

# Kształcenie biotechnologów w Polsce

Włodzimierz Grajek  
Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności  
Akademia Rolnicza  
Poznań

**K**ształcenie kadr jest jednym z podstawowych warunków rozwoju biotechnologii w Polsce. Rola czynnika ludzkiego w kształtowaniu współczesnej biotechnologii jest niezwykle ważna w rozwoju tej dziedziny.

W Polsce relatywnie wcześnie uświadomiono sobie konieczność uruchomienia tego kierunku studiów i już na początku lat osiemdziesiątych, niejako ubiegając rozwój przemysłu opartego na nowych biotechnologiach, otworzono na kilku polskich uczelniach studia biotechnologiczne. W większości przypadków początek stanowiło utworzenie specjalizacji przy którymś z istniejących już wydziałów, którą następnie przekształcano w samodzielny kierunek studiów.

Motyacją do tych działań było przeświadczenie o rozwojowej, kreatywnej roli biotechnologii dla wielu branż gospodarki narodowej oraz przekonanie, że biotechnologia może stać się wsparciem dla przemysłu spożywczego i farmaceutycznego, które uważano za swego rodzaju specjalności polskie, przynajmniej w skali europejskiej.

Biotechnologia jest typową dziedziną interdyscyplinarną. Fakt, że w procesach biotechnologicznych są wykorzystywane zarówno czynniki biologiczne (np. komórki, biokatalizatory) jak i techniczne (np. aparatura technologiczna) powoduje, że kształcenie fachowców musi objąć zarówno zespół dyscyplin biologiczno-chemicznych, jak i inżynieryjno-organizacyjnych.

Przygotowanie typowego procesu biotechnologicznego przebiega zwykle w czterech fazach (tab. 1). Na każdym z etapów niezbędny jest udział specjalistów o specyficznych, często zupełnie odmiennych, profilach wykształcenia.

Pierwszy etap polega na przygotowaniu materiału biologicznego, zwykle organizmów transgenicznych lub komórek mikroorganizmów rekombinowanych wykazujących zdolności do nadprodukcji określonego metabolitu. Etap ten jest realizowany w laboratoriach naukowych przez specjalistów z zakresu biologii molekularnej i biochemii.

Drugi etap rozwoju określonej biotechnologii polega na ustaleniu warunków ekspresji genów w dużej skali produkcyjnej. Odbywa się to w stacjach pilotowych (półtechnika) i kończy w skali przemysłowej (fabryka). Zasadniczą



rolę odgrywają tutaj problemy inżynierii komórkowej i bioreaktorowej. W pracach tych biorą wspólnie udział specjaliści z zakresu mikrobiologii przemysłowej, hodowli tkankowych i enzymologii stosowanej oraz inżynierii bioprosesowej i chemicznej.

TABELA 1

ETAPY PRZYGOTOWANIA PROCESU BIOTECHNOLOGICZNEGO I PREFEROWANE KWALIFIKACJE SPECJALISTÓW

|     | Charakter operacji  | Kwalifikacje  |
|-----|---|---|
| I   | przygotowanie materiału biologicznego   | biologia molekularna, biochemia, immunologia                                      |
| II  | ekspresja genów w bioreaktorze, powiększanie skali procesu, optymalizacja procesu przemysłowego | mikrobiologia przemysłowa, bioinżynieria, kultury komórkowe, inżynieria komórkowa |
| III | izolacja, oczyszczanie i zagęszczanie   | inżynieria procesowa, inżynieria chemiczna  |
| IV  | formowanie produktu, kontrola i standaryzacja jakości produktu, marketing                       | biochemia, technologia opakowań, marketing, biobusiness                           |

Kolejną fazę produkcji stanowi izolacja, oczyszczanie i zagęszczanie metabolitu. Prace te przygotowują i organizują specjaliści z dziedzin inżynierii procesowej i chemicznej.

