

DEFORMACJA POSTACIOWA NASION ROŚLIN STRĄCZKOWYCH W WARUNKACH NAWILŻANIA I SUSZENIA

B. Dobrzański, jr, R. Rybczyński

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

e-mail: bdob@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie: W niniejszej pracy wyznaczono charakterystyczne wymiary nasion podczas pęcznienia i suszenia. Do wyznaczenia przyrostu objętości podczas pęcznienia nasiona nawilżano trzymając je przez 3 dni w temperaturze 20°C. Po nawilżeniu nasiona ponownie suszono. Po każdej utracie 10% masy wymiary nasion mierzono z dokładnością 0,01 mm za pomocą suwmiarki elektronicznej. Wszystkie wymiary nasion podczas pęcznienia wzrastały, jednak zaobserwowano niejednorodne pęcznienie wzdłuż płaszczyzn pomiarowych. Największy wymiar nasion soi wzrastał blisko dwukrotnie podczas gdy pozostałe podczas pęcznienia wzrastały zaledwie o 10-25%. Najwyższe tempo przyrostu objętości nasion zaobserwowano w początkowym okresie ich pęcznienia. Dalsze wypełnianie wodą pęczniejących nasion powodowało pęknięcia okrywy. Zaobserwowano, że nasiona w warunkach suszenia mikrofalowego wysychają po 2 godzinach zmieniając swoją wilgotność w zakresie od 60% do 2%. Nasiona podczas suszenia kurczą się we wszystkich kierunkach, jednak największe wymiary nasion przed nawilżaniem nie przyjmują poprzednich wartości.

Słowa kluczowe: nasiona roślin strączkowych, pęcznienie, suszenie, wymiary

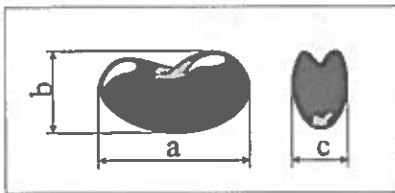
WSTĘP

Nasiona roślin strączkowych tak jak innych materiałów roślinnych pod wpływem wilgotności podlegają widocznym zmianom objętości [1-6,8-19]. Zmiany te powoduje zarówno nawilżanie [2,5,8,10,22] jak i suszenie [4,7,10,15, 20-22], które wywołuje skurcz materiału jakim są liścienie oraz okrywa nasienna. Postanowiono zatem sprawdzić zakres zmian wymiarów geometrycznych nasion

powodowany wzrostem wilgotności oraz charakter przebiegu tych zmian w funkcji czasu i wilgotności dla poszczególnych odmian. Sprawdzono również zmiany geometryczne we wszystkich kierunkach pęcznienia oraz odwracalność tego procesu; to jest kurczenia się nasion w trakcie suszenia.

MATERIAL I METODA

Badania skurczu i pęcznienia nasion prowadzono na nasionach fasoli odmian: Longina, Blanka, Laura, Segal, Nida i Proсна, nasionach grochu odmian: Agat,



Rys. 1. Wymiary nasion.

Fig. 1. Seed dimensions.

