

BOHDAN DOBRZAŃSKI, IGNACY DECHNIK, JAN GLIŃSKI
Zakład Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk w Lublinie

ROZWÓJ BADAŃ AGROFIZYCZNYCH W POLSCE

Badania właściwości fizycznych gleb w Polsce były do roku 1970 sporadyczne i rozproszone. Zajmowano się głównie oznaczaniem tych właściwości fizycznych, które stanowiły uzupełnienie danych niezbędnych do klasyfikacji i kartografii gleb lub były nieodzowne przy sporządzaniu projektów melioracji wodnych. Oznaczono więc: skład mechaniczny gleby, jej ciężar właściwy i porowatość, wilgotność, przepuszczalność wodną oraz stan strukturalny.

Nieliczne prace prowadzono z zakresu metodyki badań właściwości fizycznych gleb, jak również aparatury pomiarowej. Godne więc odnotowania są opracowania dotyczące pomiaru wilgotności, przepuszczalności wodnej gleb mineralnych i organicznych, pojemności powietrznej, zwięzłości gleb oraz składu mechanicznego, jak też wodoodporności agregatów glebowych.

Najbardziej odczuwalnym jednak niedostatkiem badań z zakresu fizyki gleb był brak podstawowych tzw. teoretycznych prac, które zapewniłyby rozwój i postęp w tej dziedzinie. Przyczyny tego stanu rzeczy należy upatrywać w braku właściwej placówki naukowej, która mogłaby przygotowywać gleboznawców po studiach fizycznych, zdolnych do prowadzenia badań podstawowych i poznawczych w zakresie zagadnień fizyki gleb.

Badania fizykochemicznych właściwości gleb zapoczątkowano w Instytucie Chemii Rolnej i Gleboznawstwa Politechniki Lwowskiej, pracami podstawowymi z zakresu właściwości koloidów glebowych i zdolności sorpcyjnej tworzywa glebowego. Wniosły one szereg cennych pozycji do piśmiennictwa gleboznawczego i wpłynęły twórczo na przebieg badań fizykochemicznych właściwości środowiska glebowego. Niemniej jednak, dobrze zapoczątkowane badania podstawowe właściwości fizykochemicznych gleb, jak również prace dotyczące metodyki i aparatury badawczej nie rozwinęły się na miarę potrzeb.

Sytuacja w dziedzinie badań fizyki roślin użytkowych i ich plodów przedstawia się znacznie gorzej niż to miało miejsce w dziedzinie gleboznawstwa. Charakterystyki fizycznych cech roślin i plodów rolnych ograniczały się najczęściej do najprostszych pomiarów przy zastosowa-



niu prymitywnych metod, bądź kończyły się odnotowaniem poczynionych spostrzeżeń. Zajmowano się wyznaczaniem jedynie podstawowych cech fizycznych roślin, takich jak: wielkość nasion, ciężar właściwy i objętościowy, masa 1000 nasion, wilgotność, kąt samozsypu, współczynnik tarcia zewnętrznego i inne. Brak aparatury pomiarowej wyraźnie ograniczał badania, zaś stały rozwój techniki rolniczej wymaga znajomości cech fizycznych roślin dla ograniczenia strat ilościowych i jakościowych płodów rolnych.

Postępująca intensyfikacja rolnictwa, wsparta zwiększoną chemizacją i mechanizacją, przy jednoczesnym wprowadzeniu do produkcji wysokoplennych odmian roślin uprawnych, zmusiła do prowadzenia kompleksowych badań fizycznych i fizykochemicznych właściwości gleb, roślin, klimatu przygruntowego i pozyskiwanych płodów rolnych.

Stwierdzono, że wzrost środków żywnościowych zależy w wielu przypadkach od właściwości fizycznych środowiska glebowego, roślin uprawnych i ich płodów. Nierzadko powstające straty na skutek nieznanności fizycznych parametrów roślin i ich płodów, wywołane przy zbiorze plonów, transporcie, magazynowaniu i przetwórstwie, przewyższają uzyskane zwwyżki plonów przez stosowanie intensywnych zabiegów agrotechnicznych i agrochemicznych.

Czynnikiem poważnie wpływającym na zwiększenie środków wyżywienia ludności stało się więc dogłębne poznanie właściwości fizycznych środowiska glebowego, roślin i ich płodów oraz dostarczenie konstruktorom maszyn i narzędzi rolniczych, jak też hodowcom nowych odmian roślin uprawnych niezbędnych parametrów fizycznych.

