

*Alina Kabata-Pendias*

**AKTUALNE ZAGADNIENIA GLEBOZNAWCZE W BADANIACH CSIRO  
W AUSTRALII**

W 1916 Rząd Związku Australijskiego powołał Komisję Doradczą dla Nauki i Przemysłu. Do zorganizowania i finansowania badań naukowych zmusiły rząd australijski trudności ekonomiczno-techniczne, w jakich znalazła się ówczesna gospodarka, a zwłaszcza rolnictwo. Powołanej placówce naukowej zapewniono wszelkie środki finansowe oraz pełną swobodę w doborze metod badawczych i organizacyjnych. Wyniki nie dały na siebie długo czekać. Bardzo szybko opanowano, między innymi, najważniejsze choroby zwierząt, które powodowały kolosalne straty w hodowli oraz przystąpiono w oparciu o wyniki badań i doświadczenia do pierwszych inwestycji rolniczych i przemysłowych.

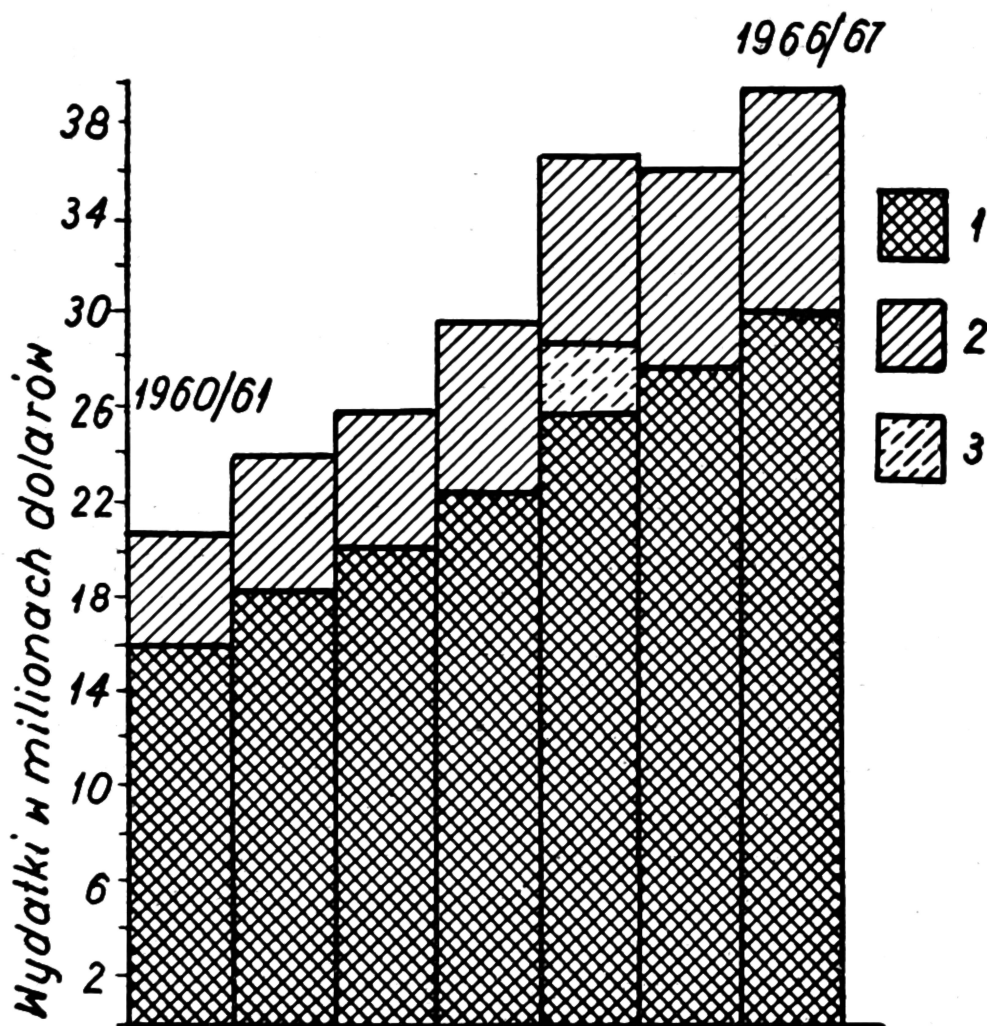
Od tego okresu obserwuje się stały rozwój organizacji badań naukowych w Australii. Komisja Doradcza dla Nauki i Przemysłu przechodziła przez parę stadiów organizacyjnych, polegających na zwiększaniu zakresu jej działania oraz na zmianie nazwy. W 1949 r. została na jej miejsce utworzona Związkowa Organizacja Badań Naukowych i Przemysłowych (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), której formy organizacyjne nie uległy zasadniczej zmianie do chwili obecnej. Władzą tej organizacji jest Rada Doradcza (Advisory Council), w skład której, obok stałych członków, wchodzi członkowie dokooptowani oraz przewodniczący komitetów stanowych. Komitety stanowe są organem składającym się z przedstawicieli wszystkich specjalności (w liczbie około 20 osób) i spełniającym bezpośrednią władzę w sprawach organizacji badań naukowych w poszczególnym stanie.

