

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE MASY NASION SOCZEWICY

B. Szot, A. Stepniowski

Instytut Agrofizyki PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

Streszczenie. Praca zawiera wyniki badań wybranych właściwości fizycznych masy nasion soczewicy. Do badań przyjęto dwie polskie odmiany: Anita i Tina. Wyznaczono masę tysiąca nasion, gęstość i porowatość masy nasion. Ponadto wyznaczono kąty zsypu i usypu oraz przeprowadzono relaksację naprężeń w masie nasion. Interpretację testu relaksacji przeprowadzono w oparciu o dwu-elementowy model Maxwella. Metodą numeryczną wyznaczono współczynniki krzywej relaksacji, a następnie obliczono parametry mechaniczne modelu. Badania przeprowadzono w zakresie wilgotności nasion od 9 do 24%.

Słowa kluczowe: Soczewica, wilgotność, gęstość, porowatość, kąt zsypu, kąt usypu, relaksacja naprężeń.

WSTĘP

Soczewica jest rośliną, która w ostatnich kilkunastu latach przeżywa swój renesans [2, 3, 8]. Przyczyniły się do tego jej wysokie walory odżywcze, smakowe a nawet lecznicze [1, 2, 7, 14]. Obecnie nasiona soczewicy uważa się za tzw. zdrową żywność, co w połączeniu z małymi wymaganiami glebowymi i nawozowymi oraz odpornością na suszę sprawia, że wzrost zainteresowania uprawą soczewicy jest w pełni uzasadniony [4, 5, 6]. Przyczynił się też do tego wzrost popytu, który najbardziej wpłynął na rozszerzenie powierzchni uprawy oraz postęp w hodowli, dzięki któremu pojawiły się polskie odmiany. Wzrost zainteresowania soczewicą oraz dobre perspektywy uprawowe tej rośliny skłaniają do podjęcia badań właściwości przydatnych do charakterystyki nasion, a także opisu ich zachowania w procesach technologicznych [9, 10]. Należą do

nich właściwości fizyczne, których znajomość może przyczynić się do ograniczenia strat ilościowych i jakościowych nasion oraz dać wskazówki hodowcom nowych odmian [11, 12, 13].

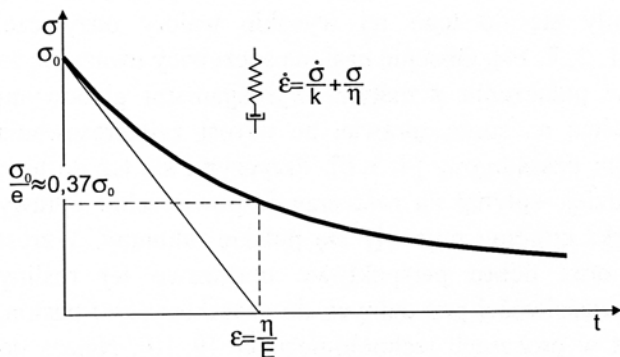
Celem niniejszych badań było scharakteryzowanie wybranych właściwości fizycznych masy nasion soczewicy i określenie ich zmienności w zależności od różnych poziomów wilgotności.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano nasiona soczewicy odmian: Anita i Tina. Nasiona powietrznie suche (9%) poddano niżej opisanym pomiarom, a następnie były one nawilżane w celu uzyskania odpowiednich poziomów wilgotności: 12, 15, 18, 24%. Tak przygotowane nasiona były przedmiotem dalszych badań. Wilgotność nasion określano metodą suszarkową.

Masę 1000 nasion określano przy użyciu licznika nasion i wagi analitycznej w trzech powtórzeniach z dokładnością 0,001 g. Gęstość, czyli masę 1m^3 nasion określono przy użyciu gęstościomierza wg. Polskiej Normy PN R-74007. Porowatość masy nasion oznaczono za pomocą porometru ciśnieniowego w 10 powtórzeniach. Kąty zsypania i usypania nasion mierzono za pomocą prototypowego urządzenia [12] w trzech powtórzeniach dla każdej z odmian i poziomów wilgotności.

