

PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE NASION ŁĘDŹWIANU  
SIEWNEGO (*LATHYRUS SATIVUS* L.)

*Stanisław Konopka<sup>1</sup>, Tomasz Jeliński<sup>2</sup>, Jadwiga Sadowska<sup>2</sup>,  
Wioletta Błaszczak<sup>2</sup>, Józef Fornal<sup>2</sup>, Wojciech Rybiński<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji, Wydział Nauk Technicznych,  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
ul. M. Oczapowskiego 11/9, 10-719 Olsztyn

<sup>2</sup>Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie, Oddział Nauki o Żywności,  
ul. J. Tuwima 10, 10-747 Olsztyn  
e-mail: t.jelinski@pan.olsztyn.pl

<sup>3</sup>Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu, ul. Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań

**Streszczenie.** W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań cech geometrycznych, masy nasion, prędkości krytycznej unoszenia nasion w pionowym strumieniu powietrza oraz kąta tarcia zewnętrznego 32 odmian i rodów łądźwianu siewnego pochodzących z różnych krajów europejskich. Określono różnice w wartościach analizowanych wyróżników dla poszczególnych odmian/rodów tych nasion, a także podjęto próbę uchwycenia zależności między nimi. Na podstawie przedstawionych wyników i ich statystycznej analizy stwierdzono, że między wartościami średnimi cech poszczególnych odmian/rodów nasion łądźwianu siewnego występują istotne różnice. Występowanie licznych grup jednorodnych świadczy o dużej zmienności losowej rejonizacji upraw, z których pochodziły próby.

**Słowa kluczowe:** łądźwian siewny, nasiona, właściwości geometryczne, właściwości aerodynamiczne, tarcie

WSTĘP

Ocena podstawowych właściwości fizycznych nasion stanowi integralną część prac dotyczących ich hodowli, uprawy, technologii magazynowania, czy też przetwarzania. Cechy te, bowiem, mogą się istotnie różnić w obrębie danego gatunku, a nawet odmiany. Wynika to przede wszystkim ze zróżnicowanej rejonizacji upraw, stosowania nowych metod i technik uprawy, nawożenia i ochrony ro-

ślin. Dlatego też informacje o zmienności zasadniczych cech fizycznych nasion stanowią cenne informacje dla hodowców na temat ich „dorodności” oraz dla mechanizatorów rolnictwa na temat technologii siewu, zbioru, obróbki pozbiorowej (czyszczenia, sortowania, rozdrabniania), transportu oraz konstrukcji i budowy obiektów magazynowych.

Nasiona łądzwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.) charakteryzują się z jednej strony wysoką zawartością i wartością biologiczną białek, z drugiej zaś obecnością substancji antyżywniowych uznanych za neurotoksyny ( $\beta$  ODAP). Choć główne obszary uprawy znajdują się w krajach azjatyckich (Indie, Chiny, Pakistan), coraz większe zainteresowanie budzi on również w krajach europejskich (Francja, Hiszpania, Niemcy, Włochy i Polska). Genetyczne prace zmierzają w kierunku wyhodowania rodów, bądź odmian, charakteryzujących się obniżoną zawartością neurotoksyn. Taka modyfikacja może powodować zmiany właściwości fizykochemicznych nasion, a co za tym idzie – konieczność zmian parametrów procesów technologicznych, w których surowcem jest łądzwian.

W niniejszej pracy przedstawiono charakterystykę podstawowych cech fizycznych różnych odmian (rodów) łądzwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.). Dla nasion określano:

- cechy geometryczne, tj. ich długość, szerokość i grubość - istotne w procesach separacji w urządzeniach zawierających sита lub w tryjerach;
- masę, charakteryzującą przede wszystkim dorodność nasion i dominującą cechą w tzw. hydroseparacji;
- prędkość krytyczną unoszenia w pionowym strumieniu powietrza, cechą istotną w procesach pneumatycznego rozdzielania (wstępnego czyszczenia lub czyszczenia w czyszczalniach złożonych) i transportu. Prędkość ta jest określana jako prędkość strumienia powietrza przepływającego przez pionowy kanał, w którym nasiona znajdują się w stanie równowagi względnej, tzn. „zawiesznie”;
- kąty (współczynniki) tarcia zewnętrznego dla najczęściej stosowanych materiałów konstrukcyjnych (stali, drewna, gum oraz PCV). Cecha ta określa wielkość tarcia między cząsteczką a materiałem konstrukcyjnym. Jest wykorzystywana głównie w procesach rozdzielania i transportu jako właściwość tarciowa.

