

PODRĘCZNIK BIOLOGII

DLA LICEÓW I TECHNIKÓW

ZAKRES PODSTAWOWY

Teresa Mossor-Pietraszewska
Jan Strzałko

www.empi2.pl

- program nauczania
 - wynikowy plan dydaktyczny
-

ZGODNY Z NOWĄ
PODSTAWĄ
PROGRAMOWĄ

Teresa Mossor-Pietraszewska
Jan Strzałko

eMPI²
WYDAWNICTWO

BIOLOGIA

biotechnologia
i różnorodność biologiczna



Podręcznik dla liceów i techników
Zakres podstawowy

wyd. 1, 2012
liczba stron: 212
nr ewid. w wykazie: 479
rok dopuszczenia: 2012
cena: 26,00 zł

eMPI²
WYDAWNICTWO



Z recenzji merytoryczno-dydaktycznej rzeczoznawcy MEN
prof. UW dra hab. Jacka Bieleckiego (Uniwersytet Warszawski):

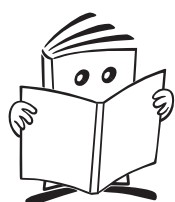
Na wysoką ocenę przydatności podręcznika w procesie dydaktycznym wpływają: przejrzystość tekstu i duża łatwość z jego korzystania, co przede wszystkim jest uwarunkowane przez właściwy podział treści i wypełnienie odpowiednimi na poziomie ucznia liceum najnowszymi nowinami naukowymi. Wiele z treści programowych przedstawiono w postaci odpowiednich schematów, tabel i wykresów. W podręczniku nie zabrakło również zadań podsumowujących przerabiany materiał. Niektóre dane ilustrujące omawiany problem zaproponowano w postaci problemów do dyskusji (...). Podręcznik spełnia normy współczesnego podręcznika do nauczania biologii ze względu na stopniowe i umiejętne wprowadzenie ucznia o różnych możliwościach w świat trudnych zagadnień, głównie z dziedziny biologii molekularnej i biotechnologii. Dla zainteresowanego zawiera dużo ciekawych informacji, dla mniej zdolnego ucznia stanowi źródło wiedzy podstawowej przekazywanej w formie nowoczesnych rozwiązań edukacyjnych. (...) Prezentowana wiedza jest uzupełniona o informacje pochodzące z najnowszych badań, a jednocześnie nie wykracza poza wymagania programowe MEN.

W podręczniku:

- stopniowe pogłębianie tematu
- wyróżnione ważne pojęcia
- wykresy, tabele, rysunki
- słownik pojęć na końcu książki

Po każdym rozdziale:

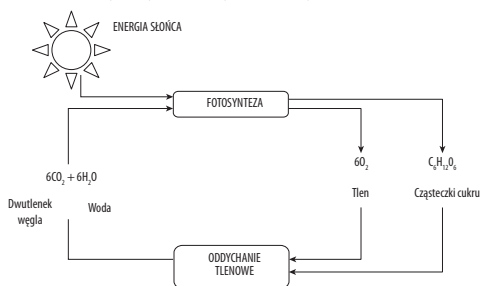
- schematyczne podsumowanie treści
- wypunktowane streszczenie
- zadania dla uczniów
- problemy do dyskusji



Mówiąc o różnorodności biologicznej na Ziemi, z reguły myślimy właśnie o zmienności międzygatunkowej, o licznych, łatwo „gołym okiem” rozróżnialnych gatunkach roślin, zwierząt i grzybów, choć wiemy też, że różnorodność obejmuje także mikroorganizmy, których zmienność trudniej jest klasyfikować gatunkowo. W tym miejscu warto wspomnieć o jeszcze jednym składniku **fenotypowej** (dotyczącej struktur ciała, a nie genotypu) **zmienności wewnątrzgatunkowej** – **dymorfizmie płciowym**. U wielu organizmów o rozrodzie płciowym różnice (wyglądu czy zachowań) przedstawiciele odmiennych płci mogą być jaskrawsze od różnic międzygatunkowych. Niezależnie jednak od tego – osobniki męskie i żeńskie jednego gatunku w obrębie swojej płci, podobnie jak wszystkie osobniki gatunku niezróżnicowanego płciowo, są do siebie bardzo podobne (charakteryzując się zmiennością ciągłą), a różnią się od osobników innych gatunków. Wynika to z faktu, że każdy gatunek dysponuje własną, niepowtarzalną pulą genów. Wymarcie całego gatunku jest nieodwracalną stratą pewnego wycinka bioróżnorodności.

Międzygatunkowe różnice struktur odzwierciedlają odmienność strategii życiowych

Ogromnemu zróżnicowaniu rozmiarów i kształtów żywych organizmów odpowiada również wielka różnorodność form zaspokajania przez nie potrzeb energetycznych. Tę część zmienności świata żywego trudniej jest wprawdzie obserwować bezpośrednio, ale trzeba pamiętać, że to właśnie zdolność do wykorzystywania najróżniejszych zasobów energetycznych środowiska jest – obok zdolności do rozrodu – podstawowym kryterium przystosowawczym.