Ostatni, czwarty etap obejmuje formowanie produktu handlowego, kontrole i normalizację jego jakości oraz marketing. Wymaga to zaangażowania specjalistów z zakresu (bio)chemii, technologii opakowań oraz specjalistów od marketingu i biobusinessu.

Zakres występowania wymienionych faz w poszczególnych procesach biotechnologicznych jest zróżnicowany (tab. 2). Tak zatem, przygotowanie rośliny lub zwierzęcia transgenicznego dokonuje się w laboratorium naukowym. Odbywa się tam cały cykl produkcyjny. Można zatem powiedzieć, że laboratorium biologii molekularnej jest „fabryką” dającą na rynek produkt finalny w formie organizmów transgenicznych lub mikroorganizmów rekombinowanych. W przypadku biotechnologii przemysłowych proces obejmuje zwykle wszystkie cztery fazy produkcyjne i wymaga znacznie szerszej gamy kwalifikacji pracowników. Należy w tym wszystkim dostrzec właściwe proporcje ilościowe w występowaniu poszczególnych form zakładów biotechnologicznych. Wytwórnictwo metabolitów komórkowych są dominującym segmentem współczesnego przemysłu biotechnologicznego i zatrudniają większość specjalistów pracujących na rzecz biotechnologii.

Ocena potrzeb w zakresie kształcenia i kształtowania sylwetki absolwenta dla przemysłu biotechnologicznego jest możliwa jedynie na tle analizy umiejętności niezbędnych dla realizacji procesów biotechnologicznych.

W konsekwencji dotychczasowych rozważań nasuwa się zasadnicze pytanie: czy kształcić oddzielnie specjalistów w poszczególnych specjalnościach biotechnologicznych, czy kształcić biotechnologów? Jest to pytanie trudne.



TABELA 2  
SCHEMAT WYTWARZANIA PRODUKTU W RÓŻNYCH DZIEDZINACH BIOTECHNOLOGII

| Dziedzina biotechnologii | Organizacja tworzenia produktu finalnego |                 |          |
|--------------------------|--|-----------------|----------|
|                          | Laboratorium badawcze                    | Stacja pilotowa | Przemysł |
| roślinna                 | +  |                 |          |
| zwierzeczna              | +  |                 |          |
| farmaceutyczna           | +  | (+)             | (+)      |
| przemysłowa*             | +  | +               | +        |

\* przemysł: fermentacyjny, spożywczy, farmaceutyczny, wytwórnictwo preparatów mikrobiologicznych, wytwórnictwo szczepionek, oczyszczalnie ścieków, wytwórnictwo grzybów kapeluszkowych, wytwórnictwo probiotyków, wytwórnictwo enzymów, wytwórnictwo hormonów, itp.

Aby na nie odpowiedzieć warto się zastanowić jaką rolę powinni spełnić wymienieni specjaliści w procesach rozwojowo-badawczych i produkcyjnych. Wydaje się, że duży wpływ na to ma wybór skali produkcji i charakter pracy specjalistów. Dla dużych zakładów produkcyjnych oraz dla dużych laboratoriów badawczych korzystniejszą jest, moim zdaniem, kształcić kadrę w zakresie wielu, wąskich specjalizacji (chemik, biochemik, mikrobiolog, informatyk, inżynier procesowy, itp). Jednocześnie zaznaczyć należy, że w takich interdyscyplinarnych zespołach jest niezbędny biotechnolog, jako osoba wyznaczająca ogólne cele i integrująca wspólne działania.

#### Kogo kształcić?

- specjalistów w wąskich dziedzinach związanych z biotechnologią?
- biotechnologa?

Jednakże na wielu stanowiskach pracy korzystniejszą jest zatrudnić biotechnologa. Do takich stanowisk można zaliczyć:

- głównego technologa w fabryce,
- pracownika w dziale badań i wdrożeń (R&D),
- pracownika badawczego w instytutach technologicznych, wreszcie
- specjalistę w małej firmie.