Z uzyskanych wyników pomiarów wyliczono wartość średnią oraz odchylenie standardowe, stanowiące zasadniczą miarę rozrzutu wyników.

Celem pracy było określenie różnic pomiędzy wartościami średnimi danej cechy oraz korelacji analizowanych cech dla danej odmiany/rodu nasion łądzwianu siewnego.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły nasiona lędźwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.). W skład badanej próby wchodziło 30 rodów pochodzących z krajów europejskich (oznaczonych: FR – Francji; HI – Hiszpanii; NI – Niemiec oraz WL – Włoch) oraz dwie polskie odmiany Krab i Derek. Liczebność nasion objętych pomiarami była zróżnicowana dla poszczególnych zbiorów nasion i zawierała się w przedziale od 11 do 71. Przedmiotem badań było określenie dla poszczególnych nasion lędźwianu siewnego:

- podstawowych cech geometrycznych, tj. ich długości, szerokości i grubości,
- masy,
- prędkości krytycznej unoszenia w pionowym strumieniu powietrza,
- kątów (współczynników) tarcia zewnętrznego po: stali, drewnie, gumie oraz PCV.

Doświadczenia związane z określeniem cech geometrycznych nasion przeprowadzono przy użyciu warsztatowego mikroskopu typu MWM 2325, umożliwiającego wyznaczenie wymiarów obiektu w trzech wzajemnie prostopadłych płaszczyznach z dokładnością do 0,01 mm. Pomiary wykonywano zgodnie z metodyką opisaną w pracy (Konopka 1999). Wymiar najmniejszy określał grubość nasion, średni – szerokość, zaś największy – ich długość.

Masę poszczególnych nasion oznaczano na wadze typu WA-32 firmy ZMP w Gdańsku z dokładnością do 0,0001g.

Spośród cech aerodynamicznych mierzono prędkość krytyczną unoszenia nasion w pionowym strumieniu powietrza. Do doświadczeń wykorzystano laboratoryjny klasyfikator pneumatyczny typu K-239 firmy PETKUS (Choszcz i Wierzbiński 1994, Choszcz i in. 2002). Prędkość krytyczną określano dla każdego nasiona z dokładnością do  $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Do określenia kątów (współczynników) tarcia zewnętrznego po 4 rodzajach materiału, tj. stali o chropowatości powierzchni  $R_a = 2,81 \mu\text{m}$ , drewnie ( $R_a = 1,28 \mu\text{m}$ ), gumie bez osnowy ( $R_a = 0,46 \mu\text{m}$ ) oraz PCV ( $R_a = 0,04 \mu\text{m}$ ) wykorzystano stanowisko badawcze, które zostało szczegółowo opisane w pracy (Konopka, 2000). Chropowatość powierzchni poszczególnych materiałów wyznaczono profilografometrem HOMMEL WERKE T1000 zgodnie z PN-87/M-04251. Podłoża, wykonane z wymienionych materiałów, montowano wymiennie do ramienia równi. Wartość kąta tarcia zewnętrznego, tj. kąta pochylenia ramienia równi, przy którym nastąpi początek ruchu nasiona po podłożu, odczytywano na skali z dokładnością do  $0,5^\circ$ .

### Metody statystyczne

Wyniki badań opracowano statystycznie, przy wykorzystaniu pakietu programów STATISTICA PL (STATISTICA PL, 1997). Obliczenia przeprowadzono przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Stosowano następujące metody:

- Analizę wariancji (klasyfikacja pojedyncza), której celem było porównanie średnich wartości poszczególnych cech dla różnych zbiorów nasion lędźwianu siewnego. Weryfikowano więc następujące hipotezy zerowe  $H_0$ : wartości średnie danej cechy dla różnych zbiorów nie różnią się. W przypadku stwierdzenia statystycznie istotnych różnic pomiędzy analizowanymi wartościami średnimi utworzono, na podstawie testu Duncana, grupy jednorodne (Gawęcki i Wagner 1984, Greń 1984).
- Analizę korelacji, której celem było ustalenie „siły” i „charakteru” związku między mierzonymi cechami dla poszczególnych odmian/rodów nasion lędźwianu siewnego. Weryfikowano następujące hipotezy zerowe  $H_0$ : wartości współczynników korelacji między określonymi cechami dla danej odmiany/rodu nasion są równe zero.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

### Cechy geometryczne

Wartości średnie cech geometrycznych oraz wyniki ich porównań statystycznych dla analizowanych odmian/rodów nasion lędźwianu siewnego przedstawiono w tabeli 1.

