

**Instytut Agrofizyki
im. Bohdana Dobrzańskiego PAN
w Lublinie**

ACTA AGROPHYSICA

20

Jan Gliński, Krystyna Konstankiewicz

AGROFIZYKA DLA ŚRODOWISKA I BEZPIECZNEJ PRODUKCJI BIOLOGICZNEJ

Materiały na sesję naukową Lubelskiego Oddziału PAN
z okazji 30-lecia Instytutu Agrofizyki
Lublin, 24. 06. 1999

Lublin 1999

Komitet redakcyjny

prof. dr hab. Jan Gliński, czł. koresp. PAN
prof. dr hab. Krystyna Konstankiewicz
doc. dr hab. Ryszard Dębicki

Opiniował do druku

prof. dr hab. Saturnin Zawadzki, czł. rzecz. PAN

Adres redakcji

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN
ul. Doświadczalna 4, P.O. Box 201, 20-290 Lublin 27
tel. (0-81) 744-50-61, e-mail: fundacja@demeter.ipan.lublin.pl

Publikacja indeksowana przez

Polish Scientific Journals Contents - Agric. & Biol. Sci.
w sieci Internet pod adresem <http://saturn.ci.uw.edu.pl/psjc/>
lub <http://ciu.w.warman.net.pl/alf/psjc/>

© Copyright by Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, Lublin 1999

ISBN 83-87385-25-5

ISSN 1234-4125

Wydanie I. Nakład 300 egz. Ark. wyd. 5,3

Skład komputerowy: Ewa Hamera

Druk: Zakład Usług Poligraficznych TEKST s.c., ul. Wspólna 19, 20-344 Lublin

SPIS TREŚCI

1. AGROFIZYKA I JEJ ZNACZENIE DLA ROLNICTWA I OCHRONY ŚRODOWISKA	5
2. INSTYTUT AGROFIZYKI im. Bohdana Dobrzańskiego PAN	11
2.1. Ogólna informacja o Instytucie	11
2.1.1. Struktura organizacyjna Instytutu	13
2.1.2. Banki informacji	15
2.1.3. Współpraca z placówkami krajowymi i zagranicznymi	16
2.1.4. Konferencje i szkoły	18
3. WAŻNIEJSZE OSIĄGNIĘCIA INSTYTUTU AGROFIZYKI PAN	21
3.1. Metodyczne aspekty struktury gleby	21
3.2. Narodowy program odbudowy i modernizacji terenów dotkniętych powodzią	25
3.3. Model preferencyjnego przepływu wody w glebie	29
3.4. Gleba jako ziarnisty ośrodek nieuporządkowany – opis retencji wody	30
3.5. Geometria fazy stałej i przestrzeni porów w ośrodkach granularnych na przykładzie gleby mineralnej	34
3.6. Fizyczne badania struktury materiałów rolniczych	36
3.7. Metoda i stanowisko do jednoczesnej rejestracji naprężeń i odkształceń w glebie pod obciążeniem	40
3.8. Atlas oksydoredukcyjnych właściwości gleb ornych Polski	42
3.9. Energia powierzchniowa i wielkości jej składowych jako parametry określające zwilżalność i stan agregacyjny wybranych minerałów ilastych gleb	44
3.10. Zmiany właściwości powierzchniowych minerałów i gleb w procesach zakwaszania i alkalizacji	46
3.11. Zmodyfikowane struktury ligninowo-celulozowe i keratynowe	48
3.12. Prognozowanie natężenia erozji wodnej na obszarach użytkowanych rolniczo	49
3.13. Stan fizyczny gleby i jego wpływ na wzrost roślin	50
3.14. Wdrożenie nowej technologii zbioru rzepaku	52
3.15. Czynniki kształtujące właściwości agrofizyczne rzepaku	55
3.16. Wpływ zmian wilgotności ziarna na rozkład obciążenia w silosie	57
3.17. Jakość surowców roślinnych – diagnostyka ziarna zbóż	60
3.18. Mechanizmy powstawania uszkodzeń nasion roślin strączkowych	61

3.19. Zastosowanie reflektometrii czasowej TDR do pomiaru elektrycznej konduktywności gleb	64
4. LITERATURA	67
5. SUMMARY	68

1. AGROFIZYKA I JEJ ZNACZENIE DLA ROLNICTWA I OCHRONY ŚRODOWISKA

Agrofizyka – nauka zajmująca się badaniem właściwości fizycznych materiałów rolniczych (gleby, rośliny, płody rolne) i procesów fizycznych w układzie gleba-roślina-atmosfera z uwzględnieniem czynników zewnętrznych (klimat, oddziaływania mechaniczne, zanieczyszczenie środowiska) oraz procesów związanych ze zbiorem, transportem i przechowywalnością materiałów rolniczych [1,3].



Specyfika agrofizyki polega na tym, że nie można jej utożsamiać ani z fizyką gleby, ani z fizyką płodów rolnych. Jest ona bowiem dyscypliną uniwersalną, polegającą na stosowaniu praw fizyki do szeroko pojętych materiałów rolniczych. Poza tym bada ona zależności fizyczne między glebą-rośliną-atmosferą, glebą-maszyną, maszyną (technologią) – płodami (produktem) roślinnym.

Opracowanie wykonane zostało w oparciu o dane z literatury (patrz Rozdział 4) oraz roczne raporty IA PAN.

Istotę badań agrofizycznych stanowią:

- Badania modelowe w zakresie fizycznych i fizykochemicznych procesów w układzie gleba-roślina-atmosfera, w warunkach rolnictwa zrównoważonego i przewidywanych zmian klimatu, a szczególnie opracowywanie metodycznych podstaw niezbędnych do ich prognozowania i regulowania w celu optymalizacji warunków rozwoju systemu korzeniowego i wzrostu rośliny, z zapewnieniem wysokiej jakości plonu.
- Badania teoretyczne i doświadczalne nad nową, jednolitą mechaniką wielofazowych materiałów rolniczych (gleby, ziarna, tkanki i komórki roślin) z rozpoznaniem i ilościowym opisaniem tych cech fizycznych elementów ośrodka, które decydują o jego podatności na destrukcyjne działania czynników zewnętrznych, głównie naprężeń.
- Prace metodyczne nad pomiarami i monitoringiem właściwości fizycznych ośrodków glebowych i roślinnych, poznaniem ich wpływu na procesy fizyczne w systemach rolniczych oraz wykorzystaniem do oceny środowiska glebowego, pola uprawnego, jakości surowców roślinnych i produktów rolnych.

Rolnictwo jest typową nauką stosowaną. Pomimo niektórych głosów krytycznych, jest ono jednak nauką, bazującą na wielu dyscyplinach, a w szczególności na biologii, chemii i **fizyce**. Stąd też wywodzą się nazwy: agrobiologia, agrochemia czy agrofizyka.

Rolnictwo, zanim uzyskało podstawy naukowe, opierało się u naszych przodków na praktycznych poczynaniach uzupełnianych eksperymentem. Jego celem było i jest obecnie uzyskiwanie nie tylko wysokich, ale też odznaczających się wysoką jakością i różnorodnością plonów dla zapewnienia „zdrowej” żywności dla ludzi i paszy dla zwierząt. Obecnie, dochodzi nowy aspekt, tzw. „zrównoważonego rolnictwa” tj. uwzględniającego nie tylko zaspokojenie potrzeb ludności, ale też uwzględniającego ochronę środowiska.

Pomimo, że w skali globu tereny użytkowane rolniczo zajmują ok. 30 %, a grunty orne ok. 10 %, to należy zaznaczyć, że jest to obszar użytkowany bardzo intensywnie ze wszystkimi tego konsekwencjami.

Wzrost produkcji roślinnej w ostatnich dziesięcioleciach następował głównie w wyniku chemizacji rolnictwa i osiągnięć w hodowli roślin, a także w mechanizacji upraw.

W dotychczasowych badaniach naukowych największą uwagę skupiono na właściwościach chemicznych związanych z żyznością gleb, nawożeniem i ochroną roślin, a ostatnio również z ochroną środowiska naturalnego.

Stwierdzono, że nadmierna chemizacja stała się nie tylko mało efektywna, ale spowodowała zagrożenie dla jakości produktów konsumpcyjnych i dla środowiska.

Po przekroczeniu ekonomicznego poziomu zastosowania środków chemicznych następuje zanieczyszczenie gleb i wód gruntowych szczególnie azotanami i fosforanami oraz szkodliwy dla organizmów żywych wzrost ilości tych związków w roślinach uprawnych i produktach spożywczych. Na efektywność stosowania nawozów mineralnych duży wpływ wywierają właściwości fizyczne gleb, wśród których na pierwszy plan wysuwają się stosunki wodno-powietrzne uwarunkowane stanem zagęszczenia gleby.

Nowoczesna mechanizacja upraw (częste przejazdy ciągników i maszyn na polu uprawnym) powoduje nadmierne i nieraz nieodwracalne ugniecenie gleby, prowadzące do niekorzystnych zmian w dostępności wody, tlenu i składników pokarmowych do korzeni roślin, a w następstwie – do obniżenia plonów i pogorszenia ich jakości. Innym niekorzystnym zjawiskiem wynikającym z nadmiernego zagęszczenia gleby jest degradacja jej struktury gruzełkowatej oraz zwiększenie strat składników nawozowych, powodująca też zanieczyszczenie wód gruntowych.

Degradującymi glebę są ponadto czynniki naturalne, powodujące jej erozję i zaskorupianie w niekorzystnych warunkach glebowo-klimatycznych.

W nowoczesnym rolnictwie duży nacisk kładzie się na jakość płodów rolnych, nie tylko na ich skład chemiczny, ale też na właściwości fizyczne kształtowane przez naturę, jak i przez procesy fizyczne podczas mechanicznego zbioru roślin, transportu, przechowywania i przetworstwa materiałów roślinnych.

Wymienione zjawiska i problemy z nimi związane legły u podstaw utworzenia osobnej specjalizacji w ramach nauk rolniczych zwanej **agrofizyką**, albowiem wymagały one prowadzenia specjalistycznych badań podstawowych w celu lepszego poznania i interpretacji zjawisk fizycznych zachodzących w glebach, roślinach i płodach rolnych, a także w już wspomnianych układach zależności:

gleba ↔ roślina ↔ atmosfera

maszyna → gleba → roślina

maszyna → roślina

technologie → płody rolne

Wynikami tych badań interesuje się wiele specjalności rolniczych, jak: gleboznawstwo, uprawa roli i roślin, melioracje, chemia rolna, inżynieria

rolnicza, hodowla roślin i technologia rolno-spożywcza, a ostatnio – ochrona środowiska.

Tymi badaniami są zainteresowane nie tylko placówki naukowe ale i sami rolnicy.

Specyfika agrofizyki polega na tym, że nie można jej utożsamiać ani z fizyką gleby, ani z fizyką roślin i produktów rolnych. Jest ona bowiem dyscypliną uniwersalną, polegającą na stosowaniu praw fizyki do szeroko pojętych materiałów rolniczych [11].

Agrofizyka jest nauką interdyscyplinarną, istotnie wyróżniającą się od innych kierunków i dyscyplin nauk rolniczych. Pomimo, że jest ona w Polsce wydzielona w ramach dwóch dyscyplin: nauka o glebie i technika rolnicza, to uznawana jest zarówno w kraju, jak i na forum międzynarodowym, jako odrębna dyscyplina nauk rolniczych.

Podstawowe badania agrofizyczne dotyczące systemu: gleba-roślina-atmosfera obejmują swoim zakresem opis, pomiary, symulacje i prognostyczne modelowanie procesów zachodzących w poszczególnych elementach tego systemu tzn. gleby, granicy gleba-system korzeniowy, roślina, granica roślina-atmosfera, przyziemna warstwa atmosfery, jak również procesów i zjawisk zachodzących w systemie jako całości tzn. pole uprawne oraz duży obszar z uwzględnieniem sposobu ich użytkowania. Charakterystyczną cechą parametrów systemu gleba-roślina-atmosfera jest ich zmienność czasowo-przestrzenna oraz występująca aktywność biologiczna.

Wyniki badań agrofizycznych wykorzystywane są przez inżynierię rolniczą w jej dwóch płaszczyznach, a mianowicie przy projektowaniu maszyn oraz przy ich użytkowaniu.

Należy przy tym podkreślić, że rozwój agrofizyki ukierunkowany na te potrzeby spowodował wzrost zainteresowania oceną właściwości fizycznych w innych dyscyplinach nauk rolniczych a mianowicie w hodowli roślin oraz uprawie roli. Zrozumienie znaczenia problemu dostrzegli hodowcy podejmując zadanie modyfikacji cech roślin pod kątem ułatwienia zadań konstruktorom maszyn. Studia literaturowe wskazują, że kreowanie nowych odmian, zwłaszcza w hodowli zbóż, rzepaku i innych roślin technologicznie podobnych (pod kątem zbioru) uwzględnia ich cechy fizyczne. Podobnie w uprawie roli istnieją duże możliwości kształtowania właściwości agrofizycznych warstwy uprawnej poprzez racjonalne stosowanie odpowiedniej konstrukcji narzędzi i maszyn.

Nowoczesne metody projektowania maszyn zakładają wielowariantowe podejście zarówno przy poszukiwaniu nowych koncepcji jak też ulepszania istniejących konstrukcji. Koniecznym przy takim podejściu byłoby doświadczalne

sprawdzenie (zaprojektowanie, zbudowanie, zbadanie) wszystkich wariantów rozwiązań należących do zbioru rozwiązań dopuszczalnych. Znalezienie rozwiązania optymalnego jest jednak w rzeczywistości mało prawdopodobne ponieważ eksperymenty byłyby bardzo kosztowne i czasochłonne. Stąd też zasadniczym trendem w projektowaniu maszyn rolniczych wydaje się trend do tworzenia modeli matematycznych procesów roboczych i ich wykorzystania do badań symulacyjnych. Niezbędne do tego są odpowiednie informacje o właściwościach obrabianego materiału (roślina, gleba). Właściwa identyfikacja struktury modelu procesu roboczego niezbędna jest również dla potrzeb użytkowania maszyn. Modelowanie może zostać wykorzystane przy doborze parametrów regulacyjnych zespołów roboczych maszyn jak też przy ustalaniu właściwych terminów wykonywania zabiegów. Jakkolwiek modelowanie w tym względzie może być bardzo przydatne to często wystarczające jest opisywanie zależności pomiędzy zmiennymi zależnymi i niezależnymi w kategoriach rozkładów statystycznych. Przykłady takich zastosowań wyników oceny właściwości fizycznych roślin można znaleźć w literaturze i dotyczą one np. zbioru zbóż, rzepaku, traw nasiennych [9].

Matematyczno-fizyczne modele ruchu wody, substancji chemicznych, ciepła i gazów oraz zjawisk międzyfazowych w środowisku glebowym i materiałach biologicznych, umożliwiają sterowanie procesami, decydującymi o warunkach wzrostu i rozwoju roślin i racjonalnym gospodarowaniu wodą, z jednoczesnym zapobieganiem degradacji środowiska glebowego. W przypadku materiałów biologicznych matematyczno-fizyczne modelowanie decyduje o optymalizacji technologii zbioru, transportu, suszenia, przechowywania i przetwarzania, eliminującej straty ilościowe, z równoczesnym zapewnieniem wysokiej jakości produktu końcowego [11].

Badania agrofizyczne koncentrują się również na ważnych dla rolniczego środowiska produkcyjnego zagadnieniach mechaniki ośrodka glebowego, w których zastosowanie nieklasycznej mechaniki gruntów pozwala na przewidywanie skutków zagęszczania gleby przez maszyny rolnicze. Należy również podkreślić znaczne osiągnięcia w teorii struktury i odkształceń ośrodków komórkowych, umożliwiające nowoczesną interpretację uszkodzeń materiałów biologicznych pod wpływem zewnętrznych obciążeń i dobór odmian roślin uprawnych o najkorzystniejszych fizyczno-technologicznych parametrach.

Jednym z najważniejszych i szeroko stosowanych, praktycznie w całym obszarze nauk rolniczych, są rezultaty badań agrofizycznych w zakresie metrologii agrofizycznej, to znaczy metodyki, aparatury i systemów monitorowania fizycznych parametrów ośrodków rolniczych, a także analizy

czasowo-przestrzennej i interpretacji zmienności parametrów fizycznych w systemie gleba-maszyna-roślina-atmosfera oraz w materiałach rolniczych, podczas procesów technologicznych, związanych z ich przechowywaniem i przetwarzaniem.

Zagrożenie środowiska toksycznymi substancjami (metalami ciężkimi, azotanami) zarówno zakumulowanymi w glebach, jak i przechodzącymi do wód gruntowych i atmosfery (w postaci gazów szklarniowych), wymaga poznania mechanizmów ich uruchamiania i przemieszczania się. Istotną rolę odgrywają w tym przypadku procesy fizykochemiczne, decydujące o stanie oksydoredukcyjnym i odczynie gleby. Istotnym i nowym elementem agrofizyki, są badania właściwości fizycznych materiałów roślinnych.

Reasumując, należy podkreślić, że bez badań agrofizycznych i wynikającego z nich poznania właściwości fizycznych materiałów rolniczych, jest niemożliwe:

- efektywne wykorzystanie skąpych zasobów wodnych dla produkcji rolniczej;
- efektywne i bezpieczne dla środowiska, stosowanie nawożenia mineralnego;
- przeciwdziałanie fizycznej degradacji gleb (erozji, zagęszczeniu, zaskorupieniu, niszczeniu struktury);
- obniżanie strat ilościowych i jakościowych plodów rolnych w czasie zbioru oraz na różnych etapach obróbki pozbiorowej i przechowalnictwa;
- właściwe projektowanie i wykorzystanie maszyn rolniczych;
- prowadzenie nowoczesnych prac hodowlanych roślin.

W ostatnim trzydziestoleciu nastąpił dynamiczny rozwój agrofizyki, jako nauki niezbędnej dla funkcjonowania nowoczesnego, to jest zrównoważonego rolnictwa. Znajomość właściwości środowiska glebowego i materiałów roślinnych, a także procesów hydrotermofizycznych, mechanicznych, aeracyjnych i fizykochemicznych w nich zachodzących, pozwala na efektywne i bezpieczne dla otoczenia wykorzystanie chemizacji, mechanizacji i melioracji w rolnictwie, w celu uzyskiwania wysokich i jakościowo wartościowych plonów roślin.

O dynamicznym rozwoju agrofizyki świadczą:

- utworzenie w 1968 r. Zakładu Agrofizyki PAN w Lublinie,
- powołanie w 1981 r. Komitetu Agrofizyki PAN,
- nadanie rangi Instytutu w 1986 r.
- utworzenie w 1991 r. Fundacji Rozwoju Nauk Agrofizycznych,
- powołanie w 1997 r. Polskiego Towarzystwa Agrofizycznego,
- wydawnictwa *International Agrophysics* (kwartalnik) od 1985 r., o zasięgu międzynarodowym i *Acta Agrophysica* (czasopismo monograficzne) od 1993 r.,
- organizowanie cyklicznych międzynarodowych konferencji agrofizycznych,

- organizowanie corocznych szkół „Fizyka z elementami agrofizyki”,
- projekt utworzenia Międzynarodowego Centrum Jakości Środowiska i Żywności oraz Ochrony Zdrowia.

Agrofizyka powinna zająć właściwe miejsce w planowanym do utworzenia Międzynarodowym Centrum Jakości Środowiska i Żywności oraz Ochrony Zdrowia (International Centre for Environmental and Nutritional Quality and Health Care).

Celem Centrum ma być szkolenie studentów i absolwentów Szkół Wyższych oraz pracowników nauki z różnych krajów, szczególnie ze wschodniej Europy w zakresie ochrony zasobów naturalnych, żywności i zdrowia oraz możliwość uzyskiwania stopni doktora.

Centrum będzie zlokalizowane na terenie Instytutu Agrofizyki i Akademii Rolniczej w dzielnicy Lublin-Felin. Do dyspozycji jest uzbrojony w pełni teren, za-plecze IA PAN oraz potencjał 5 uczelni i instytutów Lubelsko-Puławskiego Ośrodka Naukowego. Przewidywana jest budowa hotelu dla kursantów, doktorantów i wykładowców na ok. 200 miejsc, pawilonów z salami wykładowymi i laboratoriami wyposażonymi w nowoczesną aparaturę o pow. ok. 15 000 m².

Protektorzy Centrum: Polska Akademia Nauk, Ministerstwa: Edukacji Narodowej, Ochrony Środowiska, Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Zdrowia i Opieki Społecznej oraz zagraniczne instytucje naukowe i różne organizacje.

2. INSTYTUT AGROFIZYKI im. Bohdana Dobrzańskiego PAN

2.1. Ogólna informacja o Instytucie

Badania Agrofizyczne są prowadzone w wielu ośrodkach, ale jedynie w Instytucie Agrofizyki PAN mają one charakter badań kompleksowych.

Instytut został utworzony z inicjatywy Profesora Bohdana Dobrzańskiego, najpierw jako Zakład Agrofizyki PAN w 1968 r., przemianowany w Instytut Agrofizyki PAN w 1986 r., a od 1998 wpisany do rejestru Instytutów Polskiej Akademii Nauk posiadających osobowość prawną.

Instytut jest zlokalizowany w dzielnicy Lublin-Felin. Posiada własną bazę: budynki o pow. 5.000 m² oraz teren o pow. 4,5 ha.

Pierwszym kierownikiem Zakładu Agrofizyki do roku 1980 był jego twórca – Profesor Bohdan Dobrzański, kolejnym do roku 1982 – Profesor Ignacy Dechnik a następnie Instytutem kieruje Profesor Jan Gliński.