Przeprowadzono także relaksację naprężeń masy nasion soczewicy na aparacie Instron model 6022. Badania wykonano przy użyciu cylindra o średnicy 50 mm. Wysokość słupa nasion wynosiła 100 mm, natomiast względne odkształcenie słupa nasion było równe 10%.



Rys. 1. Schemat krzywej relaksacji w układzie naprężenie-czas oraz jej interpretacja modelem Maxwella

Fig. 1. Scheme of stress-time relaxation curve and its interpretation by Maxwell model

Wyniki interpretowano przy użyciu modelu Maxwella, w którym zależność siła-czas opisana jest równaniem:

$$F(t) = \sum_{i=1}^n A_i e^{-\alpha_i t}$$

gdzie:

$F(t)$ – zmiana wartości siły [N]

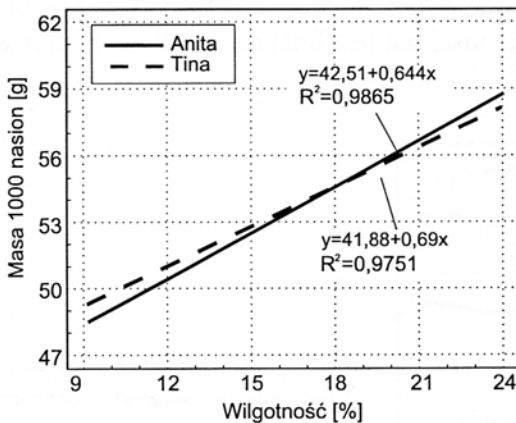
t – czas [s]

A – współczynnik modelu [N]

α – współczynnik modelu

WYNIKI

Zewnętrznie odmiany różniły się kolorem okrywy nasiennej, tzn. nasiona odmiany Anita miały kolor brązowo-żółty, natomiast nasiona odmiany Tina kolor zielony. Masa 1000 nasion była większa w przypadku odmiany Tina, dla której przy wilgotności 9% wynosiła 49,36 g podczas, gdy dla odmiany Anita parametr ten wynosił 48,05 g. Masa ta wzrastała wraz z wilgotnością odpowiednio do 57,90g (Tina) i 58,30g (Anita), a zmiana ta została opisana krzywymi regresji (Rys. 2).

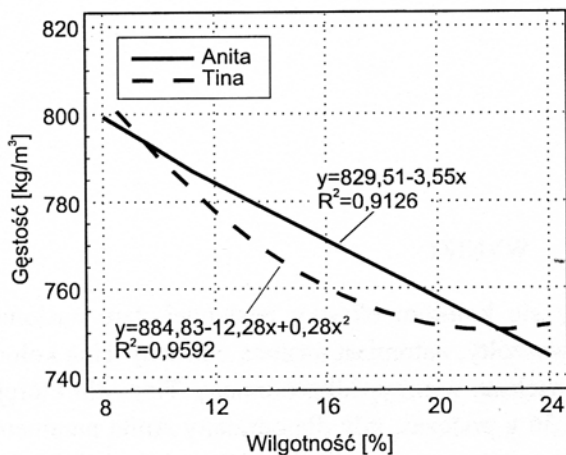


Rys. 2. Wpływ wilgotności na masę 1000 nasion soczewicy odmian Anita i Tina.

Fig. 2. The influence of moisture content on mass of 1000 seeds of lentil variety Anita and Tina.

Gęstość nasion wynosiła 806 kg/m³ dla Tiny i 795 kg/m³ dla Anity. Ze wzrostem wilgotności gęstość nasion malała, przy czym w przypadku Anity zjawisko to można opisać za pomocą prostej, podczas gdy w przypadku Tiny zmiany te opisuje krzywa. Dla nasion o najwyższej wilgotności (24%) zanoto-

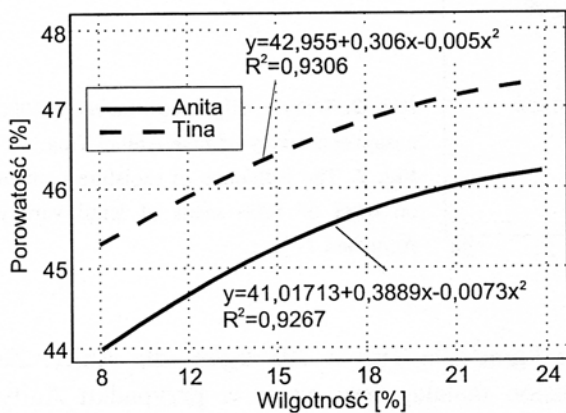
wano w przypadku obu odmian podobną gęstość 747 kg/m^3 . Przebieg zależności gęstości od wilgotności przedstawiono z wykorzystaniem krzywych regresji na Rys. 3.



