



STANDARYZACJA W BADANIACH WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH MATERIAŁÓW ROŚLINNYCH

Z. Ślipek¹, J. Frączek¹, J. Horabik², J. Kaczorowski¹, M. Molenda²

¹Katedra Podstaw Budowy Maszyn AR, ul. Balicka 104, 30-149 Kraków
e-mail: fraczek@tier.ar.krakow.pl

²Instytut Agrofizyki PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: jhorabik@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie. Standaryzacja jest nieodzownym elementem współczesnych, nowoczesnych technik badawczych. Analizując cały obszar badań agrofizycznych dotyczących materiałów roślinnych nietrudno zaobserwować, że istnieje duża liczba różnych metod i sposobów pomiaru tych samych wielkości fizycznych, brak jest jednak standardowych, ogólnie uznanych procedur pomiarowych. Jest to niewątpliwie wynikiem złożoności procesów zachodzących w tego typu materiałach. Ten specyficzny agrofizyczny warsztat badawczy - niezbędny do rozwoju nowoczesnej, zrównoważonej produkcji rolno-spożywczej - poprzez nadmierną różnorodność wykorzystywanych środków technicznych oraz ich elementów jest przeszkodą przy działaniach technicznych, to znaczy takich, które oparte są na wiedzy i sposobach operowania materiałem. W pracy zamieszczono uwarunkowania dotyczące problemu standaryzacji metod pomiaru właściwości fizycznych materiałów roślinnych.

Słowa kluczowe: agrofizyka, standardy, metody pomiaru, materiały roślinne.

Agrofizyka jest specjalnością naukową, która wymaga współpracy przedstawicieli wielu dyscyplin naukowych [1]. Swoim zasięgiem obejmuje bowiem szeroki zakres badań dotyczących właściwości gleby, roślin i płodów rolnych oraz przebiegu procesów fizycznych zachodzących w tych ośrodkach z uwzględnieniem oddziaływania maszyn i urządzeń realizujących poszczególne zabiegi technologiczne.

Jako, że jest to stosunkowo młoda dyscyplina nauki, ważne miejsce zajmują w niej badania podstawowe dotyczące różnych materiałów. Badania tych materiałów prowadzone są głównie w zakresie określenia właściwości fizyko-mechanicznych oraz wybranych właściwości technologicznych [2, 3].

O możliwości wykorzystania wyników badań decyduje przede wszystkim cel i kierunek jaki przyświeca naukowcom w czasie ich planowania. Zaznaczają się tu wyraźnie dwie tendencje. Pierwsza z nich – typowo mechaniczna – pozwala na określenie granicznych wartości wybranych cech fizycznych i przedziału ich zmienności pod kątem projektowania wszystkich ogniw procesu technologicznego, w którym pozyskiwany i przetwarzany jest materiał roślinny. Druga kładzie nacisk na określenie cech jakościowych wymienionych materiałów. Dzięki temu można bowiem wnioskować zarówno o prawidłowości przebiegu procesu jak i o jakości materiału i uzyskiwanego produktu.

Wobec olbrzymiej konkurencji na rynku żywności szczególnie ważny jest ostatni z wymienionych kierunków. Producentom zależy bowiem coraz bardziej na uzyskiwaniu wyrobu wysokiej jakości – przy równoczesnej minimalizacji kosztów wytwarzania – gdyż jest to niejednokrotnie jedyna droga prowadząca do znalezienia rynków zbytu. Takie możliwości daje wykorzystanie wiedzy na temat przetwarzanych materiałów i procesów technologicznych poprzez zastosowanie jej w automatyzacji produkcji. Tak więc badania agrofizyczne materiałów roślinnych powinny skupić się na ocenie zmian wielu cech tych materiałów na wszystkich etapach ich pozyskiwania i przetwarzania.

Badania agrofizyczne materiałów roślinnych są znacznie utrudnione poprzez dużą liczbę czynników wpływających na mierzone wielkości co jest efektem specyficznej budowy anatomiczno-morfologicznej tych materiałów. Budowa ta sprawia, że w porównaniu z klasycznymi materiałami konstrukcyjnymi występuje duża zmienność mierzonych wielkości. Dodatkowo, między wieloma czynnikami często występuje interakcja, co powoduje iż przy opisie omawianych materiałów należy mówić raczej o macierzy danych niż oddzielnych ich zbiorach.

