

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE NASION KRAJOWYCH I ZAGRANICZNYCH ODMIAN SOCZEWICY JADALNEJ

Andrzej Żabiński

Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Krzysztof Mudryk

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań, dotyczących wybranych cech fizycznych nasion soczewicy jadalnej z podgatunku grubonasienne. Określono masę tysiąca nasion oraz wodochłonność w zależności od temperatury i czasu moczenia. Stwierdzono istotny wpływ temperatury na szybkość i ilość pobieranej wody przez nasiona poszczególnych obiektów. Wzrost temperatury przyspieszał osiąganie przez nasiona pełnego stanu nasycenia. Dla pojedynczych nasion: oznaczano cechy geometryczne wyliczając na ich podstawie współczynniki kształtu, mierzono grubość łupiny nasiennej, określano wytrzymałość w zależności od stopnia uwilgotnienia nasion, przyjmując za wskaźnik wytrzymałości wartość naprężenia odpowiadającego granicy płynności biologicznej. U większości zbadanych obiektów wzrost wilgotności powodował spadek wytrzymałości nasion.

Słowa kluczowe: soczewica, nasiona, masa tysiąca nasion, cechy geometryczne nasion, grubość łupiny nasiennej, wytrzymałość doraźna, wodochłonność.

Wstęp

Soczewica jadalna (*Lens culinaris* Medic.) jest jedną z bardziej wartościowych roślin strączkowych. Decydują o tym walory dietetyczne jej nasion a także duża wartość paszowa zielonki i słomy [Wierzbicka 1984].

W Polsce przed II Wojną Światową soczewica uprawiana była na powierzchni około 1400 ha [Dziamba, Sochaj 1993]. Zawodne plonowanie tej rośliny, konkurencja gatunków plenniejszych, brak wartościowych krajowych odmian spowodowało, że w miarę intensyfikacji naszego rolnictwa soczewica została niemal całkowicie wyparta z uprawy polowej, na niewielkich powierzchniach uprawiano ją tylko na użytek własny [Milczak i wsp. 1991]. Obecnie znów obserwuje się wzrost zainteresowania tą rośliną zarówno w Polsce jak i na świecie [Brand i in. 2003, Turk i in. 2003].

W 2002 roku światowa powierzchnia uprawy tej rośliny wynosiła około 3,64 mln ha (w tym w Europie 46 tys. ha) [Jasińska, Kotecki 2003].

Wysoka ocena użyteczności soczewicy w połączeniu z małymi jej wymaganiami glebowymi, nawozowymi i wodnymi, posiadanie 3 rodzimych odmian oraz fakt objęcia systemem dopłat bezpośrednich upraw tej rośliny, przemawia za celowością rozszerzenia jej uprawy w naszym kraju, a tym samym za kontynuowaniem badań nad tym gatunkiem.

Bezpośrednim celem podjętych badań było określenie niektórych cech fizycznych nasion wybranych krajowych i zagranicznych odmian soczewicy jadalnej z podgatunku grubonasienne. Uzyskane wyniki mogą mieć istotne znaczenie w czasie zbioru, czyszczenia, separacji mechanicznej, magazynowania i obróbki nasion tej rośliny, przeznaczonych zarówno na konsumpcję jak również jako materiał reprodukcyjny. Wodochłonność na przykład decyduje o przebiegu procesu kiełkowania nasion w glebie o różnej wilgotności ma znaczenie również podczas obróbki kulinarnej nasion. Większa zdolność pobierania wody skraca czas ich gotowania.

Soczewicę cechuje duża podatność na wyleganie. Jedną z metod ograniczających to niekorzystne zjawisko jest siew mieszany z innymi gatunkami roślin, które pełnią wówczas funkcję podporową. W uprawie mieszanej szczególnego znaczenia nabierają cechy geometryczne nasion istotne w procesie ich sortowania.

Materiał i metodyka

Badaniami objęto nasiona 5 odmian i jednego rodzaju hodowlanego soczewicy jadalnej, których krótką charakterystykę przedstawia poniższa tabela.