Rys. 3. Wpływ wilgotności na gęstość masy nasion soczewicy odmiany Anita i Tina.

Fig. 3. The influence of moisture content on density of lentil seed mass of Anita and Tina variety.

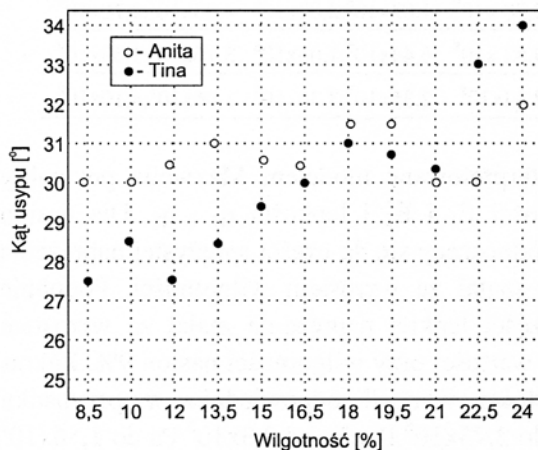
Wilgotność nasion również istotnie wpływała na porowatość masy nasion soczewicy, która była najwyższa przy najwyższym poziomie wilgotności. Dla nasion powietrznie suchych porowatość wynosiła 44% dla Anity i 45,3% dla Tiny. Zależność porowatości od wilgotności nie jest liniowa i na Rys. 4 opisana została krzywymi regresji.



Rys. 4. Wpływ wilgotności na porowatość nasion soczewicy odmian Anita i Tina.

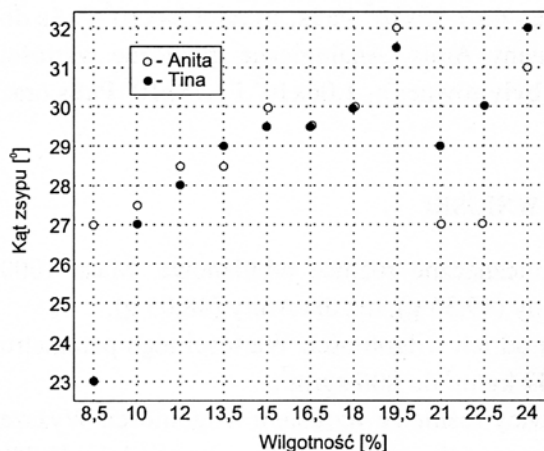
Fig. 4. The influence of moisture content on porosity of seed mass of Anita and Tina.

Kąty zsyphu (Rys. 5) i usyphu (Rys. 6) dla nasion powietrznie suchych były równe odpowiednio: $27,0^\circ$ i $30,0^\circ$ dla Anity oraz $23,0^\circ$ i $27,5^\circ$ dla Tiny. Ze wzrostem wilgotności wartości obu kątów zwiększały się. W przypadku odmiany Anita maksymalną wartość kąta zsyphu 32° zanotowano przy wilgotności 19,5% tą samą wartość kąta zsyphu zanotowano dla odmiany Tina przy wilgotności 24%. Natomiast maksymalną wartość kąta usyphu zanotowano dla odmiany Anita (32°) przy wilgotności 24%, a dla odmiany Tina (34°) przy tej samej wilgotności 24%.



Rys. 5. Zmiana wartości kąta usyphu w zależności od wilgotności nasion soczewicy.

Fig. 5. Changes of angle of repose according to moisture content of lentil seeds.



Rys. 6. Zmiana wartości kąta zsyphu w zależności od wilgotności nasion soczewicy.

