

# BIOTECHNOLOGIA

Informator  
dla licealistów



## Co to jest BIOTECHNOLOGIA?

Biotechnologia definiowana jest jako wykorzystywanie układów biologicznych, organizmów żywych oraz ich składowych do tworzenia lub modyfikowania określonych produktów lub procesów technologicznych.

Na podstawie powyższej definicji za najwcześniejsze przedsięwzięcia biotechnologiczne w historii ludzkości można uznać uprawę roślin, hodowlę zwierząt, warzenie piwa, produkcję wina, kiszenie warzyw i owoców, wytwarzanie serów oraz przygotowywanie chleba.

Choć nasi dalecy przodkowie nie znali takich pojęć jak modyfikacje genetyczne, drożdże, bakterie, enzymy, fermentacja alkoholowa czy fermentacja mlekowa, to jednak z powodzeniem – korzystając z wielopokoleniowych obserwacji i doświadczeń – wykorzystywali procesy biologiczne i mikroorganizmy do produkcji żywności.

Współczesna biotechnologia to bardzo zróżnicowana, multidyscyplinarna dziedzina ludzkiej działalności. Produkty biotechnologiczne powstają dzięki połączeniu badań podstawowych z obszaru nauk biologicznych (biochemii, biologii molekularnej, genetyki, mikrobiologii, biologii komórki, immunologii) oraz nauk inżynierskich i są wykorzystywane na szeroką skalę w ochronie zdrowia (medycynie, branży farmaceutycznej, diagnostyce, weterynarii), w rolnictwie, w ochronie środowiska, w produkcji (m.in. żywności, chemikaliów, kosmetyków, papieru, tekstyliów) oraz w rozwoju alternatywnych źródeł energii.

Bazą dla nowoczesnej biotechnologii są:

- techniki inżynierii genetycznej opracowane na podstawie występujących w przyrodzie mechanizmów powielania, modyfikowania, edytowania i regulacji ekspresji genów,
- procesy biochemiczne zachodzące w żywych organizmach, szczególnie w mikroorganizmach,
- hodowle komórkowe i tkankowe,
- komórki macierzyste,
- bioinformatyka,
- osiągnięcia inżynierii bioprocessowej.

## Wyzwania stojące przed BIOTECHNOLOGIĄ

Cele stojące obecnie przed biotechnologią wiążą się ściśle z ochroną zdrowia, ochroną środowiska naturalnego oraz zrównoważonym rozwojem. Do najważniejszych wyzwań zaliczyć można:

- wyżywienie rosnącej populacji ludzi na Ziemi,
- opracowanie leków przeciwko chorobom cywilizacyjnym, nowotworowym i neurodegeneracyjnym, które w coraz większym stopniu wpływają na życie społeczne i koszty opieki zdrowotnej,
- wynalezienie nowych i czystych (przyjaznych środowisku) sposobów uzyskiwania energii, alternatywnych wobec paliw kopalnych,
- stworzenie skutecznych metod usuwania zanieczyszczeń z gleby, powietrza i wody (w szczególności sposobów usuwania plastiku ze środowiska) oraz utylizacji odpadów stałych.

Rozwój biotechnologii oraz stosowanie produktów biotechnologicznych rodzą także nowe wyzwania, które wiążą się z etyką oraz wymagają skrupulatnej

oceny relacji ryzyka do korzyści. Jako przykład można wymienić: badania z użyciem ludzkich komórek, niebezpieczeństwo wykorzystania danych genetycznych do celów niemedycejskich, zagrożenia środowiskowe związane z prowadzeniem monokultur GMO oraz dobrostan zwierząt hodowlanych.

## Predyspozycje do studiowania BIOTECHNOLOGII

Wybierając studia z biotechnologii, warto oprócz biologii lubić także chemię oraz matematykę i fizykę. Biotechnologia to wszechstronna nauka, która wymaga podstawowej wiedzy także z tych trzech przedmiotów. Ważna jest znajomość języka angielskiego, gdyż w czasie studiów korzysta się z literatury naukowej w tym języku. Dodatkowo przydatne są pomysłowość, nieszablonowe myślenie, umiejętność kojarzenia faktów oraz choćby minimalne zdolności manualne, bo biotechnologia to nauka doświadczalna. Na studiach wysoko cenione są ponadto umiejętność formułowania myśli oraz jasność i precyzyjność wypowiedzi.

## Studia z BIOTECHNOLOGII

Biotechnologię można studiować na ponad czterdziestu uczelniach w Polsce. W swojej ofercie kierunek ten mają zarówno uniwersytety, jak i politechniki, uczelnie rolnicze oraz medyczne. W zależności od profilu szkoły wyższej studia I stopnia trwają trzy lub trzy i pół roku, a studia II stopnia dwa lata lub półtora roku. Ponadto w programie studiów główny nacisk położony jest na naukowe albo aplikacyjne aspekty biotechnologii.