Przewodniczącymi Rad Naukowych byli kolejno profesorowie: Tadeusz Skawina (1968-1976), Andrzej Waksmundzki (od XI.1976-1977), Stanisław Nawrocki (1978-1980), Bohdan Dobrzański (1981-1986), Saturnin Zawadzki (1987-1992), Rudolf Michałek (1996-1998), a od 1999 ponownie Saturnin Zawadzki.

Instytut ma uprawnienia do nadawania stopni naukowych doktora i doktora habilitowanego nauk rolniczych w zakresie agronomii – specjalność agrofizyka.

Od roku 1985 ukazuje się międzynarodowy kwartalnik “International Agrophysics”, który wraz z wydawnictwem “Acta Agrophysica” o charakterze monograficznym i specjalnymi tomami “Zeszytów Problemowych Postępów Nauk Rolniczych” redagowany jest w Instytucie.

Od wielu lat Instytut utrzymuje wysoką pozycję w rankingu KBN, a obecnie jest zakwalifikowany na trzecim miejscu w kategorii I (Tab. 1). Aktualnie zatrudnia przeciętnie ok. 107 pracowników, w tym 68 naukowych (Tab. 2). Kadra naukowa Instytutu składa się głównie z absolwentów lubelskich uczelni i reprezentuje różne specjalności: fizykę, fizykochemię, matematykę, gleboznawstwo, biologię, geografę, inżynierię rolniczą.

Tabela 1. Ocena na podstawie rocznych sprawozdań z działalności Instytutu

Przedmiot oceny	1995	1996	1997	1998
Zdobyte				
- tytuły profesora	-	1	2	1
- habilitacje	1	-	1	4
- doktoraty	1	3	5	1
Opracowane metody badawcze i pomiarowe	9	4	3	7
Opracowane urządzenia, technologie i materiały	5	4	4	4
Ochrona własności intelektualnej				
Patenty i wzory użytkowe:				
- uzyskane	3	1	-	2
- zgłoszone	3	4	1	1
Publikacje wydane drukiem, ogółem	181	149	247	195
w tym:				
- książki i monografie	1	4	4	1
- rozdziały w książkach	6	5	1	2
- artykuły, rozprawy w czasopismach naukowych	80	73	34	64
- referaty, doniesienia i materiały konferencyjne	94	67	208	128
Cytowania (udokumentowane wyciągiem z Citation Index):	57	64	62	63
Organizacja i współorganizacja konferencji naukowych ogółem	5	5	5	8
w tym:				
- międzynarodowe	2	1	3	2
- krajowe	3	4	2	6
Projekty badawcze realizowane ogółem	20	22	23	24
w tym:				
- własne i promotorskie	16	18	20	20
- zamawiane	2	2	2	1
- zagraniczne	2	2	1	3

Table 2. Stan zatrudnienia na 31.12.1998 r.

Ogółem: 107		
działalność podstawowa	profesorowie	10
	docenci	5
	adiunkci	29
	asystenci	24
	pracownicy inżynierscy, techniczni i administracyjni	39

pracownicy
naukowi – 68

2.1.1. Struktura organizacyjna Instytutu

Zakład Hydrotermofizyki Środowiska Glebowego i Materiałów Rolniczych

Profil działalności:

Badanie i modelowanie procesów wymiany masy i energii w systemie gleba-roślina-atmosfera ze szczególnym uwzględnieniem wodnych i termicznych właściwości elementów systemu.

Opracowywanie wyników dla optymalnego systemu regulacji właściwości hydro- i termofizycznych badanych systemów.

Kierownik: prof. dr hab. Ryszard Walczak, czł. koresp. PAN

Zakład Aeracji i Wymiany Gazowej w Środowisku Glebowym i w Materiałach Rolniczych

Profil działalności:

Badanie wpływu fizycznych właściwości gleby na jej stan natlenienia i jego wskaźniki. Określenie związków między wskaźnikami natlenienia a procesami glebowymi i reakcją rośliny.

Wykorzystanie wyników do optymalizacji nawożenia mineralnego i minimalizacji efektów zanieczyszczeń środowiska rolniczego.

Kierownik: prof. dr hab. Zofia Stępniewska

Zakład Mechaniki Materiałów Rolniczych

Profil działalności:

Badania nad zmianami struktury ośrodków agrobiologicznych wywołanych działaniem sił zewnętrznych, a szczególnie: uzyskiwaniem obrazów mikroskopowych, ich ilościową analizą (rozkłady pól powierzchni komórek, długości

ścian komórkowych itp.), trójwymiarową rekonstrukcją, wczesnym wykrywaniem stanów krytycznych i wyznaczaniem charakterystyk mechanicznych.

Prace z zakresu komputerowej symulacji granularnych struktur glebowych wykorzystujące realne rozkłady wielkości cząstek i porowatości oraz przewidywanie ich charakterystyk fizycznych, jak np.: rozkład wielkości porów, krzywe retencji, i inne. Metoda nadaje się także do innych ośrodków, jak ziarna, cukier itp.

Oryginalne prace nad podstawami nowej mechaniki ośrodków granularnych i komórkowych na bazie formalizmu mechaniki kwantowej. Podejście takie pozwala na jednolity opis nieregularnie rozłożonych ziaren lub komórek, energii układu oraz oddziaływań między jego składnikami, które determinują zasadnicze właściwości mechaniczne ośrodka oraz jego dynamikę.

Prace metodyczne nad jednoczesnym badaniem naprężeń i odkształceń, z ciągłą rejestracją, w ośrodkach glebowych poddanym oddziaływaniom ciągników i maszyn rolniczych.

Kierownik: prof. dr hab. Krystyna Konstankiewicz

Zakład Fizykochemii Materiałów Rolniczych

Profil działalności:

Badania wpływu właściwości fizykochemicznych gleby ze szczególnym uwzględnieniem właściwości międzyfazowych i ich związku z ustalaniem równowag i przebiegiem procesów transportu masy w systemie gleba-roślina.

Badania nad fizykochemicznymi warunkami tworzenia i trwałości struktury gleby, możliwościami jej modyfikowania, a także powiązania z charakterystykami powierzchniowymi, wodnymi energetycznymi.

Wykorzystanie badań do pracy nad wiązaniem metali ciężkich przez ośrodki rolnicze oraz ich detoksykacją.

Kierownik: prof. dr hab. Zofia Sokołowska

Zakład Agrofizycznych Podstaw Kształtowania Środowiska Glebowego

Profil działalności:

Badanie fizycznych warunków glebowych związanych z rozwojem roślin i funkcją korzeni.

Badanie zjawisk i procesów warunkujących fizyczną degradację gleb – zaskorupienie i zagęszczenie gleb oraz związana z tym erozja wodna gleb.

Badanie związków pomiędzy matematycznymi parametrami sygnału odzwierciedlającego zmiany oporów w glebie a cechami agregatów.

Kierownik: prof. dr hab. Jerzy Lipiec

Zakład Fizycznych Podstaw Oceny i Ulepszania Materiałów Roślinnych

Profil działalności:

Badania właściwości fizycznych surowców roślinnych typu nasiona roślin uprawnych, owoce i warzywa oraz procesów fizycznych zachodzących podczas zbioru, transportu, przechowywania i przetwarzania produktów rolnych.

Oryginalne prace metodyczne nad pomiarami właściwości fizycznych materiałów roślinnych.

Wykorzystanie badań do prac nad optymalizacją zbioru i opracowywanie nowych technologii rolniczych.

Kierownik: prof. dr hab. Bogusław Szot

2.1.2. Banki informacji

Instytut jest włączony do regionalnej i ogólnokrajowej sieci komputerowej i ma swojego przedstawiciela w Radzie Użytkowników MAN. Każdy z pracowników Instytutu ma bezpośredni dostęp do INTERNET-u. Dotychczas utworzono trzy bazy danych, dostępne pod adresem: <http://athena.ipan.lublin.pl/o-bigleb> (lub /biblioteka, lub /aparatura) [6].

Bank informacji o glebach mineralnych Polski O-BIGLEB-M

Baza informacji o glebach mineralnych Polski O-BIGLEB-M służy do składowania i prezentacji danych obejmujących charakterystyki i właściwości 3000 próbek glebowych pochodzących z trzech poziomów genetycznych 1000 wzorcowych profili glebowych, w obrębie 33 jednostek glebowych wg klasyfikacji PTG.

Bank informacji o zasobach aparaturowych Instytutu Agrofizyki PAN

Baza pn.: "Bank informacji o zasobach aparaturowych Instytutu Agrofizyki PAN" jest opracowywana na podstawie aktualnego stanu posiadania aparatury i środków trwałych. Obecnie baza udostępnia informacje o 35 stanowiskach badawczych i o 100 urządzeniach wchodzących w skład tych stanowisk.

Baza spełnia rolę informacyjną, nie tylko dla środowiska naukowego, a także dla praktyków wielu dziedzin (ochrona środowiska, ekologia, medycyna itp.), współpracy ze środowiskiem w celu lepszego wykorzystania aparatury w szerokiej współpracy.

Bank informacji o zbiorach bibliotecznych Instytutu Agrofizyki PAN

Instytut od wielu lat prowadzi specjalistyczną bibliotekę, głównie z zakresu nauk rolniczych o specjalności agrofizyka, a szczególnie: ograniczenia fizycznej degradacji środowiska i ochrony jego zasobów; właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych ośrodków glebowych i roślinnych; metodyki pomiarów, modelowania i monitoringu; podwyższania wartości użytkowej płodów rolnych. Zdecydowana większość zbiorów to oryginalne i nie występujące w innych zbiorach tytuły.

Biblioteka Instytutu posiada niewielki, ale cenny księgozbiór: książki 2 896 woluminów; czasopisma zagraniczne 90 tytułów, krajowe 50 tytułów, łącznie

1 514 woluminów.

Baza pn.: "Bank informacji o zbiorach bibliotecznych Instytutu Agrofizyki PAN" została opracowana na podstawie aktualnego stanu zbiorów. Aktualnie baza zawiera ponad tysiąc pozycji wydawnictw zwartych, w tym opracowane i wydane w Instytucie unikalne tytuły z zakresu najnowszych monograficznych opracowań z zakresu agrofizyki, materiały konferencji oraz skrypty.

Kontynuowane są prace nad opracowywaniem i wprowadzeniem bieżących publikacji pracowników Instytutu za rok 1996 – współpraca ze środowiskowym programem "Baza publikacji regionu środkowo-wschodniego ScienCE", którego koordynatorem jest Politechnika Lubelska.

2.1.3. Współpraca z placówkami krajowymi i zagranicznymi

Instytut współpracuje w ramach dwustronnych porozumień z 15 placówkami krajowymi, głównie z uczelniami wyższymi, a także z instytutami resortowymi, m.in. z IUNG, IMUZ, IHAR.

Instytut Agrofizyki współpracuje z partnerami zagranicznymi w ramach 28 umów bezpośrednich m.in. z placówkami: Anglii, Austrii, Belgii, Białorusi, Bułgarii, Chin, Czech, Finlandii, Francji, Hiszpanii, Holandii, Izraela, Japonii, Kanady, Niemiec, Norwegii, Rosji, Słowacji, Szwecji, Ukrainy, USA, Węgier i Włoch:

- 1) Instytut Badawczy w Silsoe, Anglia,
- 2) Katedra Gleboznawstwa Uniwersytetu Rolniczego w Wiedniu, Austria,
- 3) Instytut Problemów Wykorzystania Zasobów Natur. i Ekologii BAN, Mińsk, Białoruś
- 4) Katedra Agrotechnologii Katolickiego Uniwersytetu w Leuven, Belgia

- 5) Instytut Gleboznawstwa i Agroekologii "Pushkarov", Sofia, Bułgaria
 - 6) Institute of Soil Science, ChAN, Nankin, Chiny
 - 7) Katedra Fizyki Wyższej Szkoły Rolniczej, Praga, Czechy
 - 8) Zakład Chemii i Fizyki Rolniczej Wydziału Chemii Stosowanej i Mikrobiologii Uniwersytetu Rolniczego, Helsinki, Finlandia
 - 9) Laboratorium Rolnictwa i Środowiska ENSAIA-INRA, Nancy, Francja
 - 10) Institute for Natural Resources and Agrobiology CSIC, Sevilla, Hiszpania
 - 11) The Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research (SC-DLO) Wageningen, Holandia
 - 12) Wydział Techniki Rolniczej Izraelskiego Instytutu Technologii –
 - 13) TECHNION, Haifa
 - 14) Katedra Nauk Technicznych Uniwersytetu Guelph, Kanada
 - 15) Katedra Gleboznawstwa Uniwersytetu w Hokkaido, Japonia
 - 16) Technische Universität Berlin, Niemcy
 - Institut für Ökologie,
 - Institut für Landschaftsbau
 - 17) Institut für Bodenkunde und Standortlehre, Universität Hohenheim, Stuttgart, Niemcy
 - 17) Center for Agricultural Landscape and Land Use Research, Müncheberg, Niemcy
 - 18) Instytut Gleboznawstwa i Fotosyntezy RAN, Puszczino, Rosja
 - 19) Instytut Agrofizyki RAN, Petersburg, Rosja
 - 20) Instytut Hydrologii SAN, Bratysława, Słowacja
 - 21) Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil Sciences, Uppsala, Szwecja
 - 22) Institute for Soil Science and Agrochemistry Research, UAN, Charków, Ukraina
 - 23) Dept. of Agricultural Eng., Univ. of Kentucky, Lexington, USA
 - 24) Dept. of Biology, New York University, USA
 - 25) Coastal Plains and Soil Water Conservation Res. Center, Florence, South Carolina, USA
 - 26) Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry, WAN, Budapeszt, Węgry
 - 27) Instytut Mechanizacji Rolnictwa CNR, Turyn, Włochy
- Współpraca polega na realizowaniu wspólnych tematów badawczych związanych z problematyką Instytutu Agrofizyki, a w szczególności w zakresie:

- hydrotermofizyki środowiska glebowego, z uwzględnieniem nowoczesnych metod pomiarów wilgotności, temperatury i zasolenia gleb, mikroklimatu pola uprawnego;
- mechanicznych właściwości materiałów rolniczych z zastosowaniem metod mikroskopii, rentgenografii, tomografii komputerowej;
- aeracji środowiska glebowego z uwzględnieniem procesów oksydoredukcyjnych i emisji gazów cieplarnianych;
- właściwości fizykochemicznych gleb ze szczególnym uwzględnieniem teorii zjawisk powierzchniowych;
- fizycznej degradacji gleb ze szczególnym uwzględnieniem wpływu zagęszczenia, zaskorupiania i erozji na właściwości glebowe i na rośliny;
- właściwości fizycznych materiałów roślinnych i produktów rolnych w aspekcie poprawy ich jakości.

Efektom współpracy są współautorskie publikacje (ok. 20 rocznie), prezentacje na konferencjach (ok. 10 rocznie) oraz wspólne przygotowywanie projektów w ramach IV a aktualnie V programu UE. Średnio rocznie wizytuje Instytut 50 gości zagranicznych, a 70 pracowników Instytutu wyjeżdża zagranicę.

2.1.4. Konferencje i szkoły

Z inicjatywy Instytutu są organizowane co 4 lata międzynarodowe konferencje agrofizyczne, począwszy od 1972 roku (w Lublinie, Gödöllő, Pradze, Rostoku, Bonn, Lublinie i planowana na 2001 rok w Nankinie).

Ostatnia 6 Międzynarodowa Konferencja Agrofizyczna (Lublin, 15-18.09.1997 r.) podsumowała dotychczasowe osiągnięcia agrofizyki i dała wytyczne na przyszłość.

Biorąc pod uwagę fakt mającego się ku końcowi XX wieku, koncept zrównoważenia użytkowania ziemi uprawnej dla XXI wieku staje się coraz bardziej aktualny. W tym aspekcie konferencja pozytywnie oceniła stan obecny i wytyczyła podstawy dla przyszłych badań agrofizycznych.

Głównym celem agrofizyki jest zastosowanie fizyki w rolnictwie i przetwórstwie materiałów biologicznych, z uwzględnieniem jej specyficznych metod badawczych w zakresie analityki i interpretacji.

Rozwój nowoczesnej, zrównoważonej i bezpiecznej produkcji biologicznej nie jest możliwy bez znajomości czynników agrofizycznych.

Dlatego też konferencja przedstawia głównie problemy badawcze dla rozwoju agrofizyki w 21 wieku:

- Tworzenie bazy danych wszystkich czynników i systemów odnoszący się do produkcji biologicznej i procesów technologicznych w zrównoważonym

środowisku, włączając bazę danych faktograficznych i analizy porównawcze uwzględniające zmienność czasowo-przestrzenną. Tworzeniem takiej bazy powinien się zająć Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie;

- Tworzenie nowych podstaw i narzędzi w celu realizacji i właściwego wykorzystania wyników badań agrofizycznych;
- Ustanowienie Międzynarodowego Towarzystwa Agrofizycznego w celu upowszechnienia postępu wiedzy agrofizycznej;
- Zorganizowanie następnej 7 Międzynarodowej Konferencji Agrofizycznej w Chinach, Nanjing w 2001 r.

Od 1989 roku Instytut z Komitetem Agrofizyki PAN organizuje coroczne SZKOŁY pod wspólnym tytułem "Fizyka z elementami agrofizyki" [5].

W Szkołach biorą udział pracownicy uczelni – wykładowcy oraz młodzi pracownicy naukowcy, a także pracownicy naukowcy instytutów. Każda Szkoła poświęcona jest wybranemu szczegółowemu tematowi, dlatego wzbudza zainteresowanie w wielu środowiskach, a wśród stałych uczestników są przedstawiciele uczelni rolniczych, akademii medycznych, uniwersytetów, politechnik, szkół pedagogicznych. W XI Szkole (1999 r.) po raz pierwszy wezmą udział przedstawiciele szkół średnich o profilu rolniczym.

Dzięki finansowemu wsparciu Fundacji Rozwoju Nauk Agrofizycznych, począwszy od III Szkoły, są wydawane skrypty z wykładami i ćwiczeniami, które cieszą się dużym zainteresowaniem nie tylko wśród uczestników szkół (Tab. 3).

Tabela 3. Wykaz SZKÓŁ

Szkoła	Temat	Liczba wykładowców	Liczba uczestników
I 20-24.05.1989	Metody i aparatura do badań agrofizycznych	7	16
II 11-13.06.1990	1. Mechanika gleby i roślin 2. Zastosowanie teledetekcji i porozymetrii rtęciowej w badaniach rolniczych	5	18
III 23-25.09.1991	Badania struktury gleby	5	25
IV 12-13.10.1992	Aktualne problemy ochrony środowiska naturalnego	5	32
V 23-24.09.1993	Wpływ zmian klimatu na środowisko rolnicze	6	35
VI 26-27.09.1994	Metody uzyskiwania, przetwarzania i analizy obrazów w badaniach agrofizycznych	10	32
VII 18-19.09.1995	Stan fizyczny gleby a rozwój roślin	16	53
VIII 19-20.09.1996	Modele wzrostu i plonowanie roślin. Fizyczno-matematyczne submodele	19	52
IX 18-19.09.1997	Agrofizyczne metody badań, ich znaczenie i upowszechnianie	18	53
X 22-23.09.1998	Fizyczne właściwości gleby a rozwój roślin – metody badań	12	58
XI 27-28.09.1999	Właściwości mechaniczne dyskretnych ośrodków rolniczych		

3. WAŻNIEJSZE OSIĄGNIĘCIA INSTYTUTU AGROFIZYKI PAN

Wśród ważniejszych osiągnięć Instytutu należy wymienić wyniki uzyskane w zakresie badań:

- Hydrotermofizyki
- Mikromechaniki roślinnych materiałów komórkowych – struktury materiałów rolniczych
- Aeracji i wymiany gazowej w środowisku glebowym
- Fizykochemii gleb
- Fizycznej degradacji gleb (erozja, zaskorupienia, zagęszczenie)
- Współzależności korzeń-gleba
- Jakości surowców roślinnych
 - a) diagnostyki ziarna zbóż
 - b) procesów fizycznych w silosach
 - c) oceny właściwości fizycznych roślin rzepaku
 - d) owoców i warzyw
- Metrologii agrofizycznej.

3.1. Metodyczne aspekty struktury gleby

W ramach międzynarodowego programu austriacko-czesko-polsko-słowacko-węgierskiego pn. „Rolnicze i ekologiczne aspekty struktury gleby” (1992-1995) opracowano klasyfikację metod służących do opisu różnych funkcji, jakie spełnia gleba, wynikających z jej struktury [4].

Struktura gleby, rozumiana jako system porowaty, w którym zachodzą specyficzne procesy przemieszczania i przekształcania składników glebowych, stanowiących równocześnie środowisko dla organizmów żywych, zyskuje coraz większe zainteresowanie i znaczenie w obecnie opracowywanych międzynarodowych programach badawczych, np. wpływu zmian klimatu na środowisko naturalne czy rekultywacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi i azotanami.

Koncepcja struktury glebowej ma wiele aspektów. Zwięzła definicja podana przez Brewera [1976] określa strukturę gleby jako „fizyczny układ stałej fazy gleby wyrażony przez wielkość, kształt i zorganizowanie cząstek glebowych i wolnych przestrzeni oraz związanych z tym właściwościami gleby”.