Związkowa Organizacja Badań Naukowych i Przemysłowych (CSIRO) dzieli się pod względem organizacyjnym na oddziały, na czele których stoją dyrektorzy. Schemat organizacyjny i zakres prac każdego oddziału odpowiada w bardzo dużym przybliżeniu naszym instytutom naukowo-badawczym lub naukowym. Aktualny wykaz wszystkich oddziałów przedstawia się następująco: 1. Genetyka zwierząt. 2. Weterynaria. 3. Fizjologia zwierząt. 4. Biochemia żywienia. 5. Chemia stosowana. 5. Mineralogia stosowana. 6. Technologia chemiczna. 7. Chemia fizyczna. 8. Chemia minerałów. 9. Fizyka stosowana. 10. Fizyka. 11. Trybofizyka. 12. Chemia białek. 13. Przemysł tekstylny. 14. Badania wyrobów tekstylnych. 15. Budownictwo. 16. Mleczarstwo. 17. Entomologia. 18. Rybołówstwo i oceanografia. 19. Przetwórstwo. 20. Produkcja leśna. 21. Produkcja roślinna. 22. Gruntoznawstwo. 23. Gleboznawstwo. 24. Matematyka statystyczna. 25. Mechanika inżynierska. 26. Meteorologia. 27. Radiofizyka. 28. Rośliny pastewne. 29. Myśliwstwo. 30. Badania regionalne.

Poza wymienionymi oddziałami, w skład CSIRO wchodzi mniejsze jednostki organizacyjne pod nazwą sekcji, a obejmujące niektóre wydzielone dyscypliny, jak warzywnictwo, melioracje, wydawnictwa itp.

Zgodnie ze statutem Związkowej Organizacji Badań Naukowych, rady doradcze mają bardzo dużą swobodę, zwłaszcza w zakresie doboru tematyki badawczej. Wprowadzony system zlecania prac przez przemysł lub związki branżowe zapewnia, zdaniem organizatorów, stałą konfrontację wyników badań naukowych z potrzebami praktyki, a zarazem przyspiesza wprowadzanie osiągnięć naukowych do realizacji. Ilość i wartość zlecanych badań nie jest jednakowa. Najwięcej ich przy-

pada na niektóre dziedziny, mianowicie na badania z zakresu fizjologii zwierząt, produkcji roślinnej oraz przemysłu tekstylnego i chemii białek. Natomiast dużo oddziałów prowadzi badania o charakterze bardziej teoretycznym i nie otrzymują żadnych zleceń, a budżet ich jest oparty jedynie na dotacjach państwowych. Wskaźnikiem stałego rozwoju badań naukowych jest wzrost nakładów finansowych, które w ostatnim dziesięcioleciu zostały prawie podwojone (rys. 1). Jednocześnie zaznacza się stały wzrost rocznych kosztów jednego pracownika naukowego, co wiąże się głównie z dużymi inwestycjami, przede wszystkim na aparaturę pomiarowo-kontrolną.