Ryc. 74. Cykl przepływu węgla, wodoru i tlenu przez żyjące na Ziemi organizmy

Streszczenie

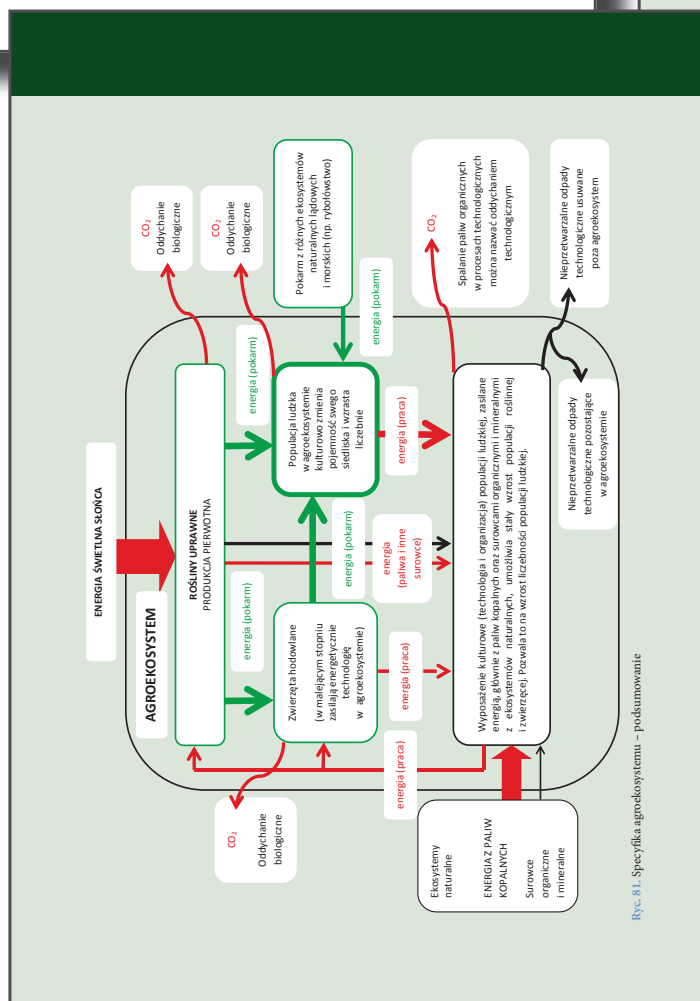
- Rola gatunku ludzkiego w naturalnych ekosystemach uległa zmianie po 2 mln lat istnienia człowieka na Ziemi. Pierwsi ludzie byli przede wszystkim zbieraczami-lowcami i w ekosystemach, w których żyli, byli przede wszystkim konsumentami pierwszego rzędu (roślinożercami), rzadziej wyższego rzędu. Wraz z rozwojem kultury człowiek zwiększał możliwości eksploatacji środowiska (łowiectwo), nadal jednak jego **gospodarka** miała charakter **ekstensywny**.
- Dopiero ok. 10-12 tys. lat temu pojawiły się pierwsze populacje rolnicze (zaczęto uprawiać niektóre gatunki roślin i udomowiono pewne zwierzęta). Były to początki **gospodarki intensywnej**.
- **Agroekosystem** to szczególnie rodzaj ekosystemu, w którym zarówno część **biotyczna** (zespoły różnych organizmów), jak i **abiotyczna** (gleby, wody, powietrze) stale poddawane są kształtującemu działaniu człowieka. Istotną część produkcji pierwotnej (wytworzonej przez autotrofy materii organicznej) pochodzi z uprawianych roślin, a najważniejszymi konsumentami są ludzie i hodowane przez nich zwierzęta. Ważną cechą agroekosystemu jest duży strumień energii pochodzącej z paliw, wspomagający jego funkcje.
- W zaawansowanych agroekosystemach produktywność, zapewniająca trwałość populacjom ludzkim, zależy od:
 - doboru hodowanych gatunków (i eliminacji ich konkurentów),
 - przygotowania gleby (przez uprawę mechaniczną, nawożenie i regulację stosunków wodnych),
 - zastosowania odpowiednich maszyn i innych urządzeń technicznych.
- Powstanie takich warunków wymaga nakładów energii pochodzącej z paliw, a wzrost produktywności stwarza ryzyko utraty części bioróżnorodności agroekosystemu oraz zagraża innym ekosystemom możliwością naruszenia ich równowagi.

Problemy do dyskusji

Rozwój agroekosystemów a urbanizacja

Zadania

1. Wyjaśnij, jaka jest różnica między gospodarką ekstensywną a intensywną?
2. Jakie gatunki autotrofów mogą stanowić podstawę produkcji agroekosystemu?
3. Podaj znaczenie terminu „monokultura” i wyjaśnij, jakie są jej konsekwencje.
4. Jakie grupy gatunków (poza hodowanymi) muszą należeć do agroekosystemu, by zachował on trwałość?
5. Czym różni się rolnictwo tradycyjne od uprzemysłowionego?
6. W jaki sposób zabiegi agrotechniczne mogą zagrażać bioróżnorodności?



Ryc. 81. Specyfika agroekosystemu – podsumowanie

Spis treści

Od Autorów

CZĘŚĆ 1. BIOTECHNOLOGIA I INŻYNIERIA GENETYCZNA

Rozdział I. Biotechnologia współczesna i tradycyjna

1. Biotechnologia jest dynamicznie rozwijającą się wielodyscyplinarną nauką stosowaną
2. Biotechnologia tradycyjna ma duże znaczenie w życiu człowieka
3. Z rozwojem inżynierii genetycznej i biotechnologii wiążą się problemy etyczne

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

Rozdział II. Inżynieria genetyczna i jej zastosowania

1. Głównym narzędziem współczesnej biotechnologii jest inżynieria genetyczna
2. Komórki przechowują swoją informację genetyczną w takich samych cząsteczkach chemicznych
3. Eukariotyczny DNA jest upakowany w chromosomach
4. DNA ulega samopowielaniu
5. Podstawową jednostką dziedziczności jest gen
6. Informacja genetyczna zapisana jest specjalnym kodem
7. W syntezie białek uczestniczą trzy rodzaje RNA
8. Nowe geny wprowadza się do komórek biorcy za pomocą wektorów
9. Produkcja i stosowanie żywności zmodyfikowanej genetycznie wzbudzają emocje
10. Ze stosowania inżynierii genetycznej wynikają i korzyści, i zagrożenia
11. Wprowadzanie obcych genów do mikroorganizmów daje człowiekowi wiele korzyści

