

## ANALIZA ZMIENNOŚCI I KORELACJI WYBRANYCH CECH FIZYCZNYCH NASION OLSZY CZARNEJ

Zdzisław Kaliniewicz, Adrian Trojanowski

*Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

**Streszczenie.** Dokonano pomiarów prędkości krytycznej unoszenia, grubości, szerokości, długości, kąta tarcia ślizgowego i masy oraz wyznaczono współczynniki sferyczności nasion olszy czarnej, zebranych z 3 różnowiekowych drzewostanów nasiennych. Do opisu i analizy cech wykorzystano analizę wariancji z klasyfikacją pojedynczą, korelację oraz regresję jednej zmiennej i wielu zmiennych.

**Słowa kluczowe:** olsza czarna, nasiona, cechy fizyczne, współzależności

### Wykaz oznaczeń:

$K_w, K_m$	– współczynniki sferyczności nasion,
$m$	– masa nasion [mg],
$S$	– odchylenie standardowe cechy,
$T, W, L$	– grubość, szerokość i długość nasion [mm],
$w$	– wiek drzew matecznych [lata],
$v$	– prędkość krytyczna unoszenia nasion [ $m \cdot s^{-1}$ ],
$V_s$	– współczynnik zmienności cechy [%],
$x$	– wartość średnia cechy,
$x_{max}$	– maksymalna wartość cechy,
$x_{min}$	– minimalna wartość cechy,
$\gamma$	– kąt tarcia ślizgowego nasion [stopień].

### Wstęp i cel pracy

W Europie występują tylko 3 dziko rosnące gatunki olszy; dwa drzewiaste – olsza czarna oraz olsza szara i jeden krzewiasty – olsza zielona. Obu gatunków drzewiastych olsz używa się jako domieszki pielęgnacyjnej i fitomelioracyjnej w uprawach sosnowych (przede wszystkim ze względu na wzbogacanie gleby w azot), a także do rekultywacji zniszczonych gleb [Murat 2002].

Materiał nasienny olszy czarnej można pozyskiwać z drzew już w wieku ok. 20 lat, o ile są odosobnione i dobrze nasłonecznione. W zwartym drzewostanie olsza może zacząć obradzać w wieku około 30 lat. Drzewa mogą wytwarzać nasiona corocznie, lecz lata uro-

dzaju przypadają raz na 2÷3 lata [Suszka i in. 2000]. Szyszeczki zrywa się z drzew stojących albo niedawno ściętych w listopadzie lub grudniu i gromadzi w dobrze wentylowanym pomieszczeniu, gdzie w temperaturze otoczenia otwierają się w ciągu kilku tygodni. W celu przyspieszenia procesu można wykorzystać wyluszcarkę szyszek drzew iglastych, poddając szyszeczki temperaturze 27-38°C. Orzeszki z szyszek pozyskuje się przez ich mieszanie w obracającym się sortowniku rotacyjnym [Murat 2002]. Przy długotrwałym przechowywaniu nasion ich wilgotność powinna być obniżona do poziomu 3,5% [Aniśko i in. 2006].

W procesach czyszczenia i sortowania nasion olszy czarnej stosuje się przede wszystkim przesiewacze, separatory pneumatyczne i będące ich kombinacją maszyny złożone [Suszka i in. 2000]. W praktyce ich parametry na ogół dobiera się intuicyjnie przez przeprowadzenie kilku prób czyszczenia. Aby właściwie zaplanować proces czyszczenia należy poznać cechy fizyczne obrabianego materiału oraz występujące między nimi współzależności [Grochowicz 1994]. W dostępnej literaturze, jak do tej pory, brakuje wyczerpujących informacji na ten temat.

Celem pracy było określenie podstawowych cech rozdzielczych (prędkości krytycznej unoszenia, wymiarów, kąta tarcia ślizgowego i masy) nasion olszy czarnej oraz wyznaczenie korelacji i współzależności między tymi cechami w aspekcie projektowania procesów ich czyszczenia i sortowania.

