

## ZMIANY CECH JAKOŚCIOWYCH ZANIECZYSZCZONYCH NASION RZEPAKU PODCZAS PROCESU PRZECHOWYWANIA

*Katarzyna Skiba\*, Grzegorz Szwed, Jerzy Tys*

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin  
e-mail: kskiba@demeter.ipan.lublin.pl

**Streszczenie:** Celem pracy było zbadanie, jak istotny jest wpływ ilościowy zanieczyszczeń użytecznych w integracji z temperaturą, wilgotnością, naprężeniami, na zmieniające się parametry jakościowe magazynowanych nasion rzepaku w dłuższym okresie czasu. Materiał do badań stanowiły nasiona rzepaku odmiany Bolko. Próbkę nasion o wilgotności 4, 6 i 11% z ilością zanieczyszczeń (będących częściami pokruszonych nasion) 0, 7 i 12% przechowywano w komorach ciśnieniowych w temperaturze 7, 20 i 30°C przez okres 180 dni. Konstrukcja komór zapewniała symulację warunków przechowywania występujących w silosach przemysłowych. Zmiany wartości technologicznej nasion tj. zawartość chlorofilu, liczbę kwasową i nadtlenkową oceniano okresowo w trakcie przechowywania, co 20 dni. Przeprowadzone badania wykazały, że zarówno temperatura przechowywania, wilgotność nasion, jak i wielkość zanieczyszczeń w bardzo znaczny sposób wpływały na zmiany cech jakościowych nasion rzepaku.

**Słowa kluczowe:** rzepak, zanieczyszczenia użyteczne, przechowywanie

### WSTĘP

Przechowywanie nasion w dłuższym okresie czasu prowadzi nieuchronnie do obniżenia ich jakości na skutek zachodzących w nich procesów przemiany materii. Skutkiem tych procesów (nazywanych starzeniem się nasion) jest ubytek ich masy oraz zmiany budowy anatomicznej, składu i właściwości chemicznych, czego efektem jest sygnalizowana przez Zakłady Przemysłu Tłuszczowego informacja o złej jakości nasion dostarczonych z magazynów do przetwórstwa. Intensywność procesów starzenia (prędkość zachodzących zmian w nasionach odniesiona do jednostki czasu przechowywania) uzależniona jest niewątpliwie od stanu począt-

---

\* Stypendystka Projektu Nr Z/2.06/II/2.6/01/05 finansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS), Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego

kowego nasion oraz warunków ich przechowywania (temperatura, wilgotność powietrza w magazynie, wartość naprężeń między nasionami) [1,2,10,12].

Dotychczasowe badania, przedstawiane w dostępnej literaturze, potwierdzają istnienie pewnej luki, którą można uzupełnić badając, jaki wpływ na jakość przechowywanego surowca mają zanieczyszczenia organiczne znajdujące się w nim. Zanieczyszczenia organiczne stanowią najczęściej pokruszone (uszkodzone) nasiona rzepaku i są one nieodłączną częścią pozyskiwanej masy nasion w procesie zbioru kombajnowego. Badania przeprowadzone przez Szota i in. [9] wykazały, że w czasie zbioru dochodzi nawet do 15% uszkodzeń nasion. Ich ilość uzależniona jest od właściwego doboru parametrów zbioru mechanizmów kombajnu oraz podatności na uszkodzenie pozyskiwanych nasion. Uszkodzenia te powodują szereg niekorzystnych zmian rzutuujących na jakość produktów finalnych powstałych z przerobu rzepaku [4,5,7]. Cechy jakościowe nasion uzależnione są również od czasu i warunków przechowywania [3,6,8,11].

Zmieniające się warunki przechowywania (silosy o większej objętości, nasiona o zróżnicowanej wilgotności, zanieczyszczeniu i zróżnicowanym stopniu uszkodzenia) wymagają opracowania metod laboratoryjnych pozwalających zapoznać się ze zjawiskami biologicznymi i fizycznymi zachodzącymi w przechowywanych nasionach o zróżnicowanej wilgotności, dojrzałości i zanieczyszczeniu. Należy ocenić, w jaki sposób procesy zachodzące w tak zamodelowanych warunkach przechowywania nasion, wpływają na dynamikę zmian ich właściwości technologicznych oraz mechanicznych.

