

## FIZYCZNE I BIOLOGICZNE WSKAŹNIKI PODATNOŚCI NASION BOBIKU NA USZKODZENIA W PROCESIE SUSZENIA I NAWILŻANIA

*A. Figiel, M. Konieczna*

Instytut Inżynierii Rolniczej AR, ul. Chelmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław

**Streszczenie:** Badania przeprowadzono na nasionach bobiku odmiany Jasny suszonych w warunkach konwekcji wymuszonej i naturalnej, a następnie nawilżanych do różnych wilgotności. Oceniano makrouszkodzenia nasion, wytrzymałość nasion na ściskanie oraz kiełkowanie i wzrost siewek. Wyniki badań wskazują, że suszenie w konwekcji wymuszonej powoduje narastanie makrouszkodzeń w trakcie suszenia w całym zakresie badanej wilgotności. Wytrzymałość na ściskanie nasion suszonych w konwekcji wymuszonej była mniejsza niż suszonych w konwekcji naturalnej. Nawilżanie spowodowało zmniejszenie wytrzymałości nasion wysuszonych w konwekcji naturalnej, ale już nie wpłynęło na dalsze obniżenie wytrzymałości nasion wysuszonych w konwekcji wymuszonej. W badaniach jakości biologicznej nasion bez makrouszkodzeń suszarniczych nie stwierdzono obniżania zdolności kiełkowania, wystąpiły jednak opóźnienia kiełkowania i wzrostu siewek.

**Słowa kluczowe:** bobik, suszenie, uszkodzenia, wytrzymałość, wartość biologiczna

### WSTĘP

Wilgotność jest istotną cechą wpływającą na właściwości fizyczne nasion, co stwierdzono w licznych badaniach [1,2,6,7]. W praktyce zmiany wilgotności przebiegają z różną dynamiką w obu kierunkach. Zachodzą w czasie suszenia oraz nawilżania nasion zarówno w polu jak i w obróbce technologicznej i wpływają na właściwości nasion w zakresie często trudnym do przewidzenia. Dotychczasowe badania nie wyjaśniły jeszcze w sposób wystarczający procesów towarzyszących zmianie wilgotności nasion. Przedstawiają jedynie skutki w po-

staci makrouszkodzeń, wewnętrznych pęknięć oraz obniżenia jakości biologicznej materiału wysuszonego [4,5]. Testy wytrzymałościowe dotyczą na ogół nasion sztucznie nawilżonych [3,8]. Nie ma jednak pewności czy wyznaczone taką metodą zależności mogą być odniesione do nasion, których wilgotność uległa zmniejszeniu w suszeniu wymuszonym lub naturalnym.

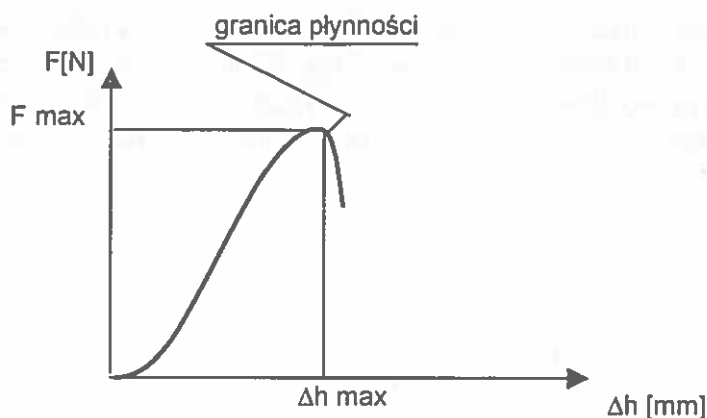
Celem podjętych badań było wyznaczenie zmian fizycznych i biologicznych właściwości nasion zachodzących zarówno w trakcie suszenia jak i nawilżania. Zmiany te charakteryzują podatność nasion na uszkodzenia.