Na podstawie porównań wartości średnich opisujących 3 podstawowe wymiary nasion można stwierdzić, że występują statystycznie istotne różnice w obrębie danej cechy. Wyróżniono po 15 (dla długości i szerokości) oraz 14 dla grubości nasion grup jednorodnych. Długość badanych odmian/rodów lędźwianu siewnego zmieniała się w zakresie od 5,86 do 14,32 mm, szerokość – od 5,47 do 12,93 mm, a grubość – od 4,59 do 6,27 mm. Najwyższą wartością średnią poszczególnych wymiarów charakteryzowały się nasiona rodu WL 4053 oraz WL 4055, zaś najmniejszymi – odmiany Derek i Krab.

### Masa

Wartości średnie wyników pomiarów masy poszczególnych odmian/rodów nasion lędźwianu siewnego i ich porównań statystycznych przedstawiono w tabeli 2.

Rezultaty analizy wariancji dla średnich mas poszczególnych odmian/rodów lędźwianu siewnego wskazują na znaczną dyspersję wartości tej cechy. Przeciętna masa analizowanych odmian/rodów lędźwianu siewnego zmieniała się w zakresie od 0,11 (dla odmiany Derek) do 0,57 g dla nasion rodu WL 4053. Najniższą masą charakteryzowały się nasiona odm. Derek oraz Krab (0,138 g), należące do dwóch grup jednorodnych. Najwyższą średnią masę miały nasiona z rodów oznaczonych jako WL 4055 (0,526 g) i WL 4053. Między wymienionymi partiami nasion z Włoch stwierdzono również statystycznie istotne różnice w wartościach mas.

**Tabela 1.** Wartości średnie parametrów charakteryzujących cechy geometryczne nasion lędźwianu siewnego oraz wyniki porównań wartości średnich

**Table 1.** Average values of parameters that characterize the geometric features of *Lathyrus sativus* seeds and the results of average values comparisons

Odmiana / Ród Variety / Line	Długość Length (mm)	Szerokość Width (mm)	Grubość Thickness (mm)
FR 1702	7,81 c ± 0,533	6,96 c,d ± 0,742	4,75 a,b ± 0,405
FR 1705	8,05 c ± 0,771	7,21 d ± 0,74	5,26 e,f,g ± 0,556
HI 1706	11,93 m ± 0,959	10,50 m ± 0,834	5,31 f,g,h ± 0,608
HI 4006	9,80 e,f,g ± 0,803	9,04 i,j ± 0,699	5,57 h,i,j ± 0,492
HI 4007	10,71 j,k,l ± 0,778	9,90 l ± 0,736	5,67 i,j,k ± 0,542
HI 4085	10,79 k,l ± 1,044	9,94 l ± 0,894	5,36 f,g,h ± 0,524
HI 456	10,37 h,i,j ± 0,754	9,77 l ± 0,672	5,42 f,g,h,i ± 0,527
NI 444	7,37 b ± 0,594	6,74 b,c ± 0,602	4,93 b,c,d ± 0,785
NI 462	8,05 c ± 0,672	7,52 e ± 0,531	4,88 b,c ± 0,441
WL 4050	12,12 m ± 1,562	10,02 l ± 0,885	4,93 b,c,d ± 0,95
WL 4051	12,86 n ± 1,239	11,49 n ± 0,877	6,07 m,n ± 0,55
WL 4052	10,45 i,j,k ± 0,944	9,17 i,j,k ± 0,568	5,96 k,l,m ± 0,842
WL 4053	14,25 o ± 1,344	12,93 o ± 1,203	6,21 n ± 0,803
WL 4054	10,10 g,h,i ± 0,975	9,31 j,k ± 1,023	5,46 g,h,i ± 0,411
WL 4055	14,32 o ± 1,129	12,67 o ± 1,038	6,27 n ± 0,584
WL 4056	9,74 e,f,g ± 0,811	8,84 h,i ± 0,769	5,83 k,l,m ± 0,623
WL 4061	9,49 e ± 0,714	8,59 g,h ± 0,682	5,76 j,k,l ± 0,681
WL 4063	9,66 e,f ± 0,576	9,08 i,j,k ± 0,587	5,47 g,h,i ± 0,473
WL 4064	10,22 h,i ± 0,952	9,41 k ± 0,699	5,89 k,l,m ± 0,676
WL 4065	9,53 e ± 0,819	8,68 h ± 0,576	5,48 g,h,i ± 0,897
WL 4068	10,10 g,h,i ± 0,83	9,38 k ± 0,828	5,17 d,e,f ± 0,509
WL 4069	9,70 e,f ± 1,017	9,14 i,j,k ± 1,185	5,38 f,g,h ± 0,558
WL 4070	10,01 f,g,h ± 0,945	9,33 j,k ± 0,889	5,52 g,h,i,j ± 0,521
WL 4071	8,59 d ± 0,884	7,91 f ± 0,689	5,00 b,c,d ± 0,506
WL 4074	10,88 l ± 1,088	9,96 l ± 1,035	5,88 k,l,m ± 0,643
WL 4075	10,89 l ± 0,668	9,99 l ± 0,498	5,49 g,h,i ± 0,493
WL 4078	13,99 o ± 0,758	12,63 o ± 0,679	5,46 g,h,i ± 0,724
WL 4079	11,78 m ± 1,096	10,60 m ± 0,746	5,27 e,f,g ± 0,569
WL 4081	9,67 e,f ± 0,871	8,36 g ± 0,481	5,03 c,d,e ± 0,539
WL 4082	9,76 e,f,g ± 0,763	9,01 i,j ± 0,634	5,52 g,h,i,j ± 0,662
Derek	5,86 a ± 0,496	5,47 a ± 0,407	4,63 a ± 0,326
Krab	7,05 b ± 0,714	6,50 b ± 0,68	4,59 a ± 0,428
Obliczona wartość statystyki (F) Calculated F value	295,04	174,02	30,33
Prawd. przekroczenia wartości (F) Probability of F value exceeding	0,000	0,000	0,002

