

Wyniki pomiarów grubości okrywy nasiennej łubinów w aspekcie określenia jej nierównomierności

Stefan Mańkowski*, Leszek Mieszkalski**, Dariusz Choszcz*, Stanisław Konopka*

*Katedra Maszyn Roboczych i Metodologii Badań UWM w Olsztynie

**Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji SGGW w Warszawie

Streszczenie. Pomiar okrywy nasiennej łubinów przeprowadzono w celu ustalenia miejsc o zmniejszonej jej grubości oraz zbadania (z określonym stopniem prawdopodobieństwa), czy istotne jest podobieństwo grubości okrywy nasiennej badanych łubinów w wybranych punktach pomiarowych. Analiza wyników pozwoliła na stwierdzenie, że nie istnieją istotne różnice w grubości okrywy nasiennej wszystkich trzech badanych odmian względem płaszczyzny podziałowej, jaką była płaszczyzna podziału liścieni.

Słowa kluczowe: grubość, okrywa nasienna, łubin, stanowisko badawcze, pomiar.

WPROWADZENIE

Zdaniem Grzesiuka i Kulki [7] od złożonego wpływu szeregu czynników takich jak: właściwości dziedziczne, miejsce na roślinie i w owocostanie, warunki środowiska, pokarmowe i klimatyczne oraz przebyte choroby i ataki szkodników zależy ilość gromadzonych materiałów pokarmowych, budowa okrywy nasiennej, wielkość i kształt nasion oraz inne ich cechy jakościowe.

Wymienione wyżej cechy mogą mieć znaczenie w procesach przetwarzania nasion, a szczególnie rozdrabniania nasion i separacji cząstek okrywy nasiennej [10]. Na energochłonność rozdrabniania nasion wpływają także procesy wstępnej ich obróbki takie jak zmiana wilgotność, kondycjonowanie oraz nawilżanie i suszenie [5, 17, 6].

Z kolei Jankowski [9] powołując się na badania własne [2] i innych autorów, między innymi [1, 13, 14, 16] stwierdził, że różnice wytrzymałości nasion w obrębie gatunku dochodzą do 50%, natomiast ziarna drobne w obrębie jednej odmiany wykazują wytrzymałość większą o 30-60% w stosunku do dużych. Dorrell i Adams [4] zauważyli, że podatność nasion fasoli na uszkodzenia okrywy nasiennej wzrasta wraz ze zwiększaniem się ich masy i wypełnienia. Palusen [15] obserwując nasiona soi, które poddał

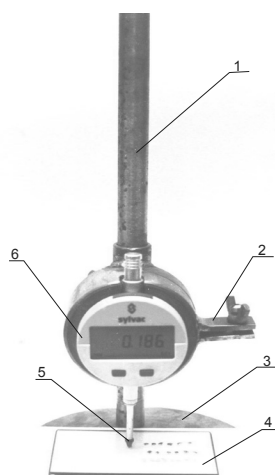
odkształceniom w testach osiowego ściskania dla kilku poziomów wilgotności potwierdził fakt, że nasiona większe posiadają niższą odporność okrywy na uszkodzenia. Analizując wyniki powyższych badań możemy dojść do wniosku, że przyczyną mniejszej odporności nasion dużych na uszkodzenia było niejednorodne zwiększanie objętości liścieni i okrywy nasiennej podczas ich dojrzewania, oraz uzasadnione staje się przypuszczenie występowania w nasionach wstępnych naprężeń okrywy spowodowanych ich pęcznieniem w miarę wzrostu wilgotności [3]. Z kolei istotny wpływ grubości okrywy nasiennej na sprężystość nasion wykazali Hebda i Frączek [8] badając między innymi nasiona grochu, łubinu i fasoli. Praktycznym zastosowaniem badań w zakresie zmiennej grubości okrywy nasiennej może być wskazanie miejsc podatnych na jej pęknięcie, a w konsekwencji zaproponowanie metody usuwania okrywy nasiennej z nasion.

CEL PRACY

Celem pracy było wykonanie pomiarów grubości okrywy nasiennej wybranych gatunków łubinów w aspekcie określenia jej nierównomierności. Zjawisko nierównomierności grubości okrywy prawdopodobnie ma istotny związek z liniami jej pęknięć podczas poddawania nasion siłom ściskającym na przykład w procesach rozdrabniania nasion łubinu.