Potrzeba i rozwój omawianych badań właściwości fizycznych i fizykochemicznych w rolnictwie legły u podstaw powstania odrębnej gałęzi nauki nazwanej agrofizyką. Nauka ta traktuje o fizycznych procesach zachodzących w systemach rolniczych: gleba — roślina — produkty pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. W węższym zakresie zajmuje się ona badaniem wpływu czynników fizycznych środowiska na rośliny uprawne oraz ustalaniem zmian tych czynników w kierunku wymagań stawianych przez produkcję rolną.

Potrzeba utworzenia silnej bazy naukowej, właściwego ukierunkowania badań agrofizycznych i ich koordynacji w kraju, znalazły pełne zrozumienie w Prezydium Polskiej Akademii Nauk, czego efektem było powołanie w roku 1968 specjalistycznej placówki badawczej — Zakładu Agrofizyki z siedzibą w Lublinie.

Zakład Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk, jako unikalna placówka naukowa w kraju przejęła tym samym odpowiedzialność za szkolenie i doskonalenie kadry specjalistycznej, udoskonalanie metod badawczych i konstrukcję nowej aparatury pomiarowej oraz prowadzenie,

koordynację i rozwój badań podstawowych i poznawczych, z zakresu dyscyplin ujętych ogólną nazwą — agrofizycznych.

Główne cele badawcze jakie stanęły przed Zakładem Agrofizyki można ująć w następujących punktach:

1. Ilościowe poznanie i interpretacja zjawisk fizycznych i fizykochemicznych zachodzących w glebach, w roślinach uprawnych i płodach rolnych. Badania właściwości fizycznych gleb są bowiem podstawą dla ustalania zabiegów i środków optymalizujących fizyczne właściwości środowiska glebowego przy wysokiej produkcji roślinnej, a w szczególności zabiegów poprawiających stosunki wodne i strukturę gleby.

Głębsze poznanie fizykochemicznych właściwości gleb pozwala na opracowanie zaleceń dla bardziej efektywnego i ekonomicznego stosowania nawozów mineralnych. Opracowanie natomiast modeli reologicznych roślin uprawnych i materiałów roślinnych oraz określenie wartości granicznych ich cech fizycznych da cenne wytyczne dla hodowli roślin, wyznaczania prawidłowych terminów zbioru roślin, obniżenia zużycia energii przy procesach mechanicznych, poprawy warunków przechowywania płodów rolnych.

2. Scharakteryzowanie, według jednolitych metod, właściwości fizycznych różnych jednostek glebowych z uwzględnieniem pełnego zakresu zmienności tych właściwości pod wpływem różnic wilgotności i odkształceń objętościowych gleb. Uzyskiwane dane będą wykorzystywane poprzez bank informacji o glebach Polski dla celów rolniczych, melioracyjnych, gospodarki komunalnej itp.

3. Określenie optymalnych warunków wykorzystania rolniczej przestrzeni produkcyjnej poprzez ustalanie najbardziej korzystnych parametrów nowoczesnych technologii uprawy i nawożenia.

4. Tworzenie modeli fizykalnych środowiska rozwoju roślin dających podstawę do opracowania systemów symulacyjnych w układzie gleba — atmosfera — roślina, w celu wykorzystania ich dla zwiększenia produkcji roślinnej.

5. Określenie wpływu maszyn i narzędzi rolniczych na fizyczne właściwości gleb i roślin uprawnych celem ustalenia prawidłowych parametrów ich pracy, zabezpieczających gleby przed niszczeniem struktury i stwarzających najdogodniejsze dla wzrostu i plonowania roślin warunki wodno-powietrzno-cieplne gleb, a w odniesieniu do roślin — zmniejszających straty podczas ich mechanicznej obróbki.

Rzecz oczywista, że najpilniejszym zadaniem dla nowo powołanego Zakładu Agrofizyki PAN było: wykształcenie własnej wyspecjalizowanej kadry naukowej, ustalenie metodyki badań, konstrukcja nowej lub adaptacja dostępnej aparatury pomiarowej oraz stworzenie warunków

lokalowych umożliwiających działalność badawczą i rozwój Zakładu.