Warto zwrócić uwagę na tę ostatnią funkcję. Można zaryzykować stwierdzenie, że im mniejsza firma biotechnologiczna, tym większa jest potrzeba zatrudnienia biotechnologa. Pełni on tam rolę specjalisty dysponującego wiedzą z wszystkich obszarów biotechnologii.

W Polsce kształceniem biotechnologów zajmują się prawie wszystkie główne typy wyższych uczelni, tj. politechniki, uniwersytety i akademie rolnicze. Ich udział w kształceniu specjalistów dla poszczególnych dziedzin biotechnologii jest bardzo zróżnicowany (tab. 3). Aktualnie kierunek biotechnologii jest

prowadzony na Politechnikach: Gdańskiej, Łódzkiej, Warszawskiej i Wrocławskiej. Spośród uniwersytetów kierunek ten prowadzą Uniwersytety: im. Adama Mickiewicza, Marii Curie-Skłodowskiej, Wrocławski i Gdański we współpracy z tamtejszą Akademią Medyczną. W najbliższym czasie studia takie będą uruchomione na Uniwersytecie Jagiellońskim. Z wyższych szkół rolniczych biotechnologia jest wykładana jak dotąd jedynie w Akademii Rolniczej w Poznaniu. Większość tych uczelni nadaje absolwentom tego kierunku tytuł magistra inżyniera biotechnologii.

Należy także zaznaczyć, że w szeregu uczelniach kształci się biotechnologów w węższym zakresie w formie specjalizacji na innych kierunkach. Dotyczy to praktycznie wszystkich akademii rolniczych prowadzących specjalizacje biotechnologii żywności lub mikrobiologii przemysłowej na wydziałach technologii żywności.

TABELA 3  
REKRUTACJA STUDENTÓW NA KIERUNEK BIOTECHNOLOGII

| Rodzaj uczelni    | Nazwa uczelni | Liczba studentów | %   |
|-------------------|---------------|------------------|-----|
| Uniwersytety      | UMCS (Lublin) | 24               | 15  |
|                   | UAM (Poznań)  | 20               |     |
|                   | Wrocław       | 35               |     |
|                   | Gdańsk/AM     | 34               |     |
| Akademia Rolnicza | Poznań        | 50               | 7   |
| Politechniki      | Gdańsk        | 87               | 78  |
|                   | Łódź          | 161              |     |
|                   | Warszawa      | 75               |     |
|                   | Wrocław       | 265              |     |
| Razem             | 9             | 751              | 100 |

Na poziomie szkolnictwa średniego prowadzony jest specjalny kurs biotechnologii i analizy żywności w formie studium pomaturalnego przez Politechnikę Łódzką.

Uczelnie polskie kształcące biotechnologów dysponują dosyć zróżnicowaną bazą materialną. Dobrze wyposażonymi pracowniami biologii molekularnej dysponują: UAM, UMCS i AR Poznań. Stacjami doświadczalnymi w skali ćwierćtechnicznej dla badań w zakresie mikrobiologii technicznej i enzymologii dysponują Politechnika Łódzka, Warszawska i Wrocławska oraz Akademia Rolnicza w Poznaniu. Stacją doświadczalną w zakresie hodowli tkankowych dysponuje tylko Akademia Rolnicza w Poznaniu. Ta ostatnia uczelnia oraz Politechnika Łódzka posiadają stacje pilotowe dla hodowli mikroorganizmów. Akademia Rolnicza w Poznaniu posiada ponadto bioreaktory do hodowli kultur tkankowych oraz linię aparaturową do oczyszczania i zagęszczania produktów.



Bardzo interesująco przedstawia się wykaz liczby studentów przyjmowanych na I rok studiów. Aktualnie nabór kandydatów na I rok studiów na kierunku biotechnologia sięga ponad 700 osób, a w kształceniu bierze udział aż 9 wyższych uczelni. Rodzi się pytanie czy te ośrodki są odpowiednio przygotowane kadrowo i materialnie do prowadzenia tego kierunku? Wreszcie co będzie z zatrudnieniem takiej liczby absolwentów? Rozsądek wskazuje, że korzystniejsze byłoby kształcenie mniejszej liczby studentów, ale na wyższym poziomie.

