



Kierunki badań w zakresie biotechnologii rolno-spożywczej w Japonii koordynowane przez Ministerstwo Rolnictwa, Leśnictwa i Rybactwa (MAFF)

Piotr Walczak
Instytut Technologii
Fermentacji i Mikrobiologii
Politechnika Łódzka

1. Organizacja planowania i finansowania prac badawczych

W Japonii prace badawcze z zakresu zastosowania biotechnologii w rolnictwie i przemyśle spożywczym są planowane i koordynowane przez Radę Badawczą Ministerstwa, a wykonywane przez Narodowe Instytuty Badawcze, niektóre uniwersytety, prefekturalne stacje eksperymentalne jak i prywatne laboratoria. Projekty te są finansowane z budżetu narodowego poprzez Sekretariat Wydziału Planowania Badań i Rozwoju Rolnictwa, Leśnictwa i Rybactwa. Prace badawcze podzielone zostały na trzy kategorie w zależności od wielkości budżetu. Projekty małe, krótkoterminowe, z budżetem od 0,06 do 0,37 mln USD na rok, realizowane są w ciągu 3 – 4 lat. Projekty średniej wielkości, z budżetem 0,65 do 2,7 mln USD na rok,

prowadzone są w ciągu 5 – 10 lat, natomiast projekty duże, długoterminowe, z nakładami 3,2 – 3,6 mln USD na rok obejmują okres 10 – 15 lat.

W 1992 r. Ministerstwo koordynowało 21 projektów małych, 11 średnich i 5 dużych. Tematy prac zgłaszane są przez Narodowe Instytuty Badawcze i wybierane przez trzech doradców do spraw badań i rozwoju przy współpracy koordynatorów badań z różnych dziedzin. W planach badawczych jest również uwzględniana tematyka badań proponowana przez administrację (Ministerstwo). Dla oceny przydatności danego projektu, organizowane są Komitety, szczególnie dla dużych przedsięwzięć badawczych. W wyniku takiej procedury są wybierane najlepsze projekty, a ich finansowanie jest zgłaszane do propozycji budżetowych. Większość projektów badawczych jest realizowana przez co najmniej kilka instytucji. Dla każdego z nich powołuje się Komitet Promocyjny, składający się z przewodniczącego, dwóch zastępców oraz liderów grup badawczych. W niektórych projektach o dużej skali, powołuje się często kilkunastu subliderów z każdego zespołu badawczego. Oprócz Komitetu Promocyjnego, powołuje się również Komitet Oceniający dla większości projektów średnich i dużych. Każdy roczny etap projektu badawczego kończy się konferencją promocyjną lub spotkaniem typu sympozjum.

2. Organizacja narodowych instytutów badawczych

Ministerstwu Rolnictwa, Leśnictwa i Rybactwa (MAFF) podlega 13 wyspecjalizowanych instytutów pracujących w dziedzinie rolnictwa, 6 regionalnych rolniczych stacji eksperymentalnych, 1 instytut zajmujący się problemami leśnictwa, 6 regionalnych laboratoriów rybactwa i 3 wyspecjalizowane laboratoria zajmujące się również rybactwem. Do największych instytutów, których problematyka badawcza obejmuje biotechnologię, należą:

a. Narodowe Centrum Badawcze Rolnictwa (National Agriculture Research Center, (NARC)), rolnictwo jako całość.

b. Narodowy Instytut Zasobów Agrobiologicznych (National Institute of Agrobiological Resources (NIAR)), zasoby biologiczne, przechowalnictwo drobnoustrojów, banki genów roślin.

c. Narodowy Instytut Badań Agrośrodowiskowych (National Institute of Agro-Environmental Sciences (NIAES)), badania agrośrodowiska.

d. Narodowy Instytut Produkcji Zwierzęcej (National Institute of Animal Industry (NIAI)), hodowla zwierząt, przetwórstwo mięsa.

e. Narodowy Instytut Badawczy Łąkarstwa (National Grassland Research Institute (NGRI)), rozwój łąk i pastwisk.

f. Stacja Badawcza Drzew Owocowych (Fruit Tree Research Station (FTRS)), drzewa owocowe.

g. Narodowy Instytut Badawczy Warzywnictwa, Roślin Ozdobnych i Herbata (National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea (NRIVOT)), warzywa, rośliny ozdobne i herbata.

h. Narodowy Instytut Weterynarii (National Institute of Animal Health (NIAH)), zdrowie zwierząt.

