

## ZWIĄZKI POMIĘDZY AGROFIZYKĄ A INŻYNIERIĄ ROLNICZĄ

*Janusz Haman, Rudolf Michałek*

Komitet Techniki Rolniczej PAN, ul. Balicka 104, 30-149 Kraków  
rmichalek@ar.krakow.pl

**Streszczenie.** Zasadniczym problemem podjętym w pracy jest umiejscowienie agrofizyki w strukturze nauki polskiej i podanie związków pomiędzy tą nauką a inżynierią rolniczą. Ukazując miejsce agrofizyki w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie: agronomia, autorzy podkreślają bliskie związki tej nauki z inżynierią rolniczą.

**Słowa kluczowe:** nauka, agrofizyka, inżynieria rolnicza, zakres, kierunki badań

### KRYTERIA PODZIAŁU NAUKI

Przy podziale nauki stosowane są różnorodne kryteria, zawsze jednak nie do końca precyzyjne aby zastosowana klasyfikacja nie wzbudziła zastrzeżeń i krytyki. Do najczęściej stosowanych kryteriów należą:

- odrębność jakościowa przedmiotu badań,
- stosowane specjalistyczne metody badawcze,
- przynależność do różnych pionów nauki [6].

Dwa pierwsze kryteria są stosunkowo zbieżne i w oparciu o nie nauki dzielimy na dziedziny w ich obrębie dyscypliny a w dyscyplinach specjalności. Według aktualnie obowiązującego podziału dokonanego przez Centralną Komisję ds. Tytułu Naukowego i Stopni Naukowych w oparciu o odpowiedni zapis Ustawy [Ustawa 1990] zostało wyodrębnionych 17 dziedzin nauki oraz 4 dziedziny sztuki. Zakres poszczególnych dziedzin jest bardzo zróżnicowany, a w ich obrębie jest od zera do kilkunastu dyscyplin. Bez podziału na dyscypliny są 4 dziedziny nauki: farmaceutyczne, teologiczne, weterynaryjne i wojskowe.

Z kolei najwięcej dyscyplin zawierają nauki techniczne – 19 a dalej nauki humanistyczne – 14. Najbardziej interesującą nas dziedziną są nauki rolnicze, które zostaną szczegółowo potraktowane w następnym rozdziale. Analizując wyodrębnione dziedziny nauki trzeba stwierdzić słabości stosowanych kryteriów, o czym była już mowa na wstępie, gdyż są obszary badań, które się pokrywają i w efekcie te same dyscypliny nauki występują w różnych dziedzinach.

## CHARAKTERYSTYKA DZIEDZINY NAUK ROLNICZYCH

Trudno jednoznacznie zdefiniować dziedzinę nauk rolniczych, gdyż nie stanowi ona wyodrębnionej i zamkniętej grupy o ściśle określonym obszarze badań. Można je raczej traktować jako zlepek różnych dyscyplin i specjalności wykorzystywanych do produkcji, przetwórstwa i uszlachetniania żywności a także jej obrotu i przechowywania. Stąd też najbliższe związki nauki rolnicze łączą z takimi dziedzinami jak: biologia, chemia, fizyka, ekonomia czy technika [2]. Ta ostatnia zresztą jest także sztucznie wyodrębnianą, podobnie jak nauki rolnicze na użytek różnorodnych technik. Ukazując styki nauk rolniczych, trzeba dodatkowo zaznaczyć najbliższy ich związek z naukami leśnymi i weterynaryjnymi, które są samodzielnymi dziedzinami, najczęściej jednak występującymi we wspólnym bloku, zarówno w istniejących pionach nauki jak i w strukturze szkolnictwa wyższego. Według obowiązującego aktualnie podziału w naukach rolniczych wyodrębniono 7 następujących dyscyplin: agronomia, inżynieria rolnicza, kształtowanie środowiska, ogrodnictwo, rybactwo, technologia żywności i zootechnika.

Jak widać nie ma w obrębie nauk rolniczych samodzielnej dyscypliny, która jest przedmiotem naszych analiz tj. agrofizyki. Jej miejsce w aktualnie obowiązującej strukturze znajduje się w agronomii – jako jedna z licznych specjalności. Szczegółowe usytuowanie agrofizyki w dziedzinie nauk rolniczych a także inżynierii rolniczej na tle pokrewnych dziedzin przedstawia tabela 1. Czy jest to uzasadnione względami merytorycznymi i logicznymi? Na te pytania spróbujemy odpowiedzieć w następnych rozdziałach naszej analizy.