Biorąc pod uwagę liczbę studentów przyjmowanych na pierwszy rok studiów największą liczbę osób kształcą politechniki. Udział uczelni technicznych w kształceniu biotechnologów uznać można za zaskakujący i zastanawiająco duży.

Bardzo ciekawie przedstawia się udział poszczególnych bloków tematycznych w programie dydaktycznym różnych uczelni. Analizę taką przeprowadzono przy założeniu, że w wykształceniu specjalistycznym biotechnologa decydującą rolę odgrywają trzy grupy przedmiotów:

- biologia molekularna/immunologia,
- technologia bioprosesowa (mikrobiologia przemysłowa), enzymologia stosowana,
- inżynieria bioprosesowa/inżynieria chemiczna.

Przy zestawieniu danych (tab. 4 i 5) wykorzystano plany studiów uzyskane dzięki uprzejmości osób wymienionych na końcu artykułu. W niektórych przypadkach dane te były trudne do interpretacji. Przykładem może być Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii AMG-UG w Gdańsku, gdzie wszyscy studenci odbywają studia trybem indywidualnym. Ponadto dane uzyskane z Politechniki Warszawskiej dotyczą tylko I-III roku studiów. Należy również zaznaczyć, że zaliczenie poszczególnych przedmiotów do danego bloku tematycznego zostało dokonane arbitralnie przez autora z intencją zachowania pełnego obiektywizmu. Autor starał się przedstawić stan istniejący poprzez analizę danych liczbowych.

Informacje zamieszczone w tab. 4 wskazują, że w ramach poszczególnych bloków przedmiotowych występuje duże zróżnicowanie w liczbie i rodzaju przedmiotów wykładanych na poszczególnych uczelniach. Widoczne jest, że szczególnie duża różnorodność przedmiotów występuje w bloku technologicznym i inżynierskim, natomiast w bloku genetycznym liczba przedmiotów jest zdecydowanie mniejsza i bardziej ujednolicona. Zestawienie nazw przedmiotów wskazuje na panujący chaos i brak wypracowanych standardów dla nauczania biotechnologii. Sprawy te powinny być przedyskutowane przez środowisko i powinno dojść do sformułowania konkretnych wniosków.

Zasadnicze różnice i rozbieżności w prezentowanych programach dydaktycznych skłaniają do przedstawienia postulatu o weryfikację zasadności używania terminu biotechnologia przez poszczególne uczelnie. Otwartym pytaniem jest: kto to ma zrobić? Obecne przepisy oddają jednoznacznie inicjatywę senatom uczelni. Kierunek studiów może być powołany przez senat uczelni na wniosek rady danego wydziału. Do utworzenia kierunku studiów jest wy-



magane zatrudnienie ośmiu samodzielnych pracowników naukowych w danej specjalności, natomiast do utworzenia specjalizacji biotechnologicznej na danym kierunku studiów wymagany jest udział pięciu samodzielnych pracowników naukowych. Na szczeblu Ministerstwa Edukacji Narodowej formułowane były w ubiegłych latach jedynie tzw. minima programowe przez komisje ekspertów. Autorowi nie jest wiadome jakie były kryteria wyboru ekspertów i czy te komisje nadal działają. Brak też jest danych charakteryzujących kadre nauczającą w poszczególnych ośrodkach.

TABELA 4  
NAZWY PRZEDMIOTÓW WYKŁADANYCH NA KIERUNKU BIOTECHNOLOGII  
W POSZCZEGÓLNYCH BLOKACH TEMATYCZNYCH

BLOK BIOLOGII MOLEKULARNEJ

Biologia molekularna. Genetyka ogólna i molekularna. Inżynieria genetyczna. Cytogenetyka. Wirusologia molekularna. Biochemia genetyczna. Podstawy inżynierii genetycznej drobnoustrojów. Immunologia.