Wartość średnia dla danej cechy, wyróżniona tą samą literą oznacza przynależność do tej samej grupy jednorodnej – Average value for the features, highlighted by the same letter, means belonging to the same homogeneous group.

**Tabela 2.** Wartości średnie masy nasion łądzwianu siewnego oraz wyniki porównań wartości średnich  
**Table 2.** Average values of mass of *Lathyrus sativus* seeds and the results of average values comparisons

Odmiana/ Ród – Variety / Line	Masa – Weight (g)
FR 1702	0,165 c,d ± 0,0305
FR 1705	0,1855 d,e ± 0,0385
HI 1706	0,3505 o ± 0,058
HI 4006	0,278 g,h,i ± 0,056
HI 4007	0,327 l,m,n,o ± 0,048
HI 4085	0,309 k,l ± 0,054
HI 456	0,306 j,k,l ± 0,049
NI 444	0,162 c ± 0,030
NI 462	0,185 d,e ± 0,037
WL 4050	0,315 l,m ± 0,099
WL 4051	0,449 p ± 0,074
WL 4052	0,333 m,n,o ± 0,069
WL 4053	0,570 t ± 0,117
WL 4054	0,284 h,i,j ± 0,050
WL 4055	0,526 s ± 0,079
WL 4056	0,267 f,g,h,i ± 0,048
WL 4061	0,259 f,g ± 0,039
WL 4063	0,280 g,h,i ± 0,035
WL 4064	0,305 j,k,l ± 0,046
WL 4065	0,256 f,g ± 0,035
WL 4068	0,275 g,h,i ± 0,049
WL 4069	0,266 f,g,h ± 0,064
WL 4070	0,291 i,j,k ± 0,076
WL 4071	0,199 e ± 0,038
WL 4074	0,341 n,o ± 0,071
WL 4075	0,318 l,m,n ± 0,037
WL 4078	0,476 r ± 0,060
WL 4079	0,346 o ± 0,056
WL 4081	0,245 f ± 0,039
WL 4082	0,278 g,h,i ± 0,038
Derek	0,109 a ± 0,0176
Krab	0,137 b ± 0,030
Obliczona wartość statystyki (F) Calculated F value	213,01
Prawd. przekroczenia wartości (F) Probability of F value exceeding	0,000

Wartość średnia, dla danej cechy odmian/rodów łądzwianu siewnego, wyróżniona tą samą literą oznacza przynależność do tej samej grupy jednorodnej – Average value for the features, highlighted by the same letter, means belonging to the same homogeneous group.

### **Prędkość krytyczna**

Wyniki pomiarów prędkości krytycznej unoszenia nasion lędźwianu siewnego w pionowym strumieniu powietrza oraz porównań statystycznych ich wartości średnich przedstawiono w tabeli 3.

Przeciętna wartość prędkości krytycznej poszczególnych odmian/rodów nasion lędźwianu siewnego kształtowała się w zakresie od 11,4 do 13,2 m·s<sup>-1</sup>. Najniższymi wartościami średnimi tego parametru, zmieniającymi się od 11,4 do 11,5 m·s<sup>-1</sup>, charakteryzowały się nasiona rodów oznaczonych jako: WL 4052, WL 4079, WL 4081, WL 4064 oraz WL 4068 – ta sama grupa jednorodna. Natomiast największą wartość średnią prędkości krytycznej miały nasiona z próby oznaczonej jako FR 1705.