Tabela 1. Charakterystyka badanych obiektów

Table 1. Characteristics of the examined objects

Badany obiekt	Pochodzenie	Barwa okrywy nasiennej	Barwa liścieni
Anita	Odmiana polska	Seledynowa	Jasnożółta
Izka	Odmiana polska	Seledynowa	Jasnożółta
Krak-5	Ród hodowlany polski	Seledynowa	Jasnożółta
Lard	Odmiana kanadyjska	Jasnobrązowa	Kremowa
Lenka	Odmiana słowacka	Seledynowa	Kremowa
Łuna	Odmiana rosyjska	Jasnozielona	Seledynowa

Do analiz wzięto nasiona pochodzące ze zbioru doświadczenia założonego w 2007 r na glebie kompleksu żytniego dobrego.

Masę tysiąca nasion (MTN) ustalono wg Polskiej Normy PN-R- 65950.

Cechy geometryczne nasion określano za pomocą suwmiarki elektronicznej. Mierzono grubość, długość oraz szerokość 100 losowo wybranych nasion, w 4 powtórzeniach w obrębie każdej odmiany (rodu). Na podstawie przeprowadzonych pomiarów obliczono wg Grochowicza [1994] współczynniki kształtu nasion:

$$Km = \frac{b}{c}, Kw = \frac{a}{c}$$

gdzie:

- a – grubość [mm],
- b – szerokość [mm],
- c – długość nasion [mm].

Grubość łupiny nasiennej określano, dokonując pomiaru za pomocą suwmiarki, grubości fragmentów łupiny, zdejmowanych w określonym miejscu powierzchni nasion.

Wytrzymałość pojedynczych nasion określano według Frączka i in. [2002] za pomocą uniwersalnej maszyny wytrzymałościowej firmy MTS, typ Insight 2. Nasiona poddawane były obciążeniom statycznym w położeniu, w którym kierunek siły był prostopadły do płaszczyzny podziału liścieni. Pomiary przeprowadzano przy wilgotności nasion 13, 15 i 17%. Liczebność próby wynosiła 50 nasion dla każdej wartości uwilgotnienia w obrębie każdego z badanych obiektów. Ustalono ją na podstawie pomiarów wstępnych według wzoru [Johnson i in. 1977]:

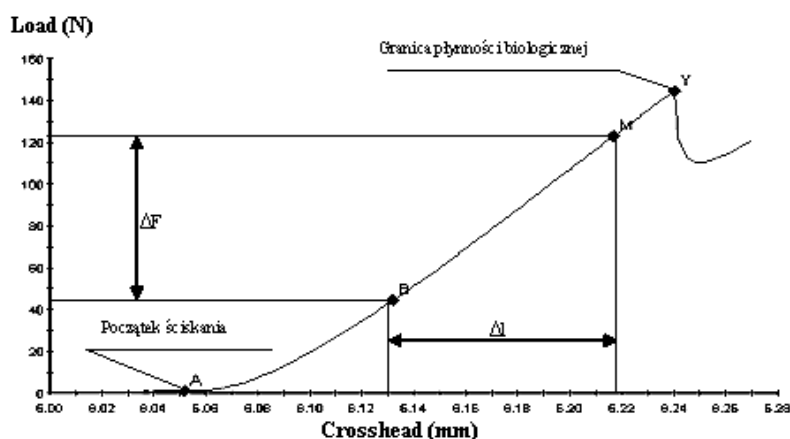
$$n = \frac{t_{\alpha}^2 \cdot s^2}{d^2}$$

gdzie:

- t – funkcja testowa ($\alpha=0,05$),
- s^2 – wariancja,
- d – błąd.

Za wskaźnik wytrzymałości przyjęto wartość siły odpowiadającej granicy płynności biologicznej. Określono ponadto pracę wykonaną przy ściskaniu oraz umowny wskaźnik odporności na ściskanie, jako wartość siły odniesionej do odkształcenia liniowego $\Delta F/\Delta l$. Wartości pomiarów rejestrowane były komputerowo z wykorzystaniem programu Test Works 4.