Istnieje wiele metod określania różnych parametrów struktury gleby i poszczególne laboratoria stosują te metody w odniesieniu do określonych potrzeb i warunków glebowych. Nie mamy jednak dobrej i nadającej się do ogólnego stosowania metody dla ilościowej charakterystyki stanu struktury gleb użytkowanych rolniczo. Stąd też jest rzeczą niezwykle ważną ustalenie jednej

metodologicznej procedury mogącej mieć zastosowanie do wszystkich gleb. Celem międzynarodowego programu była klasyfikacja specyficznych metod fizycznych, chemicznych i biologicznych służących do opisu różnych funkcji, jakie spełnia gleba, wynikających z jej struktury.

W wyniku wspólnych prac dokonano podziału metod badania struktury gleby na „ogólne”, stosowane przez placówki, oraz „specyficzne” – stosowane tylko w tych placówkach, które posiadają odpowiednie możliwości techniczne. Do metod „ogólnych” zaliczono skład granulometryczny, gęstość objętościową, ogólną porowatość, krzywą pF i porowatość różniczkową, pH, zawartość materii organicznej i CaCO_3 , przewodnictwo elektryczne, pojemność wymienną kationów i kationy wymienne.

Za metody „specyficzne” stosowane w Austrii uznano: skład mineralogiczny, skład mineralny części ziemistych oraz występowanie w nich minerałów ilastych, wolne tlenki Fe, Al i Mn, nasycone przewodnictwo wodne i stabilność agregatów glebowych; specyficzne dla Czech – pomiary, modelowanie i przestrzenne zróżnicowanie infiltracji wody; dla Słowacji – analiza mikromorfologiczna oparta na szlifach glebowych; dla Węgier – pęcznienie i kurczenie się gleby, analiza mikroagregatowa, matematyczny opis krzywych pF oraz przesiek wody; dla Polski – właściwości powietrzne gleb (przepuszczalność powietrza, wydatek dyfuzji tlenu ODR, Eh, aktywność enzymatyczna, liczebność mikrobów i współczynnik oddychania gleby), powierzchnia właściwa, analiza mikromorfometryczna, wyznaczanie cieplnych właściwości gleb, rozkład porów metodą porozymetryczną, test zagęszczenia gleb oraz oznaczenie wodnych charakterystyk gleb metodą reflektometryczną (TDR).

Klasyfikację metod przeprowadzono według czterech funkcji gleby rozumianej jako:

- 1) ośrodek porowaty,
- 2) ośrodek przemieszczania,
- 3) ośrodek przetwarzania,
- 4) środowisko życia biologicznego.

W tym aspekcie wartość diagnostyczna każdej pojedynczej metody stosowanej do oceny parametrów struktury gleby różni się w zależności od funkcji gleby. Na podstawie powyższych danych dokonano klasyfikacji metod, przypisując im odpowiednie z czterech funkcji gleby (1,2,3,4).

Opis stanowiska (1,2,3,4) (włączając skałę macierzystą, klimat, stosunki wodne, użytkowanie gleby, rzeźbę terenu, następstwo roślin itp.).

Opis gleby (1,2,3,4)

Pobieranie próbek (1,2,3,4) (czas pobrania, powtórzenia, wielkość próbki).

Niezmiennie właściwości gleb

Skład granulometryczny (1,2,3)
 Gęstość (1)
 Powierzchnia właściwa (1,2,3,4)
 pH (2,3,4)
 Przewodnictwo elektryczne (1,2,3,4)
 CaCO_3 (1,2,3,4)
 Materia organiczna (1,2,3,4)
 CEC (2,3,4)
 Kationy wymienne (2,3,4)
 Minerale ilaste (1,2,3,4)
 Ogólny skład mineralogiczny (3,4)
 Wolne tlenki Fe, Al, Mn (1,2,3,4)

Stale parametry strukturalne

Gęstość objętościowa i porowatość (1,2,3,4)
 Standardowa gęstość objętościowa (1,2,3,4)
 Gęstość objętościowa agregatów (1,2,3,4)
 Pęcznienie i kurczenie się gleby (1,2,4)
 Retencja wody glebowej (pF)
 Parametry przepływu wody, powietrza i energii
 Przemieszczanie się roztworów, powietrza i energii (1,2)
 Nasycone przewodnictwo hydrauliczne (1,2)
 Przepływ preferencyjny (bypass flow) (1,2,4)
 Dyfuzja powietrza (1,2,3,4)
 Przepuszczalność powietrza (1,2,3,4)
 Wydatek dyfuzji tlenu (3,4)
 Potencjał redoks (3,4)

Wytrzymałość i stabilność gleby

Test zagęszczenia (1,4)
 Opór penetracji (1,4)

Morfologia gleby

Szlify glebowe (1,2,3,4)
 Morfometryczna charakterystyka szlifów glebowych (1,2,3,4)
 Submikroskopia (1,2,3,4)
 Ciągłość makroporów (1,2)

Biologia gleby

Aktywność enzymatyczna (2,3,4)

Współczynnik oddychania (3,4)

Mezo- i makrofauna (1,2,3,4)

System korzeniowy (1,2,3,4)

Przeprowadzone testowanie wymienionych metod na różnych glebach pozwoliło określić przydatność poszczególnych metod dla specyficznych charakterystyk glebowych oraz wyróżnić metody o stosowalności nieograniczonej, ograniczonej wymagającej ulepszenia, ograniczonej bez możliwości ulepszenia, jak też metody biologiczne i biochemiczne wymagające standaryzacji warunków fizycznych gleb przed ich stosowaniem.

Do metod o nieograniczonej stosowalności zaliczono następujące oznaczenia: składu granulometrycznego, gęstości właściwej, pH, materii organicznej, przewodnictwa elektrycznego, pojemności wymiennej kationów i wymiennych kationów, ogólnego składu mineralogicznego i zawartości minerałów ilastych, wolnych tlenków Fe, Al oraz Mn, Eh i powierzchni właściwej.

Metody o ograniczonej stosowalności wymagające ulepszenia dotyczą wykonywania szlifów gleb ciężkich, oznaczania współczynnika filtracji, nasyconego i nienasyconego przewodnictwa hydraulicznego, gęstości objętościowej, retencji wody, rozmieszczenia porów i porowatości gleb pęczniejących i pękających oraz przepuszczalności powietrznej i współczynnika dyfuzji gazów gleb piaszczystych i kurczących się.

Metody o ograniczonej stosowalności bez możliwości ich ulepszenia dotyczą oznaczenia stabilności agregatów gleb ciężkich i zasolonych, przepuszczalności powietrznej i współczynnika dyfuzji gazów w glebach lekkich i ciężkich, zawartości CaCO_3 w glebach dolomitowych.

Standaryzacja warunków fizycznych gleby jest konieczna dla określenia aktywności enzymatycznej i współczynnika oddychania gleb oraz liczebności w nich mikrobow.

Kontynuacją omawianego programu była ocena roli fizycznych submodeli w prognozowaniu warunków wzrostu i plonowania roślin. W ramach tej tematyki dokonano analizy: [2,12]

- submodeli fizycznych występujących w stosowanych modelach prognozujących plony roślin dla wybranych warunków glebowych,
- właściwości hydrofizycznych w profilu glebowym, ewapotranspiracji, konsumpcji wody przez system korzeniowy roślin,
- parametrów opisujących strukturę gleby występujących w wymienionych modelach,

- submodeli przepływu preferencyjnego wody w profilu glebowym i czynników je warunkujących,
- parametryzacji charakterystyk hydrofizycznych gleby i jej zastosowania,
- pomiaru i parametryzacji krzywych retencji i przewodnictwa w obszarze bliskim nasycenia,
- ruchu soli w profilu glebowym.

3.2. Narodowy program odbudowy i modernizacji terenów dotkniętych powodzią

Katastrofalna powódź 1997 roku znalazła swe odbicie w rezolucji 6 Międzynarodowej Konferencji Agrofizycznej w Lublinie (15-18.09.1997) a następnie podczas międzynarodowego seminarium poświęconego tej powodzi zorganizowanym w Lublinie i Wrocławiu (24-29.03.1998). Określono skutki powodzi i zakres badań z nią związanych.

Przewidywane skutki zalania gleb wodą

1. Mechaniczne przemieszczenie materiału glebowego, zmywy powierzchniowe, erozja, akumulacja osadów.
2. Wymycie lub wzrost zawartości oraz mobilizacja lub immobilizacja składników pokarmowych makro- i mikroelementów oraz pierwiastków śladowych o działaniu toksycznym.
3. Zanieczyszczenie gleb substancjami chemicznymi oraz skażenia mikrobiologiczne.
4. Okresowe niedotlenienie gleby i związane z tym wzrost aktywności mikroorganizmów beztlenowych i nasilenie procesów redukcyjnych.

Działania natychmiastowe

1. Ocena strat wynikających z mechanicznego zniszczenia profili glebowych zalanych wodą, szczególnie w przypadku zmycia poziomów uprawno-próchnicznych i przemieszczenia materiału glebowego.
2. Ocena zmian zasobności gleb w podstawowe składniki pokarmowe oraz stopnia zanieczyszczenia gleby i roślin substancjami chemicznymi i skażenia mikrobiologicznego.
3. Ocena zmian fizycznych i chemicznych gleby spowodowanych okresowym nadmiernym nawodnieniem i procesami redukcyjnymi związanymi z niedoborem tlenu.

4. Przeprowadzenie badań kartograficznych związanych z koniecznością rekultywacji i ewentualnej zmiany klasy bonitacyjnej gleby.
5. Opracowanie technologii rekultywacji gleb zdegradowanych długotrwałym i nadmiernym nawodnieniem.
6. Opracowanie sposobów zagospodarowania materiału roślinnego nie nadającego się do spożycia przez ludzi i zwierzęta. Przygotowanie kompostowni zalanych przez wodę materiałów organicznych.
7. Opracowanie zaleceń metodycznych dotyczących pomiarów właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleb i roślin poddanych działaniu nawodnienia.

Badania długoterminowe

1. Opracowanie i weryfikacja fizyko-matematycznych modeli symulacyjnych i prognostycznych zagospodarowania zasobami wodnymi w zlewniach z uwzględnieniem różnego typu użytkowania gruntów, szczególnie w ekstremalnych warunkach pogodowych.
2. Badania stanu zagęszczenia gleby w poszczególnych poziomach genetycznych, ze zwróceniem uwagi na obecność warstw nieprzepuszczalnych w profilu glebowym i nadmierne ugniecenie warstwy uprawnej.
3. Stworzenie bazy danych i opracowań kartograficznych zasobności gleb w składniki pokarmowe oraz hydrofizycznych i aeracyjnych właściwości gleb Polski (retencja w stosunku do różnych kategorii wody glebowej, przepuszczalność wodna, przewodnictwo w strefie nienasyconej, pojemność i przepuszczalność powietrzna, makro- i mikrodyfuzja gazów, właściwości oksydoredukcyjne).
4. Opracowanie systemu monitoringu (stacje agroklimatyczne) niezbędne do oceny aktualnego stanu i prognozowania procesów hydrologicznych.
5. Opracowanie modelu przepływu ekstremalnych, zagrażających powodzią, ilości wody w zlewniach rzek.

Cele strategiczne

1. Opracowanie propozycji zmian wykorzystania gleb użytków rolniczych poddawanych okresowym zalewom wskutek powodzi.
2. Kształtowanie retencji wodnej glebowej i krajobrazowej oraz zasobów wód gruntowych i podziemnych. Stosowanie odpowiednich technologii uprawy zwiększających zdolność retencyjną i przepuszczalność wodną gleb, wzrost powierzchni zajmowanej przez zespoły roślinności naturalnej – lasy, łąki,

pastwiska, zrezygnowanie z odwadniania torfowisk i przekształcania ich w grunty orne, zaprzestanie nadmiernej przemysłowej eksploatacji złóż torfowych, zachowywanie terenów bagiennych i mokradeł.

3. Kształtowanie bilansu wodnego kraju, ze zwróceniem uwagi na fakt, że w warunkach Polski występowanie lat o ekstremalnych opadach jest prawidłowością klimatyczną (budowanie zbiorników retencyjnych w różnej skali i tworzenie obszarów polderowych).
4. Zwiększenie odporności gleb uprawnych na procesy erozyjne metodami agrotechnicznymi i fizykochemicznymi.

W wyniku dyskusji ustalono, że:

1. Na tle ogólnych problemów związanych z powodzią małą wagę przywiązuje się do zwiększenia retencji wodnej gleb obszarów wiejskich i że w tym zakresie dużego znaczenia nabierają agrofizyczne metody regulacji tej retencji. Metody te zostały opracowane w 2 międzynarodowych programach z udziałem Instytutu Agrofizyki PAN, których dane zostały opublikowane w *International Agrophysics* Vol. 7/2-3, 1992 i Vol. 11/1-2, 1997 oraz w zeszycie poświęconym konferencji w Lublinie-Wrocławiu (Vol. 12, 4, 1998). Zaproponowane elementy zwiększenia retencji wodnej gleb obszarów wiejskich przedstawia tabela 4.
2. Ważnym zagadnieniem jest działanie w celu zwiększenia czystości wód pitnych zanieczyszczonych czynnikami naturalnymi i działalnością człowieka.
3. Badaniami należy objąć małe zlewnie użytkowane rolniczo, a także gleby polderów np. wrocławskich przeznaczonych na rezerwuary wód powierzchniowych.
4. Dla przyszłych programów, dla których Polska może uzyskać finansowe wsparcie z UE, jest niezbędne ustalenie miejsc skażonych w regionach uboższych, np. chromem z garbarni na Lubelszczyźnie. W tym zakresie powstała inicjatywa podjęcia współpracy między prowincją Flandrii i Lubelszczyzną oraz miastami bliźniaczymi Gandawą i Lublinem.
5. W oparciu o powyższe należy opracować propozycje kilku międzynarodowych programów badań, do finansowania przez Unię Europejską.

Tabela 4. Elementy zwiększenia retencji wodnej gleb obszarów wiejskich [13]

Procesy	Obserwacja procesów		
1. Opad	1. Monitoring parametrów agrometeorologicznych (opad (intensywność), temperatura, składowe bilansu cieplnego, prędkość wiatru, przężność pary wodnej, intercepcja, ewapotranspiracja, profil	1. Model bilansu wodnego i redystrybucji wody w profilu glebowym (punktowy) z submodelem przepływu preferencyjnego	1. Odpowiednia agrotechnika (uprawa, rośliny, nawożenie).
2. Intercepcja			
3. Infiltracja			
4. Akumulacja w profilu glebowym	wilgotności, temperatury, potencjału wody glebowej, zasolenia w glebie).	2. Modele erozyjne 3. Modele hydrologiczne	2. Zalesianie 3. Retencja krajobrazowa
5. Akumulacja reliefowa	2. Charakterystyki fizyczne systemu gleba-roślina-atmosfera (retencja i współczynniki przewodnictwa wodnego, pojemność i współczynniki przewodnictwa cieplnego, parametry transportu soli).	4. Modele przepływów ekstremalnych w zlewniach rzek.	
6. Spływ powierzchniowy		5. Stworzenie bazy danych i map hydrofizycznych (retencja i przewodnictwo wodne w strefie nasyconej i nienasyconej, odporność na degradację w warunkach anaerobowych).	
7. Erozja	3. Monitoring poziomu wód gruntowych i głębinowych.		
8. Wąwozy	4. Pomiar poziomu wody i przepływów w ciekach wodnych i zbiornikach retencyjnych.		
9. Zlewnia mała			
10. Zlewnia duża	5. Monitoring środowiska w aspekcie oceny zasobności gleb w podstawowe składniki pokarmowe oraz stopnia zanieczyszczenia gleby i roślin substancjami chemicznymi i skażenia mikrobiologicznego.		
11. Retencja mała			
12. Retencja duża			

3.3. Model preferencyjnego przepływu wody w glebie

R.T. Walczak, C. Sławiński, H. Sobczuk, J. Gliński

W warunkach naturalnych obserwuje się docieranie wody glebowej do głębszych warstw profilu glebowego w czasie krótszym niż podczas infiltracji przez matrycę glebową zgodnie z równaniem Richardsa. Przepływ preferencyjny powoduje odpływ wody z powierzchniowej warstwy i jej akumulację w głębszych warstwach profilu glebowego co poprawia warunki wilgotnościowe w strefie korzeniowej roślin, ale może prowadzić także do zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych poprzez systemy drenarskie substancjami chemicznymi.

Dotychczas przepływ wody w profilu glebowym modelowany jest głównie poprzez rozwiązanie jednowymiarowego równania przepływu. W rzeczywistości w profilu glebowym występują makropory powstałe w wyniku oddziaływania fauny i flory glebowej oraz makropory, których wymiary zmieniają się wraz z wilgotnością gleby, powstałe w wyniku procesu jej pęcznienia i kurczenia.

Opracowany fizyczno-matematyczny model preferencyjnego przepływu wody w glebie, zawiera:

- fizyczny model makroporów powstających w wyniku pęcznienia i kurczenia się gleby,
- charakterystykę makroporów powstałych w wyniku oddziaływania fauny i flory glebowej,
- przepływ wody glebowej w makroporach,
- poziomą redystrybucję wody glebowej z makroporów do warstw profilu glebowego opisaną równaniem Greena i Ampt, jako członu źródłowego równania Richardsa, oraz stwarza możliwość współdziałania z istniejącymi jednowymiarowymi modelami pionowego przepływu wody w profilu glebowym opisanego np. równaniem Richardsa, bez konieczności naruszania struktury tych modeli.

Weryfikacja modelu w eksperymencie laboratoryjnym, doświadczeniu numerycznym oraz w warunkach polowych wykazała, że jego uwzględnienie jest niezbędne do poprawnego opisu ruchu wody w profilu glebowym.

Model preferencyjnego przepływu wody uwzględniający heterogeniczność profilu glebowego został opracowany w ramach działalności statutowej oraz projektu EURO-ACCESS (nr EV5VCT920129, CIPA3510PL923399), którego celem było opracowanie prognoz jak założone zmiany klimatu wpłyną na potencjał produkcyjny określonych obszarów w oparciu o znajomość występowania i

właściwości gleb, zachodzące w niej procesy hydrologiczne oraz wymagania odnośnie warunków wzrostu i rozwoju strategicznych roślin uprawnych.

Tereny użytkowane rolniczo w obrębie UE wynoszą ok. 1.6 mln km². Unia jako całość jest jednym z największych producentów rolniczych w świecie. Po planowanej integracji krajów Europy środkowo-wschodniej z Unią jej zdolność produkcyjna jeszcze wzrośnie. Wobec tego każda trwała zmiana zdolności produkcyjnej, szczególnie w odniesieniu do głównych roślin uprawnych, ma istotne znaczenie gospodarcze a także polityczne.

Zmiany klimatu w Europie są dzisiaj intensywnie badane zarówno od strony meteorologicznej, klimatycznej, a także od strony ich hipotetycznego wpływu na rolnictwo.

Zakłada się, że szczególny deficyt wilgotności w okresie letnim będzie wymuszał zmianę sposobu gospodarowania na znacznych obszarach rozważanego regionu.

Model EURO-ACCESS wraz z opracowanym w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie modelem przepływu preferencyjnego jest rozpowszechniany w krajach Unii Europejskiej do prognozowania wpływu zmian klimatu na plonowanie i zasięgi strategicznych roślin uprawnych.

3.4. Gleba jako ziarnisty ośrodek nieuporządkowany – opis retencji wody

H. Sobczuk

Poznanie i opis teoretyczny struktury fazy stałej w glebie jest kluczem do zrozumienia wzajemnych oddziaływań poszczególnych składników gleby: cząstek stałych, wody glebowej, oraz powietrza glebowego i ich roli w kształtowaniu produktywności gleby. Poprawna teoria umożliwia wyliczenie charakterystyk hydrofizycznych niezbędnych do modelowania wzrostu i plonowania roślin na dużych obszarach.

Zaproponowanie fizycznego modelu opisu fazy stałej gleby oraz zjawiska kapilarnego wiązania wody wymaga uproszczenia badanego obiektu i jego idealizacji. Gleba, która jest obiektem niezmiennie złożonym, zmiennym i biologicznie aktywnym potraktowana została w sposób uproszczony jako nieuporządkowana mieszanina twardych zwilżalnych przez wodę cząstek o kształcie kulistym i różnych średnicach [1].

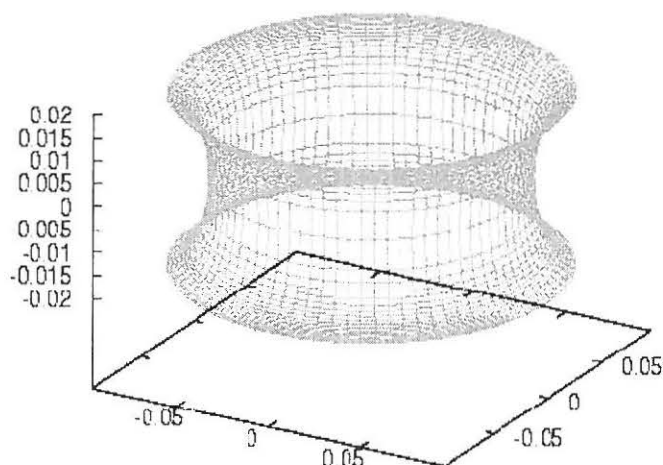
Uproszczenia te umożliwiły zastosowanie modeli fizycznych do opisu stanu ośrodka glebowego, wyciągnięcie wniosków o własnościach mikroskopowych gleby i wyliczenie wartości oczekiwanych (średnich) wilgotności odpowiadających konkretnym wartościom energii wiązania wody. W zaproponowanym modelu

wyróżnić można dwie części ze względu na odmienne traktowanie ośrodka glebowego.