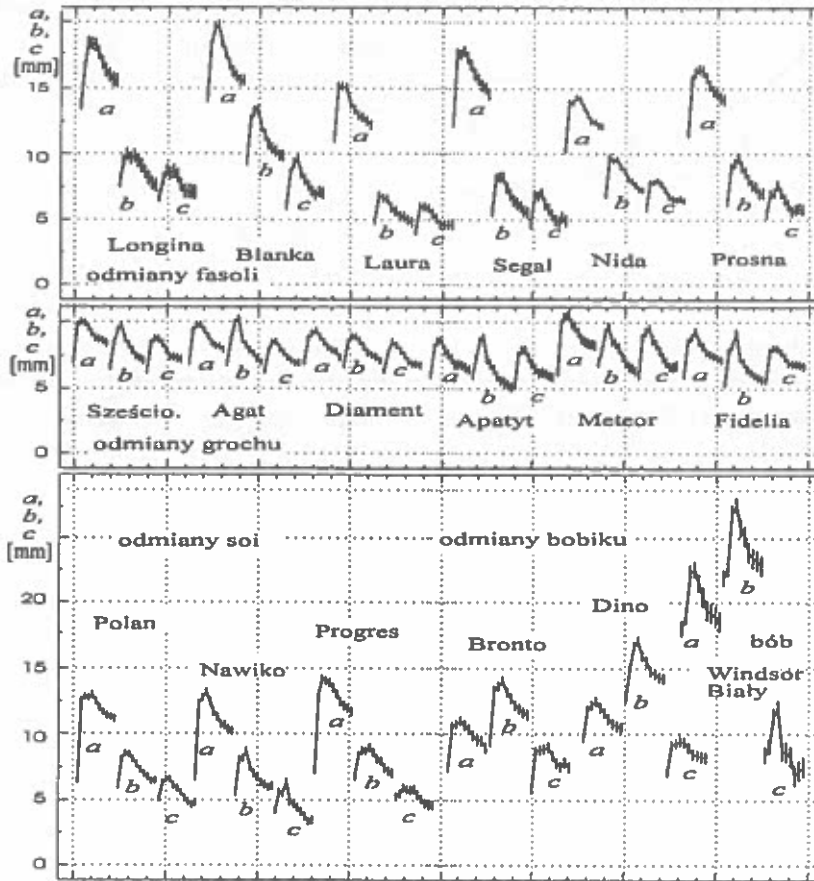
Apatyt, Diament, Meteor, Sześciotygodniowy, odmianie pastewnej Fidelia, nasionach soi odmian Nawiko, Polan i Progres, nasionach bobiku odmian Dino i Bronto, oraz odmianie bobu Windsor Biały; materiały nasiennym opisanym dokładniej przedstawionym przez autorów [4] w tym samym tomie. Ocenę geometrycznych zmian nawilżanych nasion roślin strączkowych wykonano za pomocą elektronicznej suwmiarki VIS model

MAUaE 150 mierząc ich wymiary z dokładnością do 0,01 mm. Nasiona mierzono w trzech płaszczyznach przyjmując jako wymiary wartości rejestrowane pomiędzy płaszczyznami pomiarowymi (Rys. 1). Pomiary prowadzono co osiem godzin, aż do maksymalnego przyrostu objętości nasion w okresie pęcznienia; zgodnie z metodyką przedstawioną we wcześniejszych pracach [2,3]. Następnie nasiona suszono i po każdej kolejnej utracie 10% wilgotności mierzono wymiary nasion w tych samych trzech płaszczyznach, aż do osiągnięcia stałej masy nasion.

WYNIKI

Pomiary zmian geometrycznych nawilżanych nasion przeprowadzono dla wszystkich badanych odmian nasion roślin strączkowych. Suche nasiona grochu o wszystkich wymiarach zbliżonych i kształcie kulistym pęcznieły jednorodnie we wszystkich kierunkach pomiaru (Rys.2). Przykładowo średnie wartości wymiarów a , b i c dla odmiany Sześciotygodniowy przed nawilżaniem wynosiły odpowiednio 7,29, 6,83 i 6,55 mm, a po całkowitym nawilżeniu wzrosły do: 10,13, 9,93 i 8,81 mm. Proces ten był prawie całkowicie odwrotny i podczas suszenia nasiona zmniejszały wszystkie wymiary osiągając następujące wartości: 8,61, 7,31 i 7,39 mm.

