

AGROFIZYKA DLA TECHNIKI ROLNICZEJ

Bogusław Szot, Bohdan Dobrzański

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie

Synopsis: Autorzy przedstawili dotychczasową współpracę Zakładu Fizyki Materiałów Roślinnych Instytutu Agrofizyki PAN z Wydziałem Techniki Rolniczej AR w Lublinie oraz innymi placówkami inżynierii rolniczej w kraju i na świecie w zakresie agrofizyki – specjalności zajmującej się badaniem oraz opisem fizycznych zjawisk i procesów zachodzących w materiałach rolniczych

Słowa kluczowe: agrofizyka, technika rolnicza, współpraca, badania.

Z wielką radością, przyjemnością i satysfakcją przystąpiliśmy do opracowania wystąpienia zatytułowanego: "Agrofizyka dla techniki rolniczej" z okazji Konferencji Jubileuszowej Wydziału Techniki Rolniczej "Inżynieria rolnicza - osiągnięcia i perspektywy".

Powody po temu są wielorakie:

- autorzy związani są z Akademią Rolniczą w Lublinie; jeden z nich był wieloletnim pracownikiem AR w Lublinie współpracując zawodowo z wszystkimi Wydziałami Uczelni, a drugi jest absolwentem Wydziału Techniki Rolniczej w Lublinie,
- obaj autorzy są obecnie pracownikami Zakładu Fizyki Materiałów Roślinnych, Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie,
- a także dlatego, że działalność społeczna i zawodowa w jednym przypadku i tradycje rodzinne w drugim pozwoliły nam być świadkami tworzenia się Wydziału Techniki Rolniczej Akademii Rolniczej oraz Instytutu Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk.

Obie jednostki są równolatkami; Wydział Techniki Rolniczej powstał w 1970 roku lecz już w 1966 został utworzony Oddział Mechanizacji Rolnictwa na Wy-

dziale Rolniczym a od 1968 funkcjonował już jako Instytut Techniki Rolniczej czyli od roku, w którym został powołany do życia również Zakład Agrofizyki PAN obecnie Instytut Agrofizyki PAN.

Swoje istnienie w dużej mierze obie te jednostki zawdzięczają dwóm wybitnym Profesorom - naszym Nauczycielom:

- pierwszemu Rektorowi Wyższej Szkoły Rolniczej a zarazem pierwszemu Kierownikowi Zakładu Agrofizyki PAN w Lublinie, Profesorowi Bohdanowi Dobrzańskiemu oraz,
- pierwszemu Dyrektorowi Instytutu Techniki Rolniczej, wieloletniemu Przewodniczącemu Komitetu Agrofizyki a także członkowi Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki PAN, Profesorowi Januszowi Hamanowi.

Obu tym Wielkim Twórcom Nauki, jednostki nasze zawdzięczają również wiele inicjatyw naukowych, organizacyjnych oraz w konsekwencji swoją wysoką pozycję wśród placówek reprezentujących nauki rolnicze.

Nie można oczywiście nie wspomnieć o innych współtwórcach, których nie sposób tu wymienić, ale dzięki którym dalszy rozwój był tak dynamiczny i wszechstronny a obecny kształt i pozycję placówki te Im zawdzięczają.

Początkowe prace dotyczące wykorzystania fizyki w technice rolniczej koncentrowały się wokół badań związanych z uprawą gleby oraz opisem zmienności warunków glebowych i ich wpływu na pracę maszyn rolniczych. Przykładem potrzeby badań agrofizycznych w technice rolniczej była praca doktorska Profesora Hamana dotycząca wpływu prędkości orki oraz wilgotności gleby na pracę jej odkształcenia objętościowego.

Najbardziej dynamiczny rozwój agrofizyki dotyczył początkowo badań fizyki gleby i w tym zakresie agrofizyka w pierwszym rządzie doczekała się grona pierwszych autorytetów naukowych.