### MATERIAŁ I METODY

Badaniom poddano nasiona bobiku odmiany „Jasny”. Strąki zebrano ręcznie i przechowywano w workach foliowych w lodówce. Nasiona przeznaczone do suszenia po wyłuskaniu umieszczono w zamkniętych pojemnikach dla wyrównania ich wilgotności, a także temperatury z temperaturą otoczenia. Suszenie pojedynczych warstw nasion bobiku metodą konwekcji wymuszonej odbywało się na stanowisku badawczym wykonanym w Instytucie Inżynierii Rolniczej we Wrocławiu. Prędkość strumienia powietrza o temperaturze 45°C wynosiła 0.1m/s. Suszenie metodą konwekcji naturalnej również pojedynczej warstwy nasion przebiegało w pomieszczeniu o temperaturze ok. 22°C i wilgotności względnej ok. 70%. Nasiona wysuszone obiema metodami nawilżono wodą destylowaną. Do tego celu użyto mieszarki z obracającymi się pojemnikami. Wyznaczanie rzeczywistej wilgotności każdego nasienia przeznaczonego do testu wytrzymałości na ściskanie odbywało się przy użyciu suszarki KC 100/200, w której próbki pozostawały przez około 200 godzin w temperaturze 105 °C. Taka metoda pozwalała na wyznaczenie wilgotności pojedynczych nasion z dokładnością do 0,1%. Do pomiaru masy nasion przed i po wysuszeniu używano wagi analitycznej o dokładności 0,0001g.

W suszonych nasionach zbadano makrouszkodzenia posługując się lupą x7. Wyróżniono dwie grupy pęknięć nasion: na powierzchniach bocznych liścieni i w charakterystycznym wżórku pomiędzy liścieniami zwanym chalazą.

Test wytrzymałości nasion na ściskanie przeprowadzono przy użyciu maszyny wytrzymałościowej INSTRON 5566. Polegał on na ściskaniu pojedynczych, podpartych sztywno nasion trzpieniem o średnicy 1 mm z prędkością 1,5 mm/min. Ściskanie odbywało się w kierunku prostopadłym do płaszczyzny przylegania liścieni. Test trwał do osiągnięcia granicy płynności, po przekroczeniu której następował spadek wartości siły w wyniku niszczenia struktury komórkowej [9] (Rys. 1).



Rys. 1. Przykład krzywej ściskania.

Fig. 1. Example of compressive test curve.

Granicy płynności odpowiadało naprężenie  $\sigma_{max}$  o wartości:

$$\sigma_{max} = \frac{4F_{max}}{\pi d^2} \quad (1)$$

$F_{max}$  – siła w granicy płynności [N]

$d$  – średnica trzpienia [mm]

Dla każdej z przewidzianych wilgotności uzyskanych w wyniku suszenia oraz nawilżania wykonano po 20 powtórzeń.

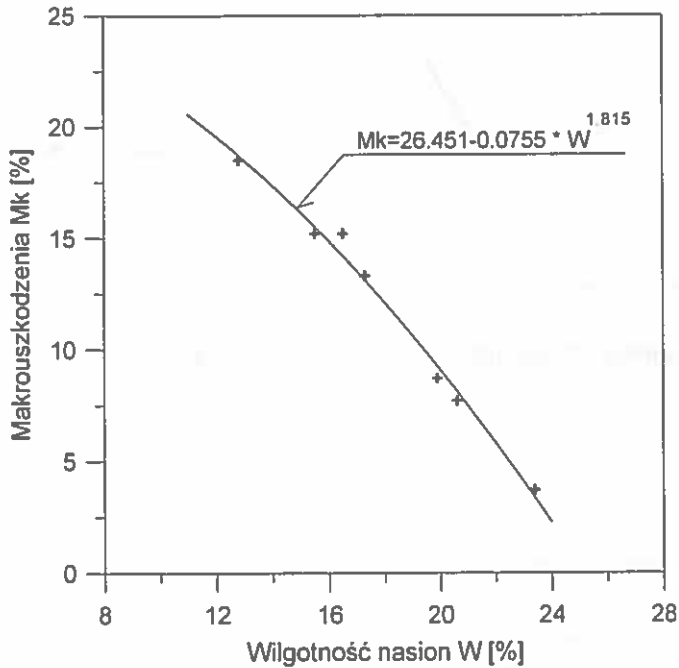
Badania biologiczne obejmowały kiełkowanie nasion i wzrost siewek. Zastosowano dwa testy: na bibule w płytkach Petriego oraz w rulonach bibuły (metoda Germa). Oceniano rozwój kielków oraz mierzono długość siewek i korzonków w kolejnych dniach doświadczenia.