Podjęte badania mają na celu określenie ilościowego wpływu zanieczyszczeń użytecznych w interakcji z temperaturą, wilgotnością, naprężeniami, na parametry jakościowe magazynowanych nasion rzepaku w dłuższym okresie czasu.

#### MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono wykorzystując nasiona rzepaku odmiany Bolko pochodzące ze zbioru jednoetapowego, zbierane w dojrzałości pełnej. Przechowywane nasiona rzepaku w silosach i elewatorach mają ograniczony dostęp do powietrza atmosferycznego oraz zmniejszony wpływ oddziaływania dobowych zmian temperatury na przechowywany materiał. Zastosowane w badaniach komory ciśnieniowe zapewniały analogiczne do naturalnych warunki przechowywania. Ciągłe monitorowanie przebiegu procesu (temperatura, wilgotność) oraz systematyczne (co 20 dni) pobieranie próbek materiału w ilościach niezbędnych do okresowej oceny parametrów jakościowych przechowywanych nasion rzepaku w tak zamodelowanych warunkach przechowywania umożliwiło rejestrację zachodzących zmian. W trakcie badań kontrolowano podstawowe czynniki

mające wpływ na przebieg procesu przechowywania tj.: wilgotność oraz temperaturę złoża nasion.

Metodyka badań obejmowała:

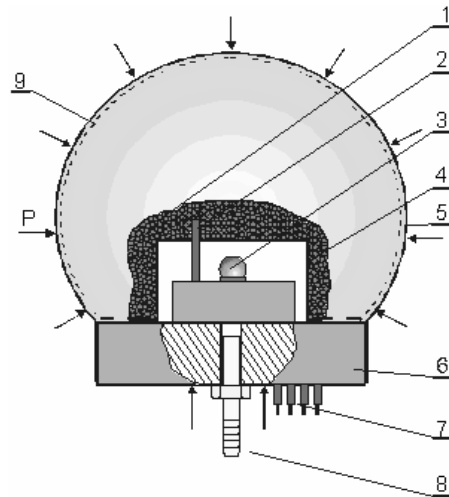
- zmiany chemiczne zawartego w nasionach oleju;
  - LK – liczba kwasowa;
  - LN – liczba nadtlenkowa;
  - zawartość chlorofilu;
- zmiany mechaniczne wyrażone przez:
  - wzrost ilości nasion uszkodzonych;
  - wzrost ilości nasion uszkodzonych podczas testów dynamicznych

Materiał przeznaczony do badań wymagał następujących zabiegów przygotowawczych:

- czyszczenie nasion od zanieczyszczeń;
- dosuszanie nasion do poziomu 4% wilgotności;
- wykonanie badań kontrolnych (dla próbki o 6% wilgotności), przed przechowywaniem wg ustalonej metodyki;
- nawilżenie niektórych partii nasion do wilgotności 6 i 11%;
- dodawanie do poszczególnych próbek o wilgotności 4, 6 i 11% nasion uszkodzonych mechanicznie (tej samej odmiany) w takich ilościach, aby każda partia miała próbki nasion o trzech poziomach zanieczyszczeń użytkowych (0, 7, 12%).

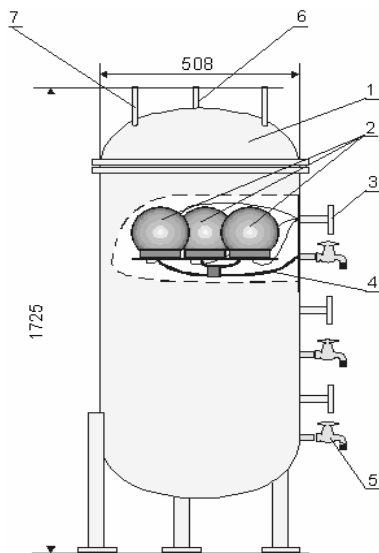
Próbki nasion o masie 2,5kg o określonej wilgotności oraz ilości zanieczyszczeń umieszczano w foliowych woreczkach z PVC, a następnie wkładano do kulistych pojemników wykonanych z cienkiej gumy lateksowej (5) (rys.1). Warstwa folii (9) zapobiegała niekorzystnemu oddziaływaniu tłuszczu wydostającego się z nasion na gumę lateksową. Tak wypełnione pojemniki z nasionami zamykano odpowiednio do tego celu wykonanymi głowicami pomiarowymi.