Powyższą sytuację ilustruje Rys.1, na którym poglądowo przedstawiono najważniejsze z właściwości materiałów roślinnych i możliwości wykorzystania wyników pomiarów.

Zgromadzone dane są podstawą analiz i obliczeń prowadzących do uzyskania informacji umożliwiających:

- Określenie wartości obciążeń roboczych – jest to problem ważny z punktu widzenia praktyki inżynierskiej, w której niezbędna jest wiedza na temat wielkości sił działających na elementy konstrukcji. Pozwala ona na przepro-

wadzenie obliczeń wytrzymałościowych i wykonanie bilansu mocy instalowanych maszyn i urządzeń.

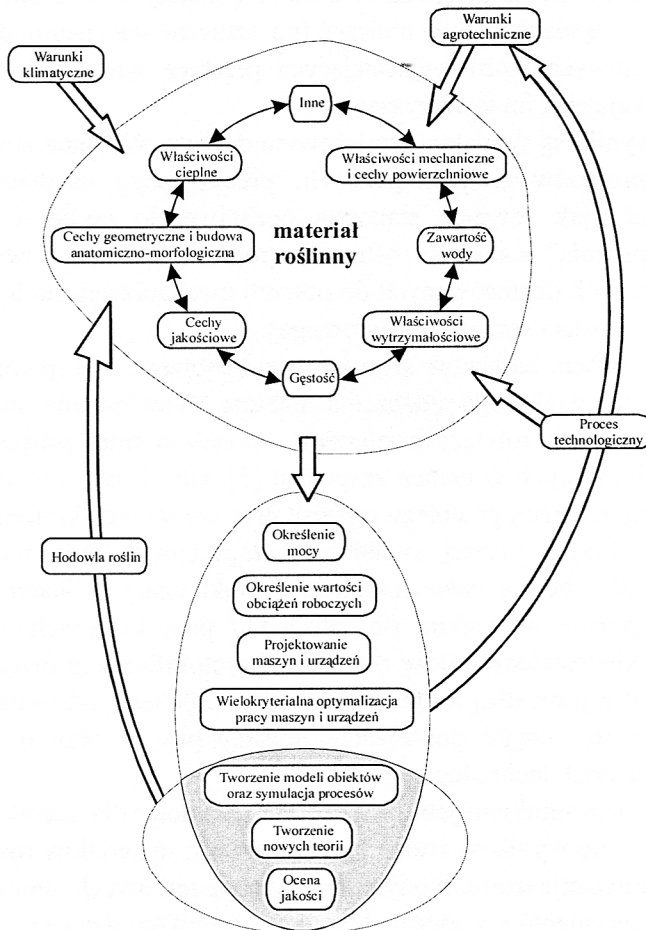
- Przeprowadzenie wielokryterialnej optymalizacji pracy maszyn i urządzeń, w której - obok wielu czynników, najczęściej natury ekonomicznej – uwzględniona jest również jakość uzyskiwanego produktu [4]. Przykładem są próby optymalizacji zbioru kombajnowego, w której obok strat ilościowych jako dodatkowe kryterium uwzględniane są również straty jakościowe powstające na skutek uszkodzenia nasion.
- Przyspieszenie obliczeń dzięki zastosowaniu symulacji komputerowej, w której wykorzystane są różne metody obliczeń (np. sztuczne sieci neuronowe).
- Tworzenie nowych teorii wyjaśniających przebieg wielu procesów technologicznych i zjawisk im towarzyszących.

Uzyskane wyniki są sygnałem wyjściowym do wprowadzania zmian zarówno w przebiegu procesów technologicznych, precyzyjnego ustalenia wymagań agrotechnicznych, jak również stanowią podstawę do podjęcia poszukiwań sposobów „ulepszenia” materiału roślinnego poprzez hodowlę nowych odmian, o wybranych cechach dostosowanych do potrzeb mechanizacji (na Rys.1 drogi te zaznaczone są w postaci sprzężenia zwrotnego).

W ostatnich latach, na skutek szerokiego zastosowaniem wspomaganie komputerowego coraz większego znaczenia nabiera modelowanie matematyczne elementów i zespołów roboczych maszyn i urządzeń oraz procesów technologicznych realizowanych w tychże zespołach [5]. Umożliwia ono szybkie przeprowadzenie optymalizacji przebiegu procesu przy wybranych kryteriach optymalizacyjnych na drodze czystej symulacji komputerowej. Nie można jednak zapominać, że „dobroć”, a zatem możliwość praktycznej aplikacji uzyskanych modeli zależy przede wszystkim od informacji pozyskiwanych w badaniach empirycznych. Niedostateczna ilość oraz jakość tych informacji owocuje uzyskaniem modeli, które prowadzą do błędnych ocen i błędnego wnioskowania. Tak więc, niezbędne jest ciągle poszerzanie podstawowej wiedzy o materiałach, maszynach i procesach technologicznych.