METODYKA BADAŃ

Pomiarów grubości okrywy nasiennej trzech gatunków łubinu, tj. białego odmiany Wat, żółtego odmiany Juno i wąskolistnego odmiany Emir dokonano przy wykorzystaniu stanowiska pomiarowego przedstawionego na rysunku 1.



Źródło: *materiały własne autorów*

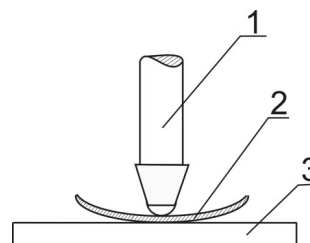
Rys. 1. Stanowisko pomiarowe: 1 – wspornik pionowy, 2 – uchwyt mocujący, 3 – stolik wspornika, 4 – płytkę szklaną, 5 – element dotykowy trzpienia pomiarowego czujnika, 6 – czujnik firmy „sylvac” typ 25 mm- 0,001/1”-0.0005 seria 4750

Fig. 1. Test stand: 1 – vertical bracket, 2 – grip, 3 – bracket table, 4 – glass plate, 5 – touch element of the sensor plunger, 6 – Sylvac sensor, type 25 mm – 0.001/1”-0.0005, series 4750

Stanowisko pomiarowe składa się z przyrządu pomiarowego szwajcarskiej firmy „sylvac” typ 25 mm- 0,001/1”-0.0005 seria 4750 o dokładności pomiaru 0,001 mm, którego końcówka pomiarowa dociska badaną próbkę do podłoża z siłą ok. 0,715 N. Przyrząd mocowano na metalowym wsporniku z podstawą. Stolik stanowiła szklana płytkę, na której kładziono kolejne wycinki okrywy nasiennej łubinów. Badania przeprowadzono przy wilgotności

nasion 12%, którą określano metodą suszarkową zgodnie z PN-86/A-74011. Z każdej z badanych odmian pobierano losowo po 30 nasion, które przy pomocy skalpela krojono w dwóch płaszczyznach wzajemnie prostopadłych (rys. 2), a następnie z otrzymanych pasków odcinano kawałki okrywy nasiennej o wymiarach ok. 1 mm x 1 mm dbając, ażeby wycinki pomiarowe analizowane były z zachowaniem kolejności i miejsca względem płaszczyzny podziałowej liścieni (umownie lewa i prawa strona).

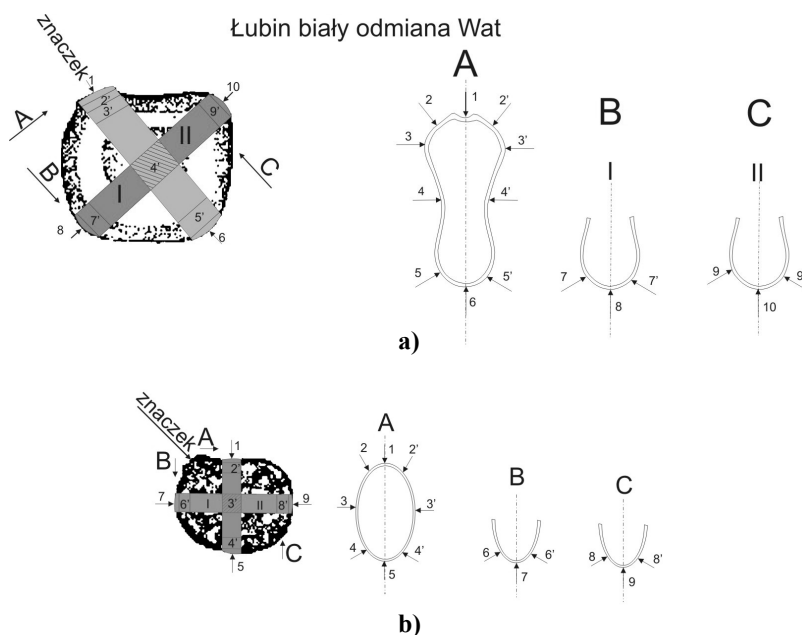
Wycinki okrywy nasiennej kładziono na szklanej szybce (rys. 3). Wynik końcowy pomiaru grubości jednego miejsca okrywy danego nasienia stanowił średnią arytmetyczną trzech pomiarów. Na podstawie odczytu pomiarów 30 nasion łubinów Juno, Emir i Wat, otrzymano zbiór danych o grubości okrywy nasiennej tych odmian w miejscach zaprezentowanych na rysunku 2. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej korzystając z programu komputerowego Winstat [12]. Zastosowano analizę wariancji, weryfikując