Rys. 1. Roczne wydatki finansowe na badania naukowe CSIRO (wg CSIRO Nineteenth Annual Raport, 1966—1967):

1 — budżet państwowy; 2 — prace zleczone; 3 — koszt zainstalowania elektronicznych maszyn matematycznych

Autorka niniejszego artykułu miała okazję zapoznać się bliżej z organizacją i zakresem prowadzonych badań jednego z oddziałów CSIRO — The Division of Soils, którego główna siedziba mieści się w Adelaide, w Południowej Australii. Oddział ten został zorganizowany w 1926 r. i obecnie posiada jeszcze pięć regionalnych placówek badawczych, rozmieszczonych w różnych Stanach Australii. Poza tym badania gleboznawcze prowadzone są także w innych oddziałach lub sekcjach CSIRO, jak np. Oddział Produkcji Roślinnej, Oddział Tropikalnych Roślin Pastewnych, Sekcja Mechaniki Gruntów. Początkowo jednym z głównych zadań Oddziału Gleboznawstwa było kartowanie i klasyfikacja gleb. Jednakże bardzo szybko zakres

potrzeb badawczych oraz zainteresowań został rozszerzony na różne zagadnienia gleboznawcze. Obecnie w Oddziale Gleboznawstwa, którego dyrektorem jest dr E. G. Hallsworth, znajduje się sześć Zakładów: Pedologii i Kartografii, Fizyki Gleb, Chemii Gleb, Mikrobiologii, Mineralogii, Zoologii Gleb. Należy zaznaczyć, że w wielu przypadkach nie zachodzi ścisły podział tematyczny badań i wykonywane są one zespołowo przez pracowników różnych Zakładów.

Poza sześcioma gleboznawczymi placówkami CSIRO, istnieją inne organizacje skupiające gleboznawców, są to mianowicie Wydziały Służby Rolnej i Leśnej i Wydziały Urzędzeń Rolnych przy każdym Rządzie Stanowym oraz Wydziały Rolnicze, względnie Wydziały Biochemii Rolnej i Gleboznawstwa na Uniwersytetach (7 wydziałów na 11 Uniwersytetów). Pomędzy wymienionymi placówkami istnieje stała współpraca, która jest koordynowana przez CSIRO. Współpraca ta jest jednak zupełnie dowolna, a nadrzędna rola Oddziału Gleboznawstwa CSIRO została ustalona nie drogą administracyjną, a w wyniku uznanego priorytetu i respektu dla dorobku naukowego pracowników tej instytucji. Jedynie Oddział Gleboznawstwa CSIRO działa na terenie wszystkich stanów Australii.

