

Agnieszka Kamińska *, Dariusz Andrejko **

*Katedra Zastosowań Matematyki,

**Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
Akademia Rolnicza w Lublinie

ZASTOSOWANIE ANALIZY SKŁADOWYCH GŁÓWNYCH W BADANIU WPLYWU NAWILŻANIA NASION ŁUBINU ŻÓLTEGO ODMIANY RADAMES NA ICH WIELKOŚĆ

Streszczenie

W pracy zastosowano wielowymiarową metodę statystyczną - analizę składowych głównych (PCA) w celu nadania znaczenia pojęciu „wielkość” nasiona. Wyodrębniono jeden czynnik generujący jednocześnie wszystkie trzy wymiary geometryczne nasiona (długość, szerokość i grubość). Zależność funkcyjną między wilgotnością a otrzymaną składową główną opisano równaniem regresji.

Słowa kluczowe: metoda składowych głównych, analiza regresji, łubin, wymiary geometryczne nasion

Wstęp

We wszystkich pracach eksperymentalnych ale i procesach przemysłowych niezwykle ważne jest uwzględnienie zmienności cech materiału w powiązaniu z jego wilgotnością. Wzrost wilgotności jest czynnikiem bardzo silnie oddziaływującym na właściwości fizyczne surowców biologicznych, w tym także nasion łubinu [Grochowicz i in. 1995]. Jedną z tych ważnych grup są cechy geometryczne określające wymiary i kształt nasion, które muszą być uwzględniane przy projektowaniu wielu procesów technologicznych.

Pochłanianie wody przez nasiona powoduje zwiększenie ich wymiarów, czyli pęcznienie. Zarówno wartości jak i dynamika tych wzrostów są odmienne w różnych płaszczyznach nasion.

Dla prawidłowego wnioskowania należy więc zastosować właściwe metody badawcze uwzględniając występujące silne korelacje między cechami. W pogłębionej merytorycznej analizie danych wielocechowych skorelowanych ze sobą jest pomocne wykorzystanie wielowymiarowej metody statystycznej zwanej analizą składowych głównych (PCA).

Cel i zakres pracy

Celem badań było określenie wpływu nawilżania nasion łubinu żółtego odmiany Radames na jego wymiary poprzez zastosowanie:

- metody składowych głównych w celu wyodrębnienia składowej warunkującej wszystkie trzy wymiary geometryczne nasion
- analizy regresji w celu opisanego zależności między wilgotnością a otrzymaną składową.

Materiał i metody badań

Materiał

Materiał do badań stanowiły nasiona łubinu żółtego odmiany Radames. Jednolite odmianowo nasiona pochodziły ze zbiorów w 2004 roku. Podstawowe właściwości fizyczne nasion oraz skład chemiczny liścieni i okryw nasiennych przedstawiono w tab. 1, 2.

Tabela 1. Właściwości fizyczne nasion łubinu żółtego odmiany Radames
Table 1. Physical properties of yellow lupine seeds, Radames variety

Wilgotność [%]	Gęstość usypowa [kg·m ⁻³]	Gęstość utrzęsiona [kg·m ⁻³]	Kąt zsypania [°]
11,7	761,6	809,6	14,4

Tabela 2. Skład chemiczny nasion łubinu żółtego odmiany Radames
Table 2. Chemical composition of yellow lupine seeds, Radames variety

Białko, %		Tłuszcz, %		Włókno, %	
Liścienie	Okrywy	Liścienie	Okrywy	Liścienie	Okrywy
52,79	4,79	6,96	0,56	1,90	11,00

Nawilżanie nasion

Nasiona łubinu (wilgotność nasion przed nawilżaniem wynosiła 11,7%) nawilżano metodą zanurzeniową. Próbki 1000 gramowe zanurzano w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C. W trakcie procesu, w określonych odstępach czasu (0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 24,0 i 48,0 h), pobierano 50 gramowe naważki, osuszano na bibule i oznaczano właściwości fizyczne.