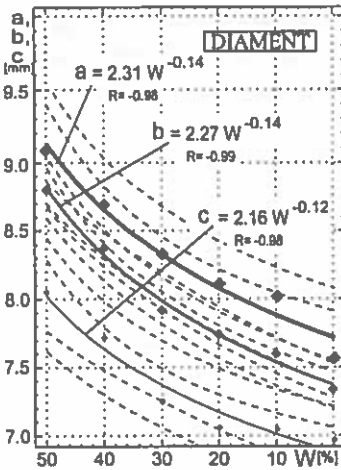
Podobnie zachowywały się pozostałe nasiona odmian jadalnych grochu siewnego uprawianych na suche nasiona takich jak Diament i Agat oraz pastewnej odmiany Fidelia o nasionach gładkich i okrągłych a także nasiona drobne odmiany o nasionach pomarszczonych Apatyt.



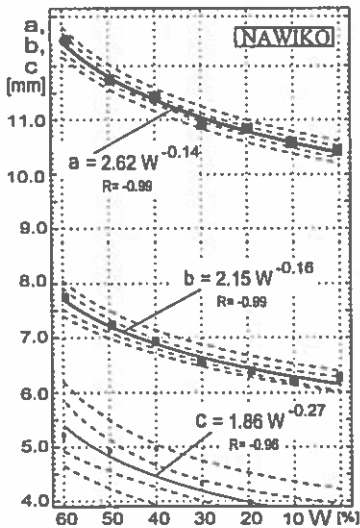
Rys. 2. Zmiany geometryczne nasion podczas ich nawilżania i suszenia.

Fig. 2. Seed dimensions changes at swelling and drying.

Najmniej regularne kształty prezentowała odmiana warzywna Meteor o nasionach pomarszczonych, której przyrosty wymiarów były niejednorodne i tak średnie wartości wymiarów a , b i c przed nawilżeniem wynosiły odpowiednio 6.46, 7.19 i 6.26 mm, a po całkowitym nawilżeniu wzrosły do: 10.65, 9.82 i 9.69 mm. Po wysuszeniu wymiary nasion malały osiągając wartość 8.45 mm, choć dla wymiaru a proces ten był zaledwie w 50 % odwracalny.



Rys. 3. Wymiary nasion grochu odmiany *Diament* podczas suszenia
Fig. 3. Dimensions of *Diament* pea seeds at drying



Rys. 4. Wymiary nasion soi odmiany *Nawiko* podczas suszenia.

Fig. 4. Dimensions of *Nawiko* seeds at drying.

Nasiona grochu odmiany *Diament* charakteryzowały się podczas suszenia prawie idealnie kulistym kształtem. Zmiany wszystkich wymiarów nasion dla malejącej wilgotności najdokładniej opisuje funkcja potęgowa, a zbliżone współczynniki równań oraz wysokie współczynniki korelacji potwierdzają ich regularny kształt (Rys. 3).

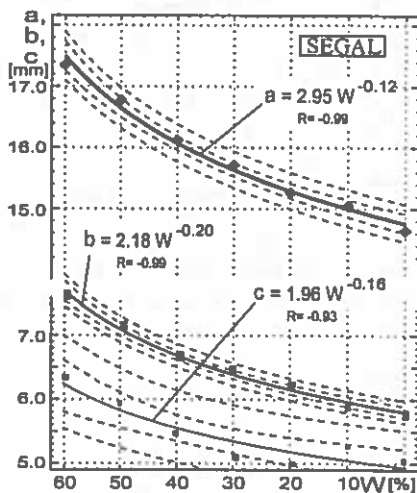
Nasiona soi pęcznią we wszystkich kierunkach osiągając przyrosty powyżej 90 %, co świadczy o dużych zmianach objętościowych liścieni. Zjawisko to może powodować naprężenia okrywy nasiennej, jednak aby sprawdzić czy naprężenia te mogą być niszczące należało wyznaczyć zmiany geometryczne samej okrywy w funkcji wilgotności. Suche nasiona badanych odmian o wszystkich wymiarach zbliżonych i kształcie prawie kulistym pęczniały niejednorodnie we wszystkich kierunkach pomiaru. Największy przyrost: 94,1, 51,7 i 44,4 % odpowiednio we wszystkich płaszczyznach *a*, *b* i *c* zaobserwowano dla odmiany *Nawiko* oraz odmiany *Polan* (91,0, 38,7 i 9,4 %). Najmniejsze przyrosty zaobserwowano dla odmiany *Aldana* (70,6, 29,0 i 9,8 %). Nasiona soi po nawilżeniu stają się podobne swym kształtem do nasion fasoli, a napęczniałe liścienie wykazują największe przyrosty wzdłuż płaszczyzny podziału i równoległe do zarodka. Zaobserwowane zmiany wymiaru *a* nasion soi, sięgające prawie 100 % świadczyły o dużych przyrostach objętościowych liścieni.