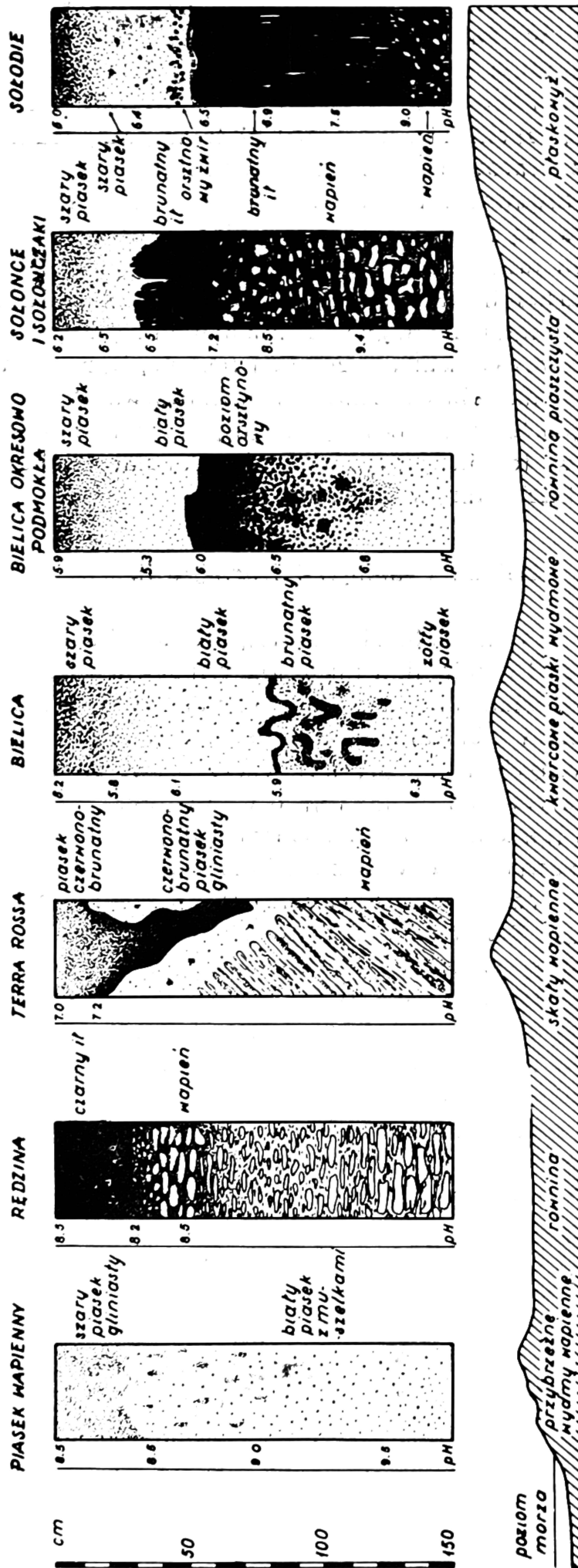
### *Zakład Pedologii i Kartografii.*

Badania prowadzone w tym zakładzie dotyczą środowiska glebowego z uwzględnieniem zagadnień genezy i typologii, a także klasyfikacji i wartości użytkowej gleb. Początkowo duży nacisk kładziono na prace kartograficzne, przy bardzo małym uzupełnianiu ich badaniami laboratoryjnymi. Obecnie mapy glebowe wykonuje się na podkładach geologicznych i topograficznych, z jednoczesnym uwzględnieniem niektórych danych klimatycznych. W oparciu o wymienione materiały przygotowuje się Atlas Gleb Australii (głównie w skali 1 cal=1 mila).

Gleby australijskie powstały w wyniku wietrzenia różnych skał, zachodzącego w okresie bardzo długiego czasu, w różnych warunkach klimatu od alpejskiego i tropikalnego do pustynnego. Pomimo że obecny klimat Australii charakteryzuje się małymi opadami atmosferycznymi (2/3 kontynentu ma poniżej 500 mm opadów, 1/3 — poniżej 250 mm), większość gleb australijskich powstała w klimacie znacznie wcześniejszym, z bardziej wilgotnymi okresami i jest w związku z tym silnie wyługowana. Obok gleb typu laterytowego oraz gleb wapiennych i słonych, na dużym obszarze, zwłaszcza południowo-wschodniej i południowo-zachodniej Australii, występują gleby bielcowe, niedoborowe w większość składników pokarmowych (makro i mikro). Na rys. 2 przedstawione są podstawowe typy gleb Australii na podstawie schematu opracowanego dla Południowej Australii.

W celu pełniejszego poznania przydatności rolnej gleb, dane kartograficzne uzupełniane są wynikami badań laboratoryjnych i doświadczeń polowych. Poza tym prowadzone są w zakładzie prace w zakresie mikropedologii (mikroskopowe badania struktury gleby), pedomii (chemiczne właściwości i współzależność pomiędzy poszczególnymi poziomami glebowymi) oraz pedologii doświadczalnej (modelowe odtwarzanie procesów glebotwórczych). W badaniach zakładu uwzględnione są także niektóre zagadnienia erozji gleb (wodnej i powietrznej) oraz produkcji rolnej, ze szczególnym naciskiem na zależność rozwoju roślin i zwierząt od warunków glebowych.