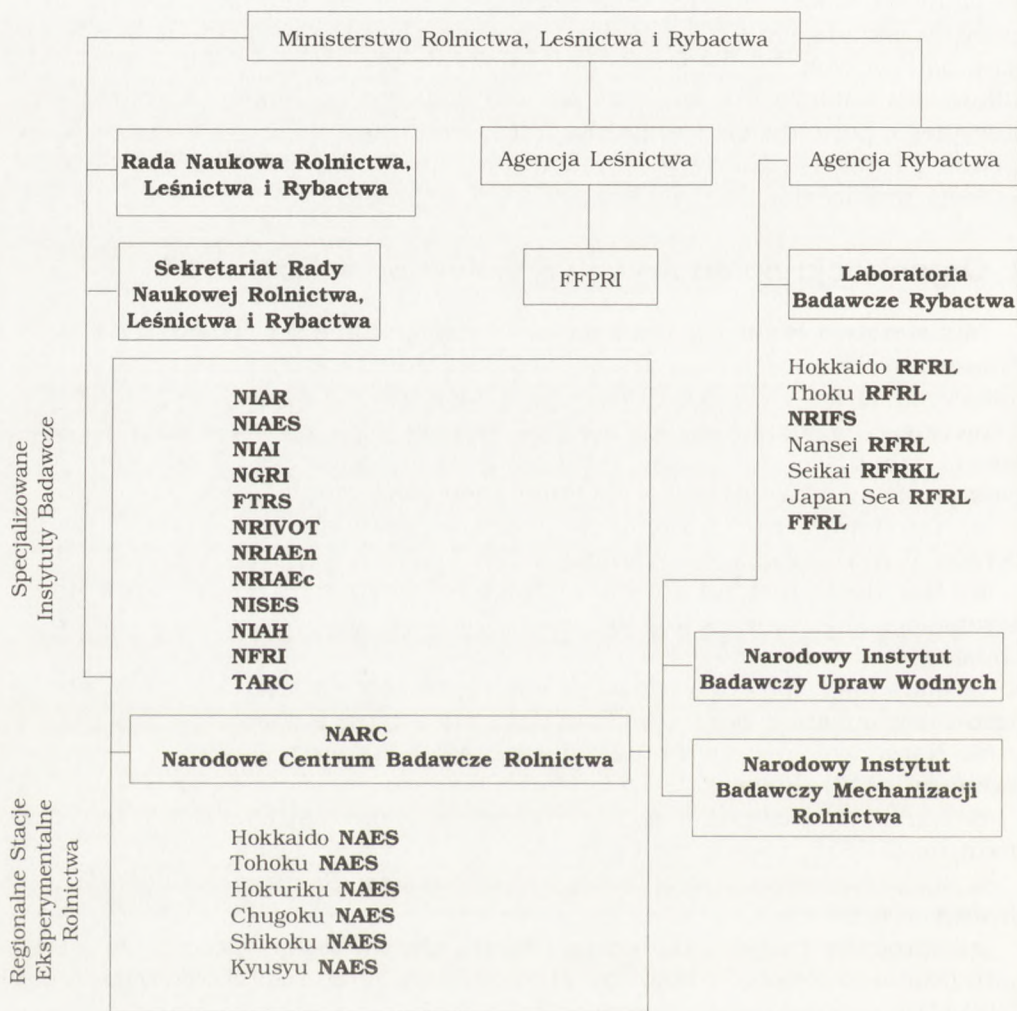
i. Narodowy Instytut Badania Żywności (National Food Research Institute (NFRI)), produkty żywnościowe.

j. Centrum Badawcze Rolnictwa Tropikalnego (Tropical Agriculture Research Center (TARC)), rolnictwo tropikalne.

k. Instytut Badawczy Leśnictwa i Produktów Leśnych, (Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)), leśnictwo i produkty leśne.

l. Narodowy Instytut Badawczy Rybactwa (National Research Institute of Fisheries Science (NRIFS)), rybactwo na Tokai.

m. Narodowy Instytut Badawczy Upraw Wodnych (National Research Institute for Aquaculture (NRIAQ)), uprawy wodne.



Rys. 1. Organizacja Instytutów Badawczych afiliowanych przy Ministerstwie Rolnictwa, Leśnictwa i Rybactwa w Japonii (1991).

Organizacja placówek Naukowo-Badawczych podległych Ministerstwu Rolnictwa, Leśnictwa i Rybactwa (MAFF) przedstawiona została na rys. 1.

Objaśnienia skrótów:

- NRIAEn — National Research Institute of Agricultural Engineering
(Narodowy Instytut Badawczy Mechanizacji Rolnictwa);
NRIAEc — National Research Institute of Agricultural Economics
(Narodowy Instytut Badawczy Ekonomiki Rolnictwa);
NISES — National Institute of Sericultural and Entomological Sciences
(Narodowy Instytut Hodowli Jedwabników i Badań Entomologicznych);
NAES — National Agricultural Experiment Station
(Narodowa Stacja Eksperymentalna Rolnictwa);
RFRL — Regional Fisheries Research Laboratory
(Regionalne Laboratorium Badawcze Rybactwa);
FFRL — Far Seas Fisheries Research Laboratory
(Laboratorium Badawcze Rybactwa Dalekomorskiego).