Pierwsza część modelu wykorzystuje podejście statystyczne, aby wychodząc z opisu struktury (rozłożenia przestrzennego) fazy stałej w mikroskali, przejść do modelu uśrednionych właściwości próbek w skali makro. Przejście to związane jest ze zmianą sposobu traktowania ośrodka ziarnistego, ze statystycznego w mikroskali, na deterministyczny w skali makro, oraz z ziarnistego w skali mikro do jednorodnego w skali makro.

Zastosowanie teorii funkcji radialnych do opisu nieporządku panującego w ośrodku glebowym umożliwia podkreślenie i zrozumienie niektórych ważnych aspektów zjawisk obserwowanych doświadczalnie. Mowa tu na przykład o wyróżnionych co najmniej dwu sposobach wiązania wody: na pojedynczych cząstkach woda zaadsorbowana jest na zwilżonych powierzchniach ziaren stałych i na parach cząstek – woda zmagazynowana jest w soczewkach wodnych utworzonych pomiędzy nimi.

Druga część modelu opiera się na deterministycznym, mikroskopowym obrazie soczewek wody pomiędzy ziarnami fazy stałej w glebie. Rozwiązanie równania opisującego równowagowy kształt powierzchni wody prowadzi do opisu soczewek wodnych jakie tworzą się pomiędzy kulistymi cząstkami stałymi (wyliczony kształt powierzchni soczewki wodnej utworzonej pomiędzy dwoma kulistymi cząstkami przedstawiono na Rys. 1). Woda rezyduje w soczewkach w ilości określonej panującym tam podciśnieniem i średnicami cząstek.



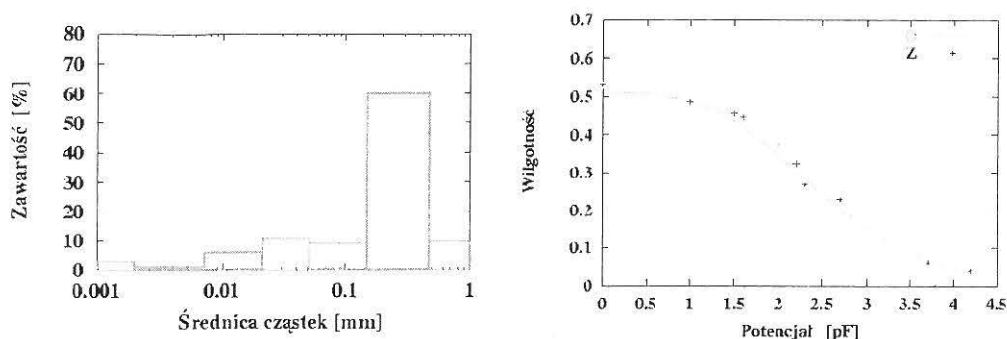
Rys. 1. Przykładowy kształt powierzchni soczewki wodnej.

Wyodrębnienie dwu części modelu pozwala na względne rozdzielenie i przez to lepsze zrozumienie zjawisk przez nie opisywanych. Opis nieuporządkowanego rozłożenia cząstek stałych w przestrzeni, z zastosowaniem funkcji radialnych w naturalny sposób ukazuje ważność sąsiedztwa cząstek stałych. Jest to zgodne z intuicyjnym poglądem, że to nagromadzenie wielu cząstek stałych we wzajemnej bliskości tworzy glebę z jej właściwościami i złożonością, a więc to w obszarze wzajemnego styku cząstek należy poszukiwać zjawisk kształtujących makroskopowe własności gleby. Jednym z tych zjawisk jest wiązanie wody w glebie. Opis fizyczny wiązania wody na stykach ziaren fazy stałej stanowi drugą część modelu, uzupełniając go do praktycznie użytecznej procedury wyliczania krzywych retencji wody. Ostatecznie, rozdzielenie skomplikowanego zagadnienia na prostsze części pozwala nie tylko je rozwiązać, ale także głębiej je zrozumieć.

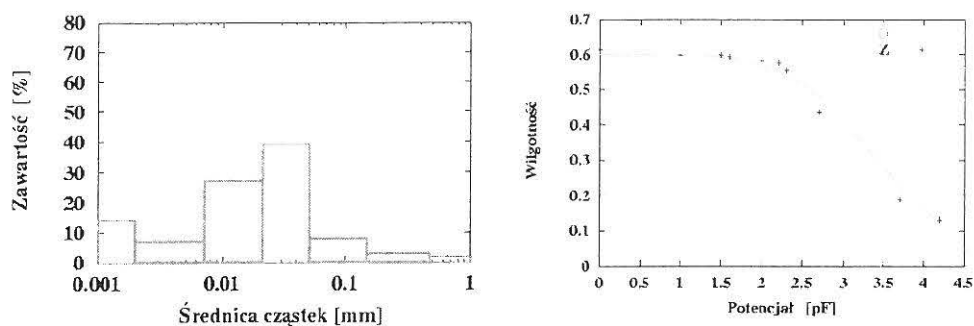
Wyliczenie kształtu, objętości oraz powierzchni soczewki umożliwia zbudowanie modelu wiązania wody w mikroskali. W warunkach nienasylenia, gdy cząstki stałe są zwilżane, następuje spadek ciśnienia wody na skutek minimalizacji powierzchni granicznej wody i powietrza a maksymalizacji powierzchni granicznej wody i fazy stałej. W takich warunkach dużą część powierzchni ograniczającej wodę stanowi błonka wodna na granicy powietrze-woda utrzymywana w równowadze, pomimo panującej różnicy ciśnień, poprzez siły napięcia powierzchniowego. Dwucząstkowe soczewki wodne w dobrym przybliżeniu oddają pojęcia „pory” lub „kapilary glebowe” jakie zwykle używane są do opisu właściwości gleby.

Obliczenia przeprowadzone dla różnych średnic cząstek stałych wykazują, że małe cząstki zdolne są zgromadzić dużą objętość wody w soczewkach utworzonych z cząstkami o większej średnicy. Zjawisko to jest obserwowane w rzeczywistości jako znaczne polepszenie własności retencyjnych gleb lekkich na skutek zastosowania dodatku materiału droбноziarnistego.

Obliczenia testujące model przeprowadzono używając zmierzonych krzywych retencji 35 próbek różnych gleb. Model wykazuje dużą siłę przewidywania w szerokim zakresie zmienności składu granulometrycznego próbek glebowych. Przykładowo wyliczone krzywe retencji wody dla próbki piasku przedstawiono na Rys. 2, a dla próbki pyłu ilastego na Rys. 3, dla każdej z gleb zamieszczono także rysunek reprezentujący jej uziarnienie (rozkład granulometryczny).

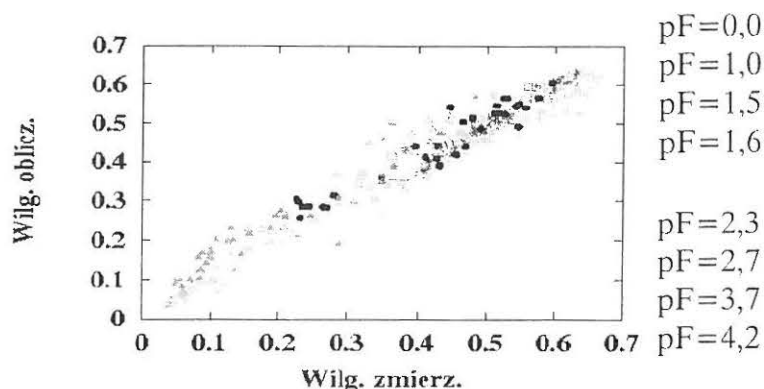


Rys. 2. Porównanie zmierzonej (punkty) i wyliczonej (linia) krzywej retencji wody dla gleby piaszczystej.



Rys. 3. Porównanie zmierzonej (punkty) i wyliczonej (linia) krzywej retencji wody dla gleby pyliłastej.

Dobłą zgodność modelu z danymi pomiarowymi zaczerpniętymi z pracy [2] należy przypisać poprawnemu, fizycznemu modelowi złożonemu z modelu struktury fazy stałej gleby i wiązania w niej wody (Rys. 4). Uzyskane wyniki zachęcają do dalszego rozwijania tego sposobu myślenia o nieuporządkowanych ośrodkach granularnych. Opis ten jest obecnie rozwijany w kierunku opisu właściwości mechanicznych gleby i ich wyliczania w zależności od jej wilgotności.



Rys. 4. Porównanie wartości wilgotności obliczonych, z wartościami zmierzonymi 35 próbek różnych gleb, dla wszystkich zmierzonych wartości potencjału (350 punktów).

3.5. Geometria fazy stałej i przestrzeni porów w ośrodkach granularnych na przykładzie gleby mineralnej

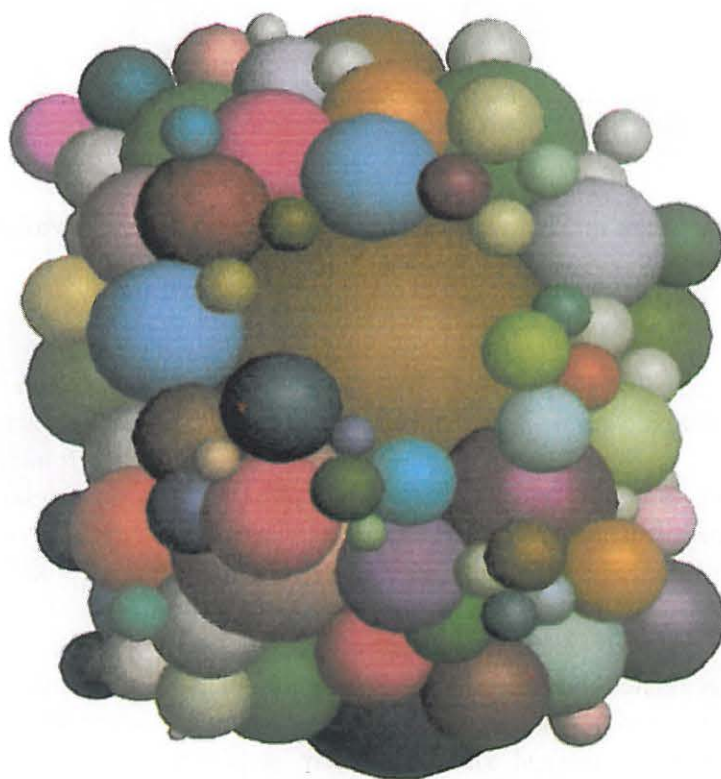
H. Czachor

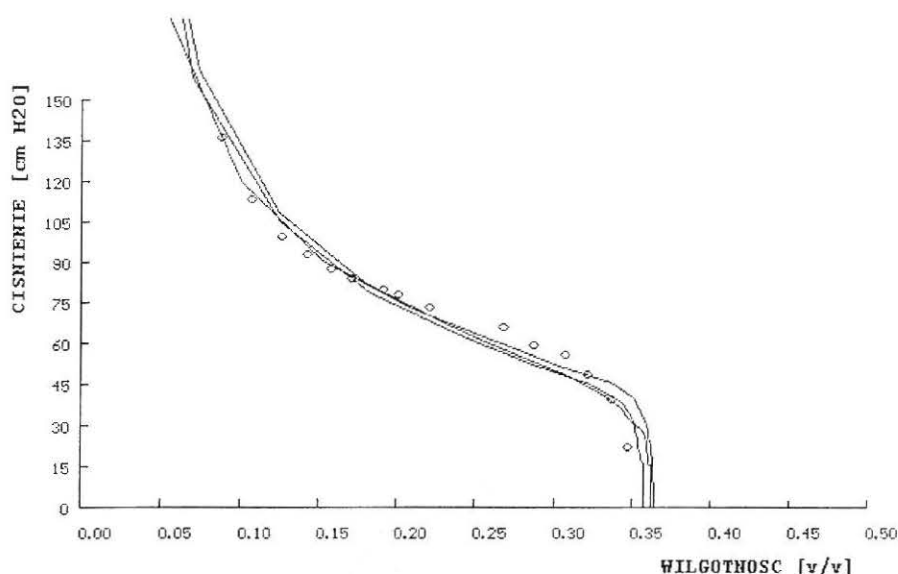
Oprócz gleby do ośrodków granularnych należą: materiały budowlane (piasek, cement, żwir), ceramiczne (proszki, glinki ceramiczne), część produktów pochodzenia rolniczego (ziarna zbóż, rzepaku jak i ich pochodne: mąka, kasza, cukier), produkty przemysłu chemicznego (niektóre nawozy sztuczne, siarka, sól) oraz odpady przemysłowe: popioły, miął węglowy czy odpady poflotacyjne. Mimo olbrzymiej wiedzy empirycznej, dotyczącej różnych właściwości gleb i ich składu granulometrycznego, nie udało się do tej pory stworzyć metodologicznie poprawnej koncepcji pozwalającej przewidywać parametry i charakterystyki fizycznego stanu gleb na podstawie zbioru łatwo mierzalnych danych wejściowych. Kluczem do rozwiązania problemu jest znajomość struktury badanego ośrodka. Celem niniejszej pracy było opracowanie i weryfikacja metody pozwalającej powiązać skład granulometryczny z mikrostrukturą ośrodka, i na tej podstawie określić jego wybrane właściwości fizyczne.

Podstawą metody jest komputerowa symulacja upakowania cząstek sferycznych w trzech wymiarach, której celem jest stworzenie tzw. wirtualnego ośrodka glebowego, którego przykładową wizualizację przedstawiono na rysunku. Przyjęto założenie, że właściwości realnego ośrodka można określić na podstawie analizy ośrodka wirtualnego, jeśli spełnione są warunki ich reprezentatywności i podobieństwa, tzn. równość porowatości i składów granulometrycznych obu ośrodków.

Stworzono koncepcję pojedynczego poru i opracowano algorytmy identyfikacji i parametryzacji porów ośrodka. Tym samym pojawiły się nowe możliwości badań ośrodków granularnych, które w szczególności pozwoliły opracować kilka modeli do wyznaczania podstawowej charakterystyki hydrofizycznej gleby: zależności wilgotność – potencjał macierzysty (ciśnienie). Przykładowy rezultat obliczeń przedstawiono na poniższym rysunku. Wszystkie programy mają charakter uniwersalny, tzn. mogą być użyte do badań dowolnych ośrodków ziarnistych.

Wizualizacja fragmentu trójfazowego wirtualnego agregatu ziarnistego i porównanie jego krzywych retencji wodnej: wyznaczonej na podstawie jednego z opracowanych modeli (linie przerywane) i określonej doświadczalnie (punkt).





3.6. Badania zmian mikrostruktury materiałów rolniczych w wyniku deformacji

J. Haman, K. Konstankiewicz, H. Czachor

Rosnący poziom mechanizacji prac w rolnictwie i przetwórstwie żywności wymaga coraz większej wiedzy o mechanicznych uszkodzeniach surowców w celu poprawy jakości i ograniczenia strat produkcji. Materiały rolnicze cechuje niejednorodna struktura, a uszkodzenia w niej powstające mają charakter pęknięć i szczelin, często wewnątrz obiektu bez uszkodzeń zewnętrznych. Przebieg tego typu procesów uzależniony jest od budowy strukturalnej ośrodka, a modele fizyczne wymagają ilościowego poznania parametrów struktury.

Podjęte badania, realizowane w wyniku kilku projektów badawczych, stanowią oryginalne podejście do rozpoznania, identyfikacji, analizy i opisu powstających uszkodzeń w ośrodkach rolniczych, dotyczą szczególnie:

- Prac teoretycznych nad sformułowaniem wspólnej mechaniki odkształceń wielofazowych ośrodków rolniczych takich jak gleba, tkanka roślinna oraz granularne ośrodki sypkie,
- Badań symulacyjnych upakowania elementów ośrodków granularnych i komórkowych z uwzględnieniem wielkości cząstek, porów i komórek oraz połączeń między nimi decydujących o uprzywilejowanych kierunkach ruchów cieczy i gazów oraz propagacji pęknięć,

- Uruchomienia stanowisk badawczych umożliwiających obserwację struktury, także w stanie nienaruszonymi, oraz rejestracji jej zmian w czasie procesu odkształcania,
- Opracowania metodyki analizy ilościowej badanych struktur z rozwiniętym elementem trójwymiarowej rekonstrukcji przy pomocy sekwencji obrazów płaskich,
- Badań wytrzymałościowych w połączeniu z rejestracją i analizą sygnału emisji akustycznej w celu wykrycia początkowego stanu niszczenia struktury i jego dalszego przebiegu z rejestracją i analizą obrazu mikroskopowego zmian uszkodzonej tkanki roślinnej.

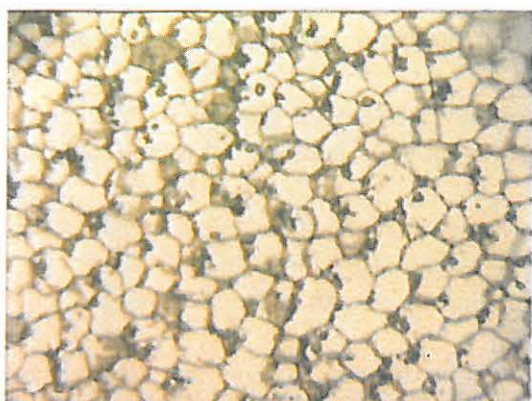
Mikroskopy konfokalny i optyczny z systemem analizy obrazów (kamera CCD, program do akwizycji i analizy obrazów – Aphelion v.2.3, AVS, Matrox) oraz stolikowa maszyna wytrzymałościowa (Lloyd LRX 500) współdziałająca z urządzeniem do wykrywania i analizy sygnału emisji akustycznej generowanego podczas pęknięcia wewnętrznej struktury obiektu biologicznego stanowią unikatowy zestaw do badań jakości produktów spożywczych oraz symulowania różnych procesów technologicznych związanych ze zbiorem, transportem, przechowywaniem i przetwarzaniem.

Uzyskane wyniki dotyczące ilościowego opisu parametrów struktury (pole powierzchni komórki, długość ścian komórkowych, średnice Fereta i inne) dla różnych odmian, miejsca pobrania próby a także czynników zewnętrznych, jak np.: odkształcenia mechaniczne, temperatura, zanieczyszczenie środowiska stanowią niezbędną bazę danych do wykorzystania w modelowaniu badanych procesów.

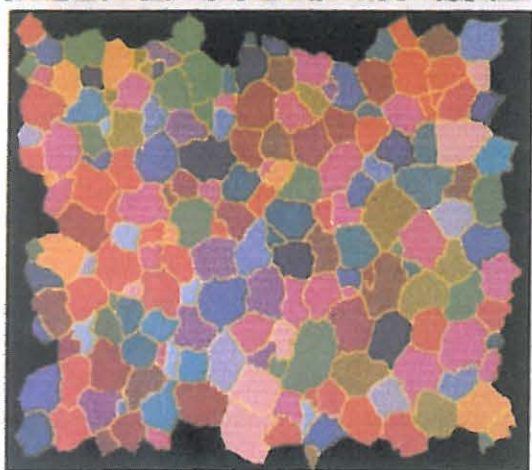
Rozpoczęto też prace nad stworzeniem podstaw nowej mechaniki ośrodków granularnych i komórkowych na bazie formalizmu mechaniki kwantowej. Podejście takie pozwala na jednolity opis nieregularnie rozłożonych ziaren lub komórek, energii układu oraz oddziaływań między jego składnikami, które determinują zasadnicze właściwości mechaniczne ośrodka oraz jego dynamikę.

Wszystkie badania dotyczące metod doświadczalnych, programów komputerowych jak i opisu teoretycznego mogą być prowadzone dla szerokiej klasy materiałów rolniczych.

Uruchomiono unikalny zestaw aparatury do badań mikromorfologicznych struktur z mikroskopem konfokalnym (jeden z dwu w Polsce), który umożliwia obserwację obiektów niepłaskich w barwach rzeczywistych i w czasie rzeczywistym bez potrzeby preparacji próbek, a otrzymane kolejne obrazy o dużej ostrości z płaszczyzn odległych o 1 μm pozwalają na trójwymiarową rekonstrukcję badanych obiektów, w szczególności komórkowych struktur roślinnych.

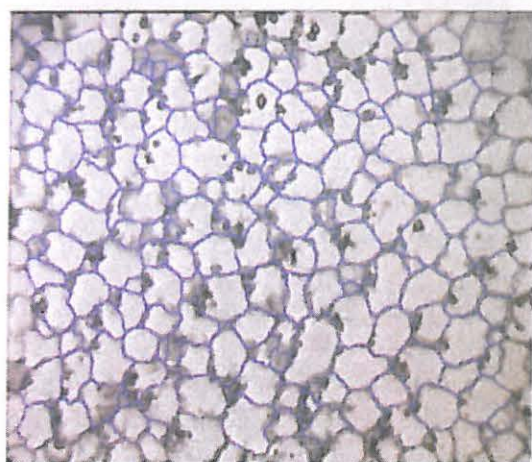


Ryc. 1. Przykładowy obraz mikroskopowy tkanki bulwy ziemniaka w formacie RGB, wykonany kamerą CCD.



Ryc. 2. Struktura komórkowa tej tkanki otrzymana po następujących operacjach:

- zmiana obrazu RGB na obraz szary
- wyznaczenie obszarów lokalnych maksimów stopnia szarości
- wyznaczenie granic komórek procedurą działu wodnego
- usunięcie obiektów brzegowych.



Ryc. 3. Porównanie wydzielonych komórek tkanki ziemniaka z obrazem wyjściowym.