## Metodyka

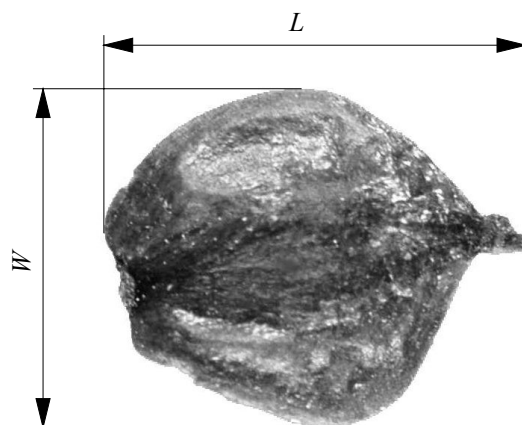
Materiał badawczy stanowiły nasiona olszy czarnej, pozyskane z 3 różnowiekowych drzewostanów kategorii „ze zidentyfikowanego źródła”, o następującej charakterystyce:

- nr rejestrowy – MP/1/43930/05, symbol regionu pochodzenia – 251, gmina, w którym leży obiekt – Barczewo, siedliskowy typ lasu – ols, wiek – 46 lat (oznaczenie – W-46).
- nr rejestrowy – MP/1/40942/05, symbol regionu pochodzenia – 402, gmina, w którym leży obiekt – Goworowo, siedliskowy typ lasu – ols jesionowy, wiek – 73 lata (oznaczenie – W-73).
- nr rejestrowy – MP/1/4559/06, symbol regionu pochodzenia – 205, gmina, w którym leży obiekt – Szczytno, siedliskowy typ lasu – ols, wiek – 106 lat (oznaczenie – W-106).

W celu wyznaczenia fizycznych cech nasion materiał rozsypano na blat stołu i podzielono go metodą „przez przepoławianie” [Załęski 1995] równomiernie na tyle części, aby ostatecznie w jednej próbce znalazło się ok. 120 nasion. W związku z powyższym liczebności próbek nie były jednakowe i wynosiły: W-46 – 123, W-73 – 128, W-106 – 117.

Na początku określono prędkość krytyczną unoszenia nasion za pomocą klasyfikatora pneumatycznego firmy Petkus, typu K-293, który umożliwiał jej wyznaczenie z dokładnością do  $0,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (dokładność odczytu natężenia strumienia powietrza –  $1 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ ). Dla usprawnienia dokonywania pomiarów tej cechy na początku nasiona podzielono na frakcje, zmieniając prędkość strumienia powietrza co  $0,55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , w wyniku czego uzyskano 5 frakcji dla każdej próby nasion. Następnie ustawiano prędkość strumienia powietrza w zakresie zmienności danej frakcji ze skokiem co  $0,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  i po kolei wprowadzano nasiona do pneumatycznego kanału klasyfikatora przy danej jego wartości. Nasiona opadające w stru-

mieniu powietrza powtórnie wracały do kanału, po ustawieniu wyższej jego prędkości. Nasionom uniesionym strumieniem powietrza przypisywano prędkość krytyczną środka przedziału aktualnej wartości strumienia powietrza i poprzednio ustawionej.



*Źródło: wykonanie własne*

Rys. 1. Długość  $L$  i szerokość  $W$  nasion olszy czarnej  
Fig. 1. Length  $L$  and width  $W$  of black alder seeds.

Jako długość  $L$  i szerokość  $W$  nasion przyjmowano wymiary przedstawione na rys. 1. Wymiary te, jak i grubość oraz kąt tarcia ślizgowego nasion wyznaczono zgodnie z metodą opisaną w pracy [Kaliniewicz i in. 2011]. Masę nasion odczytywano na wadze laboratoryjnej WAA 100/C/2 z dokładnością do 0,1 mg. Dla określania kształtu nasion obliczono współczynniki sferyczności według następujących zależności [Grochowicz 1994]:

$$K_m = \frac{W}{L}$$
$$K_w = \frac{T}{L}$$

Wyniki pomiarów i obliczeń opracowano przy użyciu programów „Winstat” i „Statistica”, wykorzystując ogólnie znane procedury statystyczne (analiza wariancji, analizę korelacji i regresji z procedurą krokowej eliminacji zmiennych niezależnych).

## Wyniki badań

Z tabeli 1 widać, że najwyższe wartości współczynnika zmienności danych cech odnotowano dla masy nasion od około 28 do ok. 39%. Dla pozostałych cech współczynnik zmienności przyjmuje wartość od ok. 11 do ok. 34%. Analizując wymiary nasion olszy czarnej widać, że ich grubość zawiera się w zakresie 0,38÷0,98 mm, szerokość –

1,01÷3,46 mm i długość – 1,97-4,27 mm. Wymiary nasion (przede wszystkim szerokość i długość) rosną wraz z wiekiem drzew matecznych. Tendencja ta dotyczy również masy nasion. Średnia wartość jest zbliżona do prezentowanej przez Aguinagalde i in. [2005].