### QUO VENIS, QUO VADIS AGROFIZYKO?

Agrofizyka jest pojęciem stosunkowo nowym w nauce. Kojarzy się z produkcją rolniczą z jednej strony oraz fizyką z drugiej. Początkowo przez tę definicję rozumiano wyłącznie zastosowanie metod fizyki do rozwiązywania problemów w rolnictwie, względnie zakres nauczania fizyki w uczelniach rolniczych. W tabeli 1 przedstawiono miejsce agrofizyki w strukturze nauk rolniczych z równoczesnym podziałem fizyki na dyscypliny, wśród których występuje biofizyka. Niewątpliwie te dwa pojęcia są sobie bliskie, ale brak jest dotychczas ustalenia granicy pomiędzy nimi. Z encyklopedycznej definicji biofizyki wynika, że jest to nauka z pogranicza fizyki i biologii, obejmująca procesy fizyczne i zjawiska u organizmów żywych. Z tej definicji wynika, że biofizyka zajmuje się badaniem obiektów biologicznych i w stosunku do agrofizyki jej zakres jest wyraźnie sprecyzowany. We wcześniejszych naszych rozważaniach [3,4] podjęliśmy próbę zdefiniowania pojęcia agrofizyki. Przedrostek „agros” z greckiego oznacza dokładnie rolę uprawną. Dzisiaj jednak to pojęcie zostało rozszerzone na całą produkcję rolniczą. Stąd też agrofizyka

ZWIĄZKI POMIĘDZY AGROFIZYKĄ A INŻYNIERIĄ ROLNICZĄ

oznacza zbiór tych elementów wiedzy z fizyki, które stosowane są w badaniach związanych z produkcją i przetwarzaniem wszelkich materiałów pochodzenia biologicznego. Natomiast umowna granica pomiędzy agro i biofizyką zostaje określona przez wielkość badanego obiektu biologicznego. W naszym pojęciu biofizyka odnosi się do badań struktur w skali komórki i w skali subkomórkowej. Wszystko zaś, co dotyczy powyżej tej skali jest przedmiotem badań agrofizyki. Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że jest to tylko granica umowna, nie wynikająca z jakiegokolwiek definicji nauk fizycznych. Podobne zastrzeżenie dotyczy pojęcia materiałów pochodzenia biologicznego. Obejmuje ono nie tylko same organizmy żywe i ich produkty, lecz również takie materiały, o różnym składzie i pochodzeniu, na których właściwości oddziałują procesy biologiczne. Do takich materiałów należą zatem gleba uprawna, na której powstanie w zasadniczy sposób wpływają znajdujące się w niej organizmy żywe lub ich produkty.

**Tabela 1.** Miejsce agrofizyki i inżynierii rolniczej w strukturze nauki polskiej

**Table 1.** The position of agrophysics and agriculture engineering in the structure of Polish science

Dziedzina	Dyscyplina	Wydział PAN	Sekcja CK
	<b>agronomia-agrofizyka</b>		
	zootechnika		
	ogrodnictwo		
Nauki rolnicze	technologia żywności	Wydział V PAN	Sekcja Biologiczno-Rolniczo- Leśna
	rybactwo		
	kształtowania środowiska		
	inżynieria rolnicza		
Nauki leśne	leśnictwo		
	drzewiectwo		
Nauki weterynaryjne	weterynaria		
Nauki biologiczne		Wydział II PAN	
Nauki fizyczne	astronomia	Wydział III PAN	Sekcja Matematyczno- Fizyczno-Chemiczna
	fizyka		
	biofizyka		
	geofizyka		

Można więc stwierdzić, że niemalże wszystkie badania rolnicze, obejmujące materiały pochodzenia biologicznego przeniknięte są metodą i wiedzą fizyczną. Dotychczasowe metody badań rolniczych miały w ogromnej większości charakter jakościowy, pomimo, że wyniki doświadczeń nie unikały opisu ilościowego opartego na metodach statystyki matematycznej. To właśnie eksperymentator, z ogromnej liczby czynników rzutujących na końcowe rezultaty badań, wybierał w oparciu o subiektywne wyczucie te, które jego zdaniem są najistotniejsze. Pomimo,

że wyczucie wynikało z osobistych doświadczeń i wiedzy to jednak w przypadku błędnej oceny pominiętych czynników w końcowym efekcie uzyskiwaliśmy fałszywy obraz co w konsekwencji prowadziło do ogromnych strat produkcyjnych. Obserwowany jednak postęp w ostatnich dziesięcioleciach diametralnie zmienił sytuację i wzajemne uwarunkowania.