Mikroskop jest wyposażony w zintegrowaną kamerę CCD HDD wysokiej rozdzielczości i czułości, a także w komputerowy system analizy obrazów z własnym oprogramowaniem, szczególnie do celów ilościowego badania zmian w strukturach materiałów rolniczych. Analizując uzyskane obrazy wyznacza się rozkłady statystyczne zmiennych losowych odkształcenia, a także śledzi się mechanizmy propagacji pęknięć i powstawania zniszczeń podczas kolejnych faz odkształcania. System analizy obrazów współdziała ze skaningowym mikroskopem elektronowym i optycznym oraz z metodą emisji akustycznej do wczesnego wykrywania stanów granicznych.

Metoda komputerowej analizy obrazów i trójwymiarowej rekonstrukcji daje możliwość uzyskiwania gęstości rozkładów zmiennych losowych niezbędnych do weryfikacji rozważań teoretycznych.

Modelowe badania symulacyjne dały możliwość opracowania metody pozwalającej przewidywać właściwości fizyczne ośrodka rozdrobnionego granularnego na podstawie jego składu granulometrycznego. Stworzono programy numeryczne pozwalające na wielostronne badania wirtualnej struktury granularnej, które w szczególności polegały na: symulacji upakowania cząstek w przestrzeni trójwymiarowej o identycznym składzie granularnym i porowatości w stosunku do ośrodka będącego przedmiotem badań, określaniu porowatości, stworzeniu wieloparametrowej koncepcji poru ośrodka i określaniu rozkładu porów w 2-ch i 3-ch wymiarach, obliczeniu retencji wodnej ośrodka, badaniach liczby punktów kontaktu cząstek ośrodka. Opracowana metoda badania wirtualnej struktury trójwymiarowej jest metodą uniwersalną i może być użyta do badania każdego, dowolnego ośrodka sypkiego oraz do badania zjawisk przepływu i procesów mechanicznych ośrodków rozdrobnionych. Do weryfikacji doświadczalnej takiego podejścia także niezbędne jest oznaczanie eksperymentalne funkcji rozkładu.

Najważniejszym osiągnięciem tematu jest wykazanie, że metody równań różniczkowych oparte na „ukrytych” założeniach ciągłości i jednorodności ośrodka, laminarności przepływów (kolejne przybliżenia równania Darcy), nieskończenie małych wartości gradientów i przepływów oraz niezbędnego założenia różniczkowości funkcji stanu są niewystarczające do badania zjawisk fizycznych w ośrodkach trójfazowych, których typowymi przykładami są materiały rolnicze (np. gleba, ziarna, tkanki i komórki roślin...).

Dlatego skompletowana aparatura okazuje się szczególnie przydatna do badań ilościowych zmian struktury materiałów rolniczych i wyjaśniania mechanizmów zjawisk w tych ośrodkach, daje możliwość wyznaczania eksperymentalnego

funkcji rozkładu jako zmiennych stanu i uzyskania równań procesów przez ich scałkowanie po wszystkich rozkładach statystycznych (porach, cząstkach glebowych, agregatach, komórkach, ścianach komórkowych).

W wyniku realizacji projektu opracowano cały szereg oryginalnych metod badawczych – teoretycznych z zaproponowaniem nowej mechaniki ośrodków trójfazowych, eksperymentalnych z uruchomieniem specjalnego unikalnego laboratorium badawczego, a szczególnie opracowaniu ilościowej analizy zmian struktury – które dają bardzo dobre podstawy do kontynuowania prac nad jednolitą mechaniką wielofazowych materiałów rolniczych (biologicznych).

3.7. Metoda i stanowisko do jednoczesnej rejestracji naprężeń i odkształceń w glebie pod obciążeniem

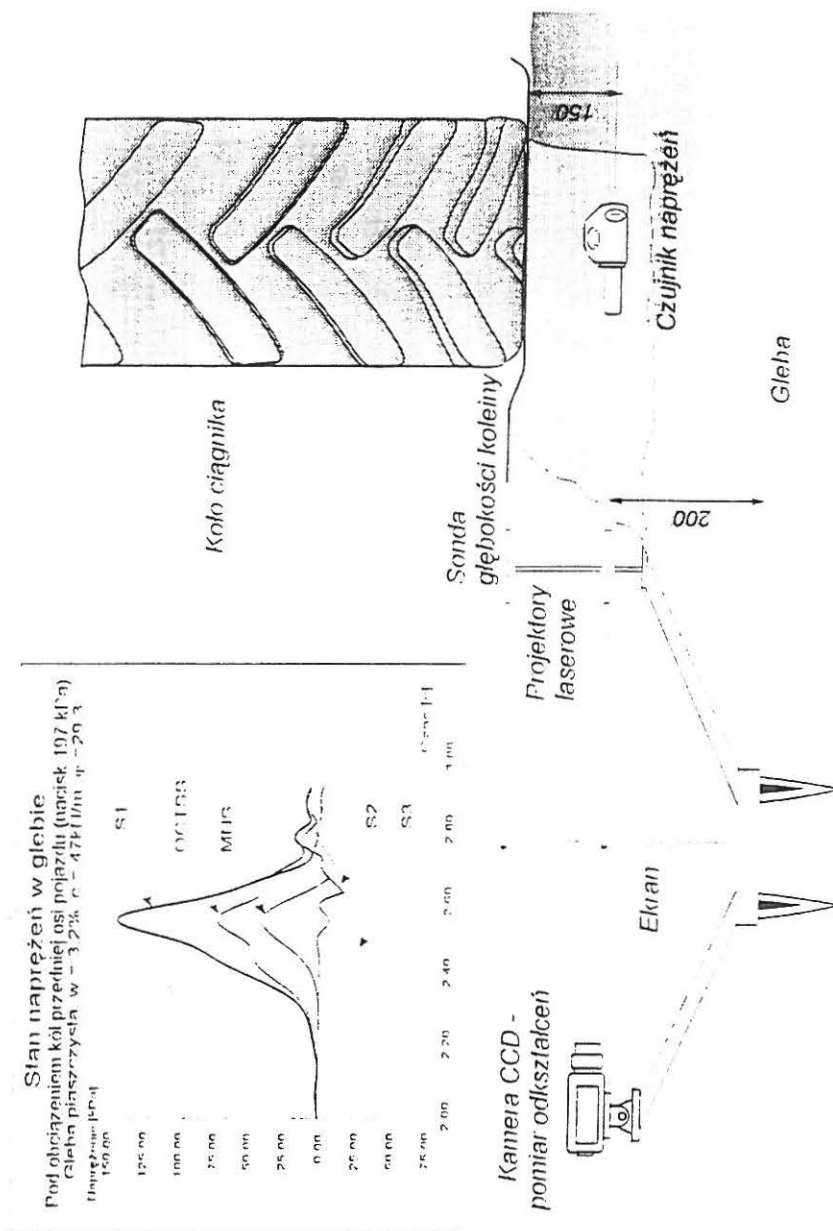
J. Pytka, K. Konstankiewicz, A. Król, A. Zdunek

Jednym z ważniejszych problemów współczesnego rolnictwa jest nieunikniona mechanizacja prac polowych oraz jej wpływ na stan gleby i rozwój rośliny. Gleba, jako ośrodek rozdrobniony, porowaty, o niskiej wytrzymałości mechanicznej i podatności na zagęszczenie jest jednocześnie podłożem tradycyjnym pojazdów rolniczych i terenowych.

Optymalizacja prac polowych polega na kompromisie: z jednej strony zapewnienia właściwej, luźnej struktury gleby, niskiego zagęszczenia, odpowiedniej wilgotności a z drugiej strony dobrego podłoża trakcyjnego o wysokim zagęszczeniu i niskim poziomie wilgotności. Badania wymagają niestandardowej metodyki i aparatury, opracowanie której utrudnia specyfika ośrodka glebowego oraz duża liczba czynników zewnętrznych.

Prowadzone badania w Instytucie Agrofizyki pozwoliły na oryginalne opracowanie stanowiska do jednoczesnego pomiaru naprężeń i odkształceń w ośrodku glebowym w wyniku oddziaływań elementów jezdnych ciągników i maszyn rolniczych. Wykorzystano liczne, własne opracowania konstrukcyjne, jak np.: metodyka doboru parametrów mechanicznych i geometrycznych membran czujników naprężeń, stanowisko i procedura kalibracji czujników naprężenia, konstrukcja zintegrowanego przetwornika naprężeń (szczególnie przydatnego w badaniach terenowych), konstrukcja wsporcza do podzespołów pomiarowych.

Opracowany zestaw przetestowano z sukcesem w warunkach laboratoryjnych i polowych. Dodatkową jego zaletą jest możliwość prowadzenia pomiarów bez konieczności wykonywania wykopów do wprowadzania czujników w glebę, czego wymagają dotychczas stosowane metody, z możliwością prowadzenia ciągłej rejestracji.



Przeprowadzone dotychczas badania potwierdzają zalety techniczne systemu pomiarowego, a także świadczą o wartości poznawczej uzyskiwanych wyników. Na podstawie eksperymentów wyznaczono m.in. zależności pomiędzy wartością maksymalną i funkcją przebiegu naprężeń w czasie a prędkością deformacji i wartością jednostkowego nacisku na powierzchni badanej gleby. Jeszcze bardziej obiecujące są wyniki aktualnie prowadzonych badań poligonowych z użyciem gąsienicowych wozów bojowych i kołowych samochodów terenowo-szosowych.

Badania z wykorzystaniem stanowiska są kontynuowane w interdyscyplinarnej współpracy (Politechnika Lubelska, Akademia Rolnicza, Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej) a wyniki mogą posłużyć do praktycznego wykorzystania przez mechanizatorów rolnictwa oraz konstruktorów maszyn i układów jezdnych pojazdów mechanicznych.

Jeden ze współautorów, dr inż. Jarosław Pytko został laureatem konkursu Stypendia Krajowe Fundacji Na Rzecz Nauki Polskiej w roku 1999.

3.8. Atlas oksydoredukcyjnych właściwości gleb ornych Polski

Z. Stępniewska, W. Stępniewski, J. Gliński, J. Ostrowski

Atlas wydany w wersji polsko-angielskiej zawiera 33 kolorowe mapy, przedstawiające, w formie przestrzennej, nową cechę gleby – odporność oksydoredukcyjną – odzwierciedlającą stabilność glebowych składników pokarmowych i zanieczyszczeń chemicznych.

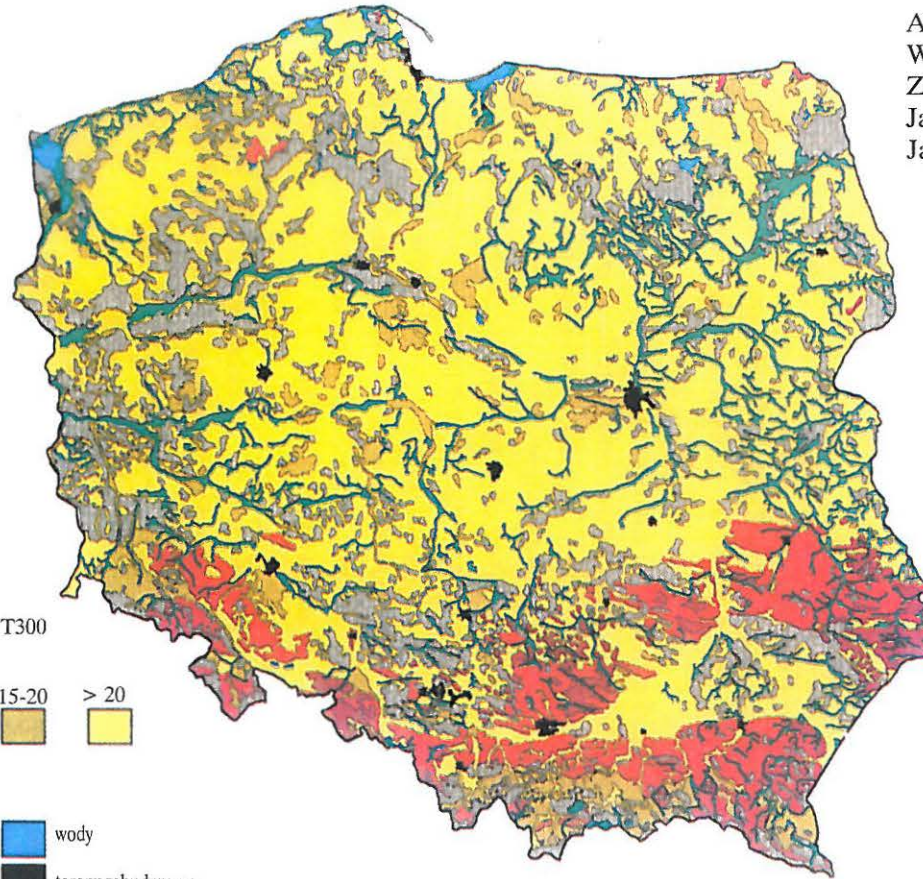
Odporność oksydoredukcyjna jest miarą pojemności (buforowości) oksydoredukcyjnej gleb, związanej z aktywnością biologiczną, dostępnością węgla, zawartością utlenionych związków azotu, manganu, żelaza, siarki i fosforu. Jest ona definiowana jako czas, w którym potencjał redox gleby zalanej wodą w określonej temperaturze, obniża się do wartości 400 mV odpowiadającym rozkładowi azotanów (t_{400}) lub 300 mV odpowiadającym redukcji związków manganu i żelaza (t_{300}).

Atlas stanowi istotne uzupełnienie wydanych uprzednio dwóch atlasów: „Atlas Klimatyczny Elementów i Zjawisk Szkodliwych dla Rolnictwa w Polsce” (Puławy, 1990) i „Atlas Uwilgotnienia Gleby w Polsce” (Szczecin, 1995).

Atlas opracowano na podstawie wyników wieloletnich badań procesów oksydoredukcyjnych w glebach, prowadzonych w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie i analiz materiału pobranego z poziomów glebowych pochodzących z 953 wzorcowych profili ornych gleb mineralnych Polski z wykorzystaniem wyników badań z zakresu baz danych kartografii komputerowej prowadzonych w Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach.

AUTORZY:
Witold STĘPNIEWSKI
Zofia STĘPNIEWSKA
Janusz OSTROWSKI
Jan GLIŃSKI

MAPA ODPORNOŚCI GLEB
ORNYCH NA REDUKCJĘ
poziomy orno-próchnicze, t. 4°C - T300



Atlas, poprzedzony komentarzem tekstowym, składa się z map:

- odporności oksydoredukcyjnej gleb t_{300} i t_{400} poziomów orno-próchnicznych, oraz dwu poziomów głębiej położonych dla temperatur: 4, 10, 15 i 20 °C,
- standaryzowanych potencjałów oksydoredukcyjnych dla 3 poziomów i dwóch temperatur (4 i 20 °C).

Procentowy udział powierzchni poszczególnych poziomów glebowych umieszczono na diagramach obrazujących rozkład wartości wskaźnika t_{300} i t_{400} oraz Eh przy pH 7, dla różnych temperatur.

Atlas stwarza możliwości:

- dokonywania szacunkowej oceny strat plonów związanych z okresowym nadmiernym uwilgotnieniem różnych gleb w poszczególnych rejonach kraju;
- oceny szkód rolniczych i zagrożeń związanych ze stratami azotu w wyniku denitryfikacji, i w następstwie zmniejszenia stopnia wykorzystania nawozów, a w konsekwencji – ze wzrostem emisji podtlenku azotu (silnego gazu cieplarnianego) do atmosfery;
- przewidywania negatywnych efektów w perspektywie zmian klimatycznych i związanych z tym zmian temperatury gleby;
- praktycznego wykorzystania wartości wskaźników t_{300} i t_{400} przy projektowaniu melioracji odwadniających i nawadniających jako parametru środowiskowego dla obliczeń hydrologicznych (dopuszczalny czas pozostawania gleby w stanie nasycenia wodą).

3.9. Energia powierzchniowa i wielkości jej składowych jako parametry określające zwilżalność i stan agregacyjny wybranych minerałów ilastych gleb

M. Hajnos

Badano swobodną energię powierzchniową (SFE) różnych materiałów rolniczych: minerałów ilastych, gleb mineralnych i organicznych, próchnic leśnych. SFE wyznaczano z kątów zwilżania oraz metodą zwilżania cienkiej porowatej warstewki w wersji „thin layer wicking” i „thin column wicking”.

Na podstawie wyznaczonych prędkości zwilżania wyliczono składowe SFE. Składowa apolarna jak i polarna (elektrono-donorowa i elektrono-akceptorowa) są wyraźnie skorelowane z rodzajem kationu powierzchniowego i minerału ilastego. Wysycenie powierzchni minerałów kationami powoduje obniżenie wielkości wszystkich składowych SFE. Graniczne wartości składowej dyspersyjnej γ^{LW}

bentonitu wynoszą 35-31, dla kaolinu 41-36, a dla illitu 45-42 mJ/m^2 . Natomiast składowa elektrono-donorowa wynosi 60-48 dla bentonitów, 65-54 dla kaolinów oraz 56-55 mJ/m^2 dla illitów. Składowa polarna jest niewielka i dla wszystkich minerałów wynosi 0-4 mJ/m^2 . Wszystkie formy monojonowe badanych minerałów ilastych mają powierzchnię bardziej hydrofobową, niż minerał naturalny.

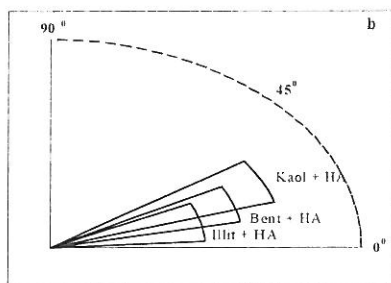
Wysycenie powierzchni minerałów kwasem huminowym powoduje obniżenie wielkości wszystkich składowych SFE. Obniżenie wielkości składowych SFE zależy od stężenia substancji organicznej. Najbardziej widoczne jest to dla niskich stężeń i zależy również od rodzaju minerału ilastego. Graniczne wartości składowej dyspersyjnej $\gamma^{1.w}$ bentonitu-HA wynoszą 36-32, dla kaolinu-HA 41-35, a dla illitu-HA 45-41 mJ/m^2 . Składowa elektrono-donorowa wynosi 54-46 dla bentonitów-HA, 65-56 dla kaolinów-HA oraz 56-52 mJ/m^2 dla illitów-HA. Składowa elektrono-akceptorowa jest niewielka i dla wszystkich minerałów wynosi od 0 do około 2 mJ/m^2 .

Dla gleb mineralnych składowa dyspersyjna wynosi 38-49, elektrono-donorowa 29-56, a elektrono-akceptorowa 0,04- 1,6 mJ/m^2 . Wartości składowych zmieniają się w profilu glebowym i związane są z zawartością substancji organicznej oraz ilością i rodzajem minerałów ilastych. Gleby organiczne i próchnice leśne charakteryzują się praktycznie tylko oddziaływaniami o charakterze dyspersyjnym, a wartość ich składowej dyspersyjnej mieści się w przedziale 38-47 mJ/m^2 i jest podobna do wartości otrzymanych dla gleb mineralnych.

Składowe SFE pozwoliły wyliczyć siły przyciągania dla cząsteczek fazy stałej poprzez warstewkę wody. Generalnie, siła ta maleje ze wzrostem ilości substancji organicznej, co odnosi się zarówno do minerałów ilastych jak i do gleb mineralnych i organicznych. Dla tych ostatnich siły te przyjmują wartości ujemne. Wpływ kationu powierzchniowego na strukturę minerałów ilastych zależał od wielkości i wartościowości kationów. Kationy jednowartościowe wykazywały najslabszy wpływ na porowatość całkowitą minerałów, a kationy wielowartościowe - największy.

Dla gleb, wartość SFE ma istotne znaczenie w tworzeniu lub zmianie struktury. Ważną rolę mają też substancja organiczna, kationy powierzchniowe i minerały ilaste.

Zakresy kątów zwilżania wody na minerałach modyfikowanych kationami oraz kwasem huminowym przedstawia rysunek.



Rys. Zakresy kątów zwilżania wody na minerałach modyfikowanych kationami(a), oraz kwasem huminowym (b).

Składowa elektrono-akceptorowa jest niewielka i dla wszystkich minerałów wynosi od 0 do około 2 mJ/m^2 .

Dla gleb mineralnych składowa dyspersyjna wynosi 38-49, elektrono-donorowa 29-56, a elektrono-akceptorowa 0,04- $1,6 \text{ mJ/m}^2$. Wartości składowych zmieniają się w profilu glebowym i związane są z zawartością substancji organicznej oraz ilością i rodzajem minerałów ilastych. Gleby organiczne i próchnice leśne charakteryzują się praktycznie tylko oddziaływaniami o charakterze dyspersyjnym, a wartość ich składowej dyspersyjnej mieści się w przedziale 38-47 mJ/m^2 i jest podobna do wartości otrzymanych dla gleb mineralnych.

Składowe SFE pozwoliły wyliczyć siły przyciągania dla cząsteczek fazy stałej poprzez warstewkę wody. Generalnie, siła ta maleje ze wzrostem ilości substancji organicznej, co odnosi się zarówno do minerałów ilastych jak i do gleb mineralnych i organicznych. Dla tych ostatnich siły te przyjmują wartości ujemne. Wpływ kationu powierzchniowego na strukturę minerałów ilastych zależał od wielkości i wartościowości kationów. Kationy jednowartościowe wykazywały najsłabszy wpływ na porowatość całkowitą minerałów, a kationy wielowartościowe - największy.

Dla gleb, wartość SFE ma istotne znaczenie w tworzeniu lub zmianie struktury. Ważną rolę mają też substancja organiczna, kationy powierzchniowe i minerały ilaste.