Źródło: *opracowanie własne autorów*

Rys. 3. Schemat przygotowania okrywy nasiennej do pomiaru grubości: 1 – trzpień pomiarowy, 2 – okrywa nasienna, 3 – stolik wspornika

Fig. 3. Preparation for the measurement of seed coat thickness: 1 – plunger, 2 – seed coat, 3 – bracket table



Źródło: *opracowanie własne autorów*

Rys. 2. Punkty pomiarowe okrywy nasiennej: a) łubinu białego, odmiana Wat, b) łubinu żółtego, odmiana Juno i wąskolistnego odmiana Emir

Fig. 2. Points of measurement on the seed coats of: a) white lupine cv. Wat, b) yellow lupine cv. Juno and blue lupine cv. Emir

hipotezę H_0 , mówiącą że średnie różnice grubości okrywy nasiennej w wybranych punktach pomiarowych nie różnią się istotnie dla badanej odmiany łubinu. W przypadku odrzucenia hipotezy zerowej H_0 , stosowano test Duncana, w celu ustalenia istotności różnic [11]. Obliczenia przeprowadzono na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

WYNIKI POMIARÓW

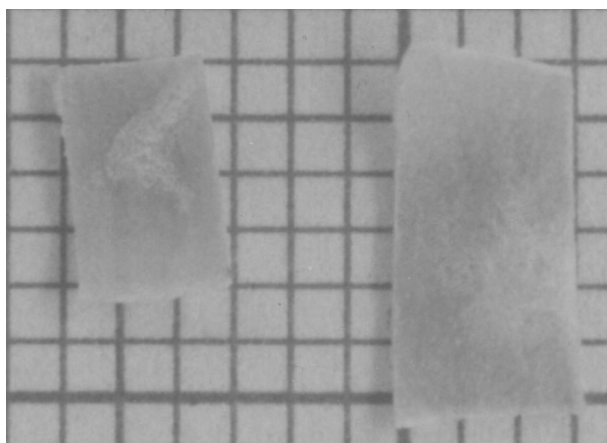
Wyniki pomiarów grubości okrywy nasiennej wybranych odmian łubinów białego, wąskolistnego i żółtego przedstawiono w tabeli 1. Przystępując do analizy wyników należy stwierdzić, że rozbieżność niektórych z nich (szczególnie położonych po przeciwnych stronach płaszczyzny podziału liścieni) wahała się od 0 do ok. 0,02 mm, co stanowi do ok. 10% grubości okrywy nasiennej w miejscu pomiaru.

Różnice grubości w poszczególnych obszarach pomiarowych dla łubinu wąskolistnego odmiany Emir (wyłączając z oceny obszar 1 – miejsce zarodka) dochodziły do 0,036 mm, co stanowi ok. 20% grubości okrywy w miejscu, gdzie jest ona najcieńsza (obszar 9 tab. 1).

Różnice grubości w poszczególnych punktach pomiarowych dla łubinu żółtego (wyłączając z oceny punkt 1 – miejsce zarodka) dochodziły do 0,049 mm, co stanowi ok. 30% grubości okrywy w miejscu, gdzie jest ona najcieńsza (obszar 5 tab. 1).

Różnice grubości w poszczególnych punktach pomiarowych dla łubinu białego odmiany Wat (wyłączając z oceny obszar 1 – miejsce znaczka) dochodziły do 0,098 mm, co stanowiło ok. 60% grubości okrywy w miejscu, gdzie była ona najcieńsza (obszar 6 tab. 1).

W niektórych nasionach występują miejsca o widocznie zaznaczonych obszarach o innej grubości okrywy (rys. 4).