Podczas suszenia zaobserwowano kurczenie się nasion we wszystkich kierunkach pomiaru dla badanych odmian. Na rysunku 4 przedstawiono zmiany wymiarów nasion soi odmiany *Nawiko*, które opisują również funkcje wykładnicze. Proces ten był całkowicie odwracalny tylko dla wymiarów *b* i *c*.

Wymiar a , który najbardziej przyrastał podczas pęcznienia, w procesie suszenia nie przyjmował poprzednich wartości. Zjawisko to może być jedną z przyczyn powstawania naprężeń w okrywie nasiennej podczas suszenia. Wymaga to jednak pełnego rozpoznania zachowania okrywy podczas zmian wilgotności oraz właściwości mechanicznych nasion.

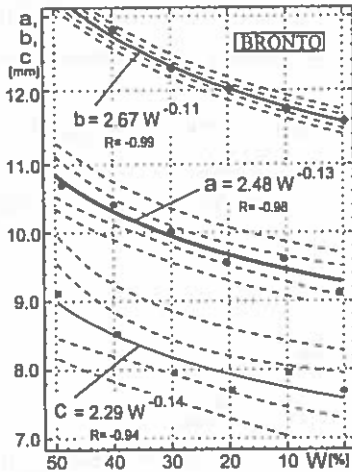
Nasiona fasoli wszystkich badanych odmian posiadały prawie idealny kształt walczaka; charakteryzujący się wydłużonym kształtem o przekroju kołowym. Na przykładzie nasion fasoli odmiany Segal przedstawiono kształt oraz zmiany wszystkich wymiarów nasion podczas suszenia, które to również najdokładniej opisuje funkcja potęgowa (Rys. 5). Dla nasion fasoli wszystkich badanych odmian wymiar a okazał się dwukrotnie większy od pozostałych, a w przypadku nasion odmiany Segal trzykrotnie osiągając po nawilżeniu wartości: 17.54, 7.78 i 6.43 mm. Nasiona tej odmiany po wysuszeniu posiadały wymiary 14.98, 5.42 i 4.88 mm, odpowiednio dla a , b i c . Dla większości odmian fasoli podczas suszenia nasiona kurczyły się osiągając wymiary zbliżone do wymiarów nasion przed ich nawilżeniem, za wyjątkiem wymiaru a , który również malał ale w mniejszym stopniu. Dla odmian Laura, Segal, Nida, Proсна, Blanka i Longina wymiar a po suszeniu osiągał odpowiednio większe niż przed nawilżaniem wartości: (11,35 < 12,35 mm), (12,58 < 14,64 mm), 10,45 < 12,24 mm), (11,77 < 14,18 mm), (15,51 < 16,96 mm) i (14,98 < 16,93 mm).

Nasiona bobiku odmian Bronto i Dino pęczniały we wszystkich kierunkach i największe przyrosty zaobserwowano dla wymiaru b , lecz po ich wysuszeniu nie przyjmowały wartości początkowych rejestrowanych przed nawilżaniem nasion. Nasiona bobu pęczniały podobnie do nasion bobiku, lecz charakteryzowały się bardziej płaskim kształtem. Płaski kształt nasion bobu odmiany Windsor Biały potwierdzały pomiary wielkości c , która wraz ze wzrostem wilgotności zmieniała się w granicach od 7,17 mm do 12,52 mm. Największe



Rys. 5. Wielkości geometryczne nasion fasoli odmiany Segal podczas suszenia.
Fig. 5. Seed dimensions at drying of Segal beans.

wartości zanotowano dla wymiaru b , który zawierał się w przedziale od 22,96 mm do 28,72 mm.