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy przebieg zmian siły w teście ściskania z oznaczeniem punktów charakterystycznych. Punkty B oraz M zostały tak ustalone, aby wskazywały obszar wykresu zbliżony do linii prostej w celu określenia umownego wskaźnika odporności na ściskanie [$N \cdot mm^{-1}$]. Natomiast punkty A oraz Y wskazują odcinek krzywej, pod którą wielkość pola powierzchni pozwala określić pracę ściskania. Dodatkowo punkt Y wskazuje wartość siły, przy której następowało zniszczenie nasion.



Rys. 1. Przykładowy przebieg siły ściskającej nasiona z oznaczeniem charakterystycznych punktów pomiarowych

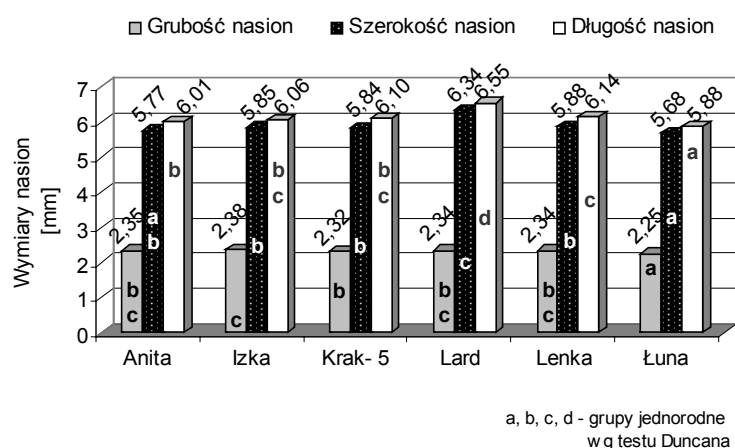
Fig. 1. Model trajectory of seed compressive force with characteristic measuring points marked

Wodochłonność nasion oznaczono wg metody Baryło-Piekielnej [1975]. Odważano 25 g próbki nasion o znanej wilgotności, następnie umieszczano je w pojemnikach i zalewano 100 cm³ wody o określonej temperaturze. Wodochłonność nasion ustalano w temperaturze 20, 40 oraz 60°C po 3, 6 i 9 godzinach moczenia. Następnie wodę dekantowano, nasiona osuszano bibułą i ważono z dokładnością do 0,001 g. Przyrost masy nasion wynikający z wchłoniętej wody podano w procentach.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie (Statistica 8). Do porównywania średnich zastosowano test Duncana, $\alpha = 0,05$ wydzielając grupy jednorodne.

Wyniki badań

Badane obiekty nie wykazywały statystycznie istotnych różnic pod względem masy tysiąca nasion, która kształtowała się na poziomie 47,23 g. Istotne różnice stwierdzono natomiast w wartościach podstawowych cech geometrycznych nasion. Najmniejszą grubością i długością nasion w stosunku do pozostałych odznaczała się odmiana Łuna (rys. 2). Również szerokość jej nasion była istotnie mniejsza od pozostałych badanych obiektów, z wyjątkiem odmiany Anita.

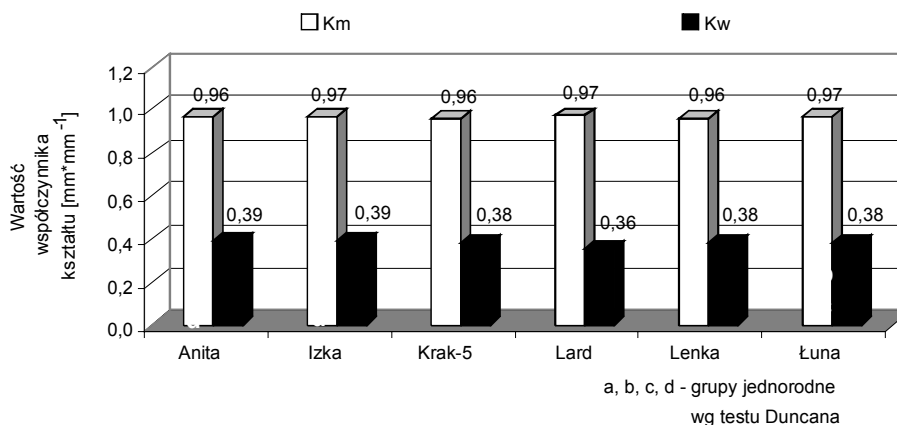


Rys. 2. Wymiary nasion badanych obiektów
 Fig. 2. Dimensions of seeds for the examined objects