Rozwój produkcji rolniczej wymagał jednak coraz większego stopnia mechanizacji, a wzrost zapotrzebowania na artykuły spożywcze spowodował konieczność zmechanizowania dalszych etapów produkcji takich jak: zbiór, omłot, suszenie, magazynowanie, sortowanie czy też transport. Dlatego też ciężar zainteresowań badaniami dotyczącymi upraw polowych przeniesiono na rzecz opracowywania technologii zbioru i z nią związanej mechanizacji.

Tu też zostały skoncentrowane wysiłki pracowników naukowych Zakładu Fizyki Materiałów Roślinnych IA PAN w Lublinie. Już w 1976 roku Instytut Agrofizyki PAN podjął się organizacji pierwszej międzynarodowej konferencji nt.: *Physical Properties of Agricultural Materials and Their Influence on Technological Processes*. Przedstawione tam prace takie jak: profesora Hamana

- "Reologiczne właściwości zbóż i ich teoretyczna interpretacja", profesora Szota - "Zmienność właściwości mechanicznych roślin zbożowych" oraz wiele innych prac realizowanych przez zespoły badawcze Katedry Mechanizacji Rolnictwa i Instytutu Agrofizyki PAN świadczyły o potrzebie badania fizycznych właściwości materiałów roślinnych oraz o potrzebie fizycznej interpretacji procesów technologicznych. Na drugiej Międzynarodowej Konferencji Agrofizycznej organizowanej na Węgrzech w Gödöllő w 1980 roku profesor Haman przedstawił stan i kierunki rozwoju badań fizycznych właściwości materiałów roślinnych w Polsce zwracając szczególną uwagę na właściwości termiczne i mechaniczne zbóż. Aktualny stan badań agrofizycznych w Polsce oraz przyszłość rozwoju agrofizyki i użyteczność badań podstawowych dla nowoczesnego rolnictwa przedstawili profesorowie: Bohdan Dobrzański, Jan Gliński i Bogusław Szot na kolejnej Międzynarodowej Konferencji Agrofizycznej organizowanej w Pradze w 1984 roku, definiując pojęcie agrofizyki rozumianej jako nauki zajmującej się fizycznymi procesami zachodzącymi w glebie, atmosferze, roślinach, materiałach roślinnych i w ich wzajemnych relacjach. Na konieczność badania relacji zachodzących w układzie gleba-maszyna-roślina jako podstawie projektowania maszyn rolniczych zwrócił uwagę profesor Janusz Haman w przedstawionym wykładzie podczas obrad plenarnych.

Dalsze dwie Międzynarodowe Konferencje Agrofizyczne organizowane w Rostoku (1989) i Bonn (1993) potwierdziły wzrost zainteresowań w zakresie badań fizyki materiałów roślinnych dla potrzeb techniki rolniczej. Technika rolnicza zaś zwróciła uwagę niektórych badaczy w kierunku badań agrofizycznych umożliwiających wykorzystanie właściwości fizycznych materiałów roślinnych do projektowania i regulacji maszyn rolniczych. Stąd też wzrost udziału prac opierających się na metodach fizycznych, fizycznym opisie procesów technologicznych oraz materiałów roślinnych jako materiałów poddawanych obróbce. Niech będzie przykładem ostatni Światowy Kongres C.I.G.R. oraz 6 Konferencja AgEng'94, które będąc kontynuacją typowych kongresów i konferencji mechanizacji rolnictwa i inżynierii rolniczej wykazały wzrost udziału badań z zakresu agrofizyki (około 50 prac). Na szczególne wyróżnienie wśród konferencji techniki rolniczej Agrofizyka zasłużyła z okazji niniejszej Jubileuszowej Konferencji, gdzie dyscyplina ta została wyodrębniona jako oddzielna Sekcja obok tak szerokich dyscyplin jak: Technika Rolnicza i Technika Rolno-Spożywcza.