3. Tematyka prac badawczych koordynowanych przez Ministerstwo Rolnictwa, Leśnictwa i Rybactwa w Japonii*

1. Opracowanie techniki kontroli biologicznej owadów uszkadzających cedr japoński i cyprysy japońskie. FFPRI.
2. Analiza struktury molekularnej i funkcji składników żywności. NFRI.
3. Opracowanie techniki wysokowydajnej syntezy nowych białek o nowych funkcjach metodą projektowania molekularnego. NFRI, NIAR.
4. Badania wrażliwości cieplnej roślin ozdobnych. NRIVOT.
5. Opracowanie techniki produkcji drewna budowlanego o wysokiej wytrzymałości mechanicznej, trwałości i adaptacji do środowiska przy użyciu nowych materiałów z drewna. FFPRI.
6. Opracowanie testu do wczesnej oceny wydajności produkcji wołowiny i systemów żywienia w oparciu o efektywne wykorzystanie paszy. Tohoku NAES.
7. Analiza cech młodocianych u roślin drzewiastych i opracowanie metod kontroli tych cech. FTRS.
8. Opracowanie metod przemysłowej hodowli owadów oraz komórek owadów dla badań nad funkcjami owadów. NISES.
9. Studia nad nowymi metodami oceny poprawy infrastruktury terenów wiejskich w oparciu o charakterystyki regionalne. NARC, NIAR, NRIAE.
10. Opracowanie metod szybkiej diagnostyki bakteryjnych chorób ryb. NRIAQ, NIAH.
11. Wytwarzanie embrionowych linii komórkowych. NIAI, NIAH.

* Spis zawiera nazwę tematu wraz z podaniem w skróconej formie nazw instytutów naukowych zaangażowanych w wykonywanie tej pracy.

12. Badania nad mechanizmem porażenia grzybów wywoływanych przez owady i opracowanie metod kontroli ekologicznej hodowli grzybów. FFPRI.
13. Opracowanie selektywnej technologii połowu latającego kalmara neonowego. FFRL, Hokkaido RFRL, NRIFE.
14. Otrzymywanie funkcjonalnych szczepów bakterii mlekowych do produkcji kiszonek paszowych i opracowanie metod ich wykorzystania. NGRI, NAES, Kyusyu NAES, NFRI.
15. Opracowanie oraz kryteria oceny procedur analizy metodą spektroskopii w bliskiej podczerwieni (NIRS), białek, zawartości amylazy, maksymalnej lepkości, amylogramu mąki, całych ziaren, lub próbek z jednego ziarna ryżu, pszenicy i soi. NARC, Tohoku NAES, Hokuriku NAES, Chugoku NAES, NFRI.
16. Opracowanie podstaw technologii inteligentnych systemów mechanicznych dla produkcji warzyw. NARC, NRIVOT, Hokkaido NAES, Tohoku NAES.
17. Analiza warunków oraz działania podejmowane dla adaptacji farmerów do zmiany struktury rolnictwa regionu. NARC, Tohoku NAES, Hokuriku NAES, Shikoku NAES, NRIAEC.
18. Ocena funkcji zachowawczych środowiska dla rolnictwa i leśnictwa w pagórkowatych i górzystych regionach. NAES, Chugoku NAES, Shikoku NAES, FFPRI.
19. Opracowanie metod zapobiegania i kontroli ciemnienia rdzenia Sugi (*Cryptomeria japonica*) dla kontroli jakości. FFPRI.
20. Studia nad mechanizmem występowania „Isoyake” i opracowanie metod jego przewidywania. Hokkaido RFRP, Tohoku RFRP, Japan Sea RFRP.
21. Opracowanie nowego systemu dla produkcji bydła mięsnego przez zapłodnienie *in vitro* i ciężę mnogie. NIAI, NGRI, NIAH, Tohoku NAES, Chugoku NAES.
22. Ulepszanie funkcji magazynowania wody i jej wykorzystanie w rolnictwie i leśnictwie. NIAES, FFPRI, NRIAEn.
23. Opracowanie i wykorzystanie kultywarów ryżu o zróżnicowanej i specyficznej charakterystyce ziarn. (Projekt superryżowy). NARC, NIAR, NFRI.
24. Analiza genów zwierzęcych i opracowanie technologii ich wykorzystania. NIAI, NIAH, NRIAQ.
25. Opracowanie technik dostarczania owoców wysokiej jakości i warzyw poprzez badania fizjologii pozbiorowej. NFRI, NRIVOT, FTRS.
26. Analiza i przewidywanie wpływu glebowych zmian środowiskowych na ekosystemy rolnicze, leśne i morskie. NARC, NIAES, FFPRI.
27. Opracowanie metod analizy genomu ryżu i możliwości wykorzystania dokładnej mapy genetycznej ryżu. NARC, NIAR, Hokkaido NAES, Hokuriku NAES, Kyusyu NAES.
28. Opracowanie technik poprawiania bezpieczeństwa produktów rolnych przez wykorzystanie samozabezpieczających funkcji roślin, a w tym aktywności immunologicznej. NARC, NIAES, NAES, Hokkaido, Tohoku itd. NFRI.
29. Opracowanie funkcyjnych materiałów poprzez strukturalną modyfikację węglowodanów. NFRI, NIAR, NIAI, FFPRI.
30. Opracowanie podstawowej technologii dla ekonomicznej i ciągłej pro-

dukcji rolniczej na terenach górskich. NARC, Hokkaido NAES, Tohoku NAES, Kyusyu NAES, TARC.