Klasyczne i tradycyjne kierunki tych badań ulegają stopniowemu zanikowi na rzecz badań opartych o solidne podstawy teoretyczne, wykorzystujące metody i wyniki badań podstawowych. Dzieje się tak nie tylko dlatego, że jest to droga bardziej skuteczna, ale również dlatego, że jest to droga tańsza. Unika się bowiem badań masowych prowadzonych często metodą prób i błędów, które są nie tylko bardzo kosztowne lecz i ogromnie pracochłonne. W zamian za to rozwiązuje się problem metodą tworzenia modeli sprawdzanych później jedynie punktowo. Takie podejście pozwala na szybką reakcję, na typowe dla procesów biologicznych, nieprzewidziane sytuacje. Ma więc ono ogromne znaczenie praktyczne nie tylko dla gospodarki żywnościowej, lecz dla wszystkich dziedzin gospodarki uzależnionych od materiałów biologicznych.

Aby sprostać potrzebom współczesnej gospodarki surowiec i produkt biologiczny musi odpowiadać określonym wymaganiom i standardom. Znaczna część tych wymagań sprowadza się do zachowania odpowiednich cech fizycznych, które muszą być stale kontrolowane. Drugim warunkiem wynikającym z tych potrzeb jest maksymalne ograniczenie strat występujących w procesie produkcyjnym. Znaczna zaś część tych strat spowodowana jest oddziaływaniem zewnętrznych czynników fizycznych powodowanych przede wszystkim przez urządzenia i maszyny rolnicze i transportowe używane w produkcji polowej i produkcji zwierzęcej oraz stosowane w przetwórstwie surowców. Przyczyną uszkodzeń bywają również naprężenia wywołane procesami termicznymi np. suszeniem powodującym odkształcenia i pękanie wysoce metamorficznych surowców biologicznych. Wszelkie uszkodzenia, również mechaniczne, nie tylko zmniejszają przydatność surowców do dalszego przerobu, lecz otwierają drogę zakażeniom bakteryjnym i grzybowym prowadzącym niejednokrotnie do całkowitego zniszczenia produktu.

Straty mogą być ograniczane różnymi sposobami, a więc zarówno przez taką konstrukcję urządzeń czy też planowanie procesów przetwórczych, aby ograniczyć czynniki powodujące uszkodzenia, jak też przez prace hodowlane prowadzące do uzyskania produktu bardziej odpornego na wszelkie uszkodzenia. Tu rola inżynierii genetycznej staje się nader istotna.

Niezależnie od wybranej drogi, ograniczanie strat wymaga nieustannej kontroli parametrów fizycznych tych biologicznych materiałów, które stanowią przedmiot produkcji. Wymaga więc stosowania metod, przyrządów i aparatów pozwalających na określenie zależności pomiędzy oddziaływaniem czynników zewnętrznych i uszkodzeń materiału biologicznego, a więc właśnie badań agrofizycznych.

Klasyczne kierunki badań rolniczych związane z hodowlą i uprawą, których wyniki oparte były nie tyle na teorii, co na doświadczeniu praktycznym i eksperymentach produkcyjnych będą, ze wspomnianych wyżej powodów, ulegać stopniowemu zanikowi.

Tak więc przypuszczać należy, że w badaniach zjawisk, których przedmiotem są materiały biologiczne, a więc w badaniach służących nie tylko gospodarce żywnościowej lecz także przemysłom produkującym np. materiały włókiennicze, czy skórzane, a przede wszystkim przemysłowi farmaceutycznemu rola agrofizyki obok biofizyki, biochemii i inżynierii genetycznej będzie się stawała przeważająca.