Źródło: materiały własne autorów

Rys. 4. Część wewnętrzna okrywy nasiennej łubinu białego odmiany Wat – widoczne białe obszary o zmienionej grubości okrywy

Fig. 4. Inner seed coat of white lupine cv. Wat – white spots indicate changes in seed coat thickness

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów przedstawionych w powyższych analizach, stwierdzono znaczne – dochodzące do 60% dla łubinu białego, 20% dla

wąskolistnego i 30% dla żółtego, różnice w grubości okrywy nasiennej pomiędzy poszczególnymi badanymi punktami.

Po przeprowadzeniu statystycznej analizy istotności różnic grubości okrywy nasiennej trzech wymienionych odmian (tabele 2, 3 i 4) stwierdzono, że wszystkie analizowane odmiany charakteryzowały się podobieństwem wymiarów grubości okrywy względem płaszczyzny podziału przechodzącej przez powierzchnię podziału liścieni.

WNIOSKI

- Opracowana metoda pomiarowa umożliwia ustalenie nierównomierności grubości okrywy nasiennej. Stwierdzono, że:
 - najcieńsza okrywa w łubinie Emir występuje w obszarze (9), a najgrubsza w obszarze (2),
 - najcieńsza okrywa w łubinie Juno występuje w obszarach (5) i (9), a najgrubsza w obszarze (2),
 - najcieńsza okrywa przy łubinie Wat występuje w obszarach (6) i (8), a najgrubsza w obszarze (2).
- Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic grubości okrywy nasiennej trzech odmian łubinu (Juno, Emir, Wat) względem płaszczyzny podziału przechodzącej przez powierzchnię podziału liścieni.
- Można przypuszczać, że dla tak znacznych (dochodzących do 60% dla łubinu białego, 20% dla wąskolistnego i 30% dla żółtego) różnic w grubości okrywy nasiennej będą występować w ich obrębie miejsca jej pęknięcia w procesie zgniatania nasion.
- Badania należy kontynuować i zweryfikować empirycznie w celu potwierdzenia, czy w obszarach o zmniejszonej grubości okrywy nasiennej następuje początek procesu jej pęknięcia.

LITERATURA

- Arnold P. C., Roberts A. A. 1966.** J. Agricult. Eng. Res. Vol. 11, Nr 1, 38-43.
- Daoud A., Jankowski S. 1979.** Annals of Poznań. Agricult. Uniw. Vol. 107, 5-30.
- Dobrzański, jr B., 1998.** Mechanizmy powstawania uszkodzeń nasion roślin strączkowych. Rozprawa habilitacyjna. Inst. Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN, Lublin.
- Dorrell D.G., Adams M.W. 1969.** Effect of some seed characteristic on mechanically included seedcoat damage in navy beans. Agron. J., 61, 5, 672-673.
- Dziki D., Laskowski J. 2004.** Wpływ warunków kondycjonowania na energochłonność rozdrabniania ziarna jęczmienia i kukurydzy. MOTROL, 6, 88-95, Lublin.
- Gawłowski S., Laskowski J. 2011.** Wpływ wilgotności na proces rozdrabniania kukurydzy pastewnej. MOTROL, 13, 129-136, Lublin.
- Grzesiuk S., Kulka K. 1981.** Fizjologia i biochemia nasion. PWiL, Warszawa.

Tabela 1. Grubości okrywy nasiennej łubinów w wybranych miejscach pomiaru nasion
Table 1. Lupine seed coat thickness in selected points of measurement