Najtrudniejszy etap rozwoju Zakładu Agrofizyki jest już pokonany. Zorganizowano 5 pracowni: fizyki gleb, fizykochemii gleb, podstawowych zagadnień ulepszania gleb, fizyki roślin i aparatury prototypowej. Dane liczbowe o Zakładzie podaje tabela 1. Zamierzoną na przyszłość strukturę organizacyjną ilustruje rysunek 1.

Tematyka badawcza realizowana przez Zakład Agrofizyki PAN opiera się o dwustronne umowy zawarte z naukowymi placówkami krajowymi i zagranicznymi oraz na współpracy koordynacyjnej z instytutami uczelnianymi i resortowymi. Tabela 2 przedstawia pełny zestaw aktualnie realizowanych tematów badawczych.

Tabela 1

Dane liczbowe o Zakładzie Agrofizyki PAN (1.XI.1978)

Zatrudnionych — 89 osób

w tym:

pracowników naukowo-badawczych	— 31
profesorów	— 3
doc. i dr hab.	— 3
doktorów	— 9
magistrów	— 16
inż. techn.	— 36
administr. i obsł.	— 22

Majątek — 28 mln zł

Biblioteka

pozycji książkowych	— 1520
tytułów czasopism	— 36
Ilość publikacji	— 266

w tym:

nauk.-bad. — 215

w tym z zakresu:

fizyki gleby	— 84
fiz. chem. gleby	— 50
fizyki roślin	— 41
różnych	— 40

Ilość patentów — 10

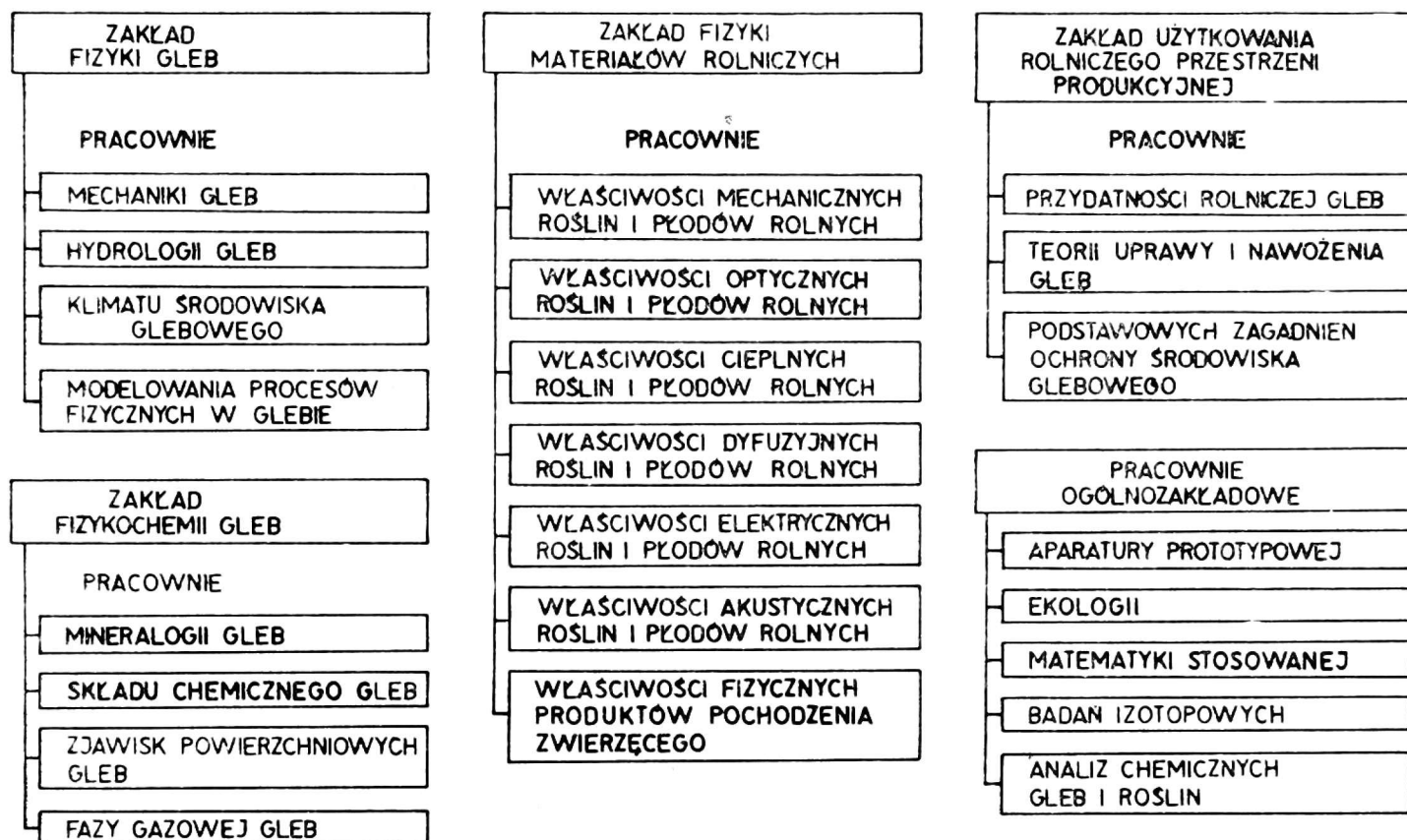
Ilość wytworzonych aparatów prototypowych — 40