Poszczególne plany studiów I i II stopnia mogą się istotnie różnić pod względem tematyki przedmiotów specjalistycznych, dostępności kursów fakultatywnych (nieobowiązkowych, do wyboru) oraz liczby zajęć praktycznych.

Zwykle podstawę studiów I stopnia z biotechnologii tworzą następujące przedmioty:

- biochemia,
- mikrobiologia,
- biologia komórki,
- genetyka,
- chemia (ogólna i nieorganiczna, organiczna, fizyczna),
- matematyka,
- fizyka,
- bioetyka,
- własność intelektualna i przemysłowa.

Bardzo często na studiach biotechnologicznych obowiązkowe są także:

- immunologia,
- fizjologia roślin i zwierząt,
- biologia molekularna,
- biofizyka.

Wyróżnikami w programie biotechnologii na WBBiB są kursy, takie jak:

- inżynieria białek,
- genetyka molekularna,
- bioinformatyka,
- statystyka,
- biochemia fizyczna.

oceny relacji ryzyka do korzyści. Jako przykład można wymienić: badania z użyciem ludzkich komórek, niebezpieczeństwo wykorzystania danych genetycznych do celów niemedycejskich, zagrożenia środowiskowe związane z prowadzeniem monokultur GMO oraz dobrostan zwierząt hodowlanych.

## Predyspozycje do studiowania BIOTECHNOLOGII

Wybierając studia z biotechnologii, warto oprócz biologii lubić także chemię oraz matematykę i fizykę. Biotechnologia to wszechstronna nauka, która wymaga podstawowej wiedzy także z tych trzech przedmiotów. Ważna jest znajomość języka angielskiego, gdyż w czasie studiów korzysta się z literatury naukowej w tym języku. Dodatkowo przydatne są pomysłowość, nieszablonowe myślenie, umiejętność kojarzenia faktów oraz choćby minimalne zdolności manualne, bo biotechnologia to nauka doświadczalna. Na studiach wysoko cenione są ponadto umiejętność formułowania myśli oraz jasność i precyzyjność wypowiedzi.

## Studia z BIOTECHNOLOGII

Biotechnologię można studiować na ponad czterdziestu uczelniach w Polsce. W swojej ofercie kierunku ten mają zarówno uniwersytety, jak i

- **Praca w laboratorium**

Dzięki dużej liczbie ćwiczeń laboratoryjnych, pracowni dyplomowej oraz możliwości udziału w projektach badawczych studenci nabierają cennych praktycznych umiejętności pracy w laboratorium, obsługi nowoczesnego sprzętu laboratoryjnego, stosowania współczesnych metod badawczych inżynierii genetycznej, mikrobiologii, biochemii, biologii komórki czy immunologii. Absolwenci studiów magisterskich posiadają dodatkowo doświadczenie w projektowaniu eksperymentów i analizowaniu ich wyników, swobodnie posługują się narzędziami bioinformatycznymi oraz poznają bardziej zaawansowane metody badawcze nauk podstawowych (wymienionych powyżej) i biotechnologii.

- **Przedsiębiorczość**

Studia magisterskie dostarczają kompletnego pakietu informacji na temat ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, zasad tworzenia i prowadzenia firm w oparciu o komercjalizację wiedzy z zakresu biotechnologii, zarządzania jakością.

- **Komunikacja**

Udział w wielu kursach, w tym w seminariach i konwersatoriach, przygotowywanie prezentacji oraz praca dyplomowa rozwijają umiejętność poprawnego pisania, precyzyjnych wypowiedzi oraz wystąpień publicznych.

- **Informacja**

Przez całe studia studenci uczą się zbierać, zestawiać, analizować i prezentować informacje z dziedziny biologii i biotechnologii, tworzyć raporty i analizy.

## Kolory BIOTECHNOLOGII

**Czerwona biotechnologia** związana jest ze zdrowiem, medycyną i diagnostyką.

**Biała biotechnologia** łączy się z procesami przemysłowymi, takimi jak produkcja związków chemicznych, nowych materiałów, biopaliw.

**Zielona biotechnologia** dotyczy rolnictwa.

**Niebieska biotechnologia** związana jest z akwenami. Zajmuje się badaniem i wykorzystywaniem zasobów jezior, mórz i oceanów w celach przemysłowych.

**Szara biotechnologia** łączy się z ochroną środowiska. Dzieli się ją na dwie gałęzie: zachowanie bioróżnorodności oraz usuwanie zanieczyszczeń.