Obszar	Łubin wąskolistny, odmiana Emir															
	1	2	3	4	5	4 PR	3 PR	2 PR	6	7	6 PR	8	9	8 PR		
Średnia grubość okrywy nasiennej [mm]	1,2177	0,2165	0,1988	0,1853	0,1911	0,1853	0,1993	0,2167	0,1923	0,2046	0,1912	0,1881	0,1806	0,1887		
Odchylenie standardowe [mm]	0,1472	0,0279	0,0093	0,0106	0,0127	0,0097	0,0094	0,0277	0,0093	0,0167	0,0110	0,0114	0,0124	0,0101		
Współczynnik zmienności [%]	12,09	12,86	4,70	5,74	6,63	5,23	4,69	12,78	4,81	8,17	5,76	6,04	6,84	5,37		
	Łubin żółty, odmiana Juno															
Średnia grubość okrywy nasiennej [mm]	1,0166	0,2102	0,1912	0,1773	0,1625	0,1777	0,1922	0,2116	0,1788	0,1672	0,1781	0,1787	0,1633	0,1779		
Odchylenie standardowe [mm]	0,1487	0,0115	0,0063	0,0081	0,0102	0,0083	0,0059	0,0100	0,0082	0,0115	0,0077	0,0058	0,0069	0,0052		
Współczynnik zmienności [%]	14,63	5,48	3,27	4,56	6,28	4,67	3,07	4,72	4,58	6,90	4,31	3,24	4,22	2,93		
	Łubin biały, odmiana Wat															
Obszar	1	2	3	4	5	6	5 PR	4 PR	3 PR	2 PR	7	8	7 PR	9	10	9 PR
Średnia grubość okrywy nasiennej [mm]	1,1946	0,2557	0,1994	0,2218	0,1630	0,1561	0,1634	0,2233	0,2001	0,2588	0,1616	0,1489	0,1610	0,1697	0,1613	0,1690
Odchylenie standardowe [mm]	0,1557	0,0234	0,0122	0,0181	0,0101	0,0126	0,0090	0,0162	0,0113	0,0228	0,0129	0,0143	0,0127	0,0145	0,0148	0,0143
Współczynnik zmienności [%]	13,04	9,16	6,13	8,19	6,20	8,08	5,48	7,27	5,64	8,82	7,97	9,63	7,87	8,56	9,19	8,48

Przykład oznaczeń:

2 – obszar badań „2” (rys. 2)

2 PR – obszar badań „2 prim” (rys. 2)

Źródło: obliczenia własne autorów

Tabela 2. Porównanie różnic grubości okrywy nasiennej łubinu żółtego odmiany Juno między wybranymi punktami pomiarowymi nasion
Table 2. Comparison of differences in seed coat thickness between selected points of measurement – yellow lupine cv. Juno

Specyfikacja zmiennych	OB1	OB2	OB3	OB4	OB5	OB4 PR	OB3 PR	OB2 PR	OB6	OB7	OB6 PR	OB8	OB9	OB8 PR
OB1	0,0000	29,9701*	30,5384*	30,6655*	31,3087*	30,7267*	30,6544*	29,6736*	31,1067*	31,4803*	30,9327*	30,8657*	31,2597*	30,9610*
OB2	-29,9701*	0,0000	11,1025*	16,9268*	20,3493*	15,8402*	9,4437*	-0,9670	16,1307*	18,7123*	15,5389*	15,7105*	20,5238*	15,3788*
OB3	-30,5384*	-11,1025*	0,0000	11,6621*	16,9698*	9,7331*	-1,0699	-12,4892*	8,2795*	11,7608*	9,2299*	10,3920*	19,3764*	12,5167*
OB4	-30,6655*	-16,9268*	-11,6621*	0,0000	13,4763*	-0,8513	-12,6217*	-21,9804*	-1,1086	6,3899*	-0,5554	-1,1807	11,8843*	-0,5436
OB5	-31,3087*	-20,3493*	-16,9698*	-13,4763*	0,0000	-12,8421*	-19,2577*	-26,0784*	-9,1279*	-2,5076*	-8,3324*	-11,1807*	-0,5337	-9,7865*
OB4 PR	-30,7267*	-15,8402*	-9,7331*	0,8513	12,8421*	0,0000	-11,9480*	-22,3396*	-0,7663	6,9893*	-0,2243	-0,7108	12,5183*	-0,1261
OB3 PR	-30,6544*	-9,4437*	0,0000	12,6217*	19,2577*	11,9480*	0,0000	-12,2298*	9,0379*	12,8603*	9,8055*	12,4290*	22,5516*	14,0886*
OB2 PR	-29,6736*	0,9670	12,4892*	21,9804*	26,0784*	22,3396*	12,2298*	0,0000	19,4648*	22,5192*	17,5467*	19,8456*	25,5456*	19,8156*
OB6	-31,1067*	-16,1307*	-8,2795*	1,1086	9,1279*	0,7663	-9,0379*	-19,4649*	0,0000	7,7221*	0,9028	0,1233	8,6407	0,6658
OB7	-31,4803*	-18,7123*	-11,7608*	-6,3899*	2,5076*	-6,9893*	-12,8603*	-22,5192*	-7,7221*	0,0000	-6,8815*	-6,3400*	1,8966	-5,6248*
OB6 PR	-30,9327*	-15,5389*	-9,2299*	0,5554	8,3324*	0,2243	-9,8055*	-17,5467*	0,0028	6,8815*	0,0000	-0,4329	8,7549*	0,1221
OB8	-30,8657*	-15,7105*	-10,3920*	1,1807	11,1807*	0,7108	-12,4290*	-19,8456*	-0,1233	6,3400*	0,4329	0,0000	11,1930*	0,9829
OB9	-31,2597*	-20,5238*	-19,3764*	-11,8843*	0,5337	-12,5183*	-22,5516*	-25,5456*	-8,6407*	-1,8966	-8,7549*	-11,1930*	0,0000	-12,1168*
OB8 PR	-30,9610*	-15,3788*	-12,5167*	0,5436	9,7865*	0,1261	-14,0886*	-19,8156*	-0,6658	5,6248*	-0,1221	-0,9829	12,1168*	0,0000