31. Rozwój nowych technik rolniczych z uwzględnieniem ochrony ekosystemów poprzez wprowadzenie innowacyjnych metod odzyskiwania (*recykling*) surowców rolniczych. NARC, NIAR, NIAES, NIAI, NGRI, FTRS, NRIVOT, Hokkaido NAES, Tohoku NAES, Chugoku NAES, Shikoku NAES, Kyusyu NAES.

32. Analiza i kontrola systemów bioinformatycznych dla innowacji technologicznych w rolnictwie, leśnictwie i rybactwie (Program Bio-Media). NAES, NISES, NIAM, NIFS, NRIA.

33. Dalekosiężny program badań systemów agroekologicznych i ich optymalnej kontroli. (Program Bio-Kosmos). NIAES, NGRI, FFPRI, NRIFS.

34. Zintegrowany program badań dla efektywnego wykorzystania aktywności biologicznych w celu wytworzenia zapotrzebowania społecznego na nowe produkty. (Program Bio-Renesans). NIRC, NIAES, NFRI, FFPRI.

35. Zintegrowany program badań dla wykorzystania procedur biotechnologicznych do otrzymywania nowych odmian roślin. NARC, NIAR, FTRS, NRIVOT, NFRI.

36. Opracowanie metod poprawy produktywności upraw górskich o wysokiej jakości na rotacyjnych polach ryżowych. NARC, NGRI, NAES, Hokkaido NAES, Tohoku NAES, Hokuriku NAES, Chugoku NAES, Shikoku NAES, Kyusyu NAES.

Pierwszych 20 tematów należy do kategorii projektów krótkoterminowych o małej skali i czasie realizacji 2 – 3 lata. Tematy od numeru 21 do 31 należą do kategorii projektów średniej wielkości o większym budżecie i kilkuletnim terminie realizacji. Pozostałe pięć tematów (32 – 36) to projekty na dużą skalę o czasie realizacji rzędu 10 – 15 lat.

4. Kierunki rozwoju biotechnologii w rolnictwie, leśnictwie i rybactwie w Japonii

W najbliższych latach spodziewany jest ogromny postęp w wykorzystaniu biotechnologii dla wzrostu produktywności i poprawy jakości produktów rolnictwa, leśnictwa, rybactwa i przemysłu spożywczego oraz dla powszechnej ochrony środowiska naturalnego człowieka. Poszczególne kierunki rozwoju i osiągnięcia biotechnologii w Japonii w szeroko pojętym sektorze produkcji żywności przedstawione zostały poniżej.

5. Ulepszanie roślin uprawnych

Postęp w biotechnologii roślin spowodował wprowadzenie nowych technik selekcji i otrzymywania ulepszonych odmian roślin uprawnych. Obecnie stosowane są trzy podstawowe techniki ulepszania roślin uprawnych: kultury tkankowe i komórkowe, fuzja komórek i rekombinacja DNA.

5.1. Kultury tkankowe i komórkowe

Kultury komórkowe i tkankowe są techniką hodowli komórek lub tkanek roślin w pożywce płynnej lub zestalonej agarem. Technika ta znalazła już praktyczne wykorzystanie w Japonii do otrzymywania sztucznych nasion i sadzonek oraz do pozyskiwania nowych odmian roślin. Na przykład, wolne od wirusów sadzonki truskawek i goździków stanowią obecnie odpowiednio 60 i 80% sprzedawanych sadzonek. Zakłada się, że sadzonki wysokiej jakości będą otrzymywane po umiarkowanej cenie przy wykorzystaniu techniki masowej hodowli komórek i tkanek dla trudno kiełkujących roślin, a nawet dla orchidei. Ponadto, opracowanie technologii wytwarzania sztucznych nasion zostało z powodzeniem zrealizowane przez kapsułkowanie aseksualnych embrionów produkowanych techniką hodowli komórek. Otrzymywanie nowych odmian roślin wchodzi w etap praktycznej realizacji poprzez zastosowanie kultur embrionalnych, innych typów kultur oraz spontanicznych mutantów powstałych w trakcie hodowli komórek. Tą drogą można otrzymać nowe odmiany ryżu, warzyw oraz drzew owocowych.

5.2. Fuzja komórek

Fuzja komórek jest technologią łączenia protoplastów różnych komórek po usunięciu ściany komórkowej metodą trawienia odpowiednimi enzymami. Do stymulacji fuzji protoplastów stosuje się czynniki chemiczne, takie jak: glikol polietylenowy (PEG) lub też impulsy elektryczne (elektrofuzja). Produktem fuzji protoplastów pomidora i ziemniaka jest znany somatyczny hybryd zwany „pomato” (pomidoroziemniak). W Japonii hodowla „oretachi”, krzyżówki między pomarańczem i „karatachi” cytryną (*Citrus trifoliata*) została wprowadzona do praktyki. Również nowe odmiany tytoniu oraz uprawiany grzyb jadalny „hiratake” zostały otrzymane metodą fuzji komórek.