Poniżej podane są niektóre tematy podstawowych prac badawczych zakładu oraz nazwiska ich głównych wykonawców: „Klimat, geologia i geomorfologia czwartorzędu w nawiązaniu do powstawania gleb, ich materiału macierzystego i ukształtowania reliefu” (R. W. Jessup). „Właściwości, występowanie i pochodzenie gleb Queenslandu w nawiązaniu do historii krajobrazu i materiału macierzystego”



Rys. 2. Podstawowe typy gleb występujące w południowo-wschodniej Australii w nawiązaniu do ukształtowania terenu (wg Agricultural research in the South-East of Victoria and adjacent areas of Victoria. Melbourne, 1968)

(G. D. Hubble). „Współzależność pomiędzy genezą i geomorfologią subtropikalnych gleb słonych” (W. T. Ward). „Zagadnienia specjalne gleb położonych na zboczach” (C. H. Thompson). „Współzależność pomiędzy właściwościami gleb a wzrostem produkcji roślinnej, ze szczególnym uwzględnieniem klasyfikacji gleb obliczanej przy zastosowaniu elektronicznych maszyn matematycznych” (B. E. Butler). „Morfologia i rozmieszczenie gleb w nawiązaniu do formy i pochodzenia materiału macierzystego” (W. M. McArthur). Zastosowanie techniki petrograficznej i sedymentologicznej dla badania genezy gleb” (R. Brewer). „Geneza profilu glebowego ze szczególnym uwzględnieniem wietrzenia minerałów” (M.P. Green). „Interpretacja rozmieszczenia pierwiastków chemicznych w glebach dla celów klasyfikacji i nawożenia” (J. B. Giles). „Chemiczne badania profilów glebowych wytworzonych z utworów osadowych” (A. C. Oertel).

### Zakład Fizyki Gleb

Badania prowadzone w tym zakładzie dotyczą głównie zagadnień związanych z wodą w glebie. Również dużo uwagi poświęca się poznaniu struktury gleb i jej wpływu na rozwój korzeni oraz na prace uprawowe. Przeprowadza się szczegółowy bilans wodny dla poszczególnych wododziałów, w celu ustalenia wszystkich możliwości zmniejszenia strat wody oraz maksymalnego jej wykorzystania dla potrzeb rolnictwa. Stosuje się radiometryczne metody pomiaru wieku wody, co umożliwia kontrolowanie całego transportu wód powierzchniowych i gruntowych.

Wymienione poniżej niektóre badania, prowadzone w Zakładzie Fizyki Gleb, dają przekrój przez aktualne zagadnienia w tej dziedzinie: „Hydrologia dużych obszarów — technika badań cykli hydrologicznych przy zastosowaniu *tritium* i *deuterium*” (J. W. Holmes). Stosunki wodne gleb ilastych „gilgai” pod lasem, użytkami zielonymi i uprawą polową” (G. B. Stirck). „Różne metody pomiaru wilgotności gleb w warunkach polowych” (C. G. Gurr, J. S. Colville). „Wpływ roślin w zależności od występowania tlenu w glebie” (D. R. Scotter). „Wpływ struktury gleby na zatrzymywanie i przemieszczanie wody” (T. J. Marshall). „Podstawowe procesy związane ze zjawiskiem przemieszczania wody i jonów w glebie” (A. V. Blackmore). „Wpływ mechanicznych właściwości gleby na wzrost korzeni i orkę (E. L. Greacen).

### Zakład Chemii Gleb

Chemiczne badania gleb stanowią na ogół podstawową część prac całej placówki gleboznawczej. Badania te obejmują występowanie składników chemicznych w glebach, stopień ich związania i uwalniania, ze szczególnym uwzględnieniem ważnych składników pokarmowych. Specjalny nacisk w pracach położony jest na zagadnienie przyswajalności, która jest miarą chemicznego potencjału danego składnika występującego w roztworze glebowym. Zależność pomiędzy ilością przyswajalnego składnika pokarmowego a intensywnością jego uruchamiania, tzn. jego przyswajalnością, jest teoretyczną podstawą do mierzenia równowagi układu gleba — roztwór. Prace prowadzone w tym zakresie mają na celu ustalenie kryterium oceny chemicznych analiz gleb.