Podstawowym warunkiem jaki musi zostać spełniony dla szerokiego praktycznego zastosowania wyników badań agrofizycznych materiałów roślinnych jest stosowanie metodycznie uzasadnionych procedur pomiarowych, umożliwiających planowanie eksperymentów z uwzględnieniem czynników determinujących dane zjawisko oraz gwarantujących powtarzalność uzyskanych wyników. Jest to problem złożony i wymagający współpracy wielu jednostek naukowych. Materiały roślinne należy zaliczyć do ośrodków nieciągłych, rozproszonych,

niejednorodnych, o anizotropowej, porowato-włóknistej strukturze tworzących ją składników, i o ile fizyka ośrodków ciągłych jest stosunkowo dobrze rozwinięta o tyle fizyka tego typu materiałów pozostawia wiele do życzenia. Stąd też, trwają ciągłe poszukiwania mające na celu utworzenie spójnego modelu materiału roślinnego. W chwili obecnej większość prowadzonych badań bazuje jednak na modelu ośrodka ciągłego idealnie sprężystego lub plastycznego i jak stwierdza Kośmicki „... brak ugruntowanej wiedzy wyjściowej powoduje daleko idące uproszczenia i dyskretnie pomijanie stawiania niewygodnych pytań” [2].



Rys. 1. Badania agrofizyczne materiałów roślinnych.

Fig. 1. Agricultural physics research of plant materials.

Analizując obszar badań agrofizycznych dotyczących materiałów roślinnych nietrudno zaobserwować, że istnieje duża liczba różnych metod i sposobów pomiaru tych samych wielkości fizycznych. Jest to niewątpliwie wynikiem złożoności procesów zachodzących w tego typu materiałach. Ten specyficzny agrofizyczny warsztat badawczy - niezbędny do rozwoju nowoczesnej, zrównoważonej produkcji rolno-spożywczej - poprzez dużą różnorodność wykorzystywanych środków technicznych oraz ich elementów jest przeszkodą przy działaniach technicznych, to znaczy takich, które oparte są na wiedzy o sposobach operowania materia [6].

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenie, należy uznać, że standaryzacja jest nieodzownym elementem współczesnych, nowoczesnych technik badawczych. Jest ona również przejawem prawa ograniczonego zróżnicowania - bowiem różnorodność, która jest koniecznym warunkiem istnienia jedności złożonego działania środków technicznych (aparatura pomiarowa) i sposobów ich działania, powinna mieć swoje granice. Mnożenie różnic między metodami pomiaru danej wielkości fizycznej nie powoduje zwiększenia skuteczności i dokładności prowadzonych badań, a więc nie jest uzasadnione technicznie. Im powszechniejsze jest wykorzystywanie uzyskiwanych poprzez pomiar informacji tym większe znaczenie ma wspomniane prawo ograniczonego zróżnicowania.

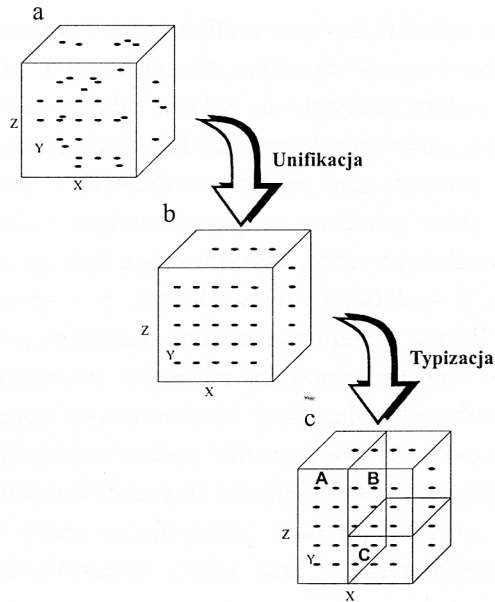
W przypadku materiałów konstrukcyjnych standaryzacja jest daleko posunięta. Obowiązują liczne normy i zalecenia ujednolicające procedury przeprowadzenia pomiaru danej wielkości fizycznej. W ramach tych procedur, w zależności od rodzaju badanego materiału, ustalone są nie tylko rodzaje urządzeń pomiarowych ale i określony precyzyjnie sposób przygotowania próbki. Wzorując się na tych osiągnięciach i uznając konieczność dokonania standaryzacji metod pomiarowych, w ostatnich latach coraz większą uwagę poświęca się ujednoliceniu sposobów pomiaru różnych właściwości fizycznych materiałów roślinnych. Świadczą o tym między innymi wytyczne zawarte w Standards of the ASAE; wprowadzony przez ASTM standard wyznaczania właściwości materiałów sypkich; procedury pomiarowe ISO 11697: 1995(E) dotyczące projektowania silosów na materiały sypkie; oraz oferta firm Jenike and Johanson Inc. oraz JR Johanson Inc., których założycielami są specjaliści najwyższego światowego poziomu [7]. Należy więc również w Polsce podjąć starania prowadzące do ujednolicenia stosowanych metod pomiarowych.