## WYNIKI I DYSKUSJA

### Makrouszkodzenia

Makrouszkodzenia suszarnicze nasion bobiku w trakcie suszenia metodą konwekcji wymuszonej opisano funkcją wykładniczą (Rys. 2). Makrouszkodzenia narastały stopniowo wraz z obniżaniem się wilgotności nasion osiągając maksymalną wartość 18,5% w przypadku wilgotności nasion 12,8%. Należy

również dodać, że uszkodzenia te polegały głównie na pęknięciach okrywy i liścieni na ich bocznych powierzchniach. Nieliczne pęknięcia okrywy w chalazie pojawiły się dopiero w nasionach o wilgotności ok. 17% i niższej. W nasionach suszonych w warunkach konwekcji naturalnej makrouszkodzenia nie występowały.

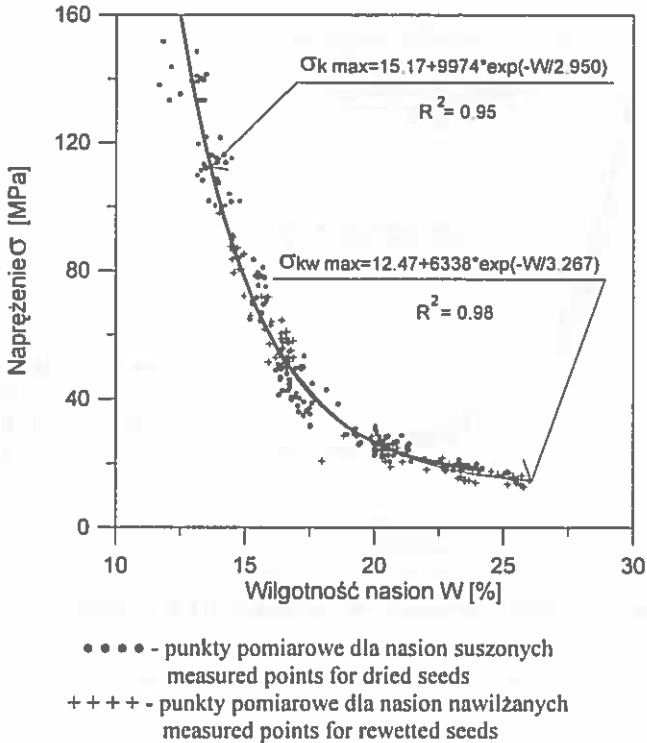


Rys. 2. Makrouszkodzenia nasion bobiku w trakcie suszenia metodą konwekcji wymuszonej.

Fig. 2. Macrodamage of horse bean seeds during drying with forced convection method.

### Wytrzymałość nasion na ściskanie

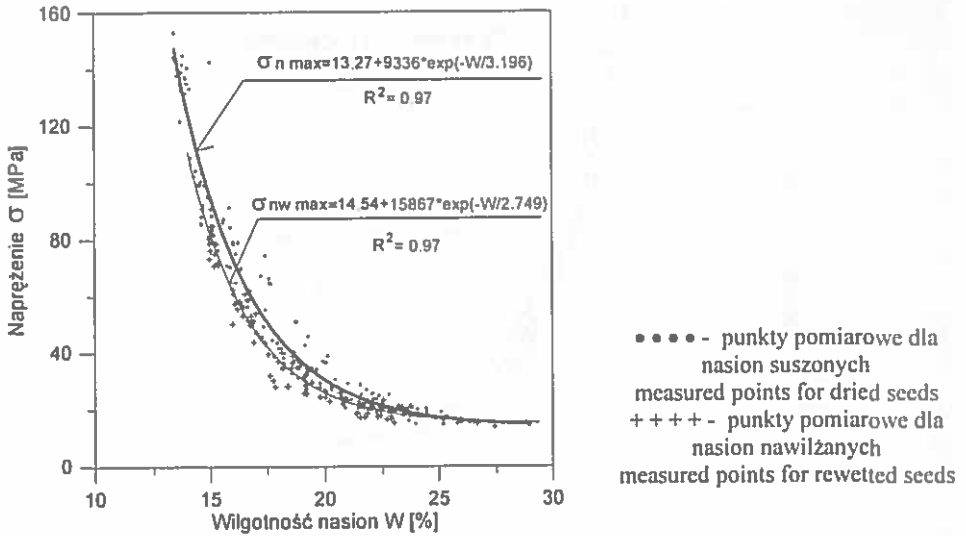
Zależność naprężenia  $\sigma_{max}$  w granicy płynności od wilgotności nasion stanowiły malejące funkcje wykładnicze (Rys.3-5). Nasiona suszone metodą konwekcji wymuszonej oraz nasiona nawilżane charakteryzowały się podobną wartością naprężenia  $\sigma_{max}$  (Rys.3).