W wielu procesach rozdzielczych bardzo istotne znaczenie mają zależności między wymiarami nasion, czyli współczynniki kształtu. Określają one w pewnym stopniu kształt nasion i ich liczbową wartość może stanowić kryterium podziału nasion, np. na długie i krótkie. [Grochowicz 1994] W przypadku soczewicy informacje te mogą zostać wykorzystane podczas oczyszczania nasion tego gatunku po omłocie, lub rozdziału mieszanki nasion uzyskanej z upraw soczewicy z roślinami podporowymi. Wartości współczynnika kształtu nasion K_m nie wykazywały statystycznie istotnego zróżnicowania u badanych obiektów. Zróżnicowanie takie dotyczyło natomiast wartości współczynnika K_w (rys. 3).

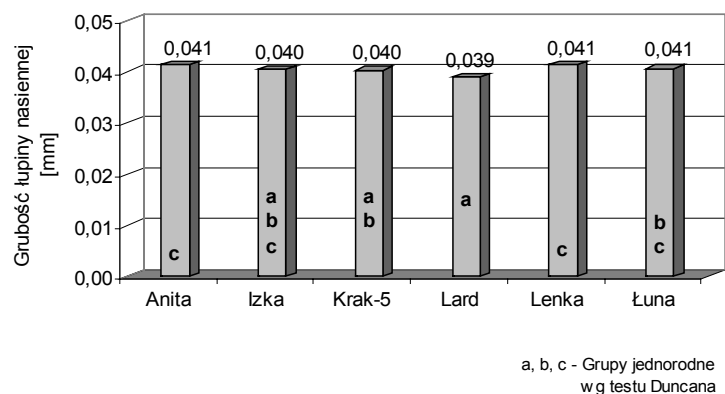
Wybrane właściwości fizyczne...

Był on najniższy u odmiany Lard. Wynika to z faktu, że nasiona tej odmiany charakteryzują się największą długością (rys. 2).



Rys. 3. Wartości współczynników kształtu nasion badanych obiektów
Fig. 3. Shape factor values for seeds of the examined objects

Różnice w grubości łupiny nasiennej u badanych obiektów były niewielkie, lecz statystycznie istotne. Łupina nasienna u odmiany Lard miała podobną grubość jak u odmiany Izka i rodu Krak-5 a była istotnie cieńsza w stosunku do pozostałych odmian (rys. 4).



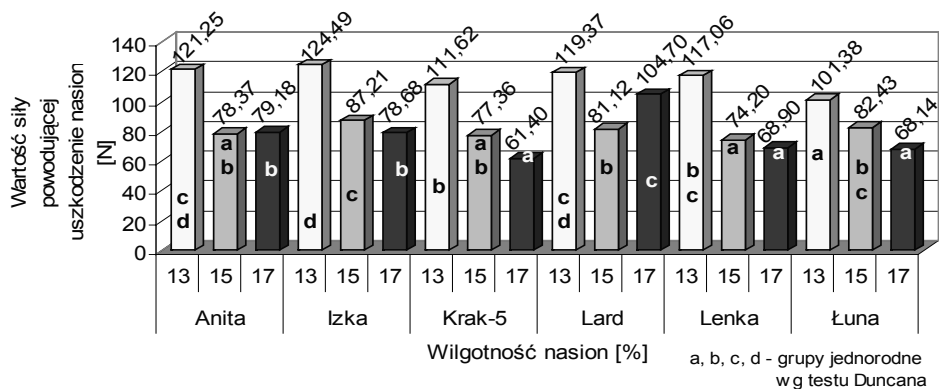
Rys. 4. Grubość łupiny nasiennej badanych obiektów
Fig. 4. Seed shell thickness in the examined objects

Wytrzymałość nasion ma istotne znaczenie w procesie omlotu, od niej zależy stopień uszkodzalności nasion. Informację o wytrzymałości nasion soczewicy przy różnym stopniu ich uwilgotnienia można wykorzystać podejmując decyzję o terminie rozpoczęcia zbioru.