Tak szerokie zainteresowanie badaniami agrofizycznymi wymaga określenia miejsca agrofizyki wśród nauk rolniczych oraz przybliżenia pojęcia "Agrofizyka", które w Instytucie zdefiniowano następująco: jest to nauka zajmująca się badaniem właściwości fizycznych materiałów rolniczych (gleby, rośliny, płody rolne) i procesów fizycznych w układzie gleba-roślina-atmosfera z uwzględnie-

niem czynników zewnętrznych (klimat, oddziaływania mechaniczne, zanieczyszczenia środowiska) oraz procesów związanych ze zbiorem, transportem i przechowywaniem materiałów rolniczych [Konstantkiewicz i Pukos, w tym samym tomie].

Obszar działania agrofizyki w formie przestrzennej, gdzie osie układu prezentują: Fizyka, Rolnictwo i Procesy, przedstawił profesor Jan Gliński w artykule wprowadzającym "Agrophysics in modern agriculture" z okazji wznowienia wydawania czasopisma International Agrophysics. Definicja w układzie trójosiowym (rys. 1) przedstawia przestrzeń, którą wypełniają procesy naturalne i technologiczne zachodzące w materiałach rolniczych, a opisywane są one za pomocą praw fizyki. W myśl tego ujęcia;

Agrofizyka jest to specjalność zajmująca się badaniem i opisem procesów zachodzących w materiałach rolniczych za pomocą praw oraz metod obowiązujących w fizyce.



Rys. 1. Agrofizyczna przestrzeń naturalnych i technologicznych procesów zachodzących w rolnictwie.

Fig.1. Agrophysical space of natural and technological processes occurring in agriculture.

Rozumiana tak Agrofizyka może obejmować:

- fizyczny opis materiałów rolniczych i ich właściwości,
- fizyczną ocenę procesów zachodzących w produkcji rolniczej,
- opracowywanie i adaptacje fizycznych metod oceny właściwości materiałów rolniczych,
- opracowywanie i zastosowanie aparatury pomiarowej (fizycznych wielkości),
- modelowanie naturalnych procesów zachodzących w materiałach rolniczych,
- modelowanie procesów technologicznych,
- monitoring, rejestrację i przetwarzanie fizycznych wielkości pomiarowych,
- badanie wpływu czynników kształtujących produkcję rolną na właściwości fizyczne produktów rolnych
- badanie wpływu czynników fizycznych na całokształt produkcji rolnej.

Działalność Instytutu Agrofizyki PAN ogranicza się dotychczas do prowadzenia badań dotyczących układu Gleba-Maszyna-Atmosfera-Roślina i nie obejmuje problemów produkcji zwierzęcej, które w myśl definicji zawierają się również w zakresie agrofizyki.

Działalność Zakładu Fizyki Materiałów Roślinnych ma na celu poznawanie właściwości fizycznych roślin, płodów rolnych w tym nasion roślin uprawnych oraz surowców roślinnych z perspektywą zastosowania wyników badań do optymalizacji procesów zbioru, transportu, przechowywania i przetwarzania tych materiałów.

Efektom prowadzenia badań agrofizycznych o charakterze podstawowym we współpracy z Wydziałem Techniki Rolniczej jest opublikowanie w ostatnich 10 latach ponad 50 prac oraz uzyskanie 12 patentów. W Instytucie Agrofizyki PAN wykonywano często badania do prac magisterskich studentów Wydziału Techniki Rolniczej, a wielu pracowników Wydziałów Techniki Rolniczej Akademii Rolniczych w Lublinie, Wrocławiu oraz Krakowie wykonywało badania eksperymentalne do swoich prac doktorskich i habilitacyjnych, wykorzystując wielokrotnie opracowane w Instytucie metody oraz prototypową aparaturę [Gliński i Konstankiewicz, 1991a i b].