Rys.3. Napężenie w punkcie płynności w nasionach bobiku suszonych metodą konwekcji wymuszonej  $\sigma_{k_{max}}$  i nawilżanych  $\sigma_{kw_{max}}$ .

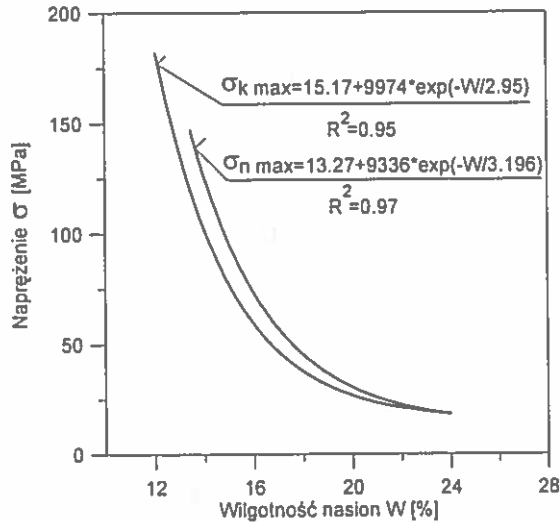
Fig.3. Stress at the fluidity limit in horse bean seeds dried by forced convection method  $\sigma_{k_{max}}$  and rewetted  $\sigma_{kw_{max}}$ .

Wartość ta wynosiła od ok. 18 MPa przy wilgotności 24% do ok. 100 MPa przy wilgotności 14%. Dla nasion o wilgotności poniżej 20% wysuszonych metodą konwekcji naturalnej (Rys. 4-5) wartości napężenia  $\sigma_{max}$  były większe i wynosiły ok. 120 MPa przy wilgotności 14%. Większe wartości napężenia w granicy płynności  $\sigma_{max}$  dla nasion wysuszonych metodą konwekcji naturalnej mogły być związane z niewielką prędkością suszenia, której towarzyszy stosunkowo mała dynamika wymiany masy i energii. Sprzyjać to mogło zachowaniu nienaruszonej struktury komórkowej. Intensywniejsza wymiana masy i energii w suszeniu metodą konwekcji wymuszonej, a także migracja wody podczas nawilżania mogły powodować pewne zmiany strukturalne objawiające się zmianą wytrzymałości nasion.



Rys.4. Napężenie w punkcie płynności w nasionach bobiku suszonych metodą konwekcji naturalnej  $\sigma_{n \max}$  oraz nawilżanych  $\sigma_{nw \max}$ .

Fig.4. Stress at the fluidity limit in horse bean seeds dried by natural convection method  $\sigma_{n \max}$  and rewetted  $\sigma_{nw \max}$ .



Rys.5. Napężenie w punkcie płynności w nasionach bobiku suszonych metodą konwekcji naturalnej  $\sigma_{n \max}$  oraz suszonych metodą konwekcji wymuszonej  $\sigma_{k \max}$ .

Fig.5. Stress at the fluidity limit in horse bean seeds dried by natural convection method  $\sigma_{n \max}$  and dried by forced convection method  $\sigma_{k \max}$ .

### Wartość biologiczna

Wpływ suszenia metodą konwekcji wymuszonej na właściwości biologiczne nasion bobiku ilustrują dane w tabeli 1. Wyniki kiełkowania w I liczeniu wskazują, że obniżenie wilgotności nasion w czasie suszenia metodą konwekcji wymuszonej powoduje opóźnienie kiełkowania. Mianowicie po 4 dobach wykiełkowało aż 94% nasion wysuszonych do wilgotności 23,4% oraz 20,6% i tylko 66% nasion wysuszonych do wilgotności 12,8%. Biorąc pod uwagę fakt, że wszystkie nasiona miały dostateczną ilość wody do kiełkowania, tak znaczne opóźnienie kiełkowania należy wiązać ze zmianami spowodowanymi wymuszonym suszeniem. Opóźnienie kiełkowania mogło następnie wpłynąć na długość siewek. W siewkach z nasion o wilgotności 12,8% długość łodyżek wynosiła tylko 4,0 cm, a korzonków 7,7 cm.