BLOK TECHNOLOGICZNY

Biotechnologia. Mikrobiologia przemysłowa. Technologia bioprosesowa. Technologia biochemiczna. Inżynieria komórkowa. Biotechnologia w medycynie. Biotechnologia środowiska. Technologia chemiczna. Kultury komórkowe i tkankowe. Inżynieria enzymowa. Technologia enzymów. Enzymy w biotechnologii. Transformacje mikrobiologiczne. Optymalizacja procesów biotechnologicznych. Technologia żywności.

BLOK INŻYNIERYJNY

Inżynieria bioprosesowa. Inżynieria przemysłowych procesów biotechnologicznych. Projekt procesowy. Maszynoznawstwo. Technika cieplna. Rysunek techniczny. Techniki rozdziału. Aparatura biotechnologiczna. Reaktory biotechnologiczne. Inżynieria chemiczna. Termodynamika procesowa. Przenoszenie masy i energii. Mechanika płynów. Pomiar i automatyka. Symulacja komputerowa procesów technologicznych. Systemy komputerowe.

Bardzo ciekawie przedstawia się analiza liczby godzin dydaktycznych przeznaczonych na poszczególne bloki tematyczne. Dane te zaprezentowano w tab. 5. Przy analizie tego materiału należy jednak uwzględnić, że informacje te nie są pełne, gdyż dotyczą wyłącznie przedmiotów obowiązkowych. Przedmioty fakultatywne mogą znacznie zmienić przedstawione proporcje. Ponadto wydaje się, że nie wszystkie uczelnie dokonały zmian programowych o czym świadczy duża różnica w ogólnej liczbie godzin dydaktycznych w poszczególnych uczelniach.

Przedstawione liczby są zastanawiające. Dotyczy to szczególnie udziału bloku biologii molekularnej w ogólnej liczbie godzin dydaktycznych. Tylko trzy uczelnie kształcą studentów biotechnologii w tematyce związanej z nowoczesnymi technikami genetycznymi w większym zakresie. Są to AR Poznań, UAM



i UMCS. Uderzające są także duże różnice w liczbie godzin między poszczególnymi uczelniami. Biorąc pod uwagę podane fakty należy stwierdzić, że kształcenie specjalistów w dziedzinie biologii molekularnej jest stanowczo niewystarczające.

TABELA 5  
UDZIAŁ BLOKÓW TEMATYCZNYCH W PROGRAMIE STUDIÓW

| Bloki tematyczne         | Politechniki |        |            | AR         |        | Uniwersytety |       |            |
|--------------------------|--------------|--------|------------|------------|--------|--------------|-------|------------|
|                          | Gdańska      | Łódzka | Warszawska | Wrocławska | Poznań | UMCS         | UAM   | Wrocławski |
| Biologia molekularna     | 90           | 30     | —          | 135        | 540    | 420          | 420   | 225        |
| Technologiczny           | 255          | 405    | 300        | 420        | 360    | 195          | 405   | 60         |
| Inżynierski              | 510          | 555    | 420        | 390        | 105    | 30           | 60    | —          |
| Ogólna liczba godzin     | 4,395        | 3,750  | 2,190      | 3,630      | 3,195  | 3,465        | 3,990 | 4,170      |
| Udział bloków, % całości | 19           | 26     | 32         | 26         | 31     | 19           | 22    | 7          |

Brak danych z Uniwersytetu Gdańskiego.

Bloki technologiczny i inżynierski zajmują każdy po ok. 300 – 400 godzin i w większości uczelni, z małymi wyjątkami, wymiar ten jest zachowany. Jedynie w bloku inżynierskim występują pewne dysproporcje. Szczegółowa analiza programów nauczania wskazuje jednak na duże zróżnicowanie treści nauczania.