Nasiona badanych soczewic poddane działaniu obciążeń statycznych odznaczały się różną wytrzymałością. Przy wilgotności 13% największe zróżnicowanie w wartościach sił powodujących uszkodzenie zaobserwowano pomiędzy odmianą Łuna i Izka oraz rodem Krak-5 (rys. 5). Najmniejszą wytrzymałością przy tej wilgotności, w stosunku do pozostałych obiektów charakteryzowały się nasiona soczewicy Łuna. Wzrost wilgotności nasion do wartości 15% spowodował spadek ich wytrzymałości, dotyczy to wszystkich badanych obiektów. Przy tej wartości uwilgotnienia bardziej podatne na uszkodzenia były nasiona odmiany Lenka i Anita oraz rodu Krak-5.

Przy 17% wilgotności nastąpił dalszy spadek wytrzymałości nasion, nie dotyczy to jednak wszystkich badanych obiektów. Najmniejszą wytrzymałość przy takim uwilgotnieniu wykazywały nasiona rodu Krak-5, największą natomiast odmiany Lard, przy czym była ona wyższa od zarejestrowanej u tej odmiany przy wilgotności 15%.

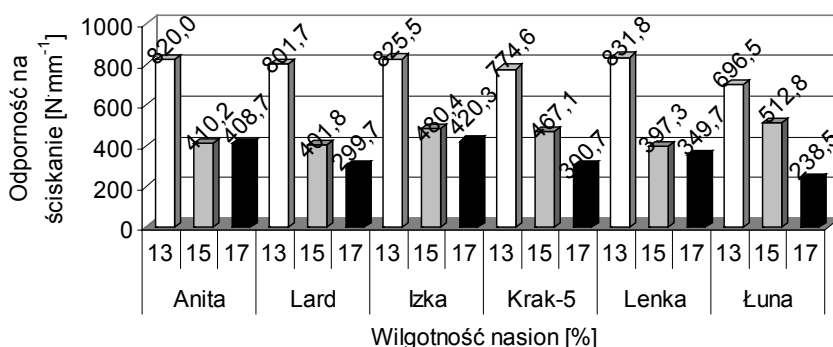
Istotny wpływ wilgotności na wytrzymałość nasion wynika zapewne ze zmian właściwości fizycznej liścieni pod wpływem zmiany ich uwilgotnienia. Przy niższej wilgotności deformacja liścieni w nasionach pod wpływem zastosowanego obciążenia jest niewielka, gdyż wykazują one cechy materiału sprężysto – kruchego, i przy większych wartościach siły nacisku pękają. Wytrzymałość nasion w tym przypadku uzależniona jest od samych tylko liścieni. Wzrost wilgotności nasion powoduje, że zawarte w nich liścienie stają się bardziej plastyczne. Pod wpływem obciążeń ulegają większym odkształceniom postaciowym, wywołując tym samym naprężenia rozciągające łupinę nasienną, prowadzące do jej rozerwania. O wytrzymałości nasion decydują więc wtedy w dużym stopniu właściwości łupiny nasiennej [Dobrzański 1998].



Rys. 5. Wytrzymałość nasion badanych obiektów w zależności od wilgotności nasion
 Fig. 5. Strength of seeds for the examined objects, depending on seeds humidity

Dalsza analiza testu ściskania pozwoliła na określenie tzw. odporności nasion na ściskanie. Wartość oznaczanego parametru zawierała się w przedziale 820 – 238,5 N·mm⁻¹. Wartości odporności w przedziale 820 – 696,5 N·mm⁻¹ dotyczyły nasion o wilgotności