Ilość współpracujących (w ramach dwustronnych umów)

placówek krajowych	— 5
placówek zagranicznych KS	— 9
placówek zagranicznych KK	— 5

Ilość konferencji i sympozjów krajowych i międzynarodowych — 11

SCHEMAT ORGANIZACJI JEDNOSTEK
NAUKOWO-BADAWCZYCH INSTYTUTU AGROFIZYKI PAN



Rys. 1

Zestawienie tematów badań Zakładu Agrofizyki PAN w latach 1976—1980 w problemach:

PR-7 — koordynator: Politechnika Warszawska

1. Opracowanie i doskonalenie modeli retencjonowania zasobów wodnych w glebie oraz optymalnego ich wykorzystania w produkcji roślinnej.

09.4. — koordynator: IUNG

2. Określenie wpływu natlenienia gleb pod kątem optymalnego wykorzystania składników pokarmowych przez rośliny.

10.2. — koordynator: Instytut Ekologii PAN

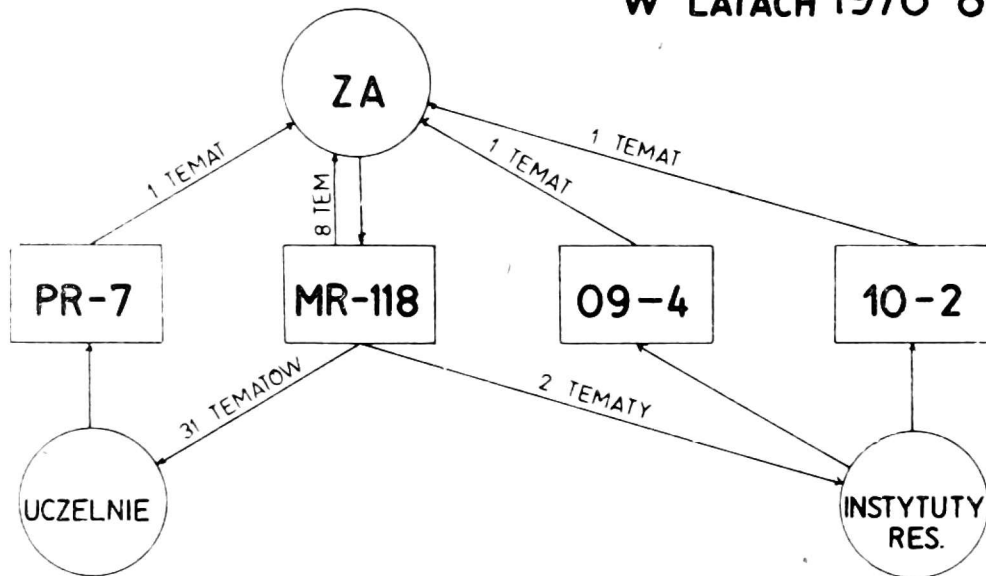
3. Określenie współzależności pomiędzy strukturą gleby a mikroorganizmami glebowymi.

MR.II.8 — koordynator — Zakład Agrofizyki PAN

4. Określenie wpływu zjawisk powierzchniowych na agrofizyczne właściwości gleb.
5. Badanie stosunków cieplnych środowiska glebowego.
6. Zastosowanie termodynamiki do opisu zjawisk mechanicznych w ośrodku glebowym.
7. Opracowanie nowych metod ulepszania niektórych właściwości agrofizycznych gleb.
8. Opracowanie modelowej charakterystyki wybranych jednostek glebowych w oparciu o ich właściwości agrofizyczne.
9. Ujednolicenie pojęć i definicji związanych z agrofizyką.
10. Charakterystyka właściwości fizycznych roślin zbożowych.
11. Określenie wpływu czynników glebowych na zmienność właściwości fizycznych niektórych roślin uprawnych.