**Żółta biotechnologia** dotyczy żywienia i produkcji artykułów spożywczych.

**Brązowa biotechnologia** związana jest z obszarami pustynnymi.

**Fioletowa biotechnologia** odnosi się do regulacji legislacyjnych związanych z publikacjami, patentami, własnością intelektualną.

**Czarna biotechnologia** podejmuje tematykę broni biologicznej i ochrony przed bioterroryzmem.

**Złota biotechnologia** związana jest z bioinformatyką i technologią komputerową.

## Co robią BIOTECHNOLOGI?

Opracowują systemy wykorzystujące komórki mikroorganizmów, roślin i zwierząt do produkcji związków wykorzystywanych m.in. jako leki, dodatki do żywności, specjalistyczne odczynniki, alternatywne paliwa.

Wytwarzają tradycyjne szczepionki przeciwko groźnym chorobom oraz obmyślają zupełnie nowe formy szczepionek, bezpieczniejsze, skuteczniejsze, prostsze i szybsze w produkcji.

Konstruują nowe terapeutyki – leki biologiczne o precyzyjnym działaniu.

Opracowują nowatorskie terapie rzadkich, ciężkich, nieuleczalnych chorób.

Dzięki modyfikacjom genetycznym tworzą modelowe mikroorganizmy, rośliny i zwierzęta wykorzystywane w badaniach naukowych.

Wymyślają testy do diagnozowania chorób, wykrywania zanieczyszczeń środowiska, prowadzenia analiz w badaniach naukowych.

Tworzą odmiany roślin, które pozwalają zmniejszyć niekorzystny wpływ rolnictwa i hodowli na środowisko (ograniczają zużycie wody, nawozów, herbicydów, pestycydów), zwiększyć plony, zapewnić suplementowanie żywności w brakujące składniki, oraz mogą służyć jako biopaliwa.

Opracowują biodegradowalne materiały, mogące znaleźć zastosowanie jako opakowania, produkty jednorazowego użytku itp.

Modyfikują i wykorzystują mikroorganizmy i rośliny do oczyszczania środowiska – rozkładania lub usuwania substancji toksycznych.

## Kamienie milowe w rozwoju współczesnej BIOTECHNOLOGII

W 1917 roku w Wielkiej Brytanii Chaim Weizmann zastosował proces fermentacji na skalę przemysłową, wykorzystując czystą kulturę *Clostridium acetobutylicum* do produkcji acetonu. Dwa lata później węgierski inżynier rolnictwa Karl Ereky po raz pierwszy użył terminu „biotechnologia”. W latach 40. XX wieku niezwykle właściwości pędzłaka, odkryte kilkanaście lat wcześniej przez Alexandra Fleminga, zostały wykorzystane do produkcji pierwszego antybiotyku – penicyliny. W 1944 roku dzięki doświadczeniom Oswalda Avery'ego, Maclyna McCarty'ego i Colina MacLeoda DNA uznany został za czynnik dziedziczności. Badania Jamesa Watsona, Francis Cricka, Rosalindy Franklin i Maurice'a Wilkinsa doprowadziły w 1953 roku do poznania struktury DNA. Z kolei w 1966 roku Robert Holley, Har Gobind Khorana, Heinrich Matthaei oraz Marshall Nirenberg złamali kod genetyczny.

**Za początek ery nowoczesnej biotechnologii powszechnie uważa się lata 70. XX wieku i towarzyszący im rozwój technik inżynierii genetycznej.**

**1970** – naukowcy izolują z bakterii, oczyszczają i charakteryzują pierwsze enzymy restrykcyjne grupy II – *EcoRI* oraz *HindIII*

**1971** – Paul Berg łączy w laboratorium fragment DNA wirusa bakteryjnego z DNA małpiego wirusa SV40 – powstaje pierwszy rekombinowany DNA

**1973** – Stanley Cohen i Herbert Boyer wprowadzają rekombinowany DNA do bakterii, gdzie ulega on powieleniu i jest przekazywany z pokolenia na pokolenie

**1975** – Georges Köhler i César Milstein fuzują komórki szpiczaka z komórkami limfocytów B i produkują pierwsze w historii przeciwciała monoklonalne. W niedługim czasie przeciwciała monoklonalne rewolucjonizują rynek farmaceutyczny

**1978** – Keiichi Itakura oraz Arthur Riggs konstruują plazmid zawierający syntetyczny gen insuliny, a następnie produkują rekombinowaną insulinę w bakteriach *Escherichia coli*

**1982** – FDA zatwierdza rekombinowaną insulinę do użytku (pod nazwą Humulin) – jest to pierwszy produkt biotechnologiczny, który pojawił się na rynku farmaceutycznym

**1983** – Kary Mullis opracowuje metodę łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR), która pozwala na szybkie namnażanie DNA z niewielkiej ilości materiału wyjściowego