Bardzo duży nacisk kładzie się w pracach zakładu na poznanie form występowania składników pokarmowych w glebach, zwłaszcza mikroelementów i ich właściwości chemicznych w środowisku glebowym. Szczególnie dużo prac poświęconych jest badaniu fosforu i azotu, jako składników niedoborowych w większości gleb

australijskich oraz badaniu związków żelaza w glebie i ich korelacji z mikroelementami.

Osobny dział stanowią prace dotyczące zjawisk fizyczno-chemicznych zachodzących na powierzchni cząstek glebowych. Zjawiska te decydują o równowadze układu gleba-roztwór, a więc bezpośrednio wpływają na pobieranie składników pokarmowych przez rośliny, jak również wpływają na kierunek rozwoju procesów glebotwórczych. Badania reakcji powierzchniowych obejmują szereg skomplikowanych zjawisk, a mianowicie wymianę kationów, adsorpcję, wytracanie, polimeryzację, a także zmiany ładunków elektrycznych na powierzchni minerałów. Do tej grupy badań należy także zaliczyć prace prowadzące do szczegółowego poznania określonych procesów glebotwórczych oraz mechanizmu działania nawozów mineralnych.

Podstawowe tematy badawcze prowadzone w Zakładzie Chemii Gleb są następujące: „Właściwości rozpuszczalnych związków metali z substancją organiczną” (R. S. Beckwith). „Cytologiczne i biochemiczne skutki niedoboru mikroelementów w korzeniach roślin motylkowych, ze szczególnym uwzględnieniem miedzi” (E. G. Halsworth, B. Cartwright). „Reakcje kobaltu i cynku w glebie oraz ich przyswajalność przez rośliny” (K. G. Tiller). „Czynniki wpływające na pobierane kobaltu występującego w glebach Tasmanii” (J. L. Honeysett). „Podstawowe zagadnienia przyswajalności składników pokarmowych w glebie, szczególnie potasu” (A. E. Martin). „Metabolizm azotu w glebach pastwiskowych — badania przy zastosowaniu spektrometrii mas” (P. J. Ross). „Charakterystyka profilów glebowych pod względem chemicznym, fizycznym i mineralogicznym” (H. C. T. Stace). „Rozpuszczalność krzemionki w glebach i geneza zasolenia gleb” (R. Reeve). „Chemizm gleb wytworzonych z bazaltów” (G. P. Gilman). „Synteza minerałów — reakcje pomiędzy kwarcem, glinem i fosforem” (M. Raupach). „Zjawiska sorpcji na powierzchni minerałów ilastych” (A. W. Fordham).

#### *Zakład Mikrobiologii*

Ogólnym celem prowadzonych badań w Zakładzie Mikrobiologii jest poznanie wpływu mikroflory glebowej na niektóre właściwości gleb (minerały, przyswajalność składników pokarmowych, związki organiczne i organiczno-mineralne) oraz na wzrost roślin. Szczegółowe prace prowadzone są w zakresie poznania procesów utleniania siarki, powstawania kwasów huminowych oraz występowania substancji toksycznych. Poza tym szereg prac mikrobiologicznych wchodzi do zespołowych badań gleboznawczych. Wykaz podstawowych badań charakteryzuje aktualną tematykę zakładu: „Wpływ drobnoustrojów na pobieranie składników pokarmowych przez korzenie” (A. D. Rovira, „Ekologia i fizjologia endotroficznej mykoryzy oraz rozwój bakterii towarzyszących” (G. D. Bowen). „Synteza stymulatorów wzrostu przez mikroorganizmy”. (A. D. Rovira, E. H. Ridge). „Organiczne substancje toksyczne” (J. R. Harris, R. W. Kimber). „Mechanizm powstawania kwasów huminowych i ich rozkład przez enzymy” (P. G. Brisbane, J. H. Butler). „Utlenianie i redukcja elementarnej i organicznej siarki w glebie” (R. J. Swaby)