### **Kąt (współczynnik) tarcia zewnętrznego**

Wartości średnie kąta tarcia zewnętrznego nasion po stali, drewnie, gumie i PCV oraz ich statystycznych porównań przedstawiono w tabeli 4.

Stwierdzono, że największa dyspersja wartości średnich kątów tarcia zewnętrznego, dla analizowanych odmian/rodów nasion lędźwianu siewnego, występuje w przypadku styku nasion z gumą – rozrzut wartości tej cechy wynosi 20,8°. Znacznie mniejszy rozrzut wartości średnich tego parametru odnotowano przy podłożach ze stali, drewna i PCV. Wynosił on odpowiednio: 10,8; 12,8 i 13,3°.

Maksymalne wartości średnie kątów tarcia zewnętrznego, istotne głównie z punktu widzenia konstrukcji przenośników, dla poszczególnych podłoży wynosiły:

- dla stali (34,2°) – WL 4050;
- dla drewna (37,2°) – WL 4079;
- dla gumy (50,4°) – HI 1706;
- dla PCV (35,7°) – WL 4050.

Minimalne wartości średnie tej cechy zarejestrowano dla następujących podłoży i odmian/rodów lędźwianu siewnego:

- dla stali – odm. Derek,
- dla drewna – WL 4051,
- dla gumy – odm. Derek,
- dla PCV – WL 4071.

**Tabela 3.** Zestawienie wartości średnich prędkości krytycznej unoszenia nasion łądzwianu siewnego oraz wyniki porównań wartości średnich

**Table 3.** Average values of parameters that characterize the critical speed of propagation of *Lathyrus sativus* seeds and the results of comparisons of average values

Odmiana/ Ród Variety / Line	Prędkość krytyczna unoszenia Critical speed of propagation (m·s <sup>-1</sup> )
FR 1702	12,2j,k,l,m ± 0,62
FR 1705	13,2p ± 0,66
HI 1706	12,1h,i,j,k ± 0,49
HI 4006	12,1i,j,k,l ± 0,45
HI 4007	12,6n ± 0,51
HI 4085	11,8d,e,f,g ± 0,24
HI 456	12,3l,m ± 0,56
NI 444	11,9e,f,g,h ± 0,39
NI 462	12,4m,n ± 0,43
WL 4050	12,1i,j,k,l ± 0,31
WL 4051	12,3k,l,m ± 0,55
WL 4052	11,5a,b,c ± 0,29
WL 4053	11,8d,e,f,g ± 0,53
WL 4054	11,8d,e,f ± 0,37
WL 4055	11,9e,f,g,h ± 0,66
WL 4056	12,5n ± 0,41
WL 4061	11,7c,d,e ± 0,35
WL 4063	12,1h,i,j,k ± 0,36
WL 4064	11,5a,b ± 0,43
WL 4065	12,0g,h,i,j ± 0,26
WL 4068	11,5a,b,c ± 0,28
WL 4069	12,3l,m ± 0,45
WL 4070	11,8d,e,f,g ± 0,98
WL 4071	11,6b,c,d ± 0,32
WL 4074	11,7b,c,d,e ± 0,48
WL 4075	11,9f,g,h,i ± 0,33
WL 4078	12,1h,i,j,k ± 0,29
WL 4079	11,4a ± 0,55
WL 4081	11,5a,b,c ± 0,26
WL 4082	12,1i,j,k,l ± 0,47
Derek	12,2j,k,l,m ± 0,37
Krab	12,8o ± 0,73
Obliczona wartość statystyki (F) Calculated F value	41,32
Prawd. przekroczenia wartości (F) Probability of F value exceeding	0,002

Wartość średnia, dla danej cechy odmian/rodów łądzwianu siewnego, wyróżniona tą samą literą oznacza przynależność do tej samej grupy jednorodnej. – Average value for the features, highlighted by the same letter, means belonging to the same homogeneous group.



**Tabela 4.** Zestawienie wartości średnich kąta tarcia nasion łądźwianu siewnego po różnych powierzchniach oraz wyniki porównań wartości średnich

**Table 4.** Average values of parameters that characterize the friction angle of *Lathyrus sativus* seeds on different surfaces and the results of comparisons of average values