Fig. 6. Changes of angle of slipery according to moisture content of lentil seeds

Tabela 1. Wartości współczynników dwu-elementowego modelu Maxwella
Table 1. Values of coefficient of two-elements Maxwell model

Wilgotność [%]	Anita		Tina	
	$E_1 ; E_2$ [Pa]	$\eta_1 ; \eta_2$ [PaEs]	$E_1 ; E_2$ [Pa]	$\eta_1 ; \eta_2$ [PaEs]
9	$2,73 \times 10^6 ; 1,56 \times 10^7$	$1,35 \times 10^8 ; 8,23 \times 10^{10}$	$2,76 \times 10^6 ; 1,69 \times 10^7$	$1,78 \times 10^8 ; 8,03 \times 10^{10}$
11	$2,46 \times 10^6 ; 5,55 \times 10^6$	$1,12 \times 10^8 ; 1,43 \times 10^{10}$	$1,26 \times 10^6 ; 2,97 \times 10^6$	$6,03 \times 10^7 ; 6,96 \times 10^9$
15	$8,16 \times 10^5 ; 1,44 \times 10^6$	$3,76 \times 10^7 ; 2,28 \times 10^9$	$1,03 \times 10^6 ; 2,03 \times 10^6$	$4,83 \times 10^7 ; 3,70 \times 10^9$
18	$4,50 \times 10^5 ; 7,34 \times 10^5$	$2,09 \times 10^7 ; 9,82 \times 10^8$	$6,44 \times 10^5 ; 1,06 \times 10^6$	$3,16 \times 10^7 ; 1,59 \times 10^9$
24	$1,73 \times 10^5 ; 2,31 \times 10^5$	$7,51 \times 10^7 ; 2,84 \times 10^8$	$2,35 \times 10^5 ; 3,36 \times 10^5$	$1,06 \times 10^7 ; 4,10 \times 10^8$

Krzywe relaksacji naprężeń interpretowane modelem Maxwella pozwoliły wyznaczyć współczynniki sprężystości E_1 i E_2 i lepkości $\eta_1 ; \eta_2$. Dla nasion powietrznie suchych współczynnik odnoszący się do części sprężystej naprężenia przyjmował największe wartości i malał ze wzrostem wilgotności. Podobnie współczynnik odnoszący się do części lepkiej naprężenia malał ze wzrostem wilgotności, przyjmując największe wartości przy wilgotności nasion 9%. Zakres wartości współczynników sprężystości wynosił odpowiednio w przypadku odmiany Anita: E_1 od $1,73 \times 10^5$ Pa do $2,73 \times 10^6$ Pa; E_2 od $2,3 \times 10^5$ Pa do $1,56 \times 10^7$ Pa oraz w przypadku odmiany Tina E_1 od $2,35 \times 10^5$ Pa do $2,76 \times 10^6$ Pa; E_2 od $3,36 \times 10^5$ Pa do $1,69 \times 10^7$ Pa. Zakres wartości współczynników lepkości zawierał się w granicach: η_1 od $7,51 \times 10^7$ PaEs do $1,35 \times 10^8$ PaEs, η_2 od $4,84 \times 10^8$ PaEs do $8,23 \times 10^{10}$ PaEs w przypadku odmiany Anita. Analogiczne graniczne wartości współczynników dla odmiany Tina były równe: η_1 $1,06 \times 10^7$ i $1,78 \times 10^8$ PaEs oraz η_2 $4,1 \times 10^8$ i $8,03 \times 10^{10}$ PaEs.

WNIOSKI

1. Nasiona soczewicy wykazują nieznaczne różnice odmianowe. Masa 1000 nasion była nieco wyższa dla Tyny (49,36 g), niż dla Anity (48,05 g).
2. Gęstość nasion istotnie zależała od ich wilgotności. Wartości tego parametru zawarte były w przedziale od 747 kg/m^3 do 806 kg/m^3 .
3. Porowatość masy nasion soczewicy rośnie ze wzrostem wilgotności. Wyższe wartości tego parametru zanotowano dla odmiany Tina odpowiednio 45,3% przy 9% wilgotności i 47% przy 23%, podczas gdy dla odmiany Anita analogiczne wartości wynosiły 44% i 46%.