Tabela 1. Parametry statystyczne rozkładów cech fizycznych i współczynników sferyczności nasion olszy czarnej

Table 1. Statistical parameters of the physical properties distribution and spherical coefficients of black alder seeds

Cecha fizyczna	$x_{min}$	$x_{max}$	$x$	$S$	$V_s$
W-46					
$v$	2,48	4,13	3,45 <sup>A</sup>	0,502	14,55
$T$	0,44	0,90	0,64 <sup>B</sup>	0,089	13,88
$W$	1,30	3,24	2,18 <sup>B</sup>	0,364	16,67
$L$	2,12	3,95	2,89 <sup>B</sup>	0,311	10,75
$\gamma$	45	83	65,4 <sup>a</sup>	9,825	15,02
$m$	0,3	2,0	1,2 <sup>B</sup>	0,398	33,45
$K_m$	0,49	1,11	0,76 <sup>B</sup>	0,113	14,98
$K_w$	0,15	0,35	0,22 <sup>C</sup>	0,038	17,03
W-73					
$v$	1,93	4,13	3,27 <sup>B</sup>	0,534	16,34
$T$	0,51	0,98	0,75 <sup>A</sup>	0,136	18,28
$W$	1,01	3,46	2,37 <sup>A</sup>	0,424	17,86
$L$	1,97	4,27	2,96 <sup>B</sup>	0,448	15,15
$\gamma$	43	85	62,1 <sup>b</sup>	10,315	16,62
$m$	0,4	2,5	1,3 <sup>B</sup>	0,508	39,13
$K_m$	0,33	1,15	0,81 <sup>A</sup>	0,143	17,63
$K_w$	0,16	0,45	0,28 <sup>A</sup>	0,056	21,94
W-106					
$v$	2,48	4,68	3,51 <sup>A</sup>	0,463	13,20
$T$	0,38	0,98	0,74 <sup>A</sup>	0,100	13,56
$W$	1,62	3,31	2,42 <sup>A</sup>	0,312	12,88
$L$	2,42	4,09	3,12 <sup>A</sup>	0,345	11,07
$\gamma$	49	84	64,9 <sup>a</sup>	8,664	13,34
$m$	0,5	2,8	1,63 <sup>A</sup>	0,451	27,74
$K_m$	0,46	1,08	0,78 <sup>AB</sup>	0,102	13,10
$K_w$	0,12	0,37	0,24 <sup>B</sup>	0,039	16,41

A, B, C - różne litery oznaczają różnice statystycznie istotne na poziomie 0,01

a, b, c - różne litery oznaczają różnice statystycznie istotne na poziomie 0,05

Źródło: obliczenia własne

Podane w tabeli 1 współczynniki sferyczności zmieniały się w następującym zakresie:  $K_m$  – 0,33-1,15,  $K_w$  – 0,15-0,45. Wynika z tego, że grubość nasion była zdecydowanie mniejsza od dwóch pozostałych wymiarów, a w pewnych przypadkach ich długość była nieco mniejsza od szerokości.

Dla stwierdzenia istotności różnic między wartościami średnimi badanych cech przeprowadzono analizę wariancji z klasyfikacją pojedynczą. Jedynie dla współczynnika sferyczności  $K_w$  wszystkie średnie obiektowe istotnie się różnią. W pozostałych przypadkach różnice zaobserwowano tylko między niektórymi partiami nasion.

Ze względu na to, że cechy badanych partii nasion charakteryzowały się pewną zmiennością, to do dalszych badań statystycznych przyjęto kolejny parametr, tj. wiek drzew matecznych materiału nasiennego. W wyniku przeprowadzonej analizy korelacji prostoliniowej (tab. 2) stwierdzono, że wartość krytyczna jest przekroczona dla dużej liczby cech. Nie odnotowano istotnej korelacji między prędkością krytyczną unoszenia a wiekiem drzewostanu matecznego, szerokością nasion, długością nasion i współczynnikiem sferyczności  $K_m$ . Wiek drzewostanu w największym stopniu wpływa na masę nasion, a najwyższą wartość współczynnika korelacji pomiędzy cechami fizycznymi odnotowano dla masy i szerokości nasion olszy czarnej. Najmniej zależną cechą od pozostałych jest kąt tarcia ślizgowego nasion.