5.3. Rekombinacja DNA

Rekombinacja DNA jest jedną z najbardziej zaawansowanych technik biotechnologii. Zakłada się, że spowoduje ona ogromny postęp w tworzeniu nowych odmian i ulepszaniu już istniejących. Ich celem będzie otrzymywanie odmian wytwarzających wysokojakościowe produkty handlowe oraz odporne na choroby i owady. W Japonii otrzymano przeszło 20 rekombinowanych odmian roślin warzywnych. Pomidor o dużej odporności na wirus mozaiki tytoniowej jest uprawiany na otwartych polach od maja 1992 r. Narodowy Instytut Badań Agrośrodowiskowych (NIAES) rozpoczął w maju 1993 r. eksperymentalną hodowlę ryżu, melonów i petunii opornych na wirusy w warunkach izolowanych pól w celu określenia ich wpływu na ekosystem.

Na obecnym etapie badań możliwe jest wprowadzenie tylko jednego lub maksimum kilku genów odpowiedzialnych za ekspresję określonej cechy oraz uzyskanie ekspresji tych genów. W celu lepszego wykorzystania i łatwiejszej

manipulacji należy jeszcze dokładniej poznać mechanizmy zarządzające ekspresją i regulacją genów roślinnych. Opracowanie technologii wydzielania użytecznych genów i ich wtórnego zróżnicowania zostało uwieńczone sukcesem jedynie dla ograniczonej liczby roślin uprawnych. W Japonii otrzymano transgeniczną odmianę pomidora zawierającą wklonowany gen białka otoczkowego wirusa mozaiki tytoniowej warunkujący oporność na TMV, a prowadzone są prace zmierzające do izolacji genów oporności na fuzariozę i nicienie. Wyodrębnienie tych genów pozwoli na otrzymanie transgenicznego superpomidora opornego na wszystkie trzy choroby. Realizacja narodowego projektu badawczego „Analiza genomu ryżu” prowadzona w Narodowym Instytucie Zasobów Agrobiologicznych (NIAR) pozwoli na poznanie struktury większości genów tej rośliny, ich organizacji oraz regulacji. Może to w znaczącym stopniu przyczynić się do rozwoju techniki otrzymywania roślin transgenicznych zwłaszcza, że w tym projekcie tworzony jest bank genów ryżu ulegających ekspresji w wektorach typu YAC otrzymywanych techniką syntezy cDNA.

6. Hodowla zwierząt

Postęp w dziedzinie inżynierii genetycznej oraz badania nad fizjologią rozrodu sprawiły, że możliwa jest szybka modyfikacja genomów zwierzęcych w celu otrzymania nowych ras zwierząt o ulepszonych cechach hodowlanych. Do tego celu stosuje się następujące techniki: przenoszenie embrionów, zapładnianie *in vitro* i transplantację jąder komórkowych. Tymi metodami otrzymano zwierzęta transgeniczne, a jednym z przykładów jest krzyżówka kozy i owcy zwana *geep* (*goat + sheep*) wyhodowana w Wielkiej Brytanii. Istotne znaczenie dla rozwoju biotechnologii zwierzęcej ma również zdrowie zwierząt, a w tym opracowywanie nowych szczepionek przeciwko popularnym chorobom zwierzęcym.

6.1. Przenoszenie embrionów

Przenoszenie embrionów komórkowych jest jedną z technik, która osiągnęła stadium zastosowania praktycznego w hodowli zwierząt. Technika ta polega na wstrzykiwaniu hormonów stymulujących owulację krowom rasowym, otrzymaniu dużej liczby komórek jajowych, ich sztucznym zapłodnieniu i przeniesieniu do macicy krów matek zastępczych w formie świeżej lub też po przechowywaniu embrionu w stanie zamrożonym w temperaturze ciekłego azotu. Tą techniką możliwe jest szybkie i efektywne otrzymywanie dużej liczby krów rasowych, gdyż krowa może wytworzyć od 15 do 20 komórek jajowych w roku. Liczba cieląt urodzonych metodą przenoszenia embrionów rośnie w Japonii w szybkim tempie i osiągnęła w 1991 roku 27 000.

6.2. Zapładnianie *in vitro*

Technologia ta polega na pobraniu dużej liczby niedojrzałych jajeczek z jajników krów rasowych, ich hodowli poza ustrojem w probówkach, gdzie dojrzewają, a następnie są zapładniane i przenoszone do krów matek zastępczych. Metoda ta pozwala na znaczne zwiększenie podaży zapłodnionych jajeczek. W 1991 roku w Japonii urodziło się 1100 cieląt w wyniku zapłodnienia *in vitro*.

6.3. Transplantacja jąder komórkowych

W celu hodowli klonów technologia ta sprowadza się do usunięcia jądra z komórki i transplantacji jądra do innej nie zawierającej jądra komórki jajowej. Eksperymenty z krowami, owcami i świnią zostały zakończone sukcesem. Niezbędny jest jednak dalszy postęp technologiczny tej metody pozostającej wciąż na etapie testów.