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

Rozdział III. Korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania organizmów transgenicznych

1. Pierwsza i druga zielona rewolucja mają swoją cenę
2. Od jakiegoś czasu obserwuje się spadek różnorodności genetycznej roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych
3. Rośliny transgeniczne zaczęto uprawiać na szerszą skalę od połowy lat 90. ubiegłego wieku
4. Wiele laboratoriów zajmuje się wytwarzaniem szczepionek w roślinach transgenicznych
5. Na całym świecie uprawia się obecnie 150 różnych odmian genetycznie zmodyfikowanych roślin
6. Zwierzęta GM najczęściej otrzymuje się przez wprowadzenie obcego DNA do zapłodnionej komórki jajowej
7. Rozwój biotechnologii w Polsce powinien być zgodny z zasadami biogospodarki opartej na wiedzy

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

Rozdział IV. Klonowanie

1. Klonowaniem nazywamy technikę wytwarzania genetycznie identycznych kopii
2. Największą nadzieją medycyny XXI w. są komórki macierzyste

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

Rozdział V. Praktyczne wykorzystanie badań DNA

1. Badania DNA stosuje się w medycynie, sądownictwie i w nauce
2. Poznanie ludzkiego genomu jest wielkim wyzwaniem
3. Wielkość genomu jest najczęściej związana ze złożonością organizmu
4. Realizacja „Projektu poznania genomu człowieka” ma następstwa etyczne, prawne i społeczne
5. Olbrzymia liczba danych doświadczalnych biologii molekularnej i biotechnologii spowodowała powstanie bioinformatyki

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

Rozdział VI. Poradnictwo genetyczne i terapia genowa

1. Poradnictwo genetyczne opiera się na badaniach DNA
2. Można wymienić kilka sytuacji, w których warto i należy skorzystać z poradnictwa genetycznego
3. Mutacje polegają na zmianie zapisu informacji genetycznej
4. Mutageny są przyczyną różnego typu uszkodzeń DNA
5. Mutacje często wywołują poważne skutki
6. Uszkodzenia DNA są bez przerwy naprawiane
7. Znamy już ponad 10 000 chorób dziedzicznych
8. Badania prenatalne umożliwiają urodzenie zdrowego dziecka
9. Wiążemy duże nadzieje z terapią genową

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

Rozdział VII. Biotechnologia w ochronie różnorodności biologicznej

1. Różnorodność biologiczna jest wynikiem dziedziczności i ewolucji
2. Działalność człowieka może stanowić zagrożenie dla bioróżnorodności i środowiska
3. Odpowiedzialność za stan bioróżnorodności i środowiska naturalnego wiąże się z obowiązkiem ich ochrony
4. Niezbędnym warunkiem zrównoważonego rozwoju jest promocja zdrowia
5. W ochronie środowiska wykorzystuje się metody biotechnologiczne

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

CZĘŚĆ 2. RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNA I JEJ ZAGROŻENIA

Rozdział I. Czym jest różnorodność biologiczna?

1. Zmienność żywych form jest strategią ich trwania
2. Zmienność wewnątrz ekosystemów zapewnia im trwałość

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

Rozdział II. Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną Ziemi

1. Rola gatunku ludzkiego w naturalnych ekosystemach uległa zmianie
2. Agroekosystem to szczególny rodzaj ekosystemu

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

Rozdział III. Dlaczego powinniśmy obawiać się spadku bioróżnorodności?

1. Co możemy bezpowrotnie stracić, jeśli zagubimy poczucie związku z przyrodą?
2. Introdukcja obcych gatunków może zagrażać formom miejscowym
3. Do całkowitego wyginięcia może prowadzić nadmierna eksploatacja gatunków

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

Rozdział IV. Działania na rzecz zachowania różnorodności biologicznej

1. Szczególnej uwagi wymagają małe i malejące populacje gatunków
2. Konserwatorska ochrona przyrody jest próbą ograniczania spadku bioróżnorodności
3. „Gorące miejsca” bioróżnorodności
4. Zrównoważony rozwój ludzkości wymaga wiedzy przyrodniczej

Streszczenie

Problemy do dyskusji

Zadania

Słownik

Indeks

Literatura

Biotechnologia współczesna i tradycyjna

1. Biotechnologia jest dynamicznie rozwijającą się wielodyscyplinarną nauką stosowaną

Biotechnologia wywodzi się przede wszystkim z biologii molekularnej (nauki multidyscyplinarnej, łączącej m.in. biochemię, genetykę, biofizykę i immunologię, badającej zjawiska i procesy życiowe na poziomie cząsteczkowym, czyli molekularnym, np. integrację struktury i funkcji białek, kwasów nukleinowych, dziedziczenie cech na poziomie molekularnym). Wykorzystuje organizmy lub ich części do celów praktycznych, czyli wytwarzania dóbr (produktów) i usług. Termin „biotechnologia” pochodzi od trzech słów greckich: *bios* – życie, *technos* – technika, *logos* – myślenie i wskazuje na połączenie biologii i technologii.