* – różnice statystycznie istotne dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$

Przykład oznaczeń:

OB2 – obszar badań „2” (rys. 2)

OB2 PR – obszar badań „2 prim” (rys. 2)

Źródło: obliczenia własne autorów

Tabela 3. Porównanie różnic grubości okrywy nasiennej łubinu wąskolistnego odmiany Emir między wybranymi punktami pomiarowymi nasion
Table 3. Comparison of differences in seed coat thickness between selected points of measurement – blue lupine cv. Emir

Specyfikacja zmiennych	OB1	OB2	OB3	OB4	OB5	OB4 PR	OB3 PR	OB2 PR	OB6	OB7	OB6 PR	OB8	OB9	OB8 PR
OB1	0,0000	35,9455*	38,0027*	38,9479*	38,4885*	38,8874*	38,3215*	36,2766*	38,1330*	38,1333*	38,5939*	39,1996*	39,2756*	38,6232*
OB2	-35,9455*	0,0000	3,9963*	7,4349*	4,9816*	7,3359*	3,9070*	-0,0846	5,2261*	2,4017*	5,7241*	6,5417*	7,6229*	6,2903*
OB3	-38,0027*	-3,9963*	0,0000	11,0819*	3,7818+	11,5358*	-0,5619	4,0620*	4,7152*	-1,9188	5,1211*	5,9177*	8,7320*	5,8127*
OB4	-38,9479*	-7,4349*	-11,0820*	0,0000	-2,4644*	-0,0519	-11,9674*	-7,4956*	-4,6309*	-1,065*	-3,8392*	-1,6601	2,2198*	-2,0041
OB5	-38,4885*	-4,9816*	3,7818*	2,4644*	0,0000	0,0000	-4,3055*	-5,0450*	-0,4300	-3,8696*	-0,0367	1,3169	4,1977*	1,0607
OB4 PR	-38,8874*	-7,3359*	-11,5358*	0,0519	-2,6348*	0,0000	-12,1621*	-7,3784*	-5,0531*	-6,0954*	-3,8149*	-1,7416	2,3097*	-2,1298*
OB3 PR	-38,3215*	-3,9070*	0,5619	11,9674*	4,3055*	12,1620*	0,0000	-4,0012*	4,4716*	-1,8569	5,3609*	6,7264*	9,6689*	6,0681*
OB2 PR	-36,2766*	0,0846	4,0620*	7,4956*	5,0450*	7,3784*	4,0013*	0,0000	5,2989*	2,2751*	5,8123*	6,5094*	7,7142*	6,3396*
OB6	-38,1330*	-5,2261*	-4,7152*	4,6309*	0,4300	5,0531*	-5,2989*	-2,2751*	0,0000	-3,7069*	0,8892	2,1135*	5,1980*	1,9789
OB7	-38,1333*	-2,4017*	1,9188	6,1065*	3,8696*	6,0954*	1,8569	2,2751*	3,7069*	0,0000	4,3827*	5,0419*	6,7679*	4,4226*
OB6 PR	-38,5939*	-5,7241*	-5,1211*	3,8392*	0,0367	3,8149*	-5,3609*	-0,8892	0,0000	-4,3827*	0,0000	1,7137	4,9652*	1,3452
OB8	-39,1996*	-6,5417*	-5,9177*	1,6601	-1,3169	1,7416	-6,7264*	-6,5094*	-2,1135*	-5,0419*	-1,7137	0,0000	4,3498*	-0,5599
OB9	-39,2756*	-7,6229*	-8,7320*	-2,2198*	-4,1977*	-2,3097*	-9,6689*	-7,7142*	-5,1980*	-6,7679*	-4,9652*	-4,3498*	0,0000	-4,6837*
OB8 PR	-38,6232*	-6,2903*	-5,8127*	2,0041*	-1,0607	2,1298*	-6,0681*	-6,3396*	-1,9789	-4,4226*	-1,3452	0,5599	4,6837*	0,0000