Prawidłowo przeprowadzony proces standaryzacji metod badań fizycznych właściwości materiałów roślinnych powinien przebiegać w trzech etapach:

Należy podkreślić, że mimo iż zarówno unifikacja jak i typizacja występują w fazie standaryzacji, który nazwano teoretycznym, tym niemniej w ich efekcie uzyskujemy wyniki praktyczne o dużym znaczeniu nie tylko w zakresie badań podstawowych ale i projektowania, wytwarzania i eksploatacji środków technicznych.

Opisany proces standaryzacji można przedstawić w postaci grafu (Rys. 1). Nieuporządkowany zbiór punktów w przestrzennym układzie współrzędnych prezentuje cechy charakterystyczne, którymi mogą być np. x – rodzaj mierzonej wielkości fizycznej, y – definicja tej wielkości, z – sposób przeprowadzenia pomiaru (Rys.1a). Wynik przeprowadzonego uporządkowania i ograniczenia prezentuje Rys.1b – rodzaje mierzonej wielkości fizycznej zostały powiązane z ich definicją i sposobem pomiaru przy równoczesnym ograniczeniu liczby tych ostatnich. Na Rys.1c przedstawiono rezultat podziału zbioru na trzy podzbiory A, B, C, które symbolizują wybrane wielkości fizyczne. Każdemu z elementów tych podzbiorów można przyporządkować szczegółowe cechy takie jak: definicja, sposób przeprowadzenia pomiaru oraz zakres stosowalności i sposób przygotowania próbki.

Opracowane w ten sposób standardy pełnią dwojakie zadanie. Dają możliwość szerszego wykorzystania wyników wielu prowadzonych badań podstawowych w projektowaniu maszyn, urządzeń i w modelowaniu przebiegu procesów technologicznych; oraz ułatwiają porozumiewanie się. Istniejąca bowiem w chwili obecnej duża różnorodność stosowanych definicji, oznaczeń i wskaźników utrudnia w sposób zdecydowany możliwość komunikacji - porównywania i wykorzystywania wyników pomiarów. Jednym z podstawowych warunków komunikatywności jest pełne zastosowanie prawa ograniczonego zróżnicowania, a więc zmniejszenie i ściśle zdefiniowanie kategorii pojęciowych. Powinno to w efekcie zaowocować pełniejszym dopracowaniem teorii dotyczących modelu ośrodka roślinnego. Należy więc dążyć w chwili obecnej do utworzenia standardów pomiarów podstawowych wielkości fizycznych omawianych materiałów - a więc ich uporządkowania i prawdopodobnego ograniczenia zgodnego z przedstawionymi powyżej zasadami.



Rys. 2. Model procesu unifikacji i typizacji.

Fig. 2. The model of unification and typification process.