Właściwości fizyczne

Oznaczano następujące właściwości fizyczne:

- wilgotność, PN-86/A-74011,
- wymiary geometryczne. Pomiary przeprowadzono dla 30 losowo wybranych nasion, wykorzystując komputerowy system analizy obrazu SVISTMET [Grochowicz i in. 1995].

–

Wyniki badań*Analiza składowych głównych*

Analiza składowych głównych jest statystyczną metodą wielowymiarową, której celem jest redukcja zbioru zmiennych opisujących dane zjawisko lub proces przy jak najmniejszej utracie informacji. Jej opis można znaleźć w wielu pozycjach [Krzyśko 2000; Morrison 1990 i Narayan, Giri 1996]. Zastosowanie metody PCA do tego typu badań, gdzie materiałem były ziarna jęczmienia zaprezentowano w pracy Wesołowskiej i in. [2003].

Wyniki

Opracowanie statystyczne danych doświadczalnych wykonano przy użyciu pakietu Statistica 6.0. Charakterystykę statystyczną badanych cech geometrycznych nasion łubinu przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Charakterystyka statystyczna rozpatrywanych cech geometrycznych nasion łubinu

Table 3. Static characteristics of discussed geometric features of lupine seeds

Cechy	Wartość średnia \pm S.D.	Współczynnik zmienności [%]
długość	9.775 \pm 1.259	12.9
szerokość	8.282 \pm 1.178	14.2
grubość	5.340 \pm 0.468	8.8

Stwierdzono istotne korelacje pomiędzy badanymi cechami ($\alpha = 0,05$). W Tabeli 4. przedstawiono współczynniki korelacji prostej między cechami geometrycznymi nasion. Najwyższa korelacja wystąpiła między długością a szerokością nasion. Natomiast nieco słabsze oddziaływanie stwierdzono między grubością a pozostałymi cechami.

Tabela 4. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy wymiarami geometrycznymi nasion

Table 4. Coefficients of straight line correlation between geometrical dimensions of seeds

cecha	długość	szerokość	grubość
długość	1		
szerokość	0.91	1	
grubość	0.77	0.75	1

Wyniki analizy składowych głównych (PCA) przedstawiono w Tabelach 5-6. W Tabeli 5 przedstawiono udział poszczególnych składowych w wyjaśnianiu całkowitej wariacji cech. Stwierdzono, iż prawie 87% całkowitej zmienności trzech pojedynczych cech geometrycznych ziarna można wyjaśnić przez jedną składową główną Z_1 . Druga z kolei wyodrębniona składowa Z_2 wyjaśniała już niewiele ponad 10%, a trzecia Z_3 zaledwie 2,85%.

Tabela 5. Udział poszczególnych składowych w wyjaśnianiu całkowitej wariacji cech

Table 5. Share of particular components in explication of total variance of features

Składowa główna	Wartość własna	% wariacji całkowitej	Skumulowana wartość własna	Skumulowana wariacja %
Z_1	2,605	86,858	2,605	86,858
Z_2	0,308	10,288	2,914	97,146
Z_3	0,085	2,853	3,00	100,000

W Tabeli 6 przedstawiono wartości współczynników korelacji prostej między wymiarami geometrycznymi nasion a pierwszą składową główną Z_1 . Otrzymane ładunki czynnikowe dla składowej Z_1 wskazują na jej silne powiązanie ze wszystkimi cechami geometrycznymi nasion. Oznacza to, iż wszystkie trzy wymiary miały bardzo duży wpływ na wartości składowej Z_1 .