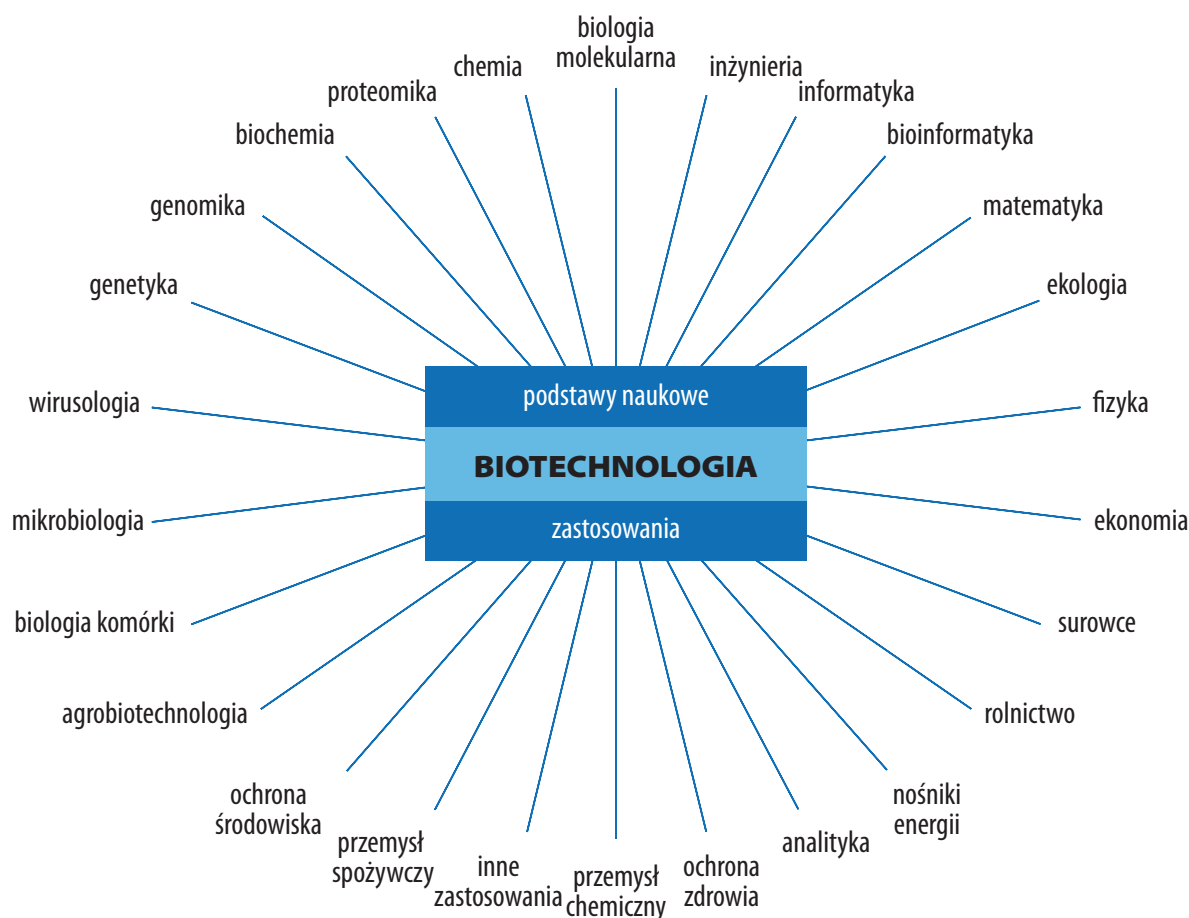
Współczesną biotechnologię datuje się od lat 40. XX w., czyli od początków produkcji penicyliny. Rozwija się ona dynamicznie i wielokierunkowo, czerpiąc z licznych dyscyplin naukowych (ryc. 1).

Nauka ta ma zastosowanie prawie we wszystkich dziedzinach naszego życia: w ochronie zdrowia i ochronie środowiska, rolnictwie i hodowli zwierząt, weterynarii, przemyśle i produkcji żywności oraz w pozyskiwaniu niekonwencjonalnych zasobów i źródeł energii. Obejmuje głównie procesy **biosyntezy** i **biotransformacji**, prowadzone z udziałem mikroorganizmów (bakterii, jednokomórkowych grzybów), roślinnych i zwierzęcych kultur komórkowych *in vitro*, enzymów, oraz izolację otrzymywanych w ten sposób bioproduktów.

W historii biotechnologii można wskazać kilka przełomów: prace **Grzegorza Mendla** dla rozwoju genetyki, odkrycie struktury DNA przez **Watsona** i **Cricka**, pierwsza manipulacja genetyczna i wreszcie – poznanie genomów przedstawicieli wszystkich królestw biologicznych, z człowiekiem włącznie. Dzięki temu nauka zyskała praktycznie nieograniczone możliwości.

W biotechnologii stosuje się metody inżynierii genetycznej, czyli klonowanie i rekombinowanie DNA, a także **inżynierię białek** (projektowanie i otrzymywanie białek – głównie enzymów o nowych właściwościach, nowych cechach, optymalnych dla procesów biotechnologicznych), **hodowlę *in vitro* komórek** organizmów wyższych (kulturę *in vitro*; utrzymanie i/lub rozmnażanie komórek w sztucznych i sterylnych warunkach na pożywkach płynnych lub zestalonych, np. agarem; *in vitro* – łac. w szkle)

oraz komputerowe modelowanie i sterowanie bioprocessami. Metody te mogą być lub już są stosowane w technologiach przemysłowych.



Ryc. 1. Podstawy naukowe i zastosowania biotechnologii

Zastosowanie współczesnej biotechnologii jest bardzo szerokie. Dzięki nim możliwa stała się świadoma modyfikacja genomów – tworzenie nowych kombinacji genów. Metody te wykorzystuje się **do celów żywieniowych**, np. wytwarzania, lepszego przetwarzania i wzbogacania produktów żywnościowych, a w rolnictwie do **produkcji preparatów paszowych** oraz **biopreparatów do nawożenia gleby i ochrony roślin**, a także otrzymywania – dzięki odpowiedniej transformacji genetycznej – **roślin transgenicznych** o dużej odporności na pewne patogeny i owady pasożytnicze, a także większej tolerancji na czynniki stresowe, m.in. suszę i chłód. Można też uzyskać **zwierzęta transgeniczne** o lepszych cechach użytkowych, np. większej mięsności, a mniejszej ilości tłuszczu. Dla ochrony zdrowia, stosując transformowane (z włączonym obcym genem) bakterie i pewne grzyby (drożdże), oraz hodując *in vitro* komórki, produkuje się ludzkie hormony, interferony, antybiotyki, enzymy, witaminy, szczepionki, nowe generacje leków specyficznym hamujących ekspresję genów odpowiedzialnych za różne schorzenia, np. nowotworowe, oraz przeciwciała monoklonalne. W przyszłości będzie możliwe otrzymywanie jadalnych

szczepionek w warzywach i owocach. Dzięki biotechnologii wdrażane będą nowe sposoby leczenia, jak np. terapia genowa.