Tabela 1. Właściwości biologiczne nasion bobiku suszonych metodą konwekcji wymuszonej  
Table 1. Biological properties of the horse bean seeds dried by forced convection method

Wilgotność [%]	Kiełkowanie [%]		Długość siewek [cm]	
	I liczenie	Zdolność kiełkowania	Łodyżki	Korzonki
12,8	66	100	4,0	7,7
15,5	75	100	4,5	7,8
16,5	81	100	4,5	7,8
17,3	81	100	4,8	8,4
19,9	83	100	4,4	9,0
20,6	94	100	4,6	8,3
23,4	94	100	5,8	9,0

### WNIOSKI

1. Makrouszkodzenia nasion bobiku w suszeniu metodą konwekcji wymuszonej narastają w trakcie obniżania się wilgotności nasion, przy czym zmiana ta może być opisana funkcją wykładniczą.
2. Wytrzymałość na ściskanie nasion bobiku suszonych metodą konwekcji wymuszonej jest mniejsza niż suszonych metodą konwekcji naturalnej.
3. Nawilżanie powoduje obniżenie wytrzymałości na ściskanie nasion bobiku wysuszonych metodą konwekcji naturalnej. Nie powiększa jednak zmian już spowodowanych suszeniem metodą konwekcji wymuszonej.
4. Zmniejszanie wilgotności nasion bobiku podczas suszenia metodą konwekcji wymuszonej nie wpływa na zdolność kiełkowania, powoduje jednak opóźnienie kiełkowania i wzrostu siewek.

## PIŚMIENNICTWO

1. Dębrzański B., Rybczyński R.: Niektóre właściwości fizyczne nasion strączkowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., z. 425, 44-48, 1996.
2. Figiel A.: Wpływ wilgotności na wytrzymałość nasion bobiku. Inżynieria Rolnicza, 5 (11), 107-112, 1999.
3. Grochowicz J., Nadulski R.: Wyznaczanie niektórych właściwości mechanicznych nasion bobiku. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z.354, 67-71, 1989.
4. Konieczna M., Szarycz M.: Makrouszkodzenia nasion bobiku suszonych konwekcyjnie i mikrofalowo-konwekcyjnie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., z. 454, 545-552, 1998.
5. Konieczna M., Szarycz M.: Uszkodzenia biologiczne nasion bobiku spowodowane suszeniem mikrofalowo-konwekcyjnym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., z. 454, 553-560, 1998.
6. Kostyra H., Darewicz M.: Charakterystyka zmian białek bobiku odmiany Dino, Nadwiślański i Tibo pod wpływem przechowywania i suszenia. Biuletyn naukowy ART. w Olsztynie, 2(12), 75-79, 1993.
7. Kusiorska K., Tworkowski J.: Wartość siewna nasion bobiku suszonych w różnych warunkach. Biuletyn naukowy ART w Olsztynie, 2(12), 87-91, 1993.
8. Misra R.N., Young J.H.: A model for predicting the effect of moisture content on the modulus of elasticity of soybeans. Trans. of the ASAE, 1338-1341, 1981.
9. Mohsenin N.N.: Physical properties of plant and animal materials. Vol.I, Characteristics and mechanical properties, Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1970.

PHISICAL AND BIOLOGICAL INDEXES OF HORSE BEAN SEEDS  
SUSCEPTILTY TO DAMAGE DURING DRYING  
AND REWETTING PROCESSES

*A. Figiel, M. Konieczna*

Institute of Agricultural Engineering, Agricultural University,  
Chelmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław

**Summary:** Tests were carried on seeds of horse bean "Jasny" variety, dried in conditions of forced and natural convection and then rewetted to different moisture content. There were analysed macro-damages of seeds, compressive strength and germination as well as seedlings development. Results indicate that drying in forced convection effects on increasing of damage at full range of tested moisture content. Resistance to compression of dried in forced convection seeds was lower than dried in natural convection ones. Rewetting caused strength dropping of seeds dried in natural convection but did not effect already on the strength of seeds dried in forced convection. In the examining of biological value of seeds without macro-injuries there was not find lower germination but there was recorded retardation of germination and seedlings development.

**Keywords:** horse bean seeds, drying, damages, strength, biological quality