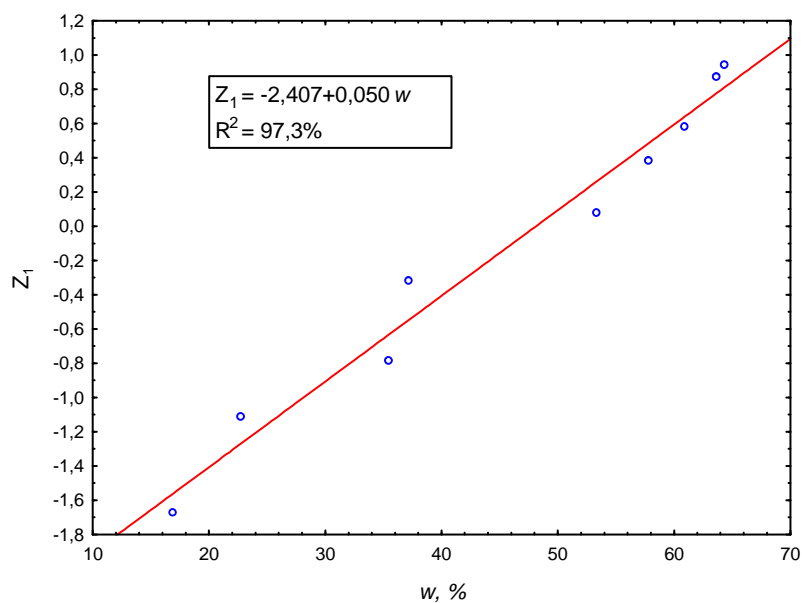
Tabela 6. Ładunki czynnikowe dla pierwszej składowej głównej
 Table 6. Factor loads for the first principal component

Cecha	Składowa Z_1
wysokość	0,958
szerokość	0,951
długość	0,886

Zależność funkcyjną między wilgotnością a otrzymaną składową główną Z_1 opisano równaniem regresji liniowej (rys. 1). Równanie opisujące tę zależność przyjęło postać

$$Z_1 = -2.407 + 0.05w.$$

O bardzo dobrym dopasowaniu modelu do danych eksperymentalnych świadczy duża wartość współczynnika determinacji R^2 wskazująca, iż prawie 98% wariacji wyników wyjaśnia zaproponowany model.



Rys. 1. Równanie regresji opisujące zależność między składową główną Z_1 a wilgotnością nasion w

Fig. 1. Regression equation that describes the relation between the principal component Z_1 and seed moistness w

Wnioski

Przeprowadzona analiza statystyczna pozwoliła na wysunięcie następujących wniosków:

1. Analiza składowych głównych pozwoliła na wyodrębnienie jednego czynnika wspólnego warunkującego jednocześnie wszystkie trzy cechy geometryczne nasion łubinu, wyjaśniającego prawie 87% zmienności tych cech.
2. Liniowa funkcja regresji z dokładnością powyżej 97% opisuje zależność między otrzymaną składową główną a wilgotnością nasion.

Bibliografia

Grochowicz J. i in. 1995. Badania fizycznych właściwości nasion łubinów jako podstawy ich obłuskiwania i uzdatniania na cele paszowe. Sprawozdanie z projektu badawczego S 306 014 05, AR Lublin.

Krzyśko K. 2000. Wielowymiarowa analiza statystyczna. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.

Morrison D.F. 1990. Wielowymiarowa analiza statystyczna, PWN, Warszawa. 393-441.

Narayan C. Giri. 1996. Multivariate statistical analysis. New York, Marcel Dekker, Inc. 332-348.

Wesołowska M., Kamińska A., Łysiak G. 2003. Zastosowanie metod statystycznych w badaniu wpływu wilgotności ziarna jęczmienia na jego wielkość. *Inżynieria Rolnicza* 7(49). 221-226.

APPLICATION OF AN ANALYSIS OF MAIN COMPONENTS IN A RESEARCH OF THE INFLUENCE OF MOISTENING OF YELLOW LUPIN SEEDS OF RADAMES VARIETY ON THEIR SIZE

Summary

A multidimensional statistic method: principal component analysis (PCA) was applied in the study to give significance to the motion – seed size. One factor which at the same time generates all three geometrical dimensions of a seed (length, width and thickness) was separated. Functional relation between moistness and obtained principal component was described with a regression equation.

Key words: principal components method, regression analysis, lupine, geometrical seed dimensions