* – różnice statystycznie istotne dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$

Przykład oznaczeń:

OB2 – obszar badań „2” (rys. 2)

OB2 PR – obszar badań „2,prim” (rys. 2)

Tabela 4. Porównanie różnic grubości okrywy nasiennej łubinu białego odmiany Wat między wybranymi punktami pomiarowymi nasion

Table 4. Comparison of differences in seed coat thickness between selected points of measurement – white lupine cv. Wat

Specyfikacja zmiennych	OB1	OB2	OB3	OB4	OB5	OB6	OB5 PR	OB4 PR	OB3 PR	OB2 PR	OB7	OB8	OB7 PR	OB9	OB10	OB9 PR
OB1	0,0000	32,4778*	35,1828*	34,6678*	36,8311*	37,7790*	36,9268*	34,4372*	34,9850*	31,4595*	36,7792*	38,3113*	37,0363*	37,1784*	37,9418*	36,6746*
OB2	-32,4778*	0,0000	14,5488*	7,8157*	20,4193*	20,4739*	19,5887*	6,5974*	13,0053*	-0,7376	19,1182*	20,3913*	18,5991*	16,2080*	18,9353*	16,7877*
OB3	-35,1828*	-14,5488*	0,0000	-9,9787*	18,2231*	19,3770*	17,1895*	-8,2391*	-0,2953	-14,4471*	17,8131*	20,5885*	19,1692*	12,2688*	15,5951*	13,9948*
OB4	-34,6678*	-7,8157*	9,9787*	0,0000	22,7693*	24,5340*	20,1897*	-0,6699	7,2978*	-8,0169*	21,3489*	25,1389*	20,2023*	19,0371*	22,6662*	19,7164*
OB5	-36,8311*	-20,4193*	-18,2231*	-22,7693*	0,0000	5,6649*	-0,3391	-21,3618*	-19,3797*	-23,2233*	0,8705	8,2737*	1,1574	-4,0903*	0,9185	-3,6353*
OB6	-37,7790*	-20,4739*	-19,3770*	-24,5340*	-5,6649*	0,0000	-6,1018*	-24,0778*	-19,0651*	-22,9287*	-2,3549*	4,5856*	-2,2873*	-8,5970*	-3,5385*	-7,9744*
OB5 PR	-36,9268*	-19,5887*	-17,1895*	-20,1897*	0,3391	6,1018*	0,0000	-22,3040*	-18,0335*	-21,9635*	0,9586	8,6323*	1,3903	-3,5580*	1,1016	-3,1273*
OB4 PR	-34,4372*	-6,5974*	8,2391*	0,6699	21,3618*	24,0778*	22,3040*	0,0000	8,6285*	-7,2032*	19,7638*	23,1175*	19,4127*	17,7725*	20,4001*	18,0559*
OB3 PR	-34,9850*	-13,0053*	0,2953	-7,2978*	19,3797*	19,0651*	18,0335*	-8,6285*	0,0000	-15,8542*	18,6400*	20,5748*	17,6834*	11,5809*	15,4871*	12,9567*
OB2 PR	-31,4595*	0,7376	14,4471*	8,0168*	23,2233*	22,9287*	21,9635*	7,2032*	15,8542*	0,0000	22,0273*	22,1919*	21,2599*	18,5219*	20,4472*	19,8760*
OB7	-36,7792*	-20,3913*	-20,5885*	-19,0371*	-25,1389*	-8,2737*	-0,9586	-19,7639*	-18,6400*	-22,0273*	0,0000	6,2166*	5,627	-4,5359*	0,1057	-3,9095*
OB8	-38,3113*	-20,3913*	-20,5885*	-25,1389*	-8,2737*	-4,5856*	-8,6323*	-23,1175*	-20,5748*	-22,1919*	-6,2166*	0,0000	-6,8676*	-12,0907*	-8,8832*	-12,4034*
OB7 PR	-37,0363*	-18,5991*	-19,1692*	-20,2023*	-11,574	2,2873*	-1,3903	-19,4127*	-17,6834*	-21,2599*	-0,5627	6,8676*	0,0000	-5,1777*	-0,1476	-4,6655*
OB9	-37,1784*	-16,2080*	-12,2688*	-19,0371*	4,0903*	8,5970*	3,5579*	-17,7725*	-11,5809*	-18,5219*	4,5359*	12,0907*	5,1777*	0,0000	5,4786*	0,6881
OB10	-37,9418*	-18,9353*	-15,5951*	-22,6662*	-0,9185	3,5385*	-1,1016	-20,4001*	-15,4871*	-20,4472*	-0,1057	8,8832*	0,1476	-5,4786*	0,0000	-5,3557*
OB9 PR	-36,6746*	-16,7877*	-13,9948*	-19,7164*	3,6353*	7,9744*	3,1273*	-18,0559*	-12,9567*	-19,8760*	3,9095*	12,4034*	4,6655*	-0,6881	5,3557*	0,0000