6.4. Zwierzęta transgeniczne

Otrzymywanie zwierząt transgenicznych zależy głównie od mikroiniekcji genów do jądra zapłodnionego jaja za pomocą cienkiej igły szklanej. Technologia inżynierii genowej została, jak dotąd, opracowana dla małych zwierząt eksperymentalnych takich jak myszy. Otrzymano linie zwierząt o różnych charakterystykach genetycznych, które są wykorzystywane do badań nad nowymi lekami. Transgeniczne zwierzęta hodowlane takie jak bydło, świnię, kozy i kurczaki z wprowadzonymi genami kontrolującymi syntezę hormonów zostały już wytworzone w Europie, Ameryce i Australii. Wprowadzanie genów do zapłodnionych jaj kurczaków poprzez mikroiniekcję zostało z powodzeniem po raz pierwszy zastosowane w Japonii w 1992 r. przez Narodowy Instytut Produkcji Zwierzęcej (NIAI). Pomimo to, że udane przypadki zastosowania inżynierii genetycznej są ciągle ograniczone, to przyszły postęp technologiczny, jak się wydaje, jest możliwy do osiągnięcia, zwłaszcza w dziedzinie transferu genów oporności na choroby, produktywności mleka, jakości mięsa i ilości wytwarzanych odchodów. Obecnie zagraniczne i prywatne firmy japońskie eksperymentują w dziedzinie wykorzystania gruczołów mlecznych zwierząt hodowlanych do otrzymywania fizjologicznie aktywnych białek poprzez wprowadzenie obcych genów do komórek tych gruczołów.

6.5. Zdrowie zwierząt

Zastosowanie nowych technologii przynosi wymierne korzyści w sektorze zdrowia zwierząt. Na przykład użycie techniki otrzymywania przeciwciał monoklonalnych poprzez hodowlę komórek hybrydoma *in vitro* i *in vivo* doprowadziło do otrzymania nowych testów diagnostycznych. W Japonii została

otrzymana metodami inżynierii genetycznej, żywa szczepionka przeciwko chorobie Aujeszky'ego świń zawierająca wirus z wprowadzonym sztucznie defektem białka odpowiedzialnego za syntezę toksyny wirusowej. Trwają prace badawczo-wdrożeniowe nad szczepionką przeciwko białaczce i innym chorobom bydła.

7. Rybactwo

Duża ilość ryb i produktów spożywczych pochodzenia morskiego w typowej japońskiej diecie sprawia, że rybactwo morskie i śródlądowe oraz hodowla ryb są bardzo ważnymi działami produkcji żywności. Taka dieta wpływa bardzo korzystnie na zdrowie ludzi i ich długowieczność oraz sprawność umysłową w podeszłym wieku. Stąd też, na potrzeby rozwoju rybactwa pracuje wiele instytutów naukowych oraz stacji eksperymentalnych rybactwa, zajmujących się selekcją i udoskonalaniem ras ryb, mięczaków i innych zwierząt wodnych. Spodziewane są duże postępy w zakresie produkcji rybnej poprzez wprowadzenie technologii zwiększonej produkcji samic i triploidów, otrzymywanie nowych odmian cennych gatunków ryb i innych organizmów morskich, jak również postęp w hodowli wodnej (akwakultura). Samice ryb i innych zwierząt morskich uważane są za bardziej wartościowe od samców ponieważ rosną szybciej i można z nich otrzymywać ikrę. Opracowana została technologia gynogenezy dla takich ryb hodowlanych jak „ayu”, płastuga, pstrąg i okoń morski przez zapładnianie ikry spermą inaktywowaną promieniami UV, powielanie liczby chromosomów poprzez stymulację ciśnieniową i temperaturową oraz hodowlę wyłącznie młodych samic. Generalnie ryby zawierają podwójny zestaw chromosomów (diploidy), ale te, które posiadają potrójny zestaw chromosomów (triploidy) rosną szybciej i są większe niż normalne. Opracowano technologię otrzymywania triploidów metodą kompresji zarodków dla takich gatunków jak losoś i pstrąg. Agencja Rybactwa opracowała w lipcu 1992 r. „Przepisy dla wykorzystania triploidalnych ryb” w celu promocji zastosowania tej technologii do akwakultury i upraw morskich. Praktyczne zastosowanie tej technologii musi zostać wcześniej zaakceptowane i zakwalifikowane przez specjalną komisję, jak dotąd przeprowadzono cztery takie oceny.

8. Przemysł spożywczy

Fuzja komórek drożdży została wykorzystana w Japonii do ulepszania drożdży ryżowych (koji) i innych drożdży do produkcji „shochu” (destylowana sake), sake i chleba. Bioreaktory z unieruchomionymi komórkami bądź enzymami znalazły szerokie zastosowanie do produkcji izomeryzowanych cukrów i innych dodatków do żywności, takich jak cyklodekstryna będąca substancją wiążącą zapach potraw i erytritol wykorzystywany jako niskokaloryczny słodzik. Drobnoustroje otrzymane techniką rekombinacji DNA wykorzystywane

są w krajach zachodnich do produkcji chymozyny, enzymu powodującego ścinanie się kazeiny i mającego zastosowanie w przemyśle serowarskim. Innymi interesującymi kierunkami badań są prace nad opracowaniem biosensorów dla pomiarów stężenia organicznych substancji chemicznych, które wykorzystują funkcje rozpoznawania cząsteczek przez żywe organizmy. Istotną sprawą jest synteza sztucznych enzymów z wykorzystaniem techniki inżynierii białka i inżynierii cukrów dla produkcji składników żywnościowych posiadających oprócz wartości odżywczej również inne funkcje, np. regulujące przemiany metaboliczne człowieka.