PIŚMIENNICTWO

1. **Haman J.:** Aktualne kierunki i potrzeby badań agrofizycznych. II Zjazd PTA, Referaty i doniesienia, Lublin, 19-24, 2000.
2. **Kośmicki Z.:** Badania fizykomechanicznych cech roślin dla potrzeb projektowania maszyn rolniczych i analiz konstrukcji. *Prace PIMR*, 2/95, 4-7, 1995.
3. **Kośmicki Z., Kęska W., Feder S.:** Informatyzacja i badania empiryczne w procesie projektowania maszyn rolniczych. *Prace PIMR*, 4/99, 17-19, 1999.
4. **Kusz A., Banach M.:** Systemy zarządzania jakością w produkcji żywności. *Inżynieria Rolnicza*, 1998/5, 279-285, 1998.
5. **Michalak D.:** Modelowe badania wytrzymałościowe ziaren zbóż na użytek projektowania maszyn rolniczych. *Prace PIMR*, 3/95, 17-20, 1995.
6. **Ślipek Z., Frączek J., Horabik J., Kaczorowski J., Molenda M.:** Przegląd aktualnych metod wyznaczania standardowych charakterystyk mechanicznych i parametrów technologicznych materiałów ziarnistych. *Zesz. Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*, 385, 5-18, 2001.
7. **Ślipek Z., Kaczorowski J., Frączek J.:** Analiza teoretyczno-doświadczalna tarcia materiałów roślinnych. PTIR, Kraków, 1999.

- **faza wstępna** – obejmuje proces porządkowania zbioru właściwości fizycznych obiektów, które znajdują się w polu widzenia standaryzacji oraz ograniczenia ich różnorodności z niezbędnym uwzględnieniem istniejących standardów i zaleceń opracowanych przez międzynarodowe instytucje takie jak np. ISO, ASAE, ASTM czy ANSI.
- **faza działań teoretycznych** – obejmuje całokształt zagadnień związanych z:
 - ujednoznacznianiem – czyli precyzowaniem pojęć oraz przyporządkowaniem im pewnych symboli. Proces ten jest niezbędny dla umożliwienia porozumienia i wymiany informacji bez konieczności każdorazowej interpretacji pojęcia danej właściwości,
 - ujednocinaniem (unifikacją) - polegającym na eliminacji nieistotnych różnic między metodami pomiaru obejmującymi wybrane właściwości fizycznymi,
 - upraszczaniem - czyli zabiegiem zmniejszającym złożoność ujednocinonych metod pomiarowych,
 - typizacją - której celem jest zrealizowanie zasady jednoznaczności, która jest podstawą porozumienia. W efekcie prowadzi to do wzajemnej komunikacji bez konieczności interpretacji środków służących do opisu właściwości fizycznych badanych obiektów.

Myślą przewodnią działań prowadzonych w tej fazie jest realizacja kryterium minimalnego łącznego niedostatku. A zatem konieczne i uzasadnione jest upraszczanie i eliminacja nieistotnych różnic między poszczególnymi pojęciami, ich oznaczeniami oraz metodami badawczymi ale tylko w takim zakresie, który pozwoli na spełnienie dwóch podstawowych kryteriów: kryterium powiązania i kryterium powtarzalności.

- **faza działań praktycznych** – polega na wyborze metod i sposobów pomiaru ustalonych właściwości fizycznych na bazie przeprowadzonych badań porównawczych.
- **faza końcowa** – ostateczne ustalenie oznaczeń, jednostek, zakresów pomiarowych, oraz warunków przeprowadzenia pomiarów przy wykorzystaniu wybranych metod.

Unifikacja polega na ograniczeniu i porządkowaniu w pewnym sensie przypadkowego zbioru wielkości według przyjętych reguł umożliwiających utworzenie układu wielkości. Typizacja zaś, polega na wprowadzeniu do tak zunifikowanego układu pewnych relacji pozwalających na utworzenie podzbiorów.

STANDARIZATION OF MEASUREMENTS OF PLANT MATERIALS PHYSICAL PROPERTIES

Z. Ślipek¹, J. Frączek¹, J. Horabik², J. Kaczorowski¹, M. Molenda²

¹Department of Machine Design, University of Agriculture

Balicka 104, 30-149 Kraków

e-mail: francik@tier.ar.krakow.pl

²Institute of Agrophysics PAS, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

Summary. Standardization is an essential element of current modern research techniques. However, analyzing the whole range of agrophysics research of plant materials it is easy to observe that there is a great number of different methods and ways of measuring the same physical quantities, and, thus, there is a lack of standard, generally recognized measurement procedures. Undoubtedly, this results from the complexity of processes taking place in this type of materials. As a result of excessive diversity of methods in use, this specific approach to research - in the area indispensable to the development of modern, balanced agricultural and food production - becomes a hindrance for technological operations that is the operations which are based on the knowledge and methods of using the matter. The paper presents conditions regarding the issue of standardizing the methods of measuring physical properties of plant materials.

Key words: agrophysics, standards, the methods of measuring, plant materials.