Rys. 6. Wymiary nasion bobiku odmiany *Bronto* podczas suszenia.

Fig. 6. Dimensions of *Bronto* fababean at drying.

W przypadku odmiany *Bronto* (Rys. 6) funkcja potęgowa również najdokładniej opisuje skurcz nasion oraz zmiany wymiarów nasion podczas ich suszenia. Duże różnice pomiędzy wartościami dla poszczególnych wymiarów świadczą o nieregularnym kształcie nasion. Mimo, że podczas suszenia nasiona badanych odmian i gatunków kurczyły się we wszystkich kierunkach, jednak ich wymiary nie przyjmowały wartości początkowych rejestrowanych przed nawilżaniem (Rys. 2). Szczególnie nasiona soi po nawilżeniu stają się podobne swym kształtem do nasion fasoli, a napęczniałe liścienie wykazują największe przyrosty wzdłuż płaszczyzny podziału i równoległe do zarodka. Okrywa nasienna również polega wydłużeniu. Wymaga to jednak pełnego rozpoznania zachowania okrywy podczas zmian wilgotności oraz właściwości

mechanicznych nasion, tak aby sprawdzić czy okrywa nasienna jest rozciągana przez pęczniące liścianie czy też wydłuża się wraz ze wzrostem wilgotności.

WNIOSKI

1. Zaobserwowane zmiany wymiarów nawilżanych nasion, sięgające prawie 100 % świadczyły o dużych przyrostach objętościowych liścieni. Podczas suszenia zaobserwowano kurczenie się nasion we wszystkich kierunkach, jednak proces ten był całkowicie odwracalny tylko dla niektórych gatunków i odmian.
2. Zjawisko nieodwracalnego procesu pęcznienia i skurczu nasion soi oraz niektórych odmian fasoli, może być jedną z przyczyn powstawania naprężeń w okrywie nasiennej podczas suszenia.

PIŚMIENNICTWO

1. **Dobrzański B, jr.:** Geometrical dependences of seed shell of compressed pea. *Int. Agrophysics*, 7(4):259-264, 1993.
2. **Dobrzański, jr B.:** The influence of moisture content on the shape deformation of soybean. *AgEng' 96*, Madrid, 962-963, paper: 96F-082, 1-7, 1996.
3. **Dobrzański, jr B.:** Mechanizmy powstawania uszkodzeń nasion roślin strączkowych. *Acta Agrophysica*, 13, 1-96, 1998.
4. **Dobrzański, jr B., Rybczyński R.:** Znaczenie okrywy w procesie suszenia nasion roślin strączkowych. *Acta Agrophysica*, 46, 2001. - (w tym samym tomie)
5. **Fornal J., Sadowska J., Kaczyńska B.:** Damage of faba bean seeds during drying. *Drying Technol.* 11, 6, 1293-1309, 1993.
6. **Grochowicz J., Mazur J., Borys B.:** Pęcznienie swobodne wybranych odmian lubinów. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 443, 47-54, 1996.
7. **Henderson S.M., Pabis S.:** Grain drying theory IV: The effect of airflow rate on the drying index. *J. Agric. Engng. Res.*, 7, 85-89, 1962.
8. **Herum F.L., Mensah J.K., Barre H.J., Majidzadeh K.:** Visco-elastic behavior of soybeans due to temperature and moisture content. *Trans. ASAE* 22(5): 1219-1224, 1979.
9. **Horabik J., Molenda M.:** Przyrost ciśnienia wywołany pochłanianiem wilgoci przez ziarno. *I Zjazd Naukowy PTA Lublin*, 53-55, 1997.
10. **Kamiński E., Szarycz M., Janowicz L.:** Wpływ zmiany wymiarów cząstek w trakcie ich suszenia na kinetykę wysychania krajanki z jablek. *VIII Sympozjum Suszarnictwa*, Warszawa, II, 41-51, 1994.
11. **Konarzyński K., Pietruszewski S.:** Metody pomiaru szybkości pobierania wody przez nasiona roślin uprawnych. *Inżynieria Rolnicza*, 4(15), 87-94, 2000.
12. **Lamb D.T., Hurburgh C.R. Jr.:** Moisture determination in single soyabean seeds by near-infrared transmittance. *Transaction of the ASAE*, 34, 5, 2123-2128, 1991.
13. **Laskowski J., Skonecki S.:** The influence of moisture on the physical properties and parameters of the compression process of legumes' seeds. *Int. Agrophysics*, 11, 4, 245-254, 1997.
14. **Mac Donald, Jr. M.B.:** Physical seed quality of soybean. *Seed Sci. Technol.* 13: 601-628, 1985.
15. **Mensah J.K., Nelson G.L., Herum F.L., Richard T.G.:** Mechanical properties related to soybean seedcoat cracking during drying. *Trans. ASAE*, 27(2):550-560, 1984.
16. **Mieszkański L.:** Wpływ wilgotności na zmianę cech geometrycznych nasion bobiku oraz zmienność tych cech w obrębie odmiany. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Mech.*, 22, 1991.
17. **Misra R., Young J.H.:** A model for predicting the effect of moisture content on the modulus of elasticity of soybeans. *Transaction of the ASAE*, 24, 5, 1338-1341, 1981.