3.10. Zmiany własności powierzchniowych minerałów i gleb w procesach zakwaszania i alkalizacji

G. Józefaciuk

Przeprowadzono badania wpływu zmian odczynu na własności powierzchniowe 9 gleb i 6 minerałów ilastych, określane za pomocą metod adsorpcji pary wod-

nej, porozymetrii rtęciowej i miareczkowania. W warunkach zakwaszania i alkalizacji obserwowano zmiany składu chemicznego, granulometrycznego oraz mineralogicznego badanych materiałów. Stabilność badanych czystych minerałów przy zmianach odczynu była większa niż minerałów glebowych. Obserwowano zmiany powierzchni właściwej, energii adsorpcji, porowatości i fraktalności powierzchni, charakterystyk mezoporów, oraz zmiennego ładunku powierzchniowego.

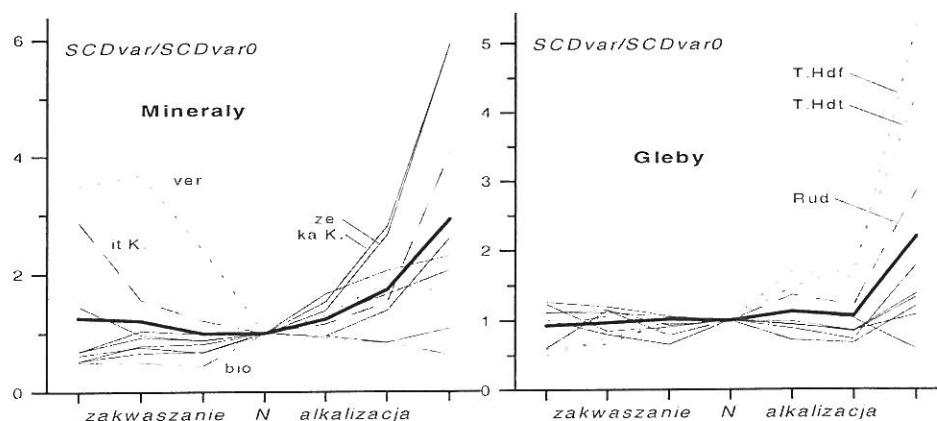
Procesy zakwaszania i alkalizacji powodowały z reguły wzrost powierzchni właściwej czystych minerałów oraz jej spadek dla gleb. Podczas zakwaszania czystych minerałów wyraźnemu wzrostowi powierzchni właściwej towarzyszył niewielki spadek energii adsorpcji, związany z tworzeniem amorficznej krzemionki. Spadek wielkości powierzchni właściwej gleb był spowodowany usuwaniem amorficznych składników gleby oraz materii organicznej. Zakwaszanie i alkalizacja powodowały zmiany porowatości powierzchni. Dla gleb ilość porów szerszych rosła podczas zakwaszania, natomiast podczas alkalizacji rosła ilość porów węższych. Wymiar fraktalny powierzchni dla wszystkich badanych materiałów w środowisku kwaśnym malał, co oznaczało, że ich powierzchnie uległy "wygładzeniu". Wymiar fraktalny powierzchni praktycznie nie zmieniał się w środowisku zasadowym, co świadczyło o łagodniejszym wpływie środowiska zasadowego na powierzchnie adsorbentów naturalnych.

Dla większości badanych minerałów i gleb wyraźnym zmianom ulegała struktura mezoporów. Średni promień mezoporów dla wszystkich gleb wzrastał przy niskich stężeniach kwasu i zasady (rozluźnienie struktury) a następnie malał. Nowo utworzone pory w wyniku zakwaszania bądź alkalizacji miały charakter fraktalny.

Dla wszystkich badanych minerałów wielkość zmiennego ładunku powierzchni rosła w wyniku zakwaszania i alkalizacji. Wzrost ładunku w procesach zakwaszania związany był ze wzrostem względnej ilości słabo kwaśnych grup powierzchniowych. Rozkład powierzchniowych grup funkcyjnych minerałów w procesach alkalizacji nie ulegał większym zmianom. Dla gleb uboższych we frakcję ilastą, wielkość ładunku zmiennego w trakcie procesów zakwaszania i alkalizacji malała, za co odpowiedzialne było usuwanie materii organicznej.

Mechanizmy reakcji powierzchniowych były inne w warunkach zakwaszania niż w warunkach alkalizacji. W efekcie zakwaszania powierzchnie badanych materiałów ulegały ujednorodnieniu.

Ze względu na wielką różnorodność gleb i minerałów, znalezienie ogólnie obowiązujących reguł ich zmian w procesach zmian odczynu było bardzo trudne. Celowe wydaje się prowadzenie dalszych badań, szczególnie w warunkach bardziej zbliżonych do naturalnych.



Rys. Zmiany gęstości zmiennego ładunku powierzchniowego (SCDvar) podczas zmian odczynu.

3.11. Zmodyfikowane struktury ligninowo-celulozowe i keratynowe

T. Wolski, J. Gliński

We współpracy z Katedrą i Zakładem Farmakognozji Akademii Medycznej w Lublinie pod kierunkiem pana prof. Tadeusza Wolskiego opracowano metody modyfikacji struktur ligninowo-celulozowych odpadowej kory i przemysłowych odpadów keratynowych, których celem było otrzymywanie nawozów organiczno-mineralnych w postaci granulatów koro-mocznikowych (KM) i keratyno-koro-mocznikowych (KKM) oraz uzyskiwanie z nich ekstraktów do ochrony roślin.

Uzyskane wyniki z doświadczeń laboratoryjnych i polowych pozwoliły sformułować następujące wnioski:

1. Proces technologiczny, w którym keratyna i kora są poddawane działaniu podwyższonej temperatury i mocznika, pozwala uzyskać granulaty korowo-mocznikowe i keratynowo-korowo-mocznikowe, charakteryzujące się oddziaływaniem próchnicopodobnym w glebie oraz hamujące wzrost i rozwój chwastów niektórych fitopatogenów.
2. Granulaty wykazują korzystne właściwości fizykochemiczne oraz spowolnione działanie w glebie dzięki zmniejszonej rozpuszczalności składników azotowych, co w konsekwencji prowadzi do efektywniejszego wykorzystania azotu przez rośliny.
3. Zastosowanie granulatów istotnie zwiększa plony roślin, szczególnie ogrodniczych, poprawiając ich jakość. Granulaty oraz otrzymane z nich ekstrakty, działają hamująco na wzrost i rozwój chwastów i niektórych fitopatogenów.

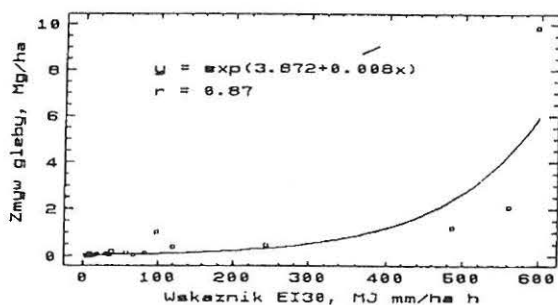
4. Uzyskane dotychczas dane dotyczące możliwości zastosowania granulatów i otrzymanych z nich ekstraktów wymagają poszerzenia badań aplikacyjnych.
5. Opracowana technologia otrzymywania granulatów służy ochronie naturalnego środowiska. Jest ona prosta, tania i bezodpadowa, granulaty zaś są trwałe, łatwe do transportu, przechowywania i stosowania. Technologia ta wymaga zwiększenia skali produkcyjnej i na tej podstawie opracowania założeń techniczno-ekonomicznych produkcji.

3.12. Prognozowanie natężenia erozji wodnej na obszarach użytkowanych rolniczo

J. Lipiec, R. Dębicki, J. Rejman

Zakład Agrofizycznych Podstaw Kształtowania Środowiska Glebowego od wielu lat prowadzi badania nad wpływem fizycznych warunków glebowych na funkcjonowanie korzeni i rozwoju roślin w powiązaniu z procesami warunkującymi degradację gleb – zaskorupianiem i zagęszczeniem oraz erozją wodną. Problemy te należą do priorytetowych kierunków badań w zakresie wykorzystania i ochrony przyrodniczych zasobów rolnictwa i leśnictwa. Badania w zakresie erozji obejmują monitoring spływu powierzchniowego i zmywu gleby, danych klimatycznych oraz parametrów glebowych i roślinnych. Doświadczenia prowadzone są w różnej skali, od laboratoryjnych i polowych – poletkowych, do obszarów małych zlewni. Wykorzystywana jest w tym celu własna specjalistyczna aparatura. Prowadzone badania przez interdyscyplinarny zespół rolników, fizyków, chemików i biologów pozwoliły na:

- znalezienie zależności, umożliwiającej prognozowanie strat gleby powodowanych przez erozję wodną na podstawie wskaźnika erozyjności EI30 tj. iloczynu energii całkowitej opadu i jego maksymalnej intensywności w ciągu 30 minut (Rys. 1);
- opracowanie metody wyznaczania erozyjności opadów na podstawie opadu dobowego uwzględniającej sezonową zmienność intensywności;
- doświadczalne wyznaczenie podatności na erozję gleb pławowych wytworzonych z lessu;
- określenie natężenia erozji wodnej w uprawie kukurydzy, pszenicy jarej i jęczmienia jarego w zależności od rozwoju pokrywy roślinnej.



Rys. Zależność zmywu gleby od wskaźnika erozyjności EI30.

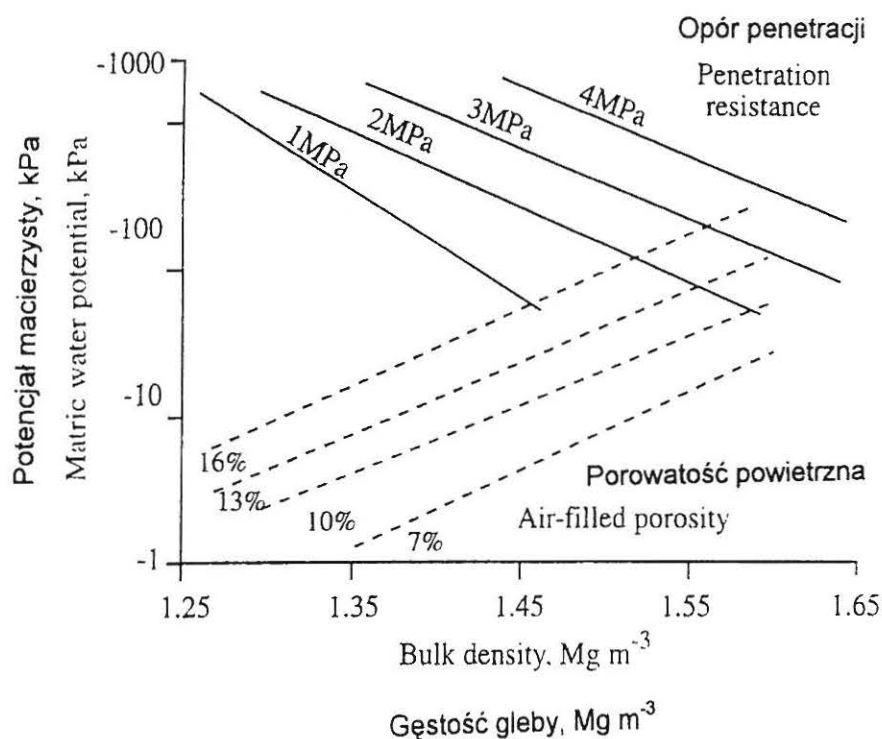
Zebrane dane umożliwiają prognozowanie erozji wodnej w oparciu o modele fizyczne, które umożliwiają ocenę natężenia erozji w poszczególnych uprawach rolniczych, co pozwala uwzględnić ekonomiczne skutki erozji w kalkulacji kosztów produkcji rolniczej. Badania te są prowadzone we współpracy z ośrodkami naukowymi Niemiec, Anglii (projekt badawczy British Council – KBN) i Ukrainy. Nawiązana współpraca umożliwia wzajemne wykorzystanie aparatury badawczej i wyników badań oraz szybsze osiągnięcie głównego celu jakim jest opracowanie efektywnych i proekologicznych metod gospodarowania rolniczego w różnych warunkach fizjograficznych.

3.13. Stan fizyczny gleby i jego wpływ na wzrost roślin

J. Lipiec

Ważnymi czynnikami warunkującymi funkcjonowanie korzeni i wzrost roślin są stresy środowiska glebowego. Są one związane ze zwiększającą się gęstością gleby w wyniku przejazdów kół pojazdów rolniczych, uproszczonych zmianowań z pominięciem roślin regenerujących strukturę gleby oraz procesów glebowych (np. poziom B lub inne twarde warstwy w profilu glebowym). Ponieważ informacje o występowaniu niekorzystnych warunków dla wzrostu korzeni w glebie przesyłane są do części nadziemnych (poprzez hormony wzrostu) podjęto badania uwzględniające jednocześnie pomiary właściwości fizycznych gleb (opór penetracji, rozkład porów, potencjał macierzysty, natlenienie) oraz reakcji korzeni i części nadziemnych roślin. Reakcja systemu korzeniowego charakteryzowana jest na podstawie pomiarów ilości pobieranej wody z uwzględnieniem długości, średnicy oraz rozmieszczenia przestrzennego korzeni, a reakcja części nadziemnych na podstawie oporu dyfuzyjnego liści, powierzchni liści oraz tempa wzrostu roślin.

Wykazano istotny wpływ stopnia zagęszczenia na wzrost korzeni oraz pobieranie wody i składników pokarmowych. Określono wartości optymalne i krytyczne stopnia zagęszczenia gleby dla plonowania roślin zbożowych. Stwierdzono, że w glebie umiarkowanie zagęszczonej wzrasta efektywność pobierania wody przez korzenie roślin, co związane jest z większą powierzchnią kontaktu korzeni z glebą oraz większym przewodnictwem wodnym. Wyniki wskazują na możliwość istotnych modyfikacji funkcjonowania korzeni poprzez zmiany struktury i stopnia zagęszczenia gleby i wynikających zmian właściwości fizycznych gleby. Uzyskane wyniki mają znaczenie praktyczne w przewidywaniu pobierania wody i składników mineralnych przez rośliny. Opracowana metodyka badań jest bardzo przydatna przy ocenie tolerancji gatunków jak też odmian roślin na zwiększony stopień zagęszczenia gleby, niekorzystne natlenienie oraz inne czynniki glebowe.



Rys. 1. Wybrane wartości oporu penetracji i porowatości powietrznej w zależności od gęstości i potencjału macierzystego wody glebowej.

Podjęto także badania nad zdolnościami dżdżownic do drażenia kanalików, poprawiających warunki wzrostu i funkcjonowania korzeni w związanych warstwach glebowych. Stosowanie takich metod jest ważną cechą "rolnictwa zachowawczego" (sustainable agriculture).

Tabela 1. Połowa odległości (cm) między najbliższymi korzeniami kukurydzy w zależności od stopnia zagęszczenia gleby

Głębokość (cm)	Stopień zagęszczenia gleby (%)			
	75	87	90	93
0-5	0,63	0,65	0,81	0,64
5-10	0,77	0,86	1,07	1,37
10-15	0,81	0,92	1,33	3,26
15-20	0,81	0,99	1,41	5,64
20-25	1,09	1,09	1,56	-
25-30	2,00	3,26	1,99	-
30-35	2,82	4,61	3,99	-
35-40	3,99	5,64	-	-
40-45	5,64	-	-	-

3.14. Wdrożenie nowej technologii zbioru rzepaku w oparciu o wyniki badań podstawowych

B. Szot

Zespół pracowników naukowych pod kierunkiem prof. Bogusława Szota przeprowadził wieloletnie badania podstawowe właściwości fizycznych łuszczyń, nasion i łodyg rzepaku i stwierdził dużą zmienność tych cech w zależności od odmian, dojrzałości i stanu fizycznego łanu. Udowodniono, że nowe-uszlachetnione odmiany rzepaku są szczególnie podatne na osypywanie nasion w okresie dojrzewania i zbioru, a ich cechy fizyczne znacznie zmieniają się pod wpływem wilgotności. Fakty te sprawdzano w warunkach produkcyjnych, opracowując obiektywną metodę oceny strat i uszkodzeń nasion w czasie zbioru. Uzyskane wyniki podczas rozwiniętych na szeroką skalę badań podstawowych i technologiczno-pólowych jednoznacznie wskazywały, że wykorzystanie tych rezultatów w praktyce może przynieść duże korzyści gospodarce żywnościowej.

W wyniku tych kompleksowych badań stwierdzono, że używany powszechnie do zbioru rzepaku kombajn zbożowy powoduje znaczne straty nasion, które wynoszą 15-20 % plonu, a w niekorzystnych warunkach mogą przekraczać nawet

30 %, zebrane zaś nasiona są w znacznym stopniu uszkodzone. W efekcie intensywnych prac ustalono przyczyny i źródła występowania strat ilościowych i jakościowych. Ich maksymalne ograniczenie wymagało powiązania parametrów agrofizycznych rzepaku w czasie zbioru z czynnikami technicznymi, co jest bez wątpienia oryginalnym i nowoczesnym rozwiązaniem w skali krajowej i globalnej. Kierując się tymi zależnościami autorzy opracowali i opatentowali wymienne elementy adaptacyjne do standardowego kombajnu zbożowego, a także ustalili zakres regulacji parametrów pracy poszczególnych podzespołów kombajnu, dostosowując je do aktualnych cech fizycznych łanu rzepaku i specyfiki najnowszych odmian. Elementy adaptacyjne do kombajnu na zlecenie twórców wykonano w Fabryce Maszyn Żniwnych w Płocku (obecnie Spółka "Bizon"), gdzie również przekazano dokumentację, która pozwoliła na uruchomienie seryjnej produkcji w oparciu o zawarte porozumienie. Równolegle te same adaptery wykonywano w Państwowym Ośrodku Maszynowym w Radymnie na zasadach współpracy. Niezbędne, ale mniej skomplikowane elementy adaptacyjne (zestawy specjalnych sit) produkował Zakład "AGROPAN" w Lublinie.

Zabezpieczenie bazy technicznej oraz dokładna znajomość zakresu zmienności cech agrofizycznych wszystkich zrejonizowanych odmian, pozwoliło na rozpoczęcie wdrażania nowej technologii pozyskiwania nasion rzepaku. Od roku 1989 przez kilka lat wdrożeniami objęto 350 gospodarstw na terenie 38 dawnych województw w kraju, a łączna powierzchnia plantacji rzepaku przekraczała 67.000 ha. W każdym gospodarstwie przeprowadzono szkolenia służb plantatorskich, technicznych i kombajnistów wraz z instruktażem adaptacji i regulacji kombajnów. Udokumentowano komisyjnie, że nowa technologia zbioru, oparta na znajomości cech fizycznych rzepaku, oraz niezbędnej adaptacji i regulacji kombajnu, zapewnia ograniczenie strat nasion średnio o 2,5q/ha, a uzyskane efekty ekonomiczne ze wszystkich gospodarstw objętych wdrożeniami przekraczają w skali roku 16 000 ton nasion, dotychczas bezpowrotnie traconych. Jednocześnie cały zebrany plon dzięki zastosowanej technologii charakteryzował się wysoką jakością i czystością nasion powyżej 96%. Wartość corocznego zysku (bez dodatkowych nakładów) wynosiła przykładowo w 1994 r ponad 80 miliardów starych złotych.

Uzyskane efekty ekonomiczne wzbudziły ogromne zainteresowanie wśród pozostałych producentów rzepaku, którzy kontaktowali się z twórcami technologii. Dlatego też zorganizowano w 1995 roku ogólnopolską konferencję naukowo-techniczną, prezentując praktykom osiągnięcia w tym zakresie. Efektem tego spotkania było zamówienie przez producentów rzepaku, zakłady przemysłu tłuszczowego i ośrodki doradztwa rolniczego obszernej (70-stronicowej) instrukcji wdrożeniowej. Została ona wydana w 1996 roku w nakładzie 6.000 egzemplarzy (2

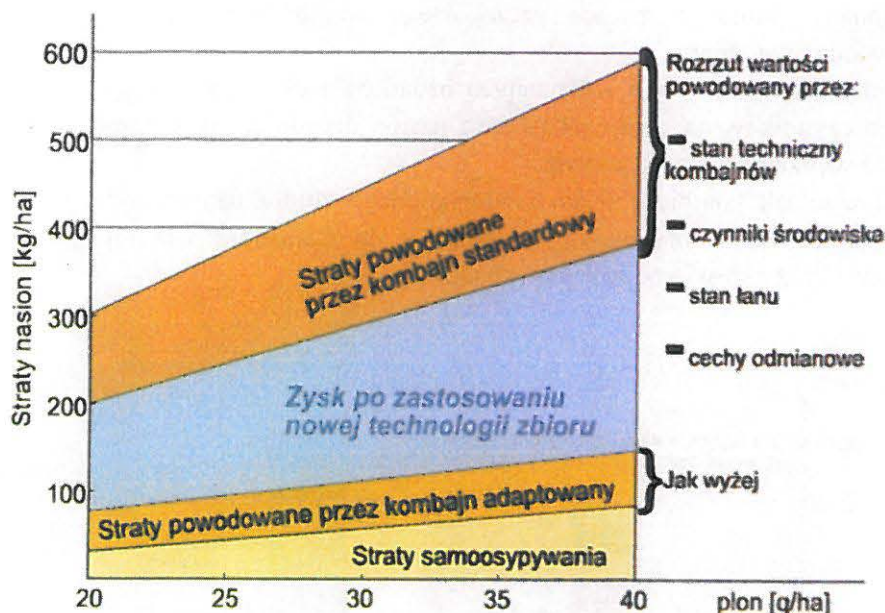
wydania po 3.000 egz.) i przekazana praktykom na terenie całego kraju. Kolejnym dowodem w pełni potwierdzającym wymierne efekty ekonomiczne opracowanej technologii, są nadesłane opinie z niektórych ośrodków, gdzie wdrożenie dało nawet wyższe korzyści od przewidywanych. Obecnie istnieją podstawy do stwierdzenia, że ostatni etap wdrożenia nowej technologii pozyskiwania nasion rzepaku poprzez upowszechnienie instrukcji objął wszystkich zainteresowanych plantatorów w kraju.