Nauka ta ma też wiele zastosowań w **ochronie środowiska**. Konstruowane są transgeniczne mikroorganizmy metabolizujące trucizny przemysłowe w procesach uzdatniania ścieków oraz odpadów komunalnych i przemysłowych. Otrzymuje się szczepy bakteryjne zdolne do usuwania z gleby pestycydów, substancji ropopochodnych i jonów metali ciężkich (procesy **bioremediacji**, czyli biooczyszczania). Drożdże z wprowadzonymi genami enzymów celulazy i pektynazy są stosowane do biodegradacji odpadów przemysłu celulozowego, z równoczesną produkcją etanolu, który może być biopaliwem. Dzięki metodom biotechnologicznym produkowany jest również **biogaz**.

Jednym z wielu zastosowań biotechnologii jest produkcja nowych rodzajów żywności w wyniku genetycznej modyfikacji samych produktów albo ich produkcji przez **genetycznie zmodyfikowane organizmy** (GMO – ang. *genetically modified organisms*). Celem takich manipulacji genetycznych jest podwyższenie jakości produktów, obniżenie ich ceny i ochrona środowiska. Wprowadzeniu tych artykułów na rynek towarzyszy dyskusja na temat ich bezpieczeństwa, oznakowania w handlu, zapotrzebowania oraz problemów etycznych (ryc. 2).



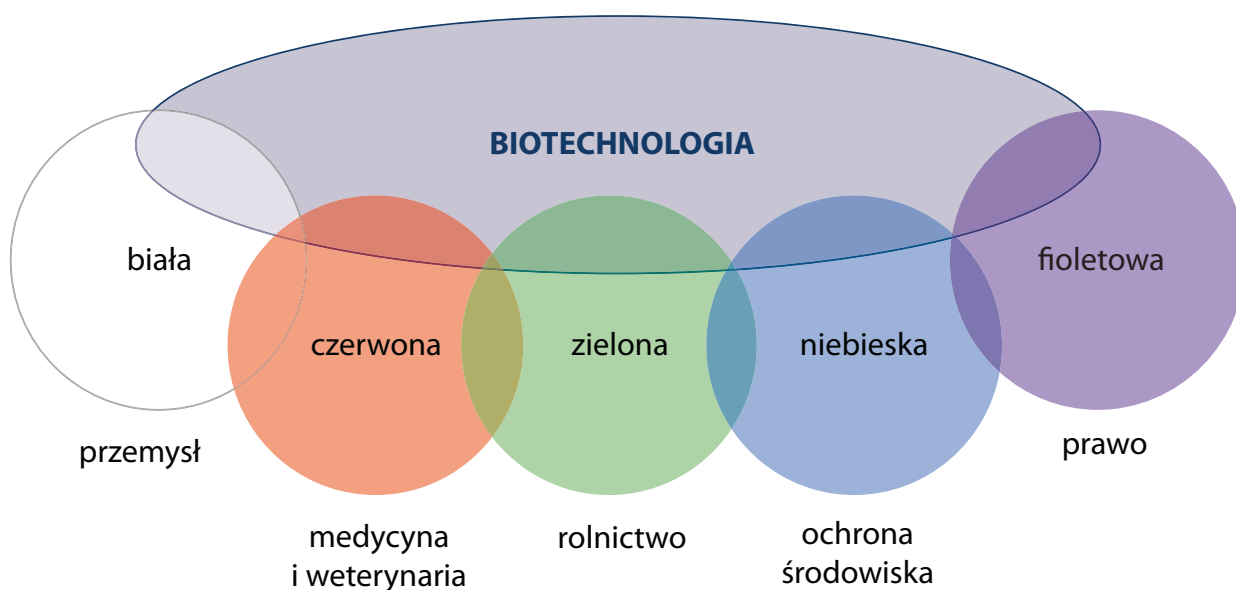
Ryc. 2. Etykieta produktu genetycznie zmodyfikowanego

Ujednoliceniem regulacji prawnych i oznakowania produktów żywnościowych we wszystkich krajach Unii Europejskiej zajmuje się Komisja Europejska (ang. *European Commission*).

Zanieczyszczenie środowiska przyczynia się do powstawania **alergii pokarmowych**, które występują coraz częściej i są nawet nazywane epidemią XXI w.

Biotechnologowie twierdzą, że żywność transgeniczna jest mniej uczulająca, natomiast żywieniowcy widzą ratunek w urozmaiconej diecie (znane hasło „Bezpieczeństwo w różnorodności”), ze zwróceniem uwagi na odpowiednie produkty i sposób przygotowania posiłku.

W ramach współczesnej biotechnologii wyróżnia się pięć działów, którym przypisano odpowiednie kolory (ryc. 3).



Ryc. 3. Działy biotechnologii

Biała biotechnologia ma zastosowanie w przemyśle. Wykorzystuje się tu zmodyfikowane metodami inżynierii genetycznej komórki mikroorganizmów (bakterii, pleśni i drożdży) oraz ich enzymy do wytwarzania wielu nowych produktów, a także prowadzenia innowacyjnych procesów przetwórczych. Takie mikroorganizmy GM, pracujące jako komórkowe fabryki, „produkuja” przyjazne dla środowiska proszki do prania, biodegradowalny plastik, paliwa ekologiczne (np. bioetanol) oraz różne enzymy dla przemysłu chemicznego. Próbuje się też w taki sposób uzyskać polimery zbliżone do włókien naturalnych (jedwabiu, elastyny, kolagenu, keratyny), używając do tego zmodyfikowanych genetycznie bakterii.