18. Nelson S.O., Lawrence K.C.: Sensing moisture content in dates by RF impedance measurements. *Transaction of the ASAE*, 35, 2, 591-596, 1992.
19. Overhults D.G., White H.E., Hamilton H.E., Ross I.J.: Drying soybeans with heated air. *Transaction of the ASAE*, 16, 1, 112-113, 1973.
20. Pabis S., Henderson S.M.: Grain drying theory II: A critical analysis of the drying curve for shelled maize. *J. Agric. Engng. Res.*, 7, 1961.
21. Pabis S.: Procesy suszenia warzyw - Stan wiedzy i problemy poznawcze. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 424, 39-44, 1995.
22. Radajewski W., Gaydon D.: The effect of drying conditions on damage to navy beans. *Proc. of Agricultural Engineering Conference, Toowoomba, Australia*, 372-375, 1990.
23. Swanson B.G., Hughes J.E., Rasmussen H.P.: Seed coat microstructure: Review of water imbibition in legumes. *Food Microstructure*. 4, 1985.

SHAPE DEFORMATION OF SWELLING SEEDS AT REWETTING AND DRYING OF GRAIN LEGUME

B. Dobrzański, jr, R. Rybczyński

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: bdob@demeter.ipan.lublin.pl

Summary: In this study, the change of shape as well as the characteristic geometrical values of seed at various moisture contents, during grain legume swelling and drying were determined. To determine the effect of moisture content on the expansion volume of seeds, the samples were rewetted. The samples were stored for 3 days at room temperature (20°C). After that, beans and seeds were dried. After each 10 % loss of weight, the bean deformations were measured up to the 0 level of moisture content. The dimensions of grain legume were measured to the nearest 0.01 mm with a digitally micrometer caliper. All of dimensions increased during swelling, however, not homogeneous changes were observed. The largest dimension increased more than twice for all studied cultivars. At that time the value perpendicular to the longitudinal axis increased only 10% for studied soybean cultivars. More distinctly effects of moisture content on dimensions of soybeans were observed in the initial phase of swelling. The moisture content of beans decreased from 60 % to 2 % after 2 hours of drying. All dimensions of soybeans decreased at this process and linear dependence was observed. However, only dimension's perpendicular to the longitudinal axis obtained similar values as before rewetting. The largest dimension decreased during drying but the shape deformation in this case was not at all reversible.

Keywords: Grain legume, swelling, drying, size, dimensions