Przyjmując średni obsiew w Polsce 500 tys. ha rzepakiem, opracowana technologia daje dodatkowo corocznie ponad 120 tys. ton nasion, które były dotychczas bezpowrotnie tracone. Według aktualnych cen, stanowi to w przybliżeniu wartość ponad 100mln. zł. Nawet w przypadku gdy część plantacji wymarznie, to efekty wdrożenia na pozostałych arealach będą znaczące dla gospodarki żywnościowej.

Omówione osiągnięcie stanowi istotny wkład do rozwoju polskiej myśli naukowej i technicznej, jest wynikiem pracy twórców, którzy wychodząc od badań podstawowych poprzez cykl trudnych sprawdzianów technicznych i technologiczno-polowych, rozwiązali bardzo ważny problem dla polskiego rolnictwa.

Środki wydatkowane na prace badawcze zamknęły się kwotą 600 tys. zł. natomiast na prace wdrożeniowe wydano 76 tys. zł. Kwota ta stanowi ok. 8 % udokumentowanych jednorocznych zysków w 350 gospodarstwach w czasie pierwszych wdrożeń nowej technologii.

Autorzy tych kompleksowych badań opublikowali ogółem ponad 60 prac metodycznych oraz obejmujących wyniki badań podstawowych i aplikacyjnych. Uzyskali też z tego zakresu 12 patentów i wzorów użytkowych.



Rys. 1. Zależność między występowaniem strat nasion a plonem rzepaku ozimego przy zbiorze kombajnem, w oparciu o wyniki badań podstawowych i efekty wstępnych wdrożeń w gospodarstwach produkcyjnych.

3.15. Czynniki kształtujące właściwości agrofizyczne rzepaku

J. Tys

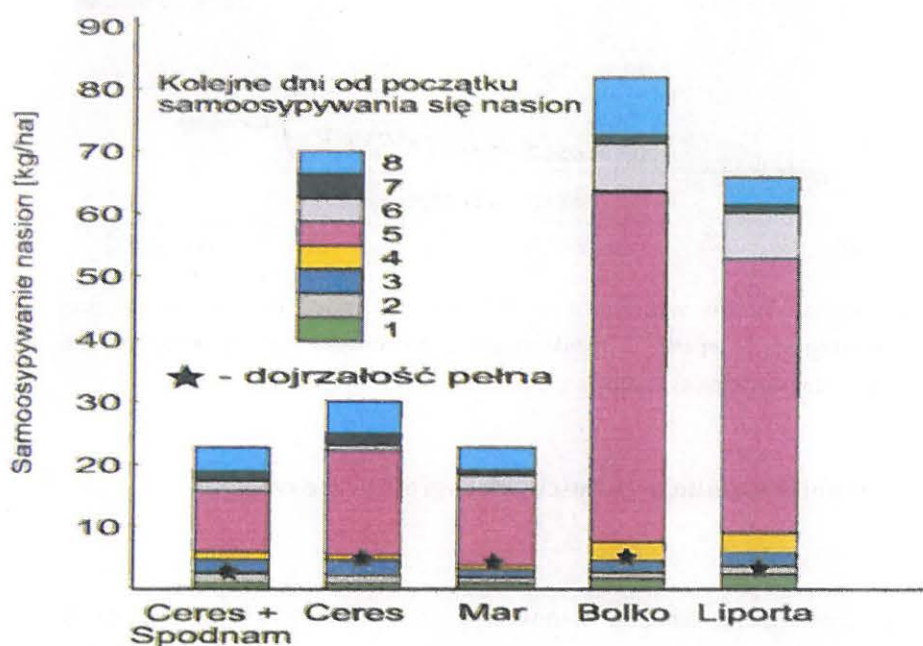
Przeprowadzone badania stanowią postęp w rozwiązaniu bardzo ważnego problemu, także z praktycznego punktu widzenia, związanego z ograniczeniem strat ilościowych i jakościowych nasion rzepaku, powstających podczas końcowej fazy dojrzewania i zbioru. Szczegółowe badania cech fizycznych łuszczyń rzepaku przeprowadzone przy pomocy oryginalnej metodyki i aparatury badawczej pozwoliły na precyzyjne przewidywanie momentu inicjującego osypywanie nasion w polu.

Szeroki zakres wieloletnich badań - różne odmiany, technologie zbioru, warunki glebowe, ilość i forma nawożenia, stan fizyczny łanu, środki chemiczne, warunki meteorologiczne - pozwolił na wytypowanie odmiany o optymalnych parametrach mechanicznych łuszczyń. Z jednej strony pozwoliło to na wybór

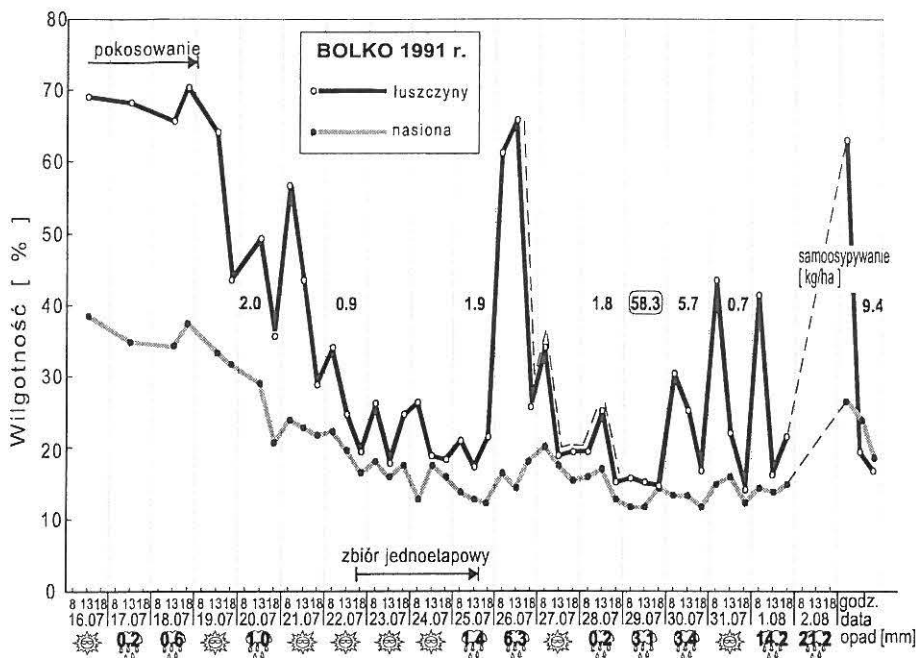
odmiany osypującej najmniejszą ilość nasion, a z drugiej strony pozwoliło wskazać te odmiany, które wymagają szczególnego traktowania zarówno podczas dojrzewania jak i zbioru.

Dodatkowym sukcesem wykonanych badań było określenie wpływu wymienionych czynników na cechy jakościowe nasion decydujące o ich wartości jako surowca w przemyśle tłuszczowym.

Zebranie tak kompleksowego i wiarygodnego zbioru danych było możliwe dzięki zastosowaniu oryginalnej aparatury i dopracowaniu własnej metodyki badawczej oraz szerokiemu zakresowi badań.



Rys. 1. Straty nasion spowodowane samoosypywaniem.



Rys. 2. Dynamika schnięcia łuszczyzny i nasion rzepaku.

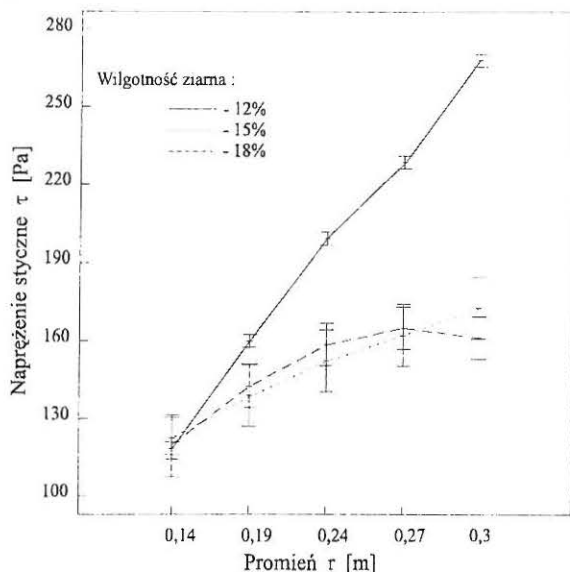
Wnioski wypływające z przeprowadzonych badań mogą być wykorzystane przez hodowców w pracach nad nowymi odmianami, a także jako informacja służąca do oceny i wyboru nowych odmian i rodów oraz przez plantatorów przy doborze sposobu zbioru, zabiegów agrotechnicznych i stosowanych środków chemicznych.

3.16. Wpływ zmian wilgotności ziarna na rozkład obciążenia w silosie

M. Molenda

Właściwości mechaniczne ziarna zbóż w masie są w zasadniczym stopniu modyfikowane przez wilgotność. Wchłanianie wody powoduje zmiany w okrywie owocowo - nasiennej ziaren, przyrost ich objętości oraz zmianę właściwości mechanicznych bielma. Efekty zmian wilgotności ziarna mają istotne konsekwencje w praktyce przechowalniczej takie jak: zawieszanie się materiału, zaburzenia wypływu czy zmiany naporu. W wyniku przeprowadzonych badań wskazano w jakim zakresie zmiany wilgotności ziarna wpływają na stan naprężeń w warstwie, i ostatecznie na zmienność obciążenia ściany silosu. Wyznaczono

także eksperymentalnie wzrost naporu ziarna na ścianę silosu w wyniku wchłaniania wilgoci. Opracowano model teoretyczny zjawiska, który może być zastosowany do wyznaczania obciążeń dla obliczeń konstrukcyjnych zbiorników magazynowych na ziarno.



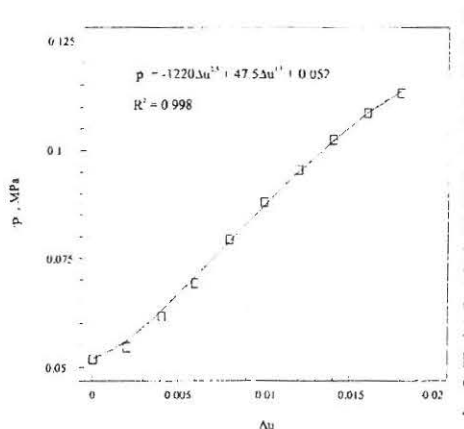
Rys. 1. Rozkład średniego naprężenia stycznego τ wzdłuż promienia zbiornika przy napełnianiu centralnym ziarnem pszenicy o trzech poziomach wilgotności.

Przyrost wilgotności ziarniaka powoduje wygładzenie jego powierzchni oraz zmianę właściwości powierzchniowych okrywy owocowo - nasiennej co z kolei pociąga za sobą zmianę właściwości ciernych. Efekt ten ujawnił się w badaniach rozkładu średnich pionowych naprężeń stycznych $\tau(r)$ w warstwie ziarna pszenicy wypełniającego cylindryczny zbiornik stalowy o płaskim dnie. Wykazano, że rozkład naprężeń $\tau(r)$ wzdłuż promienia zbiornika jest bliski liniowemu - rosnącemu od osi zbiornika ku ścianie. Przyrost wilgotności ziarna z 12 do 15% skutkował, w zbiorniku o ścianie gładkiej (rys. 1), istotnym spadkiem nachylenia przebiegu $\tau(r)$, zaś dalszy przyrost wilgotności ziarna do 18% nie wносił istotnych zmian. W zbiorniku o ścianie szorstkiej zmiana wilgotności ziarna pszenicy w zakresie od 12% do 18% nie pociągała za sobą istotnej zmiany rozkładu $\tau(r)$. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że tylko w zbiorniku o gładkiej ścianie i przy zmianie wilgotności ziarna z 12 na 15% następuje zmiana współczynnika tarcia o ścianę, pociągająca za sobą spadek naprężenia stycznego na ścianie. Eksperyment wskazał, że zmiany wilgotności ziarna w dopuszczalnym normą zakresie mogą powodować znaczne zmiany obciążenia ściany silosu.

W ziarnie zgromadzonym w silosie może nastąpić niekontrolowany przyrost wilgotności. Wilgotność wzrastać może na skutek oddychania ziarna bądź też na skutek jego zawilgocenia ziarna w trakcie wietrzenia powietrzem atmosferycznym lub kondensacji pary wodnej podczas cyrkulacji powietrza w silosie, a także w wyniku przenikania wilgoci z atmosfery przez nieszczelności zbiornika. Wzrost wilgotności powoduje wzrost objętości ziarna. Sztywność ścian zbiornika ogranicza odkształcenie w kierunku poziomym, co wytwarza dodatkowy napór normalny na ściany. Wzrasta również napór styczny na skutek przemieszczenia ośrodka w kierunku pionowym wywołanego wzrostem objętości. W procesie pochłaniania wilgoci występuje z jednej strony wzrost objętości ośrodka wywołany wzrostem objętości poszczególnych ziaren, z drugiej zaś strony na skutek wzrastających naprężeń w punktach kontaktu następuje deformacja postaciowa ziaren. Wzrost objętości ośrodka nie jest więc proporcjonalny do wzrostu objętości poszczególnych ziaren, gdyż na skutek deformacji postaciowej ziaren i zapełniania pustych przestrzeni maleje porowatość ośrodka. Zaproponowano model pozwalający przewidzieć wzrost ciśnienia wywołany wzrostem wilgotności ziarna. Wywiedziono go z rozważenia odkształcenia objętościowego ośrodka jako sumy odkształceń wywołanych działaniem ciśnienia zewnętrznego oraz przyrostem wilgotności ziarna. Przyrost ciśnienia p w zależności od przyrostu zawartości wody Δu , gdy warunki brzegowe nie pozwalają na przyrost objętości ośrodka, wyraża zależność:

$$|p(\Delta u)| = \left(\frac{K_0 \rho_{k0} \Delta u}{\rho_w (1 + u_0)} \right)^{\frac{3}{2}} \left(E(u_0) + \frac{dE}{du} \Delta u \right)$$

gdzie: ρ_{k0} jest gęstością ziarna odpowiadającą początkowej zawartości wody u_0 , ρ_w jest gęstością wody, E to moduł Younga ziarna, zaś K_0 to parametr w równaniu opisującym moduł ściśliwości ziarna. Funkcja $|p(\Delta u)|$ posiada maksimum dla $\Delta u = 3E(u_0)/(5dE/du)$. Przedstawione rozwiązanie dla przykładowych wartości parametrów mechanicznych ziarna (rys. 2) wskazuje, że złożenie dwóch zjawisk: wzrostu objętości ziaren oraz spadku ich sprężystości ze wzrostem zawartości wody poprawnie modeluje obserwowaną eksperymentalnie zależność odkształcenia objętościowego ośrodka od ciśnienia i zmian wilgotności. W literaturze dyskusje nad tym problemem koncentrowały się głównie na porównaniu przyrostu ciśnienia wywołanego konkretnym wzrostem wilgotności ziarna do ciśnienia początkowego. Przedstawiony model pozwala przewidzieć zależność wzrostu ciśnienia od przyrostu zawartości wody w ziarnie. Jest jednym z nielicznych w literaturze opisów wyprowadzających związek $p(\Delta u)$ z elementarnymi oddziaływaniami w skali pojedynczych ziaren.



Rys. 2. Zależność ciśnienia od przyrostu zawartości wody w ziarnie. Wyniki eksperymentu i przebieg estymowany.

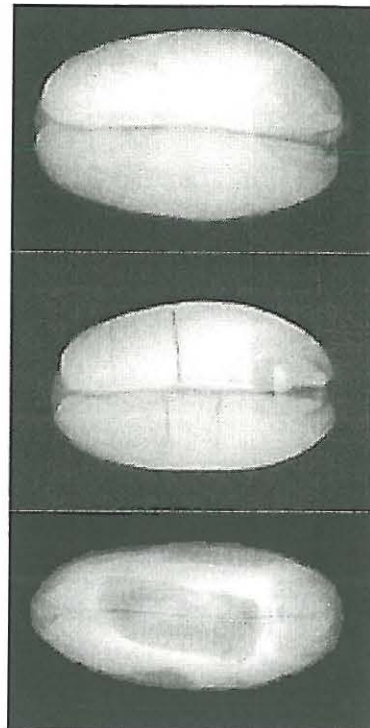
3.17. Jakość surowców roślinnych - diagnostyka ziarna zbóż

S. Grundas

Zasadniczym warunkiem postępu technologicznego w produkcji roślinnej oraz w produkcji żywności o wysokich walorach jakościowych, jest możliwość pozyskiwania do celów przetwórstwa produktów rolnych jednorodnego surowca [11]. W tym kierunku są też prowadzone badania właściwości fizycznych ziarna pszenicy, stanowiącej 1/3 światowej produkcji zbóż, z czego 90 % jej plonu to podstawowy pokarm dla ludzi. Ocena jednorodności ziarna pszenicy, wymaga poznania cech fizycznych pojedynczych ziarniaków i w oparciu o to, opracowane systemu segregacji i dystrybucji ziarna przed procesem jego przetwarzania na określony produkt finalny, a więc spożywczy, względnie paszowy.

Dla tej oceny przydatną okazała się diagnostyka rentgenowska ziarna (patrz rys.) opracowana w IA PAN oraz wykorzystanie systemu i aparatu SKCS (Single Kernel Characterization System).

W oparciu o badania prowadzone pod kierunkiem prof. Stanisława Grundasa została utworzona w ramach ICC (Międzynarodowe Stowarzyszenie Nauki i Technologii Zbóż) Grupa Studyjna (Nr 43) pn. „Uszkodzenia mechaniczne ziarna pszenicy”. Rozwinięta została również komputerowa analiza obrazów rentgenowskich ziarniaków, która umożliwia ocenę jakościową ziarna zarówno dla potrzeb konsumpcyjnych jak i reprodukcyjnych.

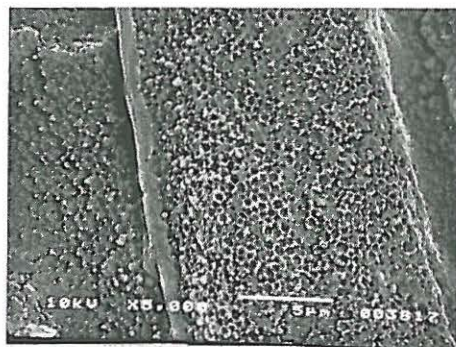


3.18. Mechanizmy powstawania uszkodzeń nasion roślin strączkowych

B. Dobrzański jr

Celem badań było opracowanie metod oceny właściwości mechanicznych nasion roślin strączkowych oraz wyjaśnienie przyczyn powstawania uszkodzeń. Nasiona roślin strączkowych w zależności od poziomu wilgotności podlegają całkowicie odrębnym mechanizmom uszkodzeń. Przekroczenie zakresu odkształceń sprężystych jest przyczyną uszkodzeń nasion o wilgotności poniżej 10 % i w zależności od położenia nasienia w stosunku do kierunku deformacji, obciążenie powoduje złom rozdzielczy liścieni lub ścinanie okrywy nasiennej w procesie półwkwowania nasion. Mikroskopowa weryfikacja uszkodzeń pozwoliła zaobserwować występowanie złomu rozdzielczego oraz symetryczne ułożenie szczelin, których linia przecięcia pokrywała się z osią obciążenia. Liczne mniej regularne szczeliny świadczą o właściwościach kruchych tkanki liścieni nasion suszonych, które ulegają uszkodzeniu przy mniejszej deformacji, a zniszczone ściany komórkowe ukazują chropowatą powierzchnię płaszczyzny złomu (Rys.1).

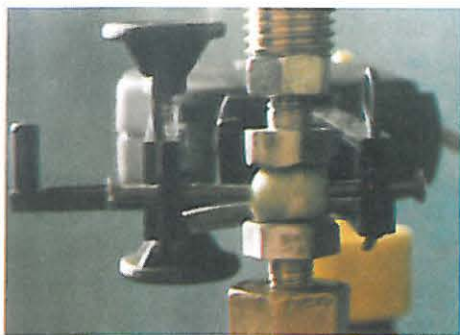
Decydujący wpływ na charakter pęknięć ma kształt nasion, a pole powierzchni kontaktu oraz granice zagęszczenia tkanki liścienia określają usytuowanie płaszczyzn złomu i liczbę powstałych szczelin. Siła powodująca złom rozdzielczy i uszkodzenie liścienia nasion bobiku i fasoli ($400 \div 650$ N), nasion grochu ($250 \div 450$ N) oraz nasion soi ($120 \div 250$ N) różnicowała poszczególne gatunki i odmiany, jednak wyznaczone w zakresie deformacji sprężystej zbliżone wartości modułu sprężystości wykazały podobne (często nieistotnie statystycznie różnice) właściwości mechaniczne liścienia nasion badanych odmian roślin strączkowych.



Rys. 1. Powierzchnia szczeliny liścienia suszonych nasion soi odmiany Polan.