W okresie ostatnich lat działalności naukowo-badawczej Zakładu obiektem badań były następujące grupy materiałów: płody roślin okopowych, warzywa, owoce, rośliny uprawne a także nasiona trzech podstawowych grup roślin uprawnych do których należą:

- nasiona o dużej zawartości skrobi - ziarno pszenicy,

- nasiona o dużej zawartości białka - groch, fasola i inne strączkowe,
- nasiona o dużej zawartości tłuszczu - rzepak.

Prowadzone w Zakładzie Fizyki Materiałów Roślinnych badania naukowe mają przede wszystkim aspekt poznawczy, jednakże w zdecydowanej większości tematów, uzyskane rezultaty mają rangę wybitnych osiągnięć o charakterze praktycznym.

Zakład Fizyki Materiałów Roślinnych prowadzi wspólne badania z wieloma placówkami Techniki oraz Inżynierii Rolniczej na świecie, a najdłuższa współpraca obejmuje następujące kraje: Czechy, Słowacja, Węgry, Włochy, Niemcy (dawniej RFN i NRD), USA, Kanada, Francja oraz Belgia.

Efektom współpracy krajowej i zagranicznej jest:

- wyjaśnienie pochodzenia zaburzeń stanu naprężeń w masie ziarna podczas opróżniania zbiornika oraz wyjaśnienie wpływu anizotropii osrodka i anizotropii obciążenia (niecentralne napełnianie i opróżnianie) na obciążenia konstrukcji silosu. Aktualnie kontynuowane są badania na pełnowymiarowych zbiornikach przemysłowych (we współpracy z Wydziałem Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu Kentucky, USA),
- wyjaśnienie wpływu właściwości fizycznych słomy na przebieg brykietowania i trwałość uzyskiwanych brykietów. Badania są prowadzone we współpracy z Instytutem Mechanizacji Rolnictwa CNR w Turynie),
- opisanie zmienności parametrów wytrzymałościowych korzeni marchwi w zależności od poziomu nawożenia, agrotechniki, sposobu i okresu przechowywania. Zastosowano lepkosprężysty model uwzględniający potencjał wodny, który poprawnie opisuje korzenie marchwi w okresie przechowywania. Badania realizowane są we współpracy z Instytutem Podstaw Techniki Wydziału Techniki Rolniczej AR w Lublinie,
- ocena właściwości mechanicznych nasion rzepaku, wskazanie operacji najbardziej negatywnie wpływających na cechy jakościowe nasion rzepaku w procesie obróbki pozbiorowej nasion. Badania realizowane we współpracy z Wydziałem Inżynierii Rolniczej w Guelph w Kanadzie i Wydziałem Techniki Rolniczej Uniwersytetu Hohenheim w Stuttgarcie.
- określenie skutków fizycznych i biologicznych mikrofalowego suszenia ziarna pszenicy dla różnych parametrów suszenia, oraz wilgotności ziarna. Badania odmian polskich i kanadyjskich prowadzono wspólnie z Wydziałem Techniki Rolniczej Uniwersytetu McGill w Montrealu.

Najważniejszym osiągnięciem wieloletnich badań we współpracy z Wydziałem Techniki Rolniczej w Lublinie prowadzonych pod kierunkiem profesora Szota jest:

- opracowanie agrofizycznych podstaw nowej technologii zbioru rzepaku, zapewniającej maksymalne ograniczenie strat nasion podczas mechanicznego zbioru.
- określenie przyczyn i źródła strat oraz opracowanie oryginalnego rozwiązania adaptacyjnego kombajnu Bizon (produkowanego już seryjnie). Wyznaczenie optymalnych parametrów pracy podzespołów kombajnu w zależności od stanu fizycznego łanu rzepaku. Technologia ta zapewnia ograniczenie strat nasion średnio o 2,5q/ha i zastosowana w 350 gospodarstwach na terenie 38 województw przynosi udokumentowane efekty ekonomiczne sięgające 140 mld zł (starych) rocznie.