**1997** – Ian Wilmut i Keith Campbell po raz pierwszy z sukcesem wykorzystują do klonowania komórki somatyczne dorosłego osobnika w wyniku czego powstaje owca Dolly

**2003** – wyniki sekwencjonowania ludzkiego genomu zostają opublikowane w tygodnikach „Science” i „Nature”

**2013** – dwa zespoły badawcze – Jennifer Doudny i Emmanuelle Charpentier oraz Virginijusa Šikšnysa – równolegle odkrywają potencjał bakteryjnego systemu CRISPR-Cas9, który zostaje wykorzystany do szybkiej i precyzyjnej edycji genomów *in vivo*

## Praca po studiach z BIOTECHNOLOGII

Studia z biotechnologii zapewniają zdobycie interdyscyplinarnej wiedzy oraz szerokiego wachlarza umiejętności, dzięki czemu po zakończeniu nauki można znaleźć zatrudnienie w wielu różnych miejscach.

Dostępne ścieżki kariery zależą w głównej mierze od poziomu zdobytego wykształcenia i związanego z nim tytułu zawodowego/stopnia naukowego, jak również od indywidualnych predyspozycji, kompetencji i ambicji.

Tytuł licencjata pozwala na pracę w laboratoriach na stanowiskach technicznych, wykonywanie standardowych analiz i doświadczeń, zbieranie danych.

Na bardziej odpowiedzialnych, samodzielnych i kreatywnych stanowiskach wymagany jest tytuł magistra.

Stopień doktora jest konieczny w przypadku wyboru kariery naukowej. Zdecydowanie zwiększa również szanse na objęcie stanowisk kierowniczych oraz stanowisk menedżerskich wyższego szczebla w firmach prywatnych i agencjach rządowych.

**Firmy z sektora *life science*: farmaceutyczne, diagnostyczne, biotechnologiczne, kosmetyczne, przedsiębiorstwa z rynku szeroko pojętej analityki chemicznej, firmy związane z produkcją i rozwojem produktów rolnych, suplementów diety**

działy badań i rozwoju (R&D), działy kontroli jakości; opracowywanie nowych produktów, udoskonalanie technologii produkcji

**Przedsiębiorstwa produkujące aparaturę specjalistyczną, tworzące nowe technologie, przedsiębiorstwa z rynku szeroko pojętej analityki chemicznej, firmy farmaceutyczne**

działy marketingu; działy sprzedaży stanowiska ds. sprzedaży oraz kontaktu z klientami i doradztwa, przedstawiciele medyczni

**Instytuty badawcze i badawczo-rozwojowe**

stanowiska techniczne, badawcze i naukowe; prowadzenie badań podstawowych i aplikacyjnych

**Uniwersytety**

stanowiska laboratoryjne, naukowe i dydaktyczne; prowadzenie badań podstawowych, nauczanie

**Firmy prawnicze, biura patentowe, instytucje rządowe**

doradztwo specjalistyczne (konsulting)

**Agencje rządowe**

praca przy projektach związanych z bezpieczeństwem żywności, leków, terapii, projektach medycznych oraz programach finansowania badań

**Media**

dziennikarstwo naukowe, popularyzacja nauki



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii

ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

tel.: 12 664 60 00, 12 664 54 51

e-mail: [student.wbbib@uj.edu.pl](mailto:student.wbbib@uj.edu.pl)

[wbbib.uj.edu.pl](http://wbbib.uj.edu.pl)  
[rekrutacja.uj.edu.pl](http://rekrutacja.uj.edu.pl)  
[irk.uj.edu.pl](http://irk.uj.edu.pl)

W przygotowanie Informatora zaangażowani byli pracownicy Wydziału Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Osobom zainteresowanym biotechnologią polecamy dalszą lekturę, w szczególności:

- R. Dawkins, *Samolubny gen*, Prószyński Media, 2012
- R. Skloot, *Nieśmiertelne życie Henrietty Lacks*, Wydawnictwo Sonia Draga, 2011
- A. Rutherford, *Krótką historią wszystkich ludzi, którzy kiedykolwiek żyli*, Prószyński Media, 2017
- V. Ramakrishnan, *Maszyna genów. Wyścig do rozwiązania tajemnic rybosomu*, Copernicus Center Press, 2021
- S. Mukherjee, *Cesarz wszech chorób. Biografia raka*, Wydawnictwo Czarne, 2013
- Krótkie artykuły przeglądowe publikowane on-line na portalu [biotechnologia.pl](http://biotechnologia.pl)
- *Podstawy biotechnologii*, pod red. naukową B. Kristiansena, C. Ratledge'a, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2013
- M. K. Błaszczak, A. Goryluk-Salmonowicz, *Przemysłowe wykorzystanie mikroorganizmów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2020