Efektywność prowadzonych badań zależy w znacznej mierze od ich organizacji oraz konsekwentnego rozliczania z podjętych zobowiązań poprzez zespoły badawcze. Organizacja badań ustalona w Zakładzie Agrofizyki (rys. 2) sprawdziła się osiągniętymi wynikami.

SCHEMAT ORGANIZACJI BADAŃ ZA PAN W LATACH 1976-80



Rys. 2

W Zakładzie Agrofizyki PAN stworzono silną bazę badawczą w postaci ukierunkowanej własnej kadry naukowej i dobranych doświadczonych konsultantów oraz niezbędnej specjalistycznej aparatury pomiarowej. Z kolei utworzenie problemu międzyresortowego II.8 pt. „Badanie fizycznych i fizykochemicznych właściwości gleb i roślin uprawnych”, koordynowanego przez Zakład Agrofizyki umożliwiło prawidłowe rozdzielenie tematyki agrofizycznej pomiędzy placówki naukowe zdolne do prowadzenia skutecznych badań zgodnie z ich zainteresowaniami i możliwościami wykonawczymi. Zastosowany układ organizacyjny pozwolił na zwiększenie efektywności badań oraz dobre wykorzystanie posiadanej aparatury i przyznaných środków finansowych.

Obecny rozwój badań agrofizycznych w Polsce ściśle wiąże się z zaangażowaniem licznych placówek naukowych, zarówno krajowych, jak i zagranicznych, w inspirowaną przez Zakład Agrofizyki tematykę. Szczególnie cenna jest współpraca z placówkami Lubelskiego Ośrodka Naukowego, a więc: Akademii Rolniczej, Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Akademii Medycznej, Politechniki Lubelskiej, Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych oraz Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa. Placówki te, jak również i wiele innych na terenie naszego kraju, podjęły proponowaną przez Zakład Agrofizyki tematykę badawczą i realizują ją z dużym zaangażowaniem.

Tematyka agrofizyczna, wprawdzie w węższym zakresie niż u nas jest również rozwijana w kilkunastu placówkach zagranicznych, z którymi Zakład Agrofizyki ściśle współpracuje w ramach wspólnych tematów realizowanych na zasadzie dwustronnych umów. Spośród tych placówek należy wymienić: Instytut Agrofizyczny w Leningradzie, Instytut Chemii Fizycznej AN ZSRR w Moskwie, Instytut Gleboznawstwa i Agrochemii WAN w Budapeszcie, Uniwersytet Rolniczy w Gödöllő i Debreczynie (Węgry), Instytut Hydrologii i Hydrauliki w Bratysławie, Wyższą Szkołę Rolniczą w Pradze, Instytut Gleboznawstwa i Prognozowania Plonów w Sofii, Centrum Gleboznawcze w Münchebergu (NRD), Międzynarodowe Centrum Rolnicze w Wageningen (Holandia), Uniwersytet Rolniczy w Gandawie (Belgia), Instytut Badań Rolniczych (INRA) we Francji, Instytut Gleboznawstwa Macaulay'a w Aberdeen (Szkocja), Uniwersytet w Pensylwanii (USA), Uniwersytet Tohoku w Sendai (Japonia), Uniwersytet Hohenheim w Stuttgarcie (RFN) oraz Instytut Gleboznawstwa w Madrycie (Hiszpania). Współpraca z zagranicą obejmuje: wymianę metod, aparatury, publikacji, próbek gleb i roślin, wymianę pracowników naukowych na pobyty krótko- i długoterminowe (staże), wykonywanie wspólnych opracowań oraz organizowanie wspólnych konferencji i sympozjów naukowych. Z tych ostatnich należy wymienić systematycznie od kilku lat organizowane polsko-czechosłowackie sympozja nt. fizyki wody glebowej oraz polsko-węgierskie konferencje nt. mechaniki gleb i roślin uprawnych. Ponadto zorganizowano w Lublinie dwa międzynarodowe sympozja w 1976 roku nt. fizycznych właściwości roślin i płodów rolnych oraz w 1977 roku nt. wpływu czynników fizycznych środowiska glebowego na produkcję roślinną.