Tabela 2. Współczynniki korelacji prostoliniowej Pearsona między cechami fizycznymi oraz parametrami nasion olszy czarnej

Table 2. Coefficients of Pearson rectilinear correlation between physical properties and parameters of black alder seeds

Cecha	$w$	$v$	$T$	$W$	$L$	$\gamma$	$m$	$K_m$	$K_w$
$w$	1	0,06	0,32	0,25	0,24	-0,01	0,36	0,08	0,12
$v$		1	0,29	-0,08	-0,02	-0,12	0,51	-0,07	0,26
$T$			1	0,21	0,18	-0,15	0,46	0,08	0,75
$W$				1	0,45	0,03	0,52	0,68	-0,11
$L$					1	-0,05	0,51	-0,34	-0,50
$\gamma$						1	-0,08	0,06	-0,10
$m$							1	0,14	0,06
$K_m$								1	0,31
$K_w$									1

Wartość krytyczna współczynnika korelacji 0,10

*Źródło: obliczenia własne*

W kolejnym etapie badań przeprowadzono analizę regresji, ale w związku z uzyskaniem równań ze stosunkowo małym procentem wyjaśnionej zmienności (dla równań jednej zmiennej – do 31, a dla równań wielu zmiennych – do 51), których wykorzystanie przy planowaniu procesów rozdzielnicy byłoby bardzo ograniczone, wyników tej procedury nie zamieszczono w niniejszej pracy.

## Wnioski

1. Nasiona olszy czarnej z różnowiekowych drzewostanów nasiennych charakteryzują się podobnymi współczynnikami zmienności badanych cech fizycznych, przy czym najbardziej są one zróżnicowane pod względem masy.

2. Z wiekiem drzew matecznych wymiary i masa nasion z nich pozyskanych są coraz większe. Jednak wpływ wieku na te cechy nie jest na tyle duży, aby istniała potrzeba korygowania parametrów funkcjonowania maszyn czyszczących i sortujących.
3. Spośród badanych cech fizycznych nasion olszy czarnej najbardziej ze sobą są skorelowane szerokość i masa, a najmniej – prędkość krytyczna unoszenia i długość.

## Bibliografia

- Aguinagalde I., Hampe A., Mohanty A., Martin J.P., Duminil J., Petit R.J.** 2005. Effects of life-history traits and species distribution on genetic structure at maternally inherited markers in European trees and shrubs. *Journal of Biogeography*. Nr 32 s. 329-339.
- Aniśko E., Witowska O., Załęski A.** 2006. Wpływ warunków suszenia nasion brzozy brodawkowatej, olszy czarnej, sosny zwyczajnej i świerka pospolitego na ich żywotność. *Leśne Prace Badawcze*. Nr 2 s. 91-113.
- Grochowicz J.** 1994. *Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion*. Wyd. AR w Lublinie ISBN 83-901612-9-X.
- Kaliniewicz Z., Grabowski A., Liszewski A., Fura S.** 2011. Analysis of correlations between selected physical attributes of Scots pine seeds. *Technical Sciences*. Nr 14(1) s. 13-22.
- Murat E.** 2002. *Szczegółowa hodowla lasu*. Oficyna Edytorska „Wydawnictwo Świat”, Warszawa ISBN 83-85597-95-6.
- Suszka B., Muller C., Bonnet-Masimbert M.** 2000. *Nasiona leśnych drzew liściastych od zbioru do siewu*. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa-Poznań ISBN 83-01-13343-0.
- Załęski A.** 1995. *Nasiennictwo leśnych drzew i krzewów iglastych*. Oficyna Edytorska „Wydawnictwo Świat” Warszawa ISBN 83-85597-27-1.

## VARIABILITY ANALYSIS AND CORRELATION OF SELECTED PHYSICAL PROPERTIES OF BLACK ALDER SEEDS

**Abstract.** Measures of critical speed of lifting, thickness, width, length, sliding friction angle and mass were taken. Moreover, spherical coefficient of black alder seeds collected from three seed tree stands of different age was determined. The analysis of variance with single classification, correlation and regression of one variable and many variables was used for description and analysis.

**Key words:** black alder, seeds, physical properties, interdependence

### Adres do korespondencji:

Zdzisław Kaliniewicz; e-mail: arne@uwm.edu.pl  
Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
ul. Oczapowskiego 11  
10-719 Olsztyn