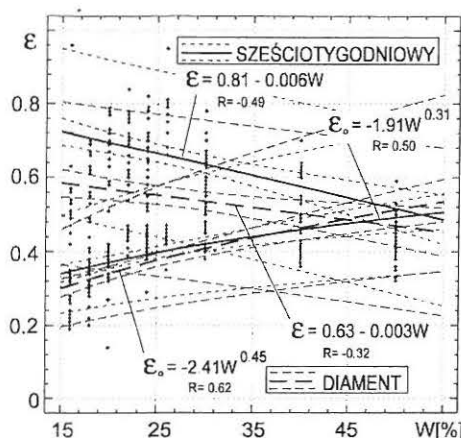
Mechanizm uszkodzenia nasion o wyższej wilgotności związany jest z przekroczeniem granicy wytrzymałości na rozciąganie okrywy nasiennej i powodowany jest deformacją postaciową lub uślizgiem liścienia, który jest główną przyczyną pojawiania się pęknięć okrywy podczas deformacji wilgotnych nasion.

Oba te przypadki wymuszają zmianę kształtu nasion i rozciąganie okrywy. Mechanizm uszkodzenia okrywy związany ze zmianą kształtu nasion, umożliwia wyznaczenie jej modułu sprężystości oraz zakres deformacji postaciowej dla granicy wytrzymałości okrywy na rozciąganie. Ekstensometryczny układ umożliwia równoczesny pomiar (Rys.2) i rejestrację odkształcenia obwodowego ϵ_o oraz odkształcenia osiowego ϵ podczas deformacji postaciowej nasienia, a zastosowane metody pozwalają analizować ten mechanizm w zakresie dużych deformacji nasion o wilgotności powyżej 12 % (Rys.3).



Rys. 2. Ekstensometryczny układ pomiaru odkształcenia obwodowego ϵ_o podczas ściskania osiowego nasienia grochu.

Poddanie testom ścinania nasion roślin strączkowych pozwoliło oszacować odporność na uszkodzenia podczas omłotu oraz wyjaśnić mechanizm powstawania uszkodzeń odpowiadający procesowi połówkowania nasion. Praca 10 mJ dla prędkości powyżej 200 mm/min okazała się wystarczającą do spowodowania uszkodzenia okrywy odpowiadającego połówkowaniu



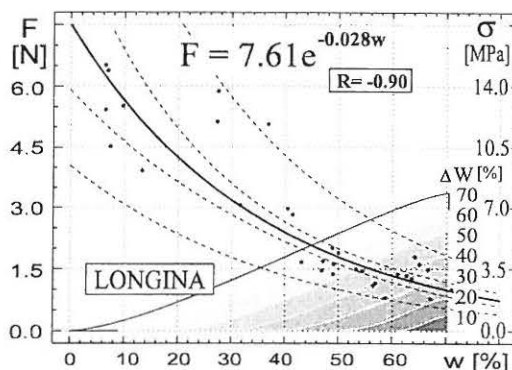
Rys. 3. Odształcenie obwodowe ϵ_o , okrywy oraz osiowe ϵ nasienia podczas ściskania osiowego nasion grochu.

Suszenie jest jedną z kolejnych operacji pozbiorczych, podczas których nasiona poddawane są zmiennym warunkom zewnętrznym, co prowadzi często do powstawania uszkodzeń okrywy nasiennej. Wzrost naprężeń rozciągających powodowanych skurczem suszonej okrywy, stanowi jeden z mechanizmów jej uszkodzenia. Wartość naprężeń skurczu suszonej okrywy uzależniona jest od parametrów czynnika suszącego. Czas, w którym okrywa kurczy się,

jest tym krótszy im wyższa jest temperatura i prędkość przepływu czynnika suszącego, a dla ekstremalnych warunków suszenia stosowanych w badaniach już po 10 s skurcz okrywy sięga 15 %. Maksymalne wartości naprężeń rozciągających dla okrywy nasion roślin strączkowych odnotowano w zakresie 13.5÷25.0 Mpa.

Zanotowanie wartości maksymalnych naprężeń skurczu σ , większych od granicy wytrzymałości na rozciąganie R_m okrywy nasion większości badanych odmian potwierdza jedną z badanych hipotez o możliwości wystąpienia naprężeń niszczących w okrywie nasion nieobciążonych. Zachowanie warunku bezpieczeństwa podczas suszenia powinno uwzględniać graniczny spadek wilgotności (Rys.4), który w zależności od położenia nasion nie może przekraczać 10 % dla

nasion. Dopuszczalne wartości prędkości, które nie powodują uszkodzenia, porównane do prędkości omłotowych spotykanych w większości kombajnów i młocarni pozwalają zauważyć, że stosowanie tradycyjnych maszyn zbożowych podczas zbioru i omłotu nasion roślin strączkowych musi prowadzić do powstawania uszkodzeń mechanicznych. Zaobserwowano, że nasiona fasoli zostają uszkodzone przy najmniejszej prędkości, co potwierdza znaną w praktyce opinię o ich dużej podatności na połówkowanie.



Rys. 4. Siła F , wytrzymałość na rozciąganie R_m oraz naprężenia skurczu σ , okrywy nasion fasoli odmiany Longina dla granicznych spadków wilgotności.

nasion leżących na warstwie oraz 20 % dla nasion znajdujących się wewnątrz warstwy. Dodatkowy wzrost naprężeń o 20÷40 % spowodowany wyłączeniem elementów grzejnych w suszarniach przy dalszym przepływie zimnego czynnika może być główną przyczyną powstawania uszkodzeń okrywy nasion roślin strączkowych podczas ich suszenia.

Badania eksperymentalne umożliwiły zweryfikowanie rozważań modelowych dotyczących deformacji nasion oraz skurczu okrywy, a w wielu przypadkach pozwoliły wyjaśnić przyczyny powstawania uszkodzeń, do których dochodzi często podczas zbioru, omłotu i suszenia nasion roślin strączkowych. Analiza przyczyn powstawania uszkodzeń nasion pozwala opracować zalecenia produkcyjne technologii zbioru i obróbki pozbiorczej dla wielu gatunków roślin strączkowych, mogąc ograniczyć występowanie uszkodzeń nasion i ich okrywy.

3.19. Zastosowanie reflektometrii czasowej, TDR, do pomiaru elektrycznej przewodności gleby

M.A. Malicki, J. Kokot, W.M. Skierucha

Zasolenie gleby jest, obok wilgotności, jej najważniejszym parametrem. Wyraża się ono koncentracją obecnego w glebie elektrolitu. Z powodu trudności związanych z wyznaczaniem tak zdefiniowanego zasolenia, za jego miarę przyjmuje się wielkość pośrednią – elektryczną przewodność ekstraktu (elektrolitu), ekE , który pobiera się po nasyceniu próbki gleby wodą destylowaną. Procedura ta, zaproponowana przez US Salinity Laboratory, została uznana jako standardowa. Jej wadą jest fakt, że nie nadaje się ona do pomiarów w warunkach terenowych. Stosowaną w warunkach *in situ* alternatywą jest pomiar elektrycznej przewodności gleby, ekG , z której, po odpowiedniej kalibracji, można wyznaczyć elektryczną przewodność elektrolitu glebowego, ekE . Jednakże ekG zależy również od wilgotności gleby, θ . Zatem dla wyznaczenia zasolenia gleby należy równolegle z ekG mierzyć jej wilgotność.

Technologią, która stwarza możliwość jednoczesnego pomiaru wilgotności gleby, θ , jak również jej przewodności elektrycznej, ekG , tym samym czujnikiem, jest reflektometria domenowo – czasowa (TDR – time-domain reflectometry) [10].

Dalton i współautorzy zaproponowali wyznaczanie elektrycznej przewodności gleby z tłumienia propagującego się w niej impulsu elektromagnetycznego (EM), jednakże uzyskiwane zgodnie z zalecaną przez nich interpretacją wyniki są obciążone nadmiernym błędem. Wydaje się, że błąd ten wynika z zaniedbania przyczynka strat dielektrycznych do ww. tłumienia oraz z nie-

liniowości związku pomiędzy współczynnikiem tłumienia fal elektromagnetycznych w glebie, γ , a elektryczną konduktywnością gleby, ekG .

W procesie tłumienia, jakiemu podlega impuls na swej drodze w ośrodku materialnym, można wyróżnić trzy mechanizmy. Energia impulsu jest:

- wypromieniowywana w otoczenie,
- absorbowana przez składniki ośrodka w procesie ich dielektrycznej polaryzacji, gdzie zamienia się ona na ciepło związane z wzajemnym „tarcie” reorientowanych oraz odkształcanych w polu elektrycznym cząstek,
- zamieniana na ciepło w procesie przepływu prądu przewodzenia.

Ponieważ za straty w procesie dielektrycznej polaryzacji materiału odpowiedzialna jest urojona składowa jego przenikalności dielektrycznej, ϵ'' , to gdy $ekG \rightarrow 0$ (jak w przypadku gleb suchych lub wilgotnych ale niezasolonych), ϵ'' dąży do skończonej, niezerowej, wartości. Wynika stąd, że gdy $ekG=0$ współczynnik tłumienia fal EM, γ , ma skończoną, proporcjonalną do ϵ'' , wartość. Należy więc oczekiwać, że dielektryczne straty związane z ϵ'' wnoszą czytelny wkład do tłumienia propagujących się w glebie fal EM, prowadząc w ten sposób do błędnej interpretacji współczynnika tłumienia, γ , w kategoriach ekG .

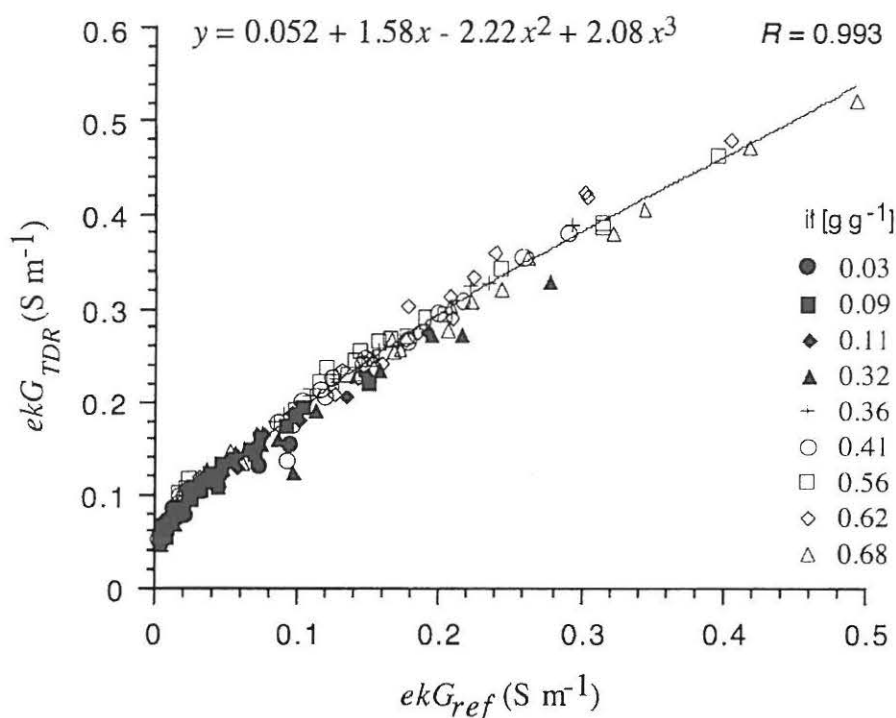
Przyjęto hipotezę, że wartości elektrycznej konduktywności gleby, ekG , wyznaczanej na podstawie pomiaru współczynnika tłumienia impulsu EM w glebie, według Daltona i współautorów, są zawyżone o pozorną konduktywność gleby, ekG_0 , wywodzącą się z tłumienia związanego ze stratami dielektrycznymi ϵ'' .

W celu weryfikacji powyższej hipotezy badano związek pomiędzy współczynnikiem tłumienia fal EM w glebie, γ , a jej elektryczną konduktywnością, ekG . Badaniami objęto dziewięć gleb o różnej zawartości frakcji powietrznej suchości do nasycenia. Do nawilżania próbek stosowano roztwór KCl o siedmiu stężeniach z przedziału 0,00-0,30 mol/l.

Mierzono:

- wilgotność gleby, θ_{TDR} , metodą TDR,
- wilgotność gleby, θ , metodą termograwimetryczną (susząrkową),
- elektryczną konduktywność gleby, ekG_{ref} , czteroelektrodową metodą referencyjną,
- gęstość gleby, ρ , metodą termograwimetryczną.

Z otrzymanego zbioru 341 czwórek: $\theta_{TDR}\theta ekG_{ref}\rho$, wyliczono współczynnik tłumienia fal EM w glebie, γ , a następnie elektryczną konduktywność gleby, ekG_{TDR} , otrzymując w ten sposób podzbiór 341 par: $ekG_{TDR}ekG_{ref}$. Rysunek ilustruje zależność $ekG_{TDR}(ekG_{ref})$.



Widać, że zależność ta jest daleka od symetrii typu 1:1. Wpasowanie w powyższy zbiór wielomianu umożliwia korektę jego symetrii, czyniąc reflektometryczną metodę pomiaru elektrycznej konduktywności gleby, ekG_{TDR} przydatną.

Należy tutaj zaznaczyć, że wspomniana czteroelektrodowa metoda referencyjna jest zawodna w przypadkach trwałej instalacji czujników w monitorowanym profilu gleby. Przyczyną zawodności jest izolująca warstwa węglanów i tlenków, która, odkładając się stopniowo na elektrodach, zmniejsza ich powierzchnię czynną powodując zaniżenie odczytów.

W odniesieniu do metody TDR, obecność warstwy izolatora pokrywającego pręty czujnika jest równoważna obecności wtrąconej pojemności elektrycznej włączonej szeregowo z jednostkową pojemnością charakterystyczną tworzonej przez czujnik linii transmisyjnej. Ze względu na małą grubość tej warstwy (kilka mikronów) pojemność wtrącona jest duża i przewyższa o kilka rzędów pojemność charakterystyczną linii. Z tego powodu jej wpływ na tłumienie impulsu, jak też na prędkość jego propagacji w glebie, jest niezauważalny. Można zatem oczekiwać, że metoda TDR pomiaru konduktywności elektrycznej gleby jest, w przypadkach trwałej instalacji czujników, dokładniejsza.

4. LITERATURA

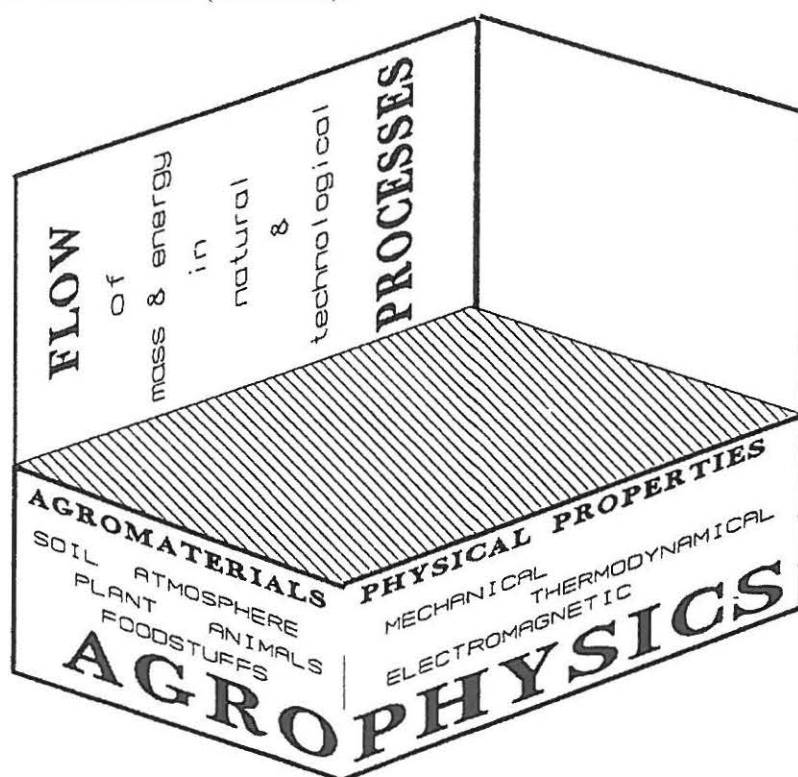
1. **Gliński J.:** Agrophysics in modern agriculture. *Int. Agrophysics*, 6, 1-7, 1992.
2. **Gliński J.:** Międzynarodowe Seminarium pt. Rolnicze i ekologiczne aspekty struktury gleb. *Post. Nauk Roln.*, 4/93, 101-105, 1993.
3. **Gliński J.:** Stan aktualny i perspektywy rozwoju Agrofizyki. *Mat. I Zjazdu Naukowego PTA*, Lublin 19.09.1997, 7-10.
4. *International Agrophysics* 11, 1-2, 1997.
5. **Konstankiewicz K.:** „Fizyka z elementami agrofizyki – jubileusz X-lecia Szkół, co dalej?”. „Fizyka z elementami agrofizyki”, *Mat. X Szkoły*, Lublin, 1998.
6. **Konstankiewicz K., Pazur M.:** Banki informacji o zasobach aparaturowych i bibliotecznych IA PAN, „II Krajowa Konferencja Naukowa INFOBAZY – bazy danych dla nauki”, KBN, Gdańsk 30.08.-01.09.1999.
7. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*. Biuletyn Nr 1, 1998.
8. **Stępniewska Z., Stępniewski W., Gliński J., Ostrowski J.:** Atlas oksydoredukcyjnych właściwości gleb ornych Polski. IA PAN w Lublinie, IMUZ w Falentach, Lublin-Falenty, 1996 i 1997 (II wyd.).
9. **Ślipek Z.:** Wykorzystanie badań agrofizycznych w technice rolniczej. *Mat. I Zjazdu Naukowego PTA*, Lublin 19.09.1997, 27-30.
10. **Walczak R.:** Nowe aspekty metrologii agrofizycznej. *Nauka Polska* 4, 73-76, 1993.
11. **Walczak R.:** Badania agrofizyczne systemu gleba-roślina-atmosfera. *Mat. I Zjazdu Naukowego PTA*, Lublin 19.09.1997, 11-21.
12. **Walczak R., Witkowska-Walczak B., Baranowski P.:** Soil structure parameters in models of crop growth and yield prediction. *Physical submodels. Int. Agrophysics*, 11, 111-128, 1997.
13. **Walczak R., Gliński J., Sławiński C., Lamorski K.:** Agrophysical methods of water retention control in the rural areas. *Int. Agrophysics*, 12, 277-284, 1998.
14. **Wolski T., Gliński J., Orlikowski L.B.:** Zmodyfikowane struktury ligninowo-celulozowe i keratynowe oraz możliwości ich zastosowania w nawożeniu i ochronie roślin. *Post. Nauk Roln.*, 1, 97, 107-116, 1997.

5. SUMMARY

Agrophysics for the environment and safety biological production

Agrophysics is a science dealing with physical properties and processes affecting plant production. The main topics of agrophysical investigations are mass (water, air, plant nutrients) and energy (light, heat) exchange in the soil-plant-atmosphere continuum and way their regulation to reach to reach biomass of high quantity and quality.

Agrophysical investigations can be presented in the form of a three – parameter system of classification (Scheme 1).



Scheme 1. Three – dimensional scheme of agrophysical research.

The term „Agrophysics” similarly to „Agrochemistry”, „Agrobiological”, „Agromelioration”, „Agroclimatology” or „Agroecology” has been fully accepted as an agricultural specialization.

Agrophysics research are developed by many scientific institutes but only the Institut of Agrophysics in Lublin (Poland) is the strongest unit for a complex investigations in the field of agrophysics.

The Institute of Agrophysics (IA PAN) is one of the institutes of the Polish Academy of Sciences. It was founded by Professor Bohdan Dobrzański in 1968 in Lublin who was the first and long-term director of the Institute (till 1980).

The staff of the Institute consists of 100 workers including 68 scientific representing various specializations: physics, physicochemistry, soil science, agricultural engineering, mechanics, mathematics, electronics, geography and biology. These scientists have very high qualifications achieved during long trainings in domestic and foreign centres. They were employed as postgraduate students and got their scientific degree on agrophysics.

The Institute uses its own building covering a surface of about 5 000 m² situated in Lublin-Felin.

The scientific structure of the Institute consists of six departments:

1. Hydrothermophysics of Soil Environment and Agricultural Materials.
2. Aeration and Gas Exchange of Soil Environment and Agricultural Materials.
3. Mechanics of Agricultural Materials.
4. Physicochemistry of Agricultural Materials.
5. Agrophysical Bases of Soil Environment Management.
6. Physical Bases of the Evaluation and Improvement of Plant Materials.

The Institute is a coordinator of agrophysical investigations in Poland and cooperates with many scientific institutions over the world.

The agrophysical investigations carried out by the Institute and under its coordination allow us to deepen our fundamental knowledge about the physical and physicochemical properties and processes concerning agricultural materials. They also have introduced new elements to environmental protection which are significant to the economy. The results from these investigations may be used to:

- decrease soil physical degradation caused by erosion, soil crusting, sealing, compaction and structure destruction;
- increase the efficiency of water and fertilizer use;
- improve the technology of harvesting, storing and processing of plant materials to decrease quantitative and qualitative losses of these materials;
- improve plant breeding through formulation of physical properties of plants.

The development of a theoretical basis in the field of agrophysics is of great importance for many agricultural specialization, e.g., soil science, soil technology, land reclamation, agricultural engineering, agroclimatology, agrochemistry, plant breeding and plant technology.