Odmiana / Ród Variety / Line	Kąt tarcia zewnętrznego – Friction angle (o)			
	po stali on steel	po drewnie on wood	po gumie on gum	po PCV on PVC
FR 1702	25,6b ± 2,66	31,3g,h,i ± 2,85	37,5c,d,e,f ± 4,67	25,6c,d,e ± 2,66
FR 1705	30,0g,h ± 3,44	28,5c,d ± 3,45	37,5c,d,e ± 4,36	32,7j,k,l ± 3,4
HI 1706	31,4i ± 1,4	34,2l,m ± 4,27	50,4m ± 6,24	25,8d,e ± 2,86
HI 4006	33,1k,l ± 2,6	33,6k,l ± 3,62	43,1h ± 3,99	33,1k,l,m ± 2,6
HI 4007	26,9b,c,d ± 2,9	30,1e,f,g ± 3,51	36,4c,d ± 5,4	25,0c,d ± 2,38
HI 4085	30,1g,h ± 2,01	33,5k,l ± 2,15	43,5h ± 4,44	29,8g ± 2,2
HI 456	32,8j,k ± 3,88	31,9h,i,j ± 2,8	43,8h ± 4,92	32,6j,k,l ± 2,61
NI 444	31,2h,i ± 1,8	31,0g,h,i ± 2,65	39,7g ± 3,86	31,2h ± 1,8
NI 462	27,4c,d,e ± 3,19	30,3e,f,g ± 2,8	36,2c ± 4,83	24,7b,c,d ± 2,4
WL 4050	34,2l ± 2,46	30,3e,f,g ± 3,77	43,4h ± 4,77	35,7o ± 4,79
WL 4051	31,5i,j ± 2,08	24,4a ± 1,44	37,2c,d,e ± 4,46	35,4o ± 3,87
WL 4052	29,5f,g ± 2,49	28,7c,d ± 4,14	38,4d,e,f,g ± 3,31	32,1h,i,j,k ± 3,42
WL 4053	29,7g ± 4,42	28,1c ± 3,81	38,9e,f,g ± 3,93	34,6n,o ± 2,95
				32,2h,i,j,k,l ± 6,28
WL 4054	31,2h,i ± 5,02	27,8b,c ± 3,81	37,1c,d,e ± 4,02	
WL 4055	31,6i,j ± 2,63	30,0e,f,g ± 1,38	36,9c,d ± 2,38	34,2m,n ± 1,66
WL 4056	32,4i,j,k ± 1,95	31,8h,i,j ± 2,48	39,5f,g ± 5,3	32,5i,j,k,l ± 3,83
WL 4061	26,4b,c ± 2,95	29,1c,d,e ± 2,39	43,6h ± 2,8	31,2h ± 3,18
WL 4063	28,3e,f ± 2,33	34,0k,l ± 3,4	47,1j,k ± 4,18	25,6c,d,e ± 2,35
WL 4064	31,3h,i ± 3,97	36,0n,o ± 2,68	44,8h,i ± 4,56	27,3f ± 2,34
WL 4065	31,3h,i ± 1,63	36,2n,o ± 2,77	47,7j,k ± 3,72	31,7h,i,j ± 1,56
			38,0c,d,e,f,g ± 4,77	
WL 4068	26,1b,c ± 2,57	30,6f,g,h ± 2,99		24,9b,c,d ± 2,25
WL 4069	33,4k,l ± 3,75	35,4m,n ± 2,01	43,8h ± 3,31	26,8e,f ± 2,41
WL 4070	30,0g,h ± 3,45	32,8j,k ± 3,84	43,4h ± 6	23,7b ± 2,55
WL 4071	27,9d,e ± 2,98	29,6d,e,f ± 3,57	33,5b ± 4,74	22,4a ± 2,37
WL 4074	29,2f,g ± 2,8	36,7n,o ± 2,98	49,7l,m ± 4,66	33,4l,m,n ± 2,71
WL 4075	29,5f,g ± 2,49	34,3l,m ± 2,36	45,9i,j ± 4,67	24,4b,c ± 2,65
WL 4078	31,6i,j ± 3,19	32,0i ± 2,94	47,2j,k ± 5,83	25,0c,d ± 2,07
WL 4079	33,3k,l ± 2,46	37,2o ± 3,4	48,2k,l ± 4,95	29,9g ± 2,16
WL 4081	32,2i,j,k ± 2,52	36,2n,o ± 2,59	44,1h,i ± 3,63	32,9j,k,l ± 2,13
WL 4082	31,3h,i ± 2,9	36,9o ± 2,92	43,9h ± 3,77	27,2f ± 2,95
Derek	23,4a ± 3,43	26,6b ± 2,62	29,6a ± 3,97	26,7e,f ± 3,3
Krab	32,9k,l ± 3,17	34,1l,m ± 2,87	38,9e,f,g ± 3,77	31,3h,i ± 2,97
Obliczona wartość statystyki (F) Calculated F value	43,27	66,15	72,92	98,83
Prawd. przekroczenia wartości (F) Probability of F value exceeding	0,002	0,002	0,002	0,001

Wartość średnia, dla danej cechy odmian/rodów łądźwianu siewnego, wyróżniona tą samą literą oznacza przynależność do tej samej grupy jednorodnej – Average value for the features, highlighted by the same letter, means belonging to the same homogeneous group.