Zjazdy te, z licznym udziałem wybitnych specjalistów z zakresu agrofizyki pozwoliły ocenić w tej dziedzinie aktualny stan wiedzy, wytyczyć kierunki dalszych badań, jak też określić zasady współpracy międzynarodowej.

Dzięki działalności Zakładu Agrofizyki PAN oraz współpracujących z nim krajowych i zagranicznych placówek naukowych (szczególnie wyższych uczelni) w ramach problemu II.8, jak też rzetelnej współpracy z ośrodkami badawczymi zagranicznymi, osiągnięto w stosunkowo krótkim czasie liczące się efekty w zakresie agrofizyki, mające aspekt poznawczy, jak też wyniki nadające się do wdrożenia w praktyce laboratoryjnej i produkcyjnej.

Niektóre z nich można podać przykładowo:

- Stworzono model matematyczny transportu wody i ciepła w glebie z uwzględnieniem efektu histerezy oraz zaawansowana prace nad zastosowaniem termodynamiki procesów nieodwracalnych do opisu stanu wody w glebie.

- Opracowano program na maszynę Odra 1204 umożliwiający wyliczanie z danych eksperymentalnych, diagramów rozkładu porów glebowych z uwzględnieniem nieregularności ich kształtów, jak też dokładne określenie relacji: siła ssąca — wilgotność po dowolnych zmianach wartości siły ssącej.
- Określono wpływ współzależności właściwości mechanicznych i wodnych gleb na ich odkształcenia mechaniczne.
- Opierając się na zweryfikowanej metodzie i skonstruowanym prototypowym aparacie opracowano sposób badania stanu agregatowego gleb.
- Rozpoczęto badania nad kondycjonowaniem gleb, nawozów oraz odpadów przemysłowych i produkcji zwierzęcej. Badania te nabierają szczególnego znaczenia praktycznego, gdyż pozwalają wykorzystywać dla poprawy właściwości gleb i podnoszenia plonów roślin gromadzone w dużych ilościach takie odpady jak: szlamy poflotacyjne, gnojowicę, pióra, sierść itp.
- Przeprowadzono wstępne badania nad wpływem narzędzi uprawowych a szczególnie aktywnie działających, na fizyczne właściwości gleb i na plony roślin.
- Prowadzi się unikalne badania wpływu natlenienia gleby na jej właściwości i na rośliny.
- Zaawansowano badania nad określeniem wpływu rodzaju i stopnia rozwoju pokrywy roślinnej na bilans cieplny powierzchni czynnej pola uprawnego. Ze względu na konieczność równoczesnego pomiaru dużej ilości parametrów opracowano w Zakładzie Agrofizyki urządzenie do automatycznego sterowania, rejestracji i wstępnego opracowywania danych, oparte na minikomputerze MERA.

W zakresie fizykochemii gleb przeprowadzono prace metodyczne i skonstruowano aparaturę do oznaczania powierzchni właściwej, elektrycznych potencjałów międzyfazowych oraz sorpcji jonów w glebach. Pozwoliło to na wprowadzenie nowych fizykochemicznych parametrów charakteryzujących stan agrofizyczny naszych gleb. Dwa opracowania z tego zakresu (monograficzne) stanowią podstawę do bardziej precyzyjnego wyznaczania potrzeb nawozowych gleb, a przez to do bardziej efektywnego zużycia nawozów mineralnych.

Rozwinięcie w Zakładzie Agrofizyki badań właściwości fizycznych roślin należy uznać za wyraźne osiągnięcie. Trzeba przy tym podkreślić, że charakterystyka cech fizycznych materiałów roślinnych stwarza poważne trudności natury eksperymentalnej i teoretycznej. Niejednorodność bowiem substancji budujących rośliny i plody rolne, ich złożona i wielofazowa struktura, a jednocześnie bardzo silna reakcja na warunki

środowiskowe, nie pozwalają odnosić bezpośrednio klasycznych pojęć fizycznych do opisywania interesujących nas parametrów.