Agrofizyka, która jest ciągle nową dziedziną nauk z pogranicza fizyki i biologii, będzie musiała stopniowo obejmować coraz to nowe dziedziny badań i wprowadzać nowe metody. Dotychczas badania agrofizyczne koncentrowały się głównie na badaniu gleb i materiałów roślinnych. W niewielkim stopniu przedmiotem badań były zależności pomiędzy właściwościami środowiska, a cechami materiałów roślinnych. Bardzo niewiele uwagi poświęcano dotychczas badaniu produktów pochodzenia zwierzęcego. Wiele metod badawczych, dość powszechnych w technologii przetwórstwa materiałów biologicznych, nie było zaliczanych do agrofizyki mimo, że niewątpliwie do niej winny należeć. Relacje te będą niezawodnie ewoluować.

Dużo uwagi należy poświęcić metodom badań. Jest zupełnie oczywiste, że stopniowo podejmowane będą badania eksperymentalne przy zastosowaniu nowych, a właściwie dotychczas nie stosowanych w agrofizyce, metod laboratoryjnych. Zmiany w tej dziedzinie następują bardzo szybko i trudno nawet je przewidzieć na najbliższą przyszłość. Decydują tu w praktyce nie tyle potrzeby nauki i możliwości techniczne co koszt wdrażania niektórych technik pomiarowych.

Ważne natomiast jest w obecnej fazie rozwoju agrofizyki zwrócenie szczególnej uwagi na teorię badanych procesów. Rozwiązania teoretyczne umożliwiają stosowanie metod modelowania matematycznego, które przy współczesnym stanie technik komputerowych i metod numerycznych pozwalają nie tylko uzyskać wyjaśnienie istoty badanych zjawisk lecz także niezwykle przyspieszyć cały proces badawczy. Pozwoli to również na opracowanie całych dziedzin teorii, bardzo ważnych w praktyce, a jednocześnie dotychczas mało poznanych. Można tu, jedynie dla przykładu, wymienić mechanikę ośrodków wielofazowych. Nie była ona dotychczas rozwijana ze względu na ogromne trudności matematyczne pomimo, że wiele materiałów, nie tylko biologicznych, ma właśnie charakter wielofazowy. Wiele tu można oczekiwać od adaptacji metod mechaniki kwantowej dla rozwiązania teoretycznych problemów agrofizyki. Podobnie ważną dziedziną badań agrofizycznych jest wzajemne oddziaływanie materiału biologicznego na elementy urządzeń i maszyn, a więc odpowiednie stosowanie osiągnięć tribologii, będącej zaawansowaną dziedziną fizyki technicznej. I właśnie w tym miejscu dochodzimy do ścisłych związków pomiędzy agrofizyką a inżynierią rolniczą.

## POWIĄZANIA AGROFIZYKI Z INŻYNIERIĄ ROLNICZĄ

Pierwsze bliskie związki pomiędzy agrofizyką a obecną inżynierią rolniczą dostrzegamy w pracach Tadeusza M. Gołogurskiego. Był to początek XX w. Dotyczyły one własności fizycznych gleb i niektórych materiałów roślinnych. Jego podstawowe dzieło „Praca narzędzi w ziemi” [4] wyprzedzające naukę światową o co najmniej 20 lat pozostało niestety zapomniane.

Z perspektywy jednak minionego czasu dostrzegamy w nim pionierską rolę na styku badań agrofizycznych i inżynieryjnych w rolnictwie. Dzisiaj możemy wskazać, że opóźniony postęp w konstrukcji maszyn rolniczych był konsekwencją niedostatku badań agrofizycznych środowiska pracy maszyn. Stąd też w ostatnich kilkunastu latach niemalże we wszystkich krajowych ośrodkach inżynierii rolniczej prowadzone są w tempie przyspieszonym badania o charakterze agrofizycznym. Dotyczą one w głównej mierze produktów pochodzenia roślinnego oraz gleb, w małym zaś stopniu obejmują produkty zwierzęce. O bliskich związkach agrofizyki z inżynierią rolniczą świadczą wspólne obszary badawcze lub liczne styki tych nauk [5]. Poniżej przedstawiamy tematy uznane za strategiczne w najbliższej i dalszej perspektywie czasu w inżynierii rolniczej [1]. Są to:

1. formy organizacyjne usług techniczno-rolniczych, przebudowa techniczno-handlowej obsługi rolnictwa i rozbudowy infrastruktury technicznej dla gospodarki żywnościowej w mikroregionach wybranych gmin,
2. wykorzystanie niekonwencjonalnych źródeł energetycznych dla celów rolniczych,
3. prognozowanie kierunków rozwoju w konstrukcji maszyn rolniczych,
4. energooszczędne metody suszenia i przechowywania produktów rolniczych, zapewniające zachowanie ich wysokiej jakości,
5. znaczenie infrastruktury technicznej dla rolnictwa górskiego i postępy w jej rozwoju,
6. właściwości fizyczne surowców i produktów spożywczych,
7. mechanizacja, automatyzacja i robotyzacja w przetwórstwie żywności,
8. formy organizacyjne „małego przemysłu” rolno-spożywczego w warunkach górskich,
9. realizacja gospodarki zasobami budowlanymi w rolnictwie.