Czerwona biotechnologia dotyczy medycyny i ochrony zdrowia, łącznie z diagnostyką, farmacją i weterynarią. **Zielona**, zwana też agrobiotechnologią, to rolnictwo i przemysł rolno-przetwórczy, a także bioenergetyka i biomateriały (wytworzone przez organizmy, np. bawełna czy len oraz nowe biotworzywa, np. biosteel). Stosowanie biotechnologii zielonej ma ten sam cel, co zabiegi hodowlane prowadzone przez człowieka od wielu tysięcy lat – uwydatnienie szczególnie cennych cech roślin i zwierząt. Jednak w porównaniu z tradycyjnymi metodami hodowlanymi biotechnologia współczesna oferuje więcej – możliwość przenoszenia genów warunkujących daną cechę między odległymi ewolucyjnie organizmami. **Niebieska** biotechnologia zajmuje się wodami i ochroną środowiska.

Duże możliwości, ale i nieprzewidywalne skutki stosowania biotechnologii spowodowały pojawienie się wśród naukowców i w społeczeństwie wielu obaw. Dlatego konieczne są odpowiednie regulacje prawne, których celem jest zminimalizowanie zagrożenia związanego z wykorzystywaniem GMO, czyli biobezpieczeństwo oraz własność intelektualna i ochrona patentowa, a także problemy etyczne i społeczne. Tym zajmuje się **fioletowa biotechnologia**.

Wszystkie te działy wzajemnie się przenikają, np. gdy dotyczą problemów własności intelektualnej (fioletowa) związanej z produkcją leków nowej generacji (czerwona) w roślinach zmodyfikowanych, pełniących funkcje bioreaktorów (zielona).

Biotechnologia jako jedna z najbardziej przyszłościowych dziedzin nauki i przemysłu ma ogromne znaczenie dla wszystkich ludzi na świecie, dla środowiska, naszego zdrowia i dobrobytu. Jednym z czynników wyznaczających rozwój biotechnologii jest poczucie bezpieczeństwa biologicznego, czyli biobezpieczeństwo. Zasadnicze znaczenie ma w tym odbiór społeczny. Współczesna biotechnologia ściśle wiąże się z biotechnologią tradycyjną.

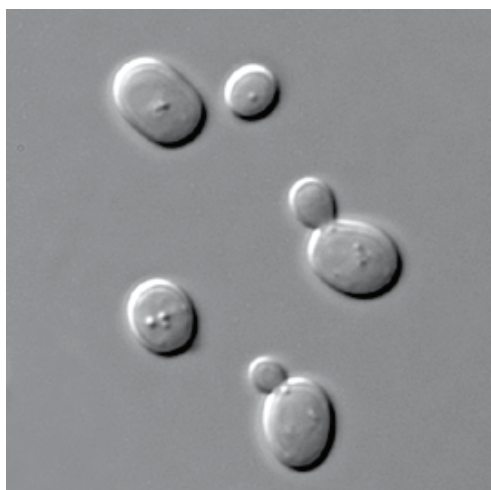
2. Biotechnologia tradycyjna ma duże znaczenie w życiu człowieka

Biotechnologia wcale nie jest nową dziedziną, jest jednym z najstarszych obszarów działalności społeczeństw ludzkich. Jej początki sięgają tysiące lat wstecz – już wtedy znano i stosowano procesy fermentacji z udziałem bakterii. Tradycyjne, klasyczne biotechnologie były wykorzystywane przez człowieka już od najdawniejszych czasów, np. w piekarnictwie, serowarstwie, piwowarstwie i gorzelnictwie czy w otrzymywaniu płótna lnianego.

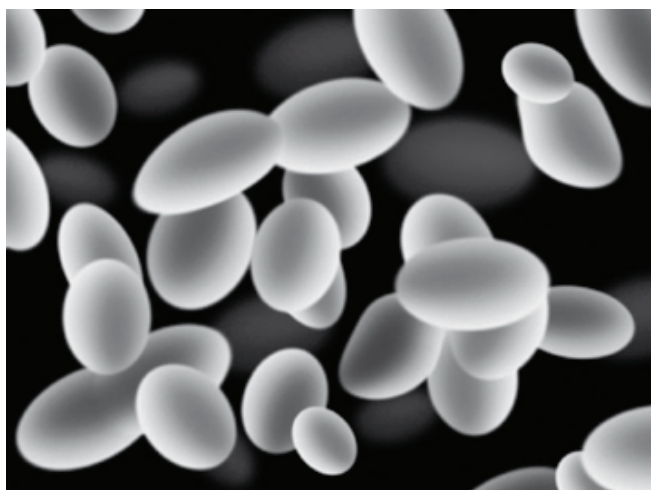
W biotechnologii tradycyjnej używa się naturalnych, niezmodyfikowanych mikroorganizmów i enzymów. Tak wytwarzano i wytwarza się nadal wino, piwo (w Egipcie warzono je już 8 tys. lat temu), sery, ocet, chleb, a także fermentowane napoje mleczne (kefir, jogurt). Otrzymywano i nadal się otrzymuje kiszone warzywa i owoce (kapustę, ogórki, oliwki) oraz fermentowane mięso (salami, szynkę).

Przemysłowe metody hodowli mikroorganizmów zaczęto stosować pod koniec XIX wieku i stale je udoskonalano. Wiele metod biotechnologicznych praktykowanych w zamierzchłych czasach wykorzystujemy i teraz. Obecnie w przemyśle spożywczym wprowadzone są przede wszystkim mikroorganizmy uznane za bezpieczne dla człowieka, zaliczane do grupy GRAS (ang. *generally recognized as safe*). Przykładem są drożdże piekarniane (ryc. 4) i bakterie fermentacji mlekowej (ryc. 5).