9. Polityka Ministerstwa Rolnictwa Leśnictwa i Rybactwa w Japonii promująca biotechnologię

9.1. Promocja badań naukowo-wdrożeniowych

Ministerstwo Rolnictwa, Leśnictwa i Rybactwa (MAFF) prowadzi zakrojona na szeroką skalę politykę promocyjną podstawowych prac badawczo-wdrożeniowych. Zabezpiecza ono fundusze dla uniwersytetów i wspomaga sektor prywatny oraz lokalne, autonomiczne ciała przedstawicielskie w celu zacieśnienia kooperacji między przemysłem, uniwersytetami i administracją. Ministerstwo prowadzi i nadzoruje m. in. projekt rządowy „Analiza genomu ryżu” (konstrukcja dokładnej mapy genetycznej ryżu przy wykorzystaniu markerów RFLP), sponsorowany przez sektor prywatny. Sponsorem programu jest Japońskie Stowarzyszenie Wyścigów Konnych (Japan Racing Association). Jest to przykład wykorzystania pieniędzy pochodzących z hazardu na rozwój nauki.

Ministerstwo koordynuje również wiele multidyscyplinarnych projektów badawczych, z których można wymieni kilka najistotniejszych: „Analiza genów zwierzęcych i opracowanie technologii dla ich wykorzystania”, „Zintegrowany program badawczy dla wykorzystania procedur biotechnologicznych do otrzymywania nowych odmian roślin”, „Opracowanie wartościowych materiałów metodą strukturalnej modyfikacji węglowodanów”. W obecnym roku budżetowym rozpoczęto nowe projekty badawcze, a w tym: „Podstawowe badania nad oceną biobezpieczeństwa dla zastosowań rekombinowanych genetycznie organizmów”, „Rozwój technologii przemysłowego wykorzystania biofunkcji owadów”, „Rozwój technologii biosensorów wykorzystywanych w przemyśle spożywczym”, „Badania nad symbiotyczną mikroflorą żwacza”.

Ministerstwo wspomaga projekty badawczo-wdrożeniowe w sektorze prywatnym poprzez Stowarzyszenie Badawcze Górnictwa i Technologii Produkcji (Research Association for Mining and Manufacturing Technology), Towarzystwo TechnoInnowacyjne Rolnictwa, Leśnictwa i Rybactwa (Society for Techno-Innovation of Agriculture, Forestry and Fisheries, STAFF). Programy pomocy polegają również na inwestycjach i pożyczkach z Bio-Oriented Technology Research Advancement Institution (BRAIN), jak również pomocy finan-

sowej z Japońskiego Banku Rozwoju (The Japan Development Bank) oraz Korporacji Finansowej Rolnictwa, Leśnictwa i Rybactwa (Agriculture, Forestry and Fisheries Finance Corp.). Projekty biotechnologiczne cieszą się również pewnymi korzystnymi ulgami podatkowymi. Dla promocji biotechnologii na terenach wiejskich, Ministerstwo subsyduje badania naukowo-wdrożeniowe poprzez prefektury w celu poprawy bazy materialnej ośrodków naukowych, w tym budowę Centrów Hodowli Tkanek i Centrów Przenoszenia Embrionów. Stworzono organizacje w pięciu regionach kraju, w tym w Tohoku i Kinki, które zajmują się wdrażaniem biotechnologii do praktyki przy współpracy przemysłu, uniwersytetów i władz lokalnych. Ponadto Ministerstwo promuje utrzymywanie utalentowanych pracowników naukowych w regionalnych ośrodkach badawczych, współpracę z sektorem prywatnym oraz finansuje rozwój Banku Genów w Narodowym Centrum Zasobów Genetycznych (National Center of Genetic Resources) w celu zbierania, przechowywania i kontroli materiału genetycznego jako podstawy biotechnologii.

9.2. Przepisy dla technologii rekombinacji DNA

Wielu ludzi uważa, że w świetle dotychczas zgromadzonej wiedzy rekombinacja DNA nie stanowi nieprzewidzianego zagrożenia biologicznego. Jednakże, niezbędne wydaje się, sprawdzenie wpływu rekombinowanych genetycznie organizmów na zdrowie człowieka i ekosystem. Dlatego też MAFF opracował w 1989 r. „Przepisy dla zastosowania rekombinowanych genetycznie organizmów w rolnictwie, leśnictwie, rybactwie i przemyśle spożywczym oraz w przemyślach pokrewnych” (*Guidelines for the Application of Recombinant DNA Organisms in Agriculture, Forestry, Fisheries, the Food Industry and Other Related Industries*). Wymagają one, aby przedsiębiorstwa wykorzystujące organizmy rekombinowane genetycznie musiały uzyskać zgodę Ministerstwa dotyczącą oceny biobezpieczeństwa oraz przydatności stosowanych w produkcji urządzeń. Dotychczas wydano zgodę na 25 różnych projektów, a w tym 6 dotyczących pomidorów i ryżu, 7 dla konstruowanych genetycznie drobnoustrojów wykorzystywanych w produkcji i 12 projektów dotyczących produkcji i sprzedaży rekombinowanych genetycznie małych zwierząt eksperymentalnych. Uważa się, że jasne przepisy prawne wprowadzone do praktyki pozwolą na szybki postęp w aplikacjach technologii rekombinacji DNA.