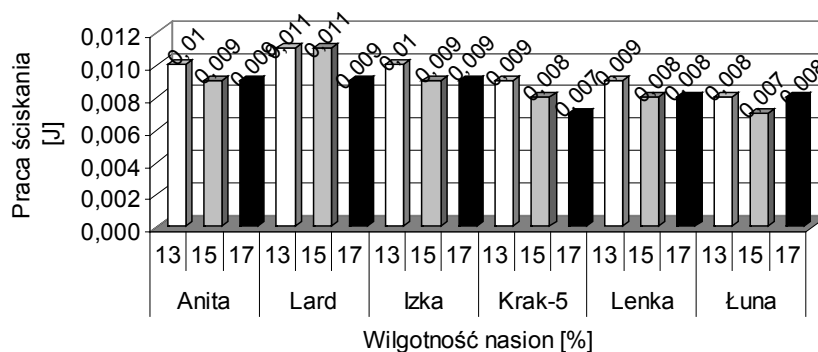
13% (rys.6). Przy wzroście wilgotności do poziomu 15% wartość współczynnika odporności na ściskanie uległa gwałtownemu spadkowi do wartości na poziomie 512–397 $N \cdot mm^{-1}$. Dalszy wzrost wilgotności do 17% powodował niewielkie już obniżenie parametru do poziomu 408,7 – 238,5 $N \cdot mm^{-1}$. Wyniki te dostarczają cennych informacji istotnych w procesach przetwarzania nasion.. Muszą być również brane pod uwagę podczas magazynowania nasion tego gatunku. Grubość warstwy przechowywanych nasion musi być dostosowana do ich wilgotności, by nie następował proces ich deformacji.



Rys. 6. Umowny wskaźnik odporności na ściskanie nasion badanych obiektów w zależności od wilgotności

Fig. 6. Conventional index of resistance to compression for seeds of examined objects, depending on their humidity

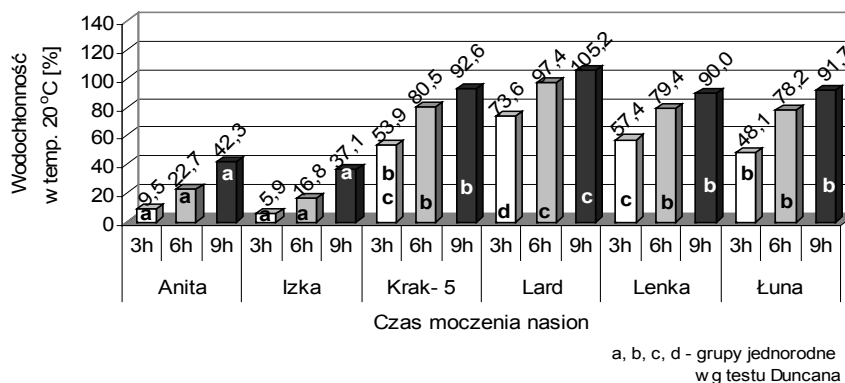
Określone nakłady pracy w procesie ściskania wykazały, iż wzrost wilgotności nasion powoduje spadek ich wartości. Najwyższymi nakładami pracy charakteryzowała się odmiana Lard (0,011 J), najmniejszymi natomiast Łuna (0,007 J) (rys. 7).



Rys. 7. Praca ściskania dla nasion badanych obiektów w zależności od wilgotności nasion

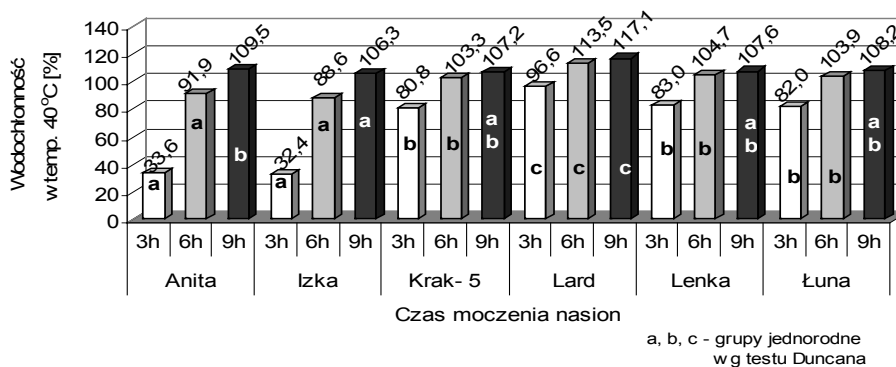
Fig. 7. Compression work for seeds of examined objects, depending on their humidity

