgrzech uprawa genetycznie modyfikowanych roślin jest konstytucyjnie zabroniona od 2006 r. Węgry są jednym z najsilniejszych przeciwników biotechnologii rolniczej w Unii Europejskiej. Utrzymanie statusu kraju wolnego od GMO stanowi nadal jeden z priorytetów rządu i jest postrzegane jako korzyść handlowa. Węgry nie produkują roślin uprawnych, zwierząt ani sklonowanego inwentarza żywego poddanych inżynierii genetycznej. Rząd Węgier sprzeciwia się stosowaniu produktów genetycznie modyfikowanych w rolnictwie. Mimo że orzeczeniem Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości innowacyjne biotechnologie objęły restrykcyjne przepisy UE dotyczące biotechnologii, węgierskie Ministerstwo Rolnictwa oraz instytucje naukowe publicznie wyraziły swoje poparcie dla tych technologii, uznając je za konieczne i przewidując ich pozytywny wpływ na podejmowanie przyszłych wyzwań dla rolnictwa.

Wielka Brytania. W związku z wyjściem z Unii Europejskiej przygotowano w 2019 r. kilka aktów prawnych, w tym przepisy dotyczące organizmów zmodyfikowanych genetycznie dla potrzeb celowego uwolnienia oraz przepisy dotyczące zdrowia zwierząt i organizmów zmodyfikowanych genetycznie. Przy czym przepisy dotyczące GMO będą poddawane przeglądowi i korygowane co 5 lat (pierwszy raport do września 2024 r.), aby w miarę możliwości priorytetowo traktować „mniej uciążliwe przepisy regulacyjne”. W Wielkiej Brytanii zdecydowanym przeciwnikiem biotechnologii jest książę Karol.

Włochy utrzymują zakaz upraw organizmów zmodyfikowanych genetycznie (GMO), są bardziej zainteresowane skupieniem się na zrównoważonych biotechnologiach, takich jak cisgeneza i edycja genomu. Przyjmują, że są to techniki, które nie wymagają użycia obcego DNA dla rośliny, dlatego mogą chronić bioróżnorodność włoskiego rolnictwa, a jednocześnie są bardziej zrównoważone, tworząc bardziej odporne odmiany o mniejszym zużyciu pestycydów. Ochrona i użytkowanie tej różnorodności biologicznej ma zasadnicze znaczenie, nadaje także tradycyjnym odmianom winorośli cechy genetyczne umożliwiające prze-

ciwdziałanie atakowi patogenów i zmianom warunków klimatycznych. Zgodnie z prawem unijnym nowe techniki hodowlane podlegają dyrektywie o GMO. Zakaz uprawy genetycznie zmodyfikowanej kukurydzy MON810 został podtrzymany w 2020 r.

Uprawy GMO prowadzono również w 2018 r. w Brazylii, Hondurasie, Kostaryce, Kolumbii, Paragwaju, Chile, Urugwaju, Boliwii, Nigerii, Sudanie, Republice Południowej Afryki, Kenii, Eswatini, Pakistanie, Indiach, Chinach, Bangladeszu, Mjanmie, Wietnamie, Filipinach, Indonezji i Australii. Burkina Faso planuje w krótkim czasie wprowadzić uprawy genetycznie modyfikowanej wspięgi wężowatej z rodziny bobowatych, opornych na szkodniki dzięki wprowadzeniu genu z *Bacillus thuringiensis*. Pandemia COVID-19 wzbudziła w wielu krajach zainteresowanie zabezpieczeniem własnej bazy żywnościowej, również opartej na uprawach biotechnologicznych. W wielu miejscach prowadzone są działania dążące do aktualizacji podejścia do genetycznie modyfikowanych organizmów i przejścia w kierunku edycji genomów, przy jednoczesnym wyłączeniu wybranych technik spod europejskiej definicji GMO odnoszącej się do procesu, a nie do produktu.