**Tabela 5.** Wybrane wartości współczynników korelacji pomiędzy analizowanymi cechami  
**Table 5.** Selected correlation coefficients between the analysed characteristics values

Odmiana / Ród Variety	Długość - Szerokość Length - Width	Długość - Masa Length - Weight	Długość - Prędkość krytyczna Length - Critical speed	Szerokość - Masa Width - Weight	Grubość - Masa Thickness - Weight	Masa - Prędkość krytyczna Weight - Critical speed	Tarcie po - Tarcie po Friction on - Friction on		
							Stali - Drewnie Steel - Wood	Stali - Pcv Steel - Pvc	Drewnie - Pcv Wood - Opcv
FR 1702		0,729*						0,976*	
FR1705		0,747*							
HI 1 706		0,700*							
HI 4006	0,772*							0,997*	
HI 4007	0,725*	0,757*		0,764*					
HI 4085	0,834*	0,815*		0,808*					
HI 456	0,783*	0,738*		0,725*					
NI 444		0,711*						0,999*	
NI 462		0,798*			0,738*				
WL 4050	0,841*	0,837*	0,725*	0,876*	0,52	0,775*			
WL 4051		0,752*		0,813*					
WL 4053		0,805*		0,834*					
WL 4054	0,809*	0,883*		0,804*			0,708*	0,837*	0,734*
WL 4055		0,731*							

---

WL 4061		0,719*			
WL 4064	0,701*				
WL 4068	0,825*	0,763*	0,749*		
WL 4069	0,906*	0,865*	0,878*	0,711*	
WL 4070	0,844*				
WL 4071	0,846*		0,731*		
WL 4074	0,713*	0,841*	0,780*		
Derek				0,784*	
Krab	0,768*	0,832*	0,754*		

---

\* – Korelacja istotna, oznaczone współczynniki są istotne z  $(p) < 0,05$ ,

\* – Significant correlation, coefficients marked are significant at  $(p) < 0.05$ .

### **Analiza korelacji**

Istnieje wiele mierników wyrażających siłę współzależności dwóch zmiennych, jednak najbardziej popularny jest współczynnik korelacji liniowej Pearsona, który przyjmujący wartości z przedziału  $(-1, 1)$  i oznaczony jest symbolem  $r$ . W statystyce stosuje się określoną gradację stopnia zależności dwóch cech, a za korelację bardzo wysoką uważa się wartość współczynnika większą od 0,7 (Stanisz, 1998). W tabeli 5 przedstawiono wartości współczynników dla bardzo wysokiej korelacji pomiędzy badanymi cechami nasion. Na podstawie przeprowadzonych testów możemy stwierdzić, że wszystkie przedstawione współczynniki korelacji są istotne. Bazując na przedstawionych danych można stwierdzić, że korelacji między cechami, charakteryzujących się współczynnikiem o wartości większej od 0,7 jest niewiele. Przykładowo: długość i masa nasion z prędkością krytyczną są skorelowane na pożądanym poziomie tylko w jednym przypadku (WL 4050). Największą liczbę współczynników korelacji o wartości większej niż 0,7 odnotowano dla porównań długości z szerokością oraz długości i szerokości z masą nasion. Liczba tych przypadków wynosiła odpowiednio 13, 18 i 12, a zależność między cechami miała charakter stymulujący, tzn. wzrostowi wartości jednej cechy towarzyszył wzrost wartości drugiej cechy. Dla pozostałych kombinacji analizowanych cech wysoce istotne korelacje występowały sporadycznie.

Na szczególną uwagę zasługuje ród nasion oznaczonych jako WL 4054, których długość, szerokość i masa są (w większości) wysoce istotnie skorelowane z kątami tarcia zewnętrznego po badanych tworzywach. Zależność ta ma charakter limitujący, tzn. wzrostowi wartości jednej cechy towarzyszy spadek wartości cechy drugiej. Dodatkowo, trudnym do wyjaśnienia na tym etapie badań jest fakt wysoce istotnego powiązania kątów tarcia zewnętrznego tych nasion po różnych tworzywach. Takich relacji nie odnotowano dla żadnej innej analizowanej partii nasion.