Sylwetka absolwenta kierunku biotechnologii, na podstawie definicji sformułowanej w Akademii Rolniczej w Poznaniu, jest charakteryzowana przez następujące umiejętności zawodowe:

- samodzielne podejmowanie decyzji podczas kierowania przemysłowymi procesami biotechnologicznymi,
- samodzielny dobór i ocenę stosowanego materiału biologicznego, w tym linii komórkowych i szczepów,
- podjęcie pracy we wszelkich ośrodkach hodowli roślin lub zwierząt, zwłaszcza tych, które stosują techniki *in vitro*,
- podjęcie pracy naukowo-badawczej w placówkach naukowych,
- ocenę zagrożenia dla środowiska związanego ze stosowaną technologią i skuteczne przeciwdziałanie tym zagrożeniom,
- ocenę ekonomicznych skutków swojej działalności, zarządzanie przedsiębiorstwem i organizację produkcji, a także dokonanie analizy rynku w zakresie produktów biotechnologicznych,
- podejmowanie zadań o charakterze interdyscyplinarnym dzięki umiejętności współpracy ze specjalistami z innych dziedzin.

Pozostałe uczelnie rozciągają zakres umiejętności zawodowych biotechnologów na obszar przemysłu spożywczego, chemicznego, farmaceutycznego i ochrony środowiska.

Wśród polskich uczelni kształcących biotechnologów obserwować można wyraźną tendencję do specjalizowania się w określonych dziedzinach biotechnologii (tab. 6). Zjawisko to należy uznać za niezmiernie cenne. Politechniki: Warszawska, Łódzka i Wrocławska specjalizują się w inżynierii bioprosesowej, głównie w technikach bioreaktorowych i membranowych. Politechnika Łódzka rozwinęła specjalizację biochemii technicznej i mikrobiologii przemysłowej ukierunkowane na przemysł spożywczy. Akademia Rolnicza w Poznaniu kształci biotechnologów w zakresie szeroko pojętej gospodarki żywnościowej. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza specjalizuje się w biologii molekularnej.

Prawie na wszystkich uczelniach prowadzone są trzy dziedziny biotechnologii: żywności, środowiska i farmacji. Spośród dziewięciu uczelni prowadzących kierunek biotechnologii najszerzą gamę specjalizacji oferuje Akademia Rolnicza w Poznaniu. Uczelnia ta jako jedyna kształci studentów w biotechnologii „zwierzęcej” (zwierzęta transgeniczne, hodowle tkankowe w bioreaktorach). Tylko dwie polskie uczelnie zajmują się biotechnologią roślinną. Są to UAM (rośliny transgeniczne, kultury *in vitro*) i Akademia Rolnicza w Poznaniu (rośliny transgeniczne, kultury *in vitro*, hodowle tkankowe w bioreaktorach).

TABELA 6  
DZIEDZINY BIOTECHNOLOGII PREFEROWANE W KSZTAŁCENIU BIOTECHNOLOGÓW

| Biotechnologia | Politechniki |             |                      |                 | AR     |      | Uniwersytety |                 |                     |
|----------------|--------------|-------------|----------------------|-----------------|--------|------|--------------|-----------------|---------------------|
|                | Gdań-<br>ska | Łódz-<br>ka | War-<br>szaw-<br>ska | Wroc-<br>ławska | Poznań | UMCS | UAM          | Wroc-<br>ławski | Gdań-<br>ski<br>/AM |
| roślinna       |              |             |                      |                 | +      |      | +            |                 |                     |
| zwierzęca      |              |             |                      |                 | +      |      |              |                 |                     |
| żywności       | +            | +           | +                    | +               | +      | +    |              |                 |                     |
| farmaceutyczna | +            |             | +                    | +               |        | +    |              | +               | +                   |
| środowiska     | +            | +           | +                    | +               | +      | +    | +            | +               |                     |

Poniżej przedstawiono ilustrację zakresu prowadzonych specjalizacji na kierunku biotechnologia.