* – różnice statystycznie istotne dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$

Przykład oznaczeń:

OB2 – obszar badań „2” (rys. 2)

OB2 PR – obszar badań „2,prim” (rys. 2)

Źródło: obliczenia własne autorów

8. **Hebda T., Frączek J., 2005.** Wpływ wybranych czynników na wartość wskaźnika odkształcenia nasienia. *Inżynieria Rolnicza* 11(71), Kraków, 171-180.
9. **Jankowski S., 1981.** Zarys technologii młynarstwa i kaszarstwa. Wyd. Nauk.-Techn., Warszawa.
10. **Laskowski J., Janiak G. 1996.** Metodyka określania cech wytrzymałościowych ziarna dla potrzeb przetwórstwa. *Biul. Nauk. Przem. Pasz.*,1, 45-58.
11. **Luszniewicz A. 2008.** Statystyka z pakietem komputerowym Statistical Pl. Teoria i zastosowania. Wyd. C.H. Beck, Warszawa.
12. **Mikołajczak J. 2001.** Statystyka matematyczna z pakietem "Winstat" na CD. Wyd. UWM, Olsztyn.
13. **Mohsenin N. N. 1970.** Physical properties of plant and animal materials. Vol. 1, Gordon a. Breach Sci. Publ. Paris, New York, London.
14. **Naumow I. A. 1975.** Sowierszenstwowanije kondicjonirowanijai izmielczenija pszenicy rzi. Kołos, Moskwa.
15. **Paulsen M.R. 1978.** Fracture resistance of soybeans to compressive loading. *Transaction of the ASAE*, 1210-1216.
16. **Szot B., Grundas S., Grochowicz J. 1973.** *Rocz. Nauk Rol. T. 70-C*, Nr 3.
17. **Woźniak W., Grundas S. 2006.** Porównanie właściwości mechanicznych ziarna pszenicy i jęczmienia przed oraz po nawilżaniu i suszeniu. *MOTROL*, 8, 261-269, Lublin.

MEASUREMENT OF SEED COAT THICKNESS
IN THREE LUPINE CULTIVARS –
A COMPARATIVE ANALYSIS

Summary. The seed coats of three lupine cultivars were measured to identify points of decreased thickness and to determine (with a specified degree of probability) whether there exist significant differences in seed coat thickness in selected points of measurement. An analysis of the obtained results showed that the three examined lupine cultivars did not differ significantly with respect to seed coat thickness measured relative to the cotyledon parting plane.

Key words: thickness, seed coat, lupine, test stand, measurement.