Wodochłonność nasion badanych obiektów zależna była zarówno od temperatury jak też czasu moczenia, przy czym obserwowano dużą zmienność pod tym względem między poszczególnymi obiektami. W temperaturze 20°C po 3, 6 i 9 godzinach najwięcej wody zatrzymywały nasiona odmiany Lard a najmniej, odmian Izka i Anita (rys. 8).



Rys. 8. Wodochłonność nasion soczewicy w temp. 20°C w zależności od czasu moczenia
 Fig. 8. Water absorbability of lentil seeds at the temp. of 20°C, depending on soaking time

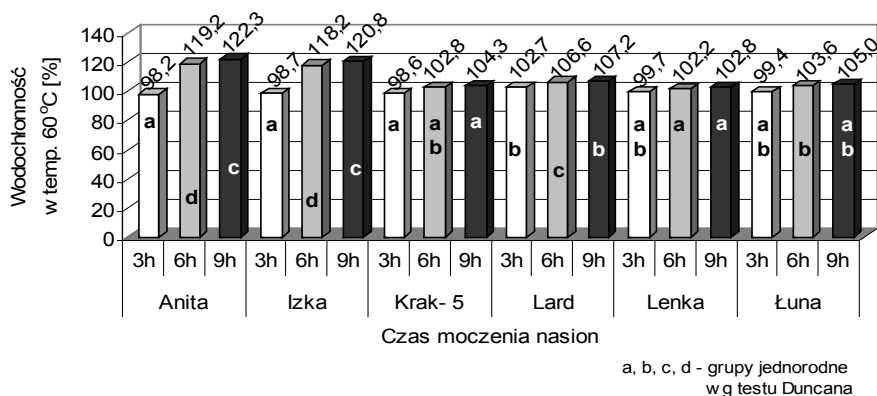
W temperaturze 40°C wodochłonność nasion wszystkich obiektów była większa w stosunku do poprzedniej kombinacji. Tak jak poprzednio najwięcej wody po 3, 6 jak i 9 godzinach moczenia absorbowały nasiona odmiany Lard, najmniej natomiast soczewicy Izka i Anita, dotyczy to jednak tylko 3 i 6 godz. moczenia (rys. 9).



Rys. 9. Wodochłonność nasion soczewicy w temp. 40°C w zależności od czasu moczenia
 Fig. 9. Water absorbability of lentil seeds at the temp. of 40°C, depending on soaking time

Wybrane właściwości fizyczne...

Temperatura 60°C powodowała szybkie pochłanianie wody przez nasiona wszystkich obiektów, gdyż już po 3 godzinach moczenia wodochłonność ich wyniosła ponad 90%, przy czym u odmiany Lard była ona największa osiągając wartość 102,6%. Po 6 godzinach przyrost masy nasion wszystkich form, wynikiły z zatrzymanej wody przekroczył 100%, najwięcej wody pochłonięły wtedy nasiona odmiany Anita i Izka. Po 6 godzinach moczenia nastąpiło już prawie maksymalne wysycenie wodą komórek tkanki miększowej liścieni, dlatego po dziewięciu godzinach dalszy wzrost wodochłonności nasion był już stosunkowo niewielki (rys. 10).



Rys. 10. Wodochłonność nasion soczewicy badanych form w temp. 60°C w zależności od czasu moczenia

Fig. 10. Water absorbability of lentil seeds at the temp. of 60°C, depending on soaking time

Wnioski

1. Zbadane cechy nasion analizowanych form uwidaczniają dużą zmienność w obrębie *Lens culinaris* Medic.
2. Wytrzymałość doraźna nasion zależna jest zarówno od badanej formy soczewicy jak też stopnia uwilgotnienia nasion. U większości badanych obiektów wzrost wilgotności nasion prowadzi do obniżenia ich wytrzymałości doraźnej.
3. Wartość współczynnika odporności nasion na ściskanie w dużym stopniu zależna jest od wilgotności. Niewielka zmiana wilgotności nasion w zakresie od 13 do 15% wywołuje gwałtowny spadek wartości tego współczynnika.
4. Na wodochłonność nasion badanych form soczewicy istotny wpływ ma temperatura, której wzrost w znaczny sposób przyspiesza osiągnięcie przez nasiona pełnego stanu nasylenia wodą.