Politechnika Warszawska:

- \* Biotechnologia w ochronie środowiska
- \* Biotechnologia przemysłowa
- \* Technologia produktów lekkiej syntezy chemicznej

Politechnika Łódzka:

- \* Technologia fermentacji
- \* Technologia spirytusu i drożdży
- \* Mikrobiologia techniczna
- \* Biochemia techniczna
- \* Technologia produktów owocowych i warzywnych
- \* Technologia witamin i koncentratów spożywczych



Politechnika Wroclawska:

- \* Inżynieria bioprosesowa
- \* Biotechnologia
- \* Procesy biotechnologiczne

Akademia Rolnicza Poznań:

- \* Biotechnologia w produkcji roślinnej
- \* Biotechnologia w produkcji zwierzęcej
- \* Biotechnologia w przetwórstwie żywności
- \* Biotechnologia w leśnictwie
- \* Biotechnologia w ogrodnictwie
- \* Biotechnologia w inżynierii i ochronie środowiska

UMCS Lublin (brak precyzyjnych danych):

- \* Ochrona środowiska, przemysł spożywczy, enzymologia

UAM Poznań:

- \* Na kierunku studiów nie wydzielono specjalizacji

Uniwersytet Wroclawski:

- \* Biofizyka molekularna
- \* Biotechnologia białek i peptydów
- \* Biotechnologia molekularna

Przedstawiony wykaz specjalizacji wygląda dosyć imponująco, choć rzuca się w oczy relatywnie słaba pozycja specjalizacji związanych z biologią molekularną. Jest to sytuacja, która musi niepokoić.

Ważną rolę w kształceniu wysokiej klasy biotechnologów odgrywają w świecie studia podyplomowe, szczególnie doktoranckie. Jest to niestety najslabszy element systemu dydaktycznego w Polsce. Tylko nieliczne uczelnie podejmują ten wysiłek. Robią to okresowo i z dużym trudem. Wydaje się, że pomocy w tym zakresie powinny udzielić wyższym uczelniom placówki PAN. Pozytywnym przykładem jest tutaj działalność Instytutu Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu. Wydaje się, że znacznie korzystniejsze dla całości systemu edukacji biotechnologicznej byłaby rezygnacja przez niektóre uczelnie z prowadzenia tego kierunku na studiach dziennych, a oszczędzone w ten sposób środki powinny być wykorzystane na rozwinięcie kształcenia podyplomowego.

## Wnioski

Analiza danych dotyczących kształcenia biotechnologów w Polsce skłania do dokonania następującego podsumowania:

1. Liczba uczelni kształcących studentów na kierunku biotechnologii jest duża i ciągle rośnie.
2. Wyraźnie odczuwalny jest brak standardów i wypracowania jednolitej koncepcji w programach nauczania.
3. Aktualna liczba studentów rozpoczynająca studia biotechnologiczne sięga 750 osób. W badaniach uderza jednak brak rozeznania jacy specjaliści



w tej dziedzinie są, a jacy będą poszukiwani przez pracodawców. Może budzić to obawy o zatrudnienie absolwentów.

4. Baza materialna uczelni jest mocno zróżnicowana. Najlepiej wyposażonymi laboratoriami i stacjami technologicznymi dysponują Akademia Rolnicza w Poznaniu oraz Politechniki: Łódzka, Warszawska i Wrocławska.

5. Zdecydowany prymat liczbowy w kształceniu biotechnologów dzierży politechniki. Uczelnie te specjalizują się przede wszystkim w problematyce technicznej związanej z prowadzeniem procesów biotechnologicznych.

6. Zakres kształcenia biotechnologów w dziedzinie biologii molekularnej i inżynierii genetycznej jest w większości uczelni stanowczo niewystarczający.

7. Udział przedmiotów specjalistycznych w ogólnej liczbie godzin dydaktycznych waha się w granicach 7 – 32 %, co należy uznać za wielkość niewystarczającą.

8. Widoczne jest duże zróżnicowanie między poszczególnymi uczelniami pod względem uprawianych specjalizacji biotechnologicznych. Najwięcej studentów kształconych jest w specjalizacjach związanych z gospodarką żywnościową, ochroną środowiska i farmacją, najmniej w zakresie wytwarzania organizmów transgenicznych.