#### *Zakład Mineralogii*

Badania prowadzone w zakładzie mają na celu identyfikację minerałów glebowych oraz poznanie ich właściwości fizycznych i chemicznych. Poza tym wykonuje się szczegółowe badania krystalograficzne, zwłaszcza minerałów ilastych, które są

podstawą dla wyjaśnienia mechanizmu reakcji zachodzących na powierzchni minerałów. Dużo uwagi zwraca się również na zbadanie kompleksowych form niektórych związków (przede wszystkim żelaza, manganu i fosforu) powstających w glebie, a mających istotny wpływ na wiązanie, względnie uruchamianie składników pokarmowych, zwłaszcza mikroelementów. Szereg badań poświęconych jest także zagadnieniu zmienności chemicznej i mineralnej gleb w nawiązaniu do geologicznego pochodzenia skały macierzystej oraz do procesów wietrzenia, jako jednych z podstawowych procesów glebotwórczych. Wieloletnie badania założone są w celu poznania ruchu składników pokarmowych w układzie: gleba — woda — roślina. Specjalne prace poświęcone są glebom „gilgai”, które w związku z dużą zawartością montmorylonitu odznaczają się szczególnie silnymi zjawiskami kurczliwości i pęcznienia, mającymi istotne znaczenie w rolnictwie oraz w budownictwie.

Główna tematyka prowadzonych badań w zakładzie jest następująca: „Mineralne i chemiczne zmiany w czasie wietrzenia w różnych warunkach klimatycznych” (K. Norrish, J. T. Hutton). „Cykliczny obieg składników pokarmowych na przykładzie składu wody deszczowej” (J. T. Hutton). „Dyfrakcja rentgenowska montmorylonitu i wermikulitu w zastosowaniu do pomiaru sił pęcznienia” (K. Norrish). „Rentgenostrukturalne badania minerałów ilastych, szczególnie o pakietach mieszanych” (J. B. Giles). „Powstawania tlenków żelaza i manganu oraz ich powiązanie z mikroelementami na tle różnej pedogenezy” (R. M. Taylor). „Zależność pomiędzy wiązaniami fosforu a strukturą minerałów” (E. W. Radoslovich). „Wpływ półtoratlenków oraz związków organicznych na strukturę gleb” (B. H. Smith).

#### *Zakład Zoologii Gleb*

Jest to najnowszy zakład Oddziału Gleboznawstwa, zorganizowany w 1965. Większość gleb Australii jest nadmiernie sucha i dlatego dominującymi organizmami w tych glebach są mrówki i termity. Obecnie podjęto szerokie badania w celu określenia roli tych organizmów w procesach powstawania gleb oraz w ich żyzności. Wszystkie prace zakładu prowadzą do ilościowego i jakościowego określenia fauny glebowej oraz jej udziału w niektórych procesach glebotwórczych. Podstawowe tematy badań są następujące: „Wpływ termitów na rozmieszczenie i rozkład substancji organicznej”. „Systematyka, ekologia i biogeografia subantarktycznych robaków ziemnych”. „Fauna gleb wytworzonych z granitów oraz jej wpływ na procesy iluwialno-eluwialne.” Wszystkie prace prowadzone są przez dwóch pracowników naukowych: K. E. Lee oraz T. G. Wood.