Organizmy tego typu powinny być od wielu wieków stosowane do celów spożywczych, nie wykazywać aktywności antybakteryjnych i chorobotwórczych, powinny być też niezdolne do syntezy toksyn i alergenów. Muszą być też bezpieczne dla środowiska, czyli nie mogą przejawiać patogenności wobec roślin i zwierząt. Mikroorganizmy potrzebne też były i są w konserwacji żywności.



Ryc. 4. Komórki drożdży piekarnianych



Ryc. 5. Komórki bakterii fermentacji mlekowej

Trzeba pamiętać, że konieczne jest łączne rozpatrywanie klasycznej biotechnologii i biotechnologii współczesnej, korzystającej z najnowszych osiągnięć genetyki, biologii molekularnej i inżynierii genetycznej.

3. Z rozwojem inżynierii genetycznej i biotechnologii wiążą się problemy etyczne

Już dawno podjęto działania na rzecz bezpiecznego prowadzenia doświadczeń biomedycznych. Co jakiś czas w Polsce odbywają się konferencje na temat etycznych i prawnych granic badań naukowych, organizowane m.in. przez Polskie Towarzystwo Bioetyczne i różne instytucje naukowe (m.in. wydziały biologii i medyczne). Dotyczą głównie badań związanych z medycyną, a biorą w nich udział nie tylko przedstawiciele tych nauk, ale też filozofii, teologii moralnej i prawa.

Prawo powinno stwarzać podstawę rozwoju badań naukowych, zapewniając jednocześnie podmiotowe traktowanie człowieka (przede wszystkim zgoda pacjenta), będącego uczestnikiem eksperymentu. Z punktu widzenia prawa istotne jest rozróżnienie doświadczeń terapeutycznych od badawczych. Ich zakres muszą wyraźnie ograniczać normy etyczne.

Wszyscy badacze podkreślają etyczne następstwa „Projektu poznania genomu człowieka” (HUGO, ang. *human genome project*). Przecież poznanie tego genomu może m.in. doprowadzić do powstania nowej **eugeniki** (gr. *eugenes* – dobrze urodzony), pozwalającej na doskonalenie cech dziedzicznych i eliminację chorób oraz wad. Zasady eugeniki zostały wypaczone przez nazistów i doprowadziły do eksterminacji „ras niższych”, osób chorych i o odmiennych orientacjach seksualnych. Nowa eugenika może powodować naruszanie prywatności człowieka i doprowadzać do dyskryminacji w zakresie zatrudnienia czy ubezpieczenia zdrowotnego oraz wywoływać silną depresję ludzi obciążonych wadami genetycznymi. Poznanie

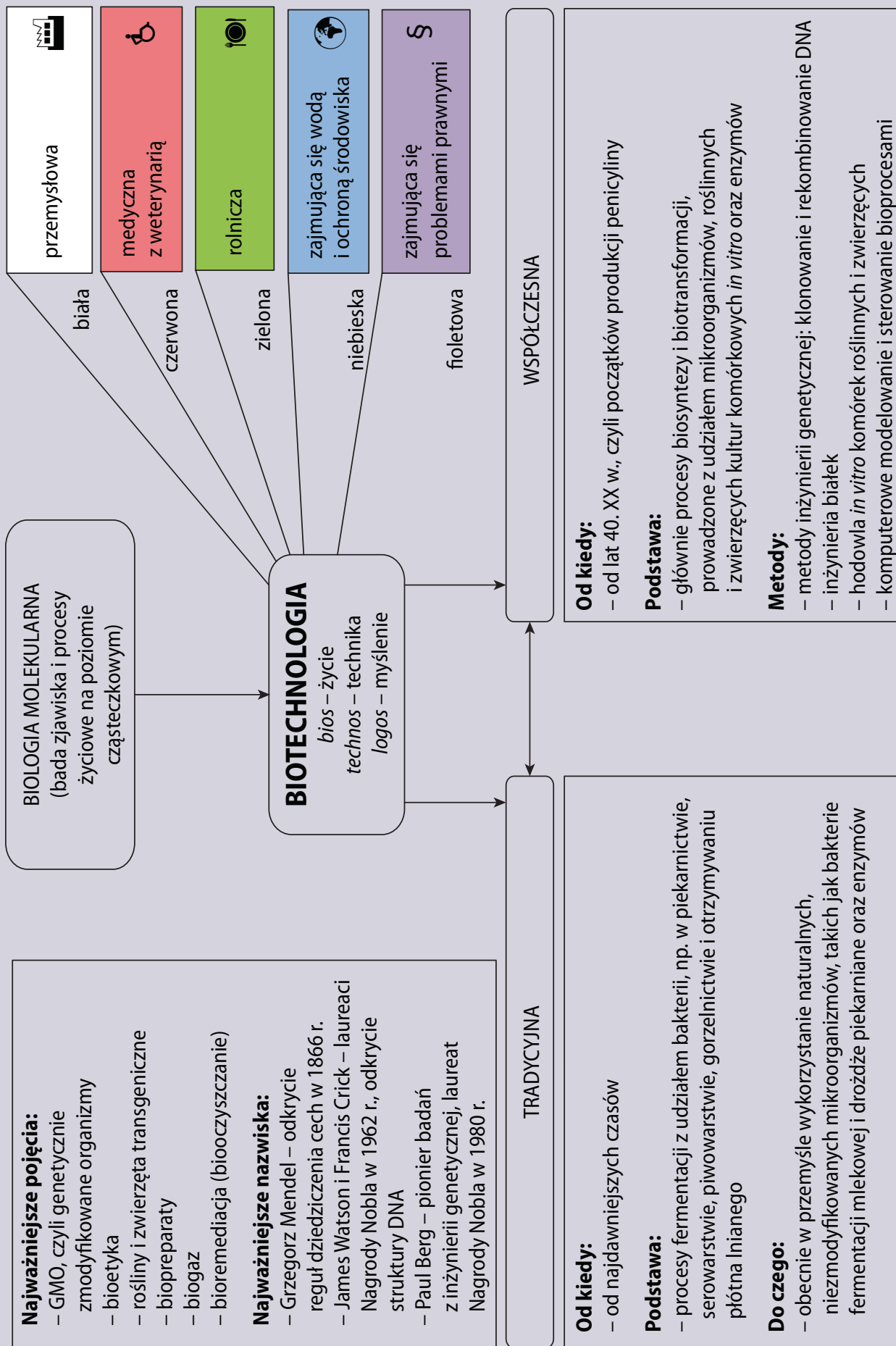
naszego genomu ma jeszcze inne następstwa – rozbudzenie emocji społecznych i polaryzację postaw ludzi. Dlatego tak ważne jest obiektywne informowanie społeczeństwa o możliwościach nauki.