Na dziewięć wyszczególnionych tematów, co najmniej w pięciu niezbędne są kompleksowe badania obejmujące agrofizykę i inżynierię rolniczą. Śledząc zresztą rozwój nauk rolniczych w skali światowej, zauważa się stopniowe poszerzenie zakresu badań inżynieryjnych o problematykę melioracji i zaopatrzenia w wodę, geodezję urządzeń rolniczych oraz agrofizykę. Na tle trendów światowych można zastanowić się nad miejscem agrofizyki w strukturze nauki polskiej. Oficjalnie jest ona umiejscowiona w dyscyplinie agronomii, jako jedna ze specjalności. Jej dynamiczny rozwój w ostatnich trzech latach i mocna pozycja w Polsce skłania do rozważenia wyodrębnienia jej jako samodzielnej dyscypliny i zapewne taką ambicję mają jej obecni twórcy, na czele z Instytutem Agrofizyki PAN w Lublinie. Przemawia

za tym wiele argumentów, spośród których za najważniejsze należy uznać:

- prężnie rozwijający się Instytut Agrofizyki PAN z mocną pozycją w światowej nauce wydający dwa czasopisma o wysokiej randze międzynarodowej,
- wyodrębniony w strukturze korporacji Wydziału V PAN Komitet Agrofizyki,
- powołane do życia Polskie Towarzystwo Agrofizyczne.

Jak więc widać jest sporo argumentów za. Należy jednak wziąć pod uwagę fakt, że wszystkie te osiągnięcia dokonały się bez samodzielnej dyscypliny. W rozwoju kadry naukowej agrofizycy korzystali z pomocy i życzliwości innych dyscyplin, głównie inżynierii rolniczej i agronomii. Wyodrębnienie już dzisiaj samodzielnej dyscypliny może spowodować izolację środowiska i trudności formalne z powoływaniem recenzentów w przewodach doktorskich i habilitacyjnych, a także postępowaniu o nadanie tytułów naukowych. Które z wymienionych argumentów są bardziej przekonujące, oto trudny dylemat do rozstrzygnięcia.

Podjmując decyzję trzeba uwzględnić w pierwszej kolejności dobro samej agrofizyki i jej ludzi a także korzyści dla całej dziedziny nauk rolniczych.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Haman J., Michałek R., Pabis S.:** Próba oceny wkładu techniki rolniczej w rozwój nauki i gospodarki narodowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 416, 11-25, 1994.
2. **Haman J.:** Od inżynierii rolniczej do bioinżynierii. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 423, 11-21, 1995.
3. **Haman J., Konstankiewicz K.:** Rola agrofizyki w inżynierii rolniczej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 443, 35-41, 1996.
4. **Haman J.:** Aktualne kierunki i potrzeby badań agrofizycznych. Maszynopis, 2001.
5. **Michałek R.:** Inżynieria rolnicza - jej funkcje i powiązania z innymi naukami. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 443, 29-35, 1996.
6. **Michałek R.:** Uwarunkowania naukowego awansu w inżynierii rolniczej. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Monografia, str. 120, 2002.
7. Ustawa z dnia 12 września 1990 r. o tytule naukowym i stopniach naukowych.

#### LINKS BETWEEN AGROPHYSICS AND AGRICULTURE ENGINEERING

*Janusz Haman, Rudolf Michałek*

Committee on Agricultural Engineering, Polish Academy of Sciences,  
ul. Balicka 104, 30-149 Kraków  
rmichalek@ar.krakow.pl

**Abstract.** The main point of this work is the position of agrophysics in the structure of Polish science and links between agrophysics and agriculture engineering. The authors place agrophysics in the field of agriculture sciences in the branch of agronomy and they stress the close relation of agrophysics with agriculture engineering.

**Key words:** science, agrophysics, agriculture engineering, scope, lines of research