Wspólne badania zespołu badawczego doprowadziły do:

- opracowania i wdrożenia nowej technologii zbioru rzepaku,
- własnego, oryginalnego rozwiązania konstrukcyjnego (12 patentów i wzorów użytkowych),
- opracowania adapteru do zespołu żniwnego,
- opracowania 3 typów rozdzielaczy aktywnych,
- opracowania nowego typu podsiewacza.

Prototypy tych urządzeń zostały wdrożone do produkcji seryjnej FMZ Płock oraz POM Radymno.

Potrzebę badań z zakresu agrofizyki oraz pozycję Agrofizyki Polskiej potwierdza przyznanie Instytutowi Agrofizyki PAN w Lublinie w 1997 roku organizacji 6-tej Międzynarodowej Konferencji Agrofizycznej, na której prace z zakresu nowoczesnej Techniki i Inżynierii Rolniczej powinny stanowić istotny udział podyktowany nie tylko dotychczasową szeroką współpracą naukową, ale też rozszerzającym się zakresem zastosowań Fizyki w Technice Rolniczej i Rolno-Spożywczej.

Bibliografia

- Dobrzański, B. 1981. Badania w zakresie fizyki i fizykochemii gleb. Kosmos, 2, 135-139.
- Dobrzański, B., I. Dechnik, J. Gliński. 1979. Rozwój badań agrofizycznych w Polsce. Post. Nauk Roln., 5.
- Dobrzański, B., J. Gliński, B. Szot. 1988. Agrophysical investigations in Poland at present and in future. Physical properties of agricultural materials and products. Hemisphere Publ. Corp., New York, 873-976.
- Gliński, J. 1989. Kronika - Sympozjum nt. "Znaczenie badań agrofizycznych dla rolnictwa". Post. Nauk Roln., 4/5/6, 87-90.

- Gliński, J. 1992. Agrophysics in modern agriculture. *Int. Agrophysics*, 6, 1-7.
- Gliński, J., K. Konstankiewicz. 1991a. Metody i aparatura do badań agrolizycznych I. Gleba. *Problemy Agrofizyki*, z. 64, 1-156.
- Gliński, J., K. Konstankiewicz. 1991b. etody i aparatura do badań agrolizycznych II. Materiał roślinny. *Problemy Agrofizyki*, z. 65, 1-92.
- Haman, J. 1976. heological properties of cereals and their theoretical interpretation. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 203, 107-121.
- Haman, J. 1988. Soil-plant-machine relations - the base for agricultural machine design. *Physical properties of agricultural materials and products*. Hemisphere Publ. Corp., New York, 63-69.
- Haman, J., J. Horabik, A. Pukos. 1985. Mechanical investigations of agricultural materials in the Institute of Agrophysics. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 304, 9-16.
- Haman, J., R. Michałek, S. Pabis. 1993. Próba ocený wkładu techniki rolniczej w rozwój nauki i gospodarki narodowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 416, 11-24.
- Konstankiewicz, K., A. Pukos. (w tym samym tomie): Inspiracje Hamana w kierunku rozwoju nauk agrolizycznych.
- Szot, B. 1976. Variability of the mechanical properties of cereal plants. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 203, 17-26.
- Zawadzki, S. 1989. Bohdan Dobrzański i jego dzieło (W osiemdziesiąt rocznicę urodzin). *Nauka Polska*, 3, 153-157.

B. Szot, B. Dobrzański

AGROPHYSICS FOR AGRICULTURAL ENGINEERING

Summary

The paper presents the historical view of the cooperation of the Institute of Agrophysics of the Polish Academy of Sciences in Lublin and the Department of Agricultural Engineering of the Agricultural University of Lublin, as well as with other agricultural engineering centres in Poland and abroad. The authors explain the term „agrophysics”, describe its role and place among agricultural sciences, and present its usefulness for agricultural technics. Some of the most important achievements, obtained in cooperation with many domestic and foreign centres, were described presenting specific economical effects of introducing the new technology of rape cropping.