Celem dokonania oceny właściwości fizycznych roślin zbożowych i okopowych opracowano kilka metod i wykonano kilkanaście aparatów prototypowych, w oparciu o które poznano wiele parametrów fizycznych roślin, ważnych dla hodowli nowych odmian, uprawy, technologii zbioru, czyszczenia, suszarnictwa i przechowywania. Przeprowadzono na szeroką skalę badania:

— cech mechanicznych i geometrycznych źdźbła zbóż dla oceny jego wytrzymałości na zginanie, co wiąże się z charakterystyką odmian podatnych i odpornych na wyleganie,

— siły i energii związania ziarna z kłosem pod kątem poszukiwania optymalnych parametrów maszyn zbierających oraz terminów zbioru,

— cech mechanicznych łuszczyń rzepaku pozwalających na ocenę odmian i dobór optymalnych terminów zbioru pod kątem maksymalnego ograniczania strat ilościowych,

— cech geometrycznych nasion dla oceny dorodności i zmienności tego parametru, co jest istotne również przy ocenie materiału hodowlanego oraz przy doborze odpowiednich parametrów w maszynach czyszczących i sortujących,

— porowatości warstwy ziarna oraz porowatości wewnętrznej ziarniaków, co odgrywa istotną rolę w procesie suszenia i składowania, a decyduje o intensywności czynnika suszącego i przewietrzaniu,

— odporności masy nasion i pojedynczych ziarniaków na obciążenia mechaniczne z jakimi mamy do czynienia w procesie sprzętu, transportu i obróbki. Ograniczenie uszkodzeń mechanicznych wpływa zarówno na polepszenie jakości materiału konsumpcyjnego i ziarna siewnego,

— tarcia wewnętrznej masy ziarna zbóż dla oceny zachowania się w warunkach przechowywania w silosach zbożowych i magazynach.

Opracowania metodyczne oraz konstrukcja prototypowej aparatury do badań rolniczych, jak też znalezienie możliwości jej powielania, zostały wysoko ocenione w działalności Zakładu Agrofizyki PAN. Zakład jest jedyną w kraju i jedną z nielicznych w świecie, placówką naukową zajmującą się tym zagadnieniem. Wytworzone aparaty i urządzenia były prezentowane na licznych wystawach krajowych i zagranicznych. Są one proponowane do standartowego wyposażenia rolniczych placówek badawczych w krajach RWPG.

Pozytywną rolę w kształceniu kadry agrofizyków i upowszechnianiu zagadnień agrofizycznych spełnia specjalistyczne wydawnictwo pt. „Problemy Agrofizyki”, którego ukazało się drukiem 29 zeszytów.

Podkreślić należy, że Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie nie sta-

nowi placówki zamkniętej — służącej swymi możliwościami wyłącznie jej pracownikom — Zakład Agrofizyki udostępnia swe laboratoria i aparaturę i służy pomocą kadrową tym wszystkim, którzy tego potrzebują i chcą z tego korzystać. W Zakładzie naszym wykonują pracownicy lubelskich uczelni prace magisterskie i tu wiele osób z kraju i za granicą odbyło staże specjalistyczne.

Zakład Agrofizyki PAN był organizatorem lub współorganizatorem kilkunastu sympozjów i konferencji naukowych oraz kursów szkoleniowych z wybranych działów fizyki i fizykochemii gleby, rośliny oraz płodów rolnych.

Dziesięcioletnią działalność Zakładu Agrofizyki PAN w Lublinie ogólnie można ocenić pozytywnie — wykształcono bowiem grupę młodych agrofizyków świadomych celu badań i znających nowoczesny warsztat badawczy, zawiązano współpracę ze specjalistami krajowymi i zagranicznymi, pobudzone badania w zakresie fizyki i fizykochemii gleby, rośliny i płodów rolnych, skupiono wysiłki specjalistów nad rozwiązywaniem zagadnień agrofizycznych w obrębie koordynowanego przez Zakład Agrofizyki problemu międzyresortowego oraz uczyniono pierwszy krok w kierunku nadrobienia braków zaistniałych w dziedzinie agrofizycznych badań podstawowych, metodycznych i konstrukcji aparatury pomiarowej.

Przed Zakładem Agrofizyki stają jednak trudne zadania na najbliższą, a może i na dalszą przyszłość. Konieczne jest bowiem wyraźniejsze wyprofilowanie i pogłębienie badań podstawowych oraz jasne ukierunkowanie badań poznawczych o znaczeniu gospodarczym.

Podsumowując, należy stwierdzić, że badania agrofizyczne w naszym kraju, dzięki wcześniejszym rozproszonym, a z chwilą utworzenia specjalistycznej placówki PAN — bardziej skoordynowanym pracom, zostały zaakceptowane i zyskały uznanie zarówno w kraju, jak i za granicą, jako wnoszące nowe elementy do nauki i praktyki rolniczej.