9. Dla podniesienia poziomu kształcenia biotechnologów konieczne jest uruchomienie studiów podyplomowych, przede wszystkim doktoranckich.

Autor artykułu dziękuje uprzejmie za przekazanie informacji dotyczących kształcenia biotechnologów w poszczególnych ośrodkach akademickich Paniom i Panom: prof. Jackowi Augustyniakowi, dr. Andrzejowi Babuchowskiemu, prof. Stanisławowi Bieleckiemu, prof. Romanowi Gawrońskiemu, mgr Jolancie Lewandowskiej, prof. Helenie Obermanowej, prof. Annie Podhajskej, prof. Ryszardowi Pohoreckiemu, prof. Antoniemu Polanowskiemu, dr. hab. Jerzemu Rogalskiemu, dr. hab. Tadeuszowi Tuszyńskiemu, prof. Romanowi Węgrzynowi, prof. Stanisławowi Wysockiemu oraz innym osobom, które przekazały dodatkowe informacje.

## Wykaz materiałów wykorzystanych do opracowania

- Chemia (1992), Politechnika Wrocławska, Informator.
- (1993), Dziekanat Politechniki Wrocławskiej: Liczba godzin kursów obowiązkowych i wybieralnych w programie studiów. Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Instytut Chemii Organicznej i Fizycznej. Kierunek Biotechnologia. Standardowy plan studiów, maszynopis, s. 1 – 4 i 13 – 15.
- Dziekanat Wydziału Biologii. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza. Kierunek studiów: Biotechnologia. Plan studiów i wykładowcy w roku akademickim 1991/92, maszynopis.
- Góra J., (1993), (dziekan Wydziału Chemii Spożywczej i Biotechnologii Politechniki Łódzkiej). Plan studiów. Biotechnologia. Studia dzienne.
- Harasimiuk M., (1993), (dziekan Wydziału BiNoZ UMCS). Program studiów dla studentów kierunków biologia i biotechnologia. UMCS, Lublin.
- Michalczyk Z., (1993), (prodziekan Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi, UMCS), informacja pisemna, Lublin.
- Muśnicki Cz., Senkus T., (1993), Informator o studiach w Akademii Rolniczej w Poznaniu w roku akademickim 1993/94, Poznań.
- Lewandowska J., (1993), (kierownik Dziekanatu). Plan studiów. Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny.



- Namieśnik J., (1993), (prodziekan Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej, informacja pisemna, Gdańsk.
- Podhajska A., (1993), Informacja o studiach biotechnologicznych na Uniwersytecie Gdańskim, maszynopis.
- Podhajska A., (1993), Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii AMG-UG Gdańsk, IWA, Gdańsk.
- Pohorecki R., (1993), informacja pisemna, Warszawa.
- Polanowski A., (1993), Kształcenie w zakresie biotechnologii na uczelniach w Polsce. Raport o stanie biotechnologii. Komitet Biotechnologii PAN, maszynopis.
- Soroka M., (1993), (dziekan Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej), informacja pisemna, Wrocław.
- Szewczyk K.W., (1993), Studia biotechnologiczne na Politechnice Warszawskiej. Dane ogólne. Plan studiów.
- Węgrzyn G., (1993), (prodziekan Międzyuczelnianego Wydziału Biotechnologii AMG i UG), informacja pisemna, Gdańsk.
- Wysocki S., (1993), (dziekan Wydziału Chemii Spożywczej i Biotechnologii Politechniki Łódzkiej), informacja pisemna, Łódź.

## Biotechnology education in Poland

### Summary

In the 1980s biotechnology was included in the curricula of Polish universities and polytechnics. At the moment there are over 7 hundred students of biotechnology related faculties. Food and environmental biotechnology is the most popular specialization in biotechnological education. However, relatively few students continue their studies at the Ph.D. level.

### Key words:

biotechnology, education, Poland.

### *Adres dla korespondencji:*

Włodzimierz Grajek, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Akademia Rolnicza, ul. Mazowiecka 48, 61 - 623 Poznań.