### **WNIOSKI**

1. Na podstawie wyników badań i ich statystycznej analizy można stwierdzić, że między wartościami średnimi cech poszczególnych odmian (rodów) nasion lędzwanu siewnego występują istotne różnice. Porównania wartości średnich wykazały znaczne zróżnicowanie cech geometrycznych, masy, prędkości krytycznej unoszenia i kątów tarcia zewnętrznego. Występowanie licznych grup jednorodnych świadczy o dużej zmienności losowej rejonizacji upraw, z których pochodziły próby. Z analizy wariancji wynika, że nasiona oznaczone jako WL 4053 oraz WL 4055 charakteryzują się największymi wymiarami (długością, szerokością i grubością) oraz masą, zaś najmniejszymi wartościami wymienionych parametrów – odmiany Krab i Derek.

2. Wyznaczone wartości cech fizycznych mogą być wykorzystane do ustalenia optymalnych parametrów roboczych zespołów maszyn i urządzeń stosowanych w uprawie, zbiorze, transporcie i przetwarzaniu nasion lędźwianu siewnego. Należy podkreślić, że dla każdej grupy jednorodnej można wyznaczyć wartość średnią danej cechy będącą miarą dla wszystkich odmian/rodów nasion należących do tej grupy.

3. Określone korelacje między analizowanymi cechami wskazują na bardzo ścisły związek długości i szerokości z masą nasion dla większości odmian/rodów lędźwianu siewnego. Zależności między pozostałymi cechami mają charakter sporadyczny. Wyróżnione wysoce istotne korelacje dla rodu oznaczonego jako WL 4054 wymagają przeprowadzenia badań stanu powierzchni, gdyż mogą one wynikać ze specyficznej ich struktury zewnętrznej.

#### PIŚMIENNICTWO

- Choszcz D., Konopka S., Wierzbicki K., 2002. Analysis of possibilities to recover useful impurities from rape seeds with the application of air jet and sieves. *Technical Sciences*, 5, 5-16.
- Choszcz D., Wierzbicki K., 1994. Badania nad wydzielaniem nasion przytulii czepnej z nasion rzepaku i gorczycy z wykorzystaniem cech geometrycznych i aerodynamicznych. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Aedif. Mech.*, 25, 61-69.
- Gawęcki J., Wagner W., 1984. Podstawy metodologii badań doświadczalnych w nauce o żywieniu i żywności. PWN, Warszawa.
- Greń J., 1984. Statystyka matematyczna. Modele i zadania. PWN, Warszawa.
- Konopka S., 1999. Divisibility degree evaluation of the selected components of the buckwheat seed mix based on the geometrical features. *Techn. S.*, 2, 27-37.
- Konopka S., 2000. Studies on the choice of material used for making bars of a cylindrical slotted sieve. *Technical Sciences*, 3, 25-32.
- PN-87/M-04251. Struktura geometryczna powierzchni. Chropowatość powierzchni. Wartości liczbowe parametrów. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- Stanisz A., 1998. Przystępny kurs statystyki w oparciu o program STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Wydawnictwo StatSoft Polska Sp. z o. o., Kraków.
- STATISTICA PL dla Windows – dokumentacja pakietu, 1997. StatSoft Polska Sp. z o. o. Kraków.

BASIC PHYSICAL PROPERTIES OF SEEDS OF LATHYRUS SATIVUS  
(*LATHYRUS SATIVUS* L.)

*Stanisław Konopka*<sup>1</sup>, *Tomasz Jeliński*<sup>2</sup>, *Jadwiga Sadowska*<sup>2</sup>,  
*Wioletta Błaszczak*<sup>2</sup>, *Józef Fornal*<sup>2</sup>, *Wojciech Rybiński*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Working Machinery and Separation Processes, Faculty of Technical Sciences,  
University of Warmia and Mazury  
ul. Oczapowskiego 11/9, 10-719 Olsztyn

<sup>2</sup>Institute of Animal Reproduction and Food Research in Olsztyn, Division of Food Science  
ul. Tuwima 10, 10-747 Olsztyn  
e-mail: t.jelinski@pan.olsztyn.pl

<sup>3</sup>Institute of Plant Genetics in Poznań, Polish Academy of Science  
ul. Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań

**Abstract.** This paper presents the results of geometric characteristics, seed weight, critical speed of propagation and angle of external friction of 32 varieties of *Lathyrus sativus* from different European countries. Differences in the values were determined for analysed varieties, and an attempt was made to capture the dependencies between them. The results and their statistical analysis showed significant differences between the average values of the different varieties of *Lathyrus sativus* seeds. The presence of numerous homogeneous groups shows the large random variation in origin of varieties, which were the source of the sample.

**Key word:** *Lathyrus sativus*, seeds, geometric properties, aerodynamic properties, friction