Zwróćmy też uwagę, że jesteśmy jedynym gatunkiem na Ziemi, który chce i może ulepszyć swoje funkcjonowanie dzięki zdobytej wiedzy i umiejętnościom. Ale musimy być odpowiedzialni i powinniśmy się zatroszczyć o to, aby utrzymać naszą różnorodność i indywidualność.

Niezwykle ważne jest także, aby przenoszenie genu, nawet w celach terapeutycznych, nigdy nie dotyczyło komórek rozrodczych, bo mogłoby to trwale zmienić informację genetyczną danego gatunku, a następstwa takich kroków byłyby niemożliwe do przewidzenia. Tej granicy **nie wolno** przekroczyć. Nie wystarczy sama presja moralna społeczeństwa, koniecznie trzeba wprowadzić odpowiednie przepisy prawne, które – jak dotąd – nie nadążają za rozwojem badań naukowych. Z drugiej strony należy jednak pamiętać, że te wszystkie dylematy nie mogą być hamulcem badań naukowych, zwłaszcza badań podstawowych.

Świetnie zobrazował to amerykański naukowiec, pionier badań z inżynierii genetycznej, Paul Berg (laureat Nagrody Nobla w 1980 r. za badania rekombinacji DNA, inicjator słynnego „Apelu biologów”, nawołującego do zaniechania niektórych doświadczeń w zakresie inżynierii genetycznej), który powiedział:

Nie sądzę, by uczonych miały cechować szczególne kwalifikacje moralne [...]. Zgadzam się natomiast, że uczony jest zobowiązany do oceniania i rozumienia konsekwencji tego, co robi. Stąd też ponosi odpowiedzialność za to, czy zwraca uwagę na potencjalne rezultaty swej pracy. [...] Jeśli robię młotek, to powinienem go tak robić, by nie wzniecić pożaru, nie zrobić nikomu krzywdy opiłkami itp. Nie jestem zaś odpowiedzialny za to, że młotkiem można nie tylko wbić gwóźdź, ale także kogoś zabić. To jest szerszy problem prawny, moralny, społeczny i polityczny. Gdybyśmy pojmowali to w kategorii odpowiedzialności uczonych, nie byłoby w ogóle niemal żadnego postępu, bo prawie każde osiągnięcie nauki może zostać nadużyte.



Ryc. 6. Biotechnologia – podsumowanie

Streszczenie

- Biotechnologia jest dynamicznie rozwijającą się wielodyscyplinarną dziedziną nauki i techniki, która wykorzystuje organizmy lub ich części do celów praktycznych, czyli wytwarzania dóbr i usług.
- Współczesną biotechnologię datuje się od lat 40. XX w., czyli początków produkcji penicyliny.
- W biotechnologii stosuje się metody inżynierii genetycznej – klonowanie i rekombinowanie DNA.
- Dzięki biotechnologii możliwa stała się świadoma modyfikacja genomów – tworzenie nowych kombinacji genów.
- Metody biotechnologiczne stosowane są też do ochrony bioróżnorodności.
- Wyróżnia się pięć działów tej nauki: biotechnologia przemysłowa (biała), medyczna z weterynarią (czerwona), rolnicza (zielona), zajmująca się wodami i ochroną środowiska (niebieska) oraz problemami prawnymi (fioletowa); wszystkie te działy wzajemnie się przenikają.
- Biotechnologia współczesna ściśle wiąże się z tradycyjną.
- Tradycyjne biotechnologie były wykorzystywane przez człowieka już od najdawniejszych czasów.
- Podstawową biotechnologią były procesy fermentacji z udziałem bakterii.
- Biotechnologia tradycyjna jest oparta na wykorzystaniu naturalnych, niezmodyfikowanych mikroorganizmów i enzymów.
- Głównymi drobnoustrojami stosowanymi w biotechnologii tradycyjnej są bakterie fermentacji mlekowej i drożdże piekarniane.

Problemy do dyskusji

1. Uzasadnienie wielodyscyplinarności biotechnologii.
2. Znaczenie biotechnologii tradycyjnej w życiu człowieka.
3. Problemy etyczne związane z rozwojem biotechnologii.

Zadania

1. Uzasadnij, że biotechnologia jest wielodyscyplinarną nauką stosowaną.
2. Wyjaśnij, dlaczego nie wyobrażamy sobie życia bez metod tradycyjnej biotechnologii. Podaj kilka przykładów.
3. Przedstaw zastosowania nowych biotechnologii.
4. Wyszukaj w domu i sklepie spożywczych produkty uzyskane metodami biotechnologicznymi.
5. Wyszukaj w prasie i Internecie informacje dotyczące problemów etycznych, związanych z rozwojem biotechnologii i je skomentuj.