10. Podsumowanie

Organizacja, finansowanie i kontrola badań naukowych przez Ministerstwo Rolnictwa, Leśnictwa i Rybactwa (MAFF) w Japonii, jak się wydaje, jest jednorodnym i spójnym systemem, w którym wszyscy uczestnicy badań dokładnie wiedzą co robią inni. Jest to idealna sytuacja, gdyż eliminuje przypadki powielania tych samych badań prowadzonych pod inną nazwą przez różne instytucje. Koordynacja prac na etapie wyboru tematyki badawczej oraz

ustanowienie funkcji doradców do spraw badań i rozwoju pozwala na wybór najbardziej istotnych kierunków badań z punktu widzenia potrzeb społecznych i ekonomicznych państwa. Szybkie zastosowanie otrzymanych wyników badań jest możliwe dzięki systemom finansowania prac wdrożeniowych oraz przekazywaniu opracowanych technologii do sektora prywatnego. Nie bez znaczenia jest również istnienie całej sieci prywatnych laboratoriów badawczych utrzymywanych przez wielkie korporacje przemysłowe. Laboratoria te mają często większy budżet i są lepiej wyposażone technicznie niż odpowiadające im Narodowe Instytuty Badawcze. Istnienie korporacji oraz współpraca pomiędzy nimi a sektorem prywatnym sprawia, że wdrażanie osiągnięć nauki do praktyki jest bardzo szybkie. Jako przykład można podać fakt, że laboratorium badawcze firmy „Meji Seika Kaisha” produkującej galanterię spożywczą, a w tym ekstrudowane produkty mączne, wdraża rocznie do produkcji 100 nowych wyrobów, zatrudniając jedynie 120 pracowników. W naszym kraju jak dotąd mechanizm koordynacji badań naukowych i wdrażanie produkcji nowych wyrobów jest mało efektywne. Rozwiązanie japońskie, polegające na utrzymywaniu przez duże firmy, laboratoriów badawczo-wdrożeniowych, jak się wydaje, jest idealnym narzędziem pozwalającym na znaczne skrócenie drogi od pomysłu do przemysłu. Nie istnieje u nas żaden mechanizm finansowy, który pozwalałby zakładom przemysłowym inwestować w badania rozwojowe własnych nowych technologii lub ulepszania istniejących. Polityka taka prowadzi w prostej linii do utraty konkurencyjności wyrobów na rynku światowym i tym samym eliminacji naszych producentów. Wiara, że wszystko będzie można kupić z Zachodu nie wystarczy na długo i stąd istnieje paląca potrzeba stworzenia efektywnego systemu koordynacji badań naukowych oraz mechanizmów ułatwiających wdrażanie wyników badań. Rozsądne wydaje się stworzenie takiego systemu podatkowego dla przedsiębiorstw, aby inwestycje w badania naukowe we własnych przemysłowych laboratoriach badawczo-wdrożeniowych były zwolnione od podatku. Zachęci to producentów do poszukiwania własnych rozwiązań technicznych i będzie stymulowało rozwój nauki i techniki.

Literatura

1. Anonim, (1993), *Developing Biotechnology for Agriculture, Forestry and Fisheries*. Materiały Ministerstwa Rolnictwa Leśnictwa i Rybactwa Japonii.
2. Anonim, (1992), *Outline of the Research Projects Coordinated by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries*. Materiały Ministerstwa Rolnictwa Leśnictwa i Rybactwa Japonii.
3. *Guidelines for the Application of Recombinant DNA Organisms in Agriculture, Forestry, Fisheries, the Food Industry and other Related Industries (Japan)*. Materiały Ministerstwa Rolnictwa Leśnictwa i Rybactwa Japonii.

Research on agricultural and food biotechnology coordinated by the Ministry of Agriculture Forestry and Fisheries (MAFF) in Japan

Summary

Organization, planning and financing of biotechnological research in Japan has been discussed. Major works in this area are carried on by the National Research Institutes which activity is coordinated by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF). The major subjects currently realized by the National Research Institutes were listed out. The most important directions of biotechnological research were also described. The following activities are recognized as the most important for the future of the Japanese agriculture and food industry. 1. Improvement of crop plants by cell and tissue culture techniques, cell fusion and DNA recombination. 2. Animal breeding and healthcare by embryo transfer, *in vitro* fertilization, transfer of cell nuclei, development of transgenic animals, production of vaccines against bacterial and viral diseases of animals. 3. Development of aquacultures and fish breeding including cultivation of triploid fish. 4. Application of „modern biotechnology” in food production and food processing industries (recombinant DNA technology, enzymes, immobilized enzymes and cells).

Key words:

biotechnology, agriculture, food industry

Adres do korespondencji

Piotr Walczak, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 Łódź.