4. Kąty zsyphu nasion były mniejsze niż kąty usyphu. Wyższe wartości tych parametrów zanotowano dla odmiany Anita – odpowiednio 27° i 30°, a dla odmiany Tina 23° i 27,5°. Ze wzrostem wilgotności nasion wartości obu parametrów rosły.
5. Zastosowanie modelu Maxwella pozwoliło obliczyć współczynniki sprężystości i lepkości, które malały ze wzrostem wilgotności.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bhatty R.S.:** Composition and quality of lentil (*Lens culinaris Medic.*). Can. Inst. Food Sci. Technol. J., 21, 2, 144-160, 1980.
2. **Chorąży W.:** Tradycje i rozwój nauki o żywieniu człowieka. Zdrowa Żywność, 1, 11-12, 1988.
3. **Dziamba Sz., Sochaj J.:** Zmienność plonowania i elementów struktury plonu soczewicy jadalnej. Roczniki Nauk Roln., s. A, t. 110, 103-109, 1993.
4. **Jasińska Z., Kostecki A.:** Rośliny strączkowe. PWN 1993.
5. **Milczak M.:** Wykorzystanie mutanta wielostrąkowego w hodowli soczewicy (*Lens culinaris Medic.*). Biul. IHAR, 200, 349-353, 1996.
6. **Milczak M.:** O potrzebie hodowli soczewicy i lędźwianu siewnego jako roślin warzywnych. Materiały II Ogólnopolskiego Zjazdu Hodowców Roślin Ogrodniczych, 67-70, 1992.
7. **Piróg H.:** Soczewica jadalna (*Lens culinaris Medic.*) cenną rośliną strączkową. Materiały Ogólnopolskiej Konf. Naukowej „Nauka Praktyce Ogrodniczej”, 653-660, AR Lublin 1995.
8. **Piróg H., Błażej J., Kogut B.:** Soczewica jadalna (*Lens culinaris Medic.*), jej wartość biochemiczna i zdrowotność. Fragm. Agronom., 4(24), 90-103, 1989.
9. **Szot B., Stępniewski A.:** Niektóre właściwości fizyczne nasion polskich odmian soczewicy. Acta Agrophysica, 46, 187-196, 2001.
10. **Szot B., Milczak M., Wąsik A.:** Podstawowe właściwości fizyczne nasion soczewicy. Materiały Ogólnopolskiej Konf. Naukowej „Strączkowe rośliny białkowe”, 31-36, 1998.
11. **Szot B., Stępniewski A.:** Wpływ wilgotności i chropowatości na sypkość nasion amarantusa. I Zjazd Naukowy PTA, Referaty i doniesienia. 98-100, 1997.
12. **Szot B., Stępniewski A.:** Basic physical properties of amaranth seeds. Proceedings of 3 ICPAFP, 104, 1998.
13. **Szot B., Woźniak W.:** Moisture as factor determining the variability of the grain mass porosity of spring wheat. Procidings II Int. Conf. on Physical Properties of Agric. Material. T. 2, 38, 6, 1980.
14. **Troszczyńska A., Honke J., Milczak M., Kozłowska H.:** Antinutritional substances in lentil (*Lens culinaris*) and everlasting pea (*Lathyrus sativus*) seeds. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2/43, 3, 49-54, 1993.

PHYSICAL PROPERTIES OF LENTIL SEEDS IN BULK

B. Szot, A. Stępniewski

Institute of Agrophysics PAS, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

Summary. Paper presents results of research of physical properties of lentil seed in bulk. The investigation was made on two Polish varieties Anita and Tina. The following parameters were described according to seed's moisture content: density and porosity, angles of slippery and repose. The relaxation test was also made. The relaxation curve was interpreted according to two-elements Maxwell model. The coefficients of curve were determine with numeric method and next the coefficients of the model were calculated. Investigations were made within the range of 9-24% m.c.

Keywords: Lentil, moisture content, density, porosity, angles of slippery and repose, stress relaxation.