- Większą wodochłonnością z pośród form soczewicy objętych badaniami, przy jednoczesnym krótkim czasie moczenia odznaczają się nasiona odmiany Lard. Wpływ na ten stan może mieć grubość łupiny nasiennej, która u tej odmiany jest istotnie mniejsza w stosunku do większości badanych obiektów.

Bibliografia

- Baryło-Piekielna N.** 1975. Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT. Warszawa.
- Brand J., Armstrong R., Materne M., Antnoff G.** 2003. The response of lentil cultivars to sowing date and plant density in the southern Mallee of Victoria. Proceeding of the 11 Australian Agronomy Conference, 'Solution for a Better Environment, 12-13 February 2003, Australian Society of Agronomy.
- Dobrzański B.** 1998. Mechanizmy powstawania uszkodzeń nasion roślin strączkowych. Acta Agrophysica. Z. 13. s. 13-20.
- Dziamba S., Sochaj J.** 1993. Zmienność plonowania i struktury plonu soczewicy jadalnej. Roczn. Nauk Rol., Seria A, 110. s. 103-109.
- Frączek J., Kaczorowski J., Ślipek Z., Horabik J., Molenda M.** 2003. Standaryzacja metod pomiaru właściwości fizyczno-mechanicznych roślinnych materiałów ziarnistych. Acta Agrophysica. Z. 92. s. 16-21.
- Grochowicz J.** 1994. Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Lublin. ISBN 83-901612-9-X
- Jasińska Z., Kotecki A.** 2003. Szczegółowa uprawa roślin. Wydawnictwo Akademii Rolniczej Wrocław. Tom II. s. 99-105.
- Johnson N., Leone F.** 1977. Statistic and experimental design in engineering and physical science. New York. s. 241-244.
- Milczak M., Gryka J., Segit Z.** 1991. Zmienność i współzależność niektórych cech u soczewicy (*Lens culinaris* Medic.). Biul. IHAR 179. s. 59-65.
- Polska norma PN-R-65950:** 1994. Materiał siewny. Metody badania nasion.
- Turk M. A., Tawaha A. M., El-Shatnawi M. K. J.** 2003. Response of Gentil (*Lens culinaris* Medic.) to Plant Density, Sowing Date, Phosphorus Fertilization and Ethephon Application in the Absence of Moisture Stress. Journal of Agronomy and Crop Science 189 (1). s. 1-6.
- Wierzbicka B.** 1984. Warzywa bogate w białko. PWRiL. Warszawa. s. 30-34.

SELECTED PHYSICAL PROPERTIES OF SEEDS FOR DOMESTIC AND FOREIGN EDIBLE LENTIL VARIETIES

Abstract. The paper presents results of the research concerning selected physical properties of the seeds of edible lentil from subspecies of leguminous plants. The researchers determined weight of one thousand seeds and water absorbability depending on temperature and soaking time. They observed considerable temperature effect on speed and volume of water being taken up by seeds of individual objects. As a result of temperature rise, seeds reached the state of full saturation faster. For single seeds: geometrical features were determined, providing the basis for computing shape factors, seed shell thickness was measured, and strength was determined depending on seeds humidifying degree, taking stress value corresponding to biological fluidity boundary as strength index. For most of the examined objects increasing humidity resulted in reduced strength of seeds.

Key words: lentil, seeds, weight of one thousand seeds, geometrical characteristics of seeds, seed shell thickness, immediate strength, water absorbability

Adres do korespondencji:

Andrzej Żabiński, e-mail, Andrzej.Zabinski@ur.krakow.pl
Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa,
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Łupaszki 6
31-198 Kraków