We wszystkich zakładach Oddziału Gleboznawstwa prowadzone są na szeroką skalę prace metodyczne, dotyczące możliwości zastosowania nowoczesnej aparatury pomiarowej, usprawnienia dotychczasowych metod oraz wprowadzenia elektronicznych maszyn matematycznych. Najwięcej prac tego typu prowadzi się w Zakładach Mineralogii i Chemii Gleb. Wszystkie zakłady wyposażone są w nowoczesną podstawową aparaturę pomiarowo-kontrolną. Zakład Chemii Gleb posiada dwa spektroskopy absorpcji atomowej, aparat do mierzenia powierzchni minerałów, spektrograf emisyjny-szerokodispersyjny, spektrofotometr podczerwieni oraz aparaturę do pomiarów izotopowych. Zakład Mineralogii wyposażony jest w dwa spektrografy rentgenowskie, dwa dyfraktometry rentgenowskie, mikroanalizator rentgenowski, aparaturę do termicznej analizy różnicowej oraz mikroskop elektronowy. Zakład Mikrobiologii posiada różnego typu spektrofotometry i automatyczny analizator do aminokwasów. Zakład Fizyki Gleb posługuje się pełnym zestawem aparatów do pomiarów izotopowych oraz urządzeniami do odtworzenia procesów erozji powietrznej.

W Oddziale Gleboznawstwa CSIRO jest zatrudnionych ogółem 90 pracowników naukowych oraz około 150 pracowników inżynieryjno-technicznych. Najliczniejsza jest główna placówka gleboznawcza w Adelaide, gdzie pracuje około 40 naukowców. Pozostali pracownicy rozmieszczeni są nierównomiernie w pięciu innych regionalnych laboratoriach gleboznawczych. Pod względem liczby zatrudnionych naukowców można Zakłady uszeregować następująco: Chemii Gleb — 26, Pedologii i Kartografii — 20, Mineralogii — 15, Fizyki Gleb — 13, Mikrobiologii — 12, Zoologii — 2.

Ogólny dorobek gleboznawstwa australijskiego jest bardzo duży. Szczególnie w ostatnim dziesięcioleciu obserwuje się znaczny wzrost badań w tej dziedzinie.

Oprócz mapy gleb Australii w skali 1 : 5 000 000, istnieją liczne mapy wydzielonych rejonów w większych skalach, z monograficznymi opracowaniami obejmującymi warunki geologiczne, fizjograficzne, hydrologiczne i zagażenia rolnicze. Opracowania te mają się złożyć na pełny atlas map gleb Australii. Badania w zakresie fizyki gleb pozwoliły na ustalenie najlepszych metod dla pomiarów stosunków wodnych w glebie. W oparciu o otrzymane wyniki wprowadza się racjonalne zagospodarowanie użytków rolnych, które ma zapewnić najbardziej ekonomiczne wykorzystanie wody. Poza tym stosuje się różne systemy nawadniania.

Osiągnięcia badań w dziedzinie chemii gleb są bardzo duże. Poznano chemizm podstawowych składników pokarmowych w różnych glebach i na tej podstawie opracowano metody interpretacji wyników analiz chemicznych oraz najbardziej efektywne formy stosowania nawozów mineralnych. W ten sposób zlikwidowano objawy ostrych niedoborów niektórych pierwiastków chemicznych, przede wszystkim fosforu, siarki, kobaltu, cynku, miedzi i molibdenu, co miało bardzo duże znaczenie gospodarcze. Ustalono ponadto teoretyczne podstawy niektórych reakcji chemicznych, zachodzących przy wietrzeniu i w procesach glebotwórczych.

Badania mineralogiczne wyjaśniły szereg podstawowych zjawisk, wpływających na niedoborową względnie toksyczną zawartość niektórych składników chemicznych, a zwłaszcza mikroelementów w glebach. Uzyskano także osiągnięcia w zakresie poznania reakcji zachodzących na powierzchni minerałów oraz poznania procesów powstawania związków mineralnych i organiczno-mineralnych w glebach.

W ramach badań mikrobiologicznych wydzielono najbardziej aktywne bakterie do szczepienia roślin motylkowych i innych, poznano proces powstawania substancji toksycznych przy rozkładzie zaoranej słomy oraz określono zdolność niektórych drobnoustrojów do rozkładania herbicydów i pestycydów w glebach.

Na zakończenie należy podkreślić dużą rolę, jaką odgrywają w rolnictwie i w dziedzinach pokrewnych, zarówno teoretyczne, jak i praktyczne badania gleboznawców australijskich.