Pojemniki wypełnione nasionami posiadały kulisty kształt, co zapewniało utrzymanie porównywalnych stałych naprężeń pochodzących od ciśnienia w komorze i oddziaływujących na przechowywane nasiona. Tak przygotowane próbki nasion wkładano do zbiorników ciśnieniowych ze stabilizowaną temperaturą i ciśnieniem. Specjalnie skonstruowane oraz przystosowane zbiorniki pozwalały uzyskać i utrzymać żadaną temperaturę w zakresie od 0 do 40°C oraz ciśnienie w zakresie od 0 do 400 kPa, w zależności od potrzeb wynikających z metodyki badań (rys. 2). W tabeli 1 przedstawiono warunki przechowywania nasion rzepaku.



**Rys. 1.** Schemat próbki rzepaku z głowicą pomiarową: 1 – próbka nasion; 2 – czujnik temperatury; 3 – czujnik wilgotności; 4 – siatka osłaniająca czujniki oraz odpowietrzający dren; 5 – lateksowy pojemnik; 6 – głowica zamykająca i uszczelniająca lateksowy pojemnik; 7 – wyjście przewodów elektrycznych; 8 – dren łączący próbkę nasion z atmosferą na zewnątrz komory; 9 – folia z PCV; P – ciśnienie oddziaływujące na nasiona

**Fig. 1.** Schematic of rape seed sample with measuring head: 1 – seed sample, 2 – temperature sensor; 3 – moisture sensor; 4 – sensor shield and vent pipe; 5 – latex holder; 6 – hermetic cap of holder; 7 – wire exit; 8 – pipe connecting seed sample with atmosphere outside chamber; 9 – polyethylene foil; P – pressure acting on seeds



**Rys. 2.** Zbiornik ciśnieniowy z próbkami nasion. 1 – pokrywa; 2 – próbki nasion; 3 – wyjście przewodów elektrycznych; 4 – dren odpowietrzający; 5 – zawory odpowietrzające; 6 – zawór bezpieczeństwa; 7 – uchwyt pokrywy.

**Fig. 2.** Pressure chamber with rape seed samples: 1 – chamber; 2 – seed samples in latex holders; 3 – wires; 4 – vent pipe; 5 – vent valves; 6 – safety valve; 7 – handle of the cover.

ZMIANY CECH JAKOŚCIOWYCH ZANIECZYSZCZONYCH NASION RZEPAKU

**Tabela 1.** Warunki przechowywania nasion rzepaku odmiany Bolko. Z – poziom zanieczyszczeń użytecznych

**Table 1.** Storage conditions of rapeseed variety Bolko. Z – dockage

Poziom zanieczyszczeń Dockage	4% wilgotności 4% moisture content	6% wilgotności 6% moisture content	11% wilgotności 11% moisture content
0% Z	Temperatura Temperature	Temperatura Temperature	Temperatura Temperature
7% Z			
12% Z	7°C, 20°C, 30°C	7°C, 20°C, 30°C	7°C, 20°C, 30°C

Badania okresowe prowadzono zgodnie z opracowaną wcześniej metodyką [10]. Nasiona o zróżnicowanych warunkach początkowych (wilgotność, stopień zanieczyszczeń) stanowiły dwa kompletne zestawy. Jeden zestaw uzbrojony w komplet czujników przeznaczony był do monitorowania temperatury i wilgotności. Z drugiego zestawu okresowo pobierano próbki nasion (co 20 dni), w celu określenia ich wartości technologicznej za pomocą spektrometru bliskiej podczerwieni (QN 1000 Oxford) oraz właściwości mechanicznych na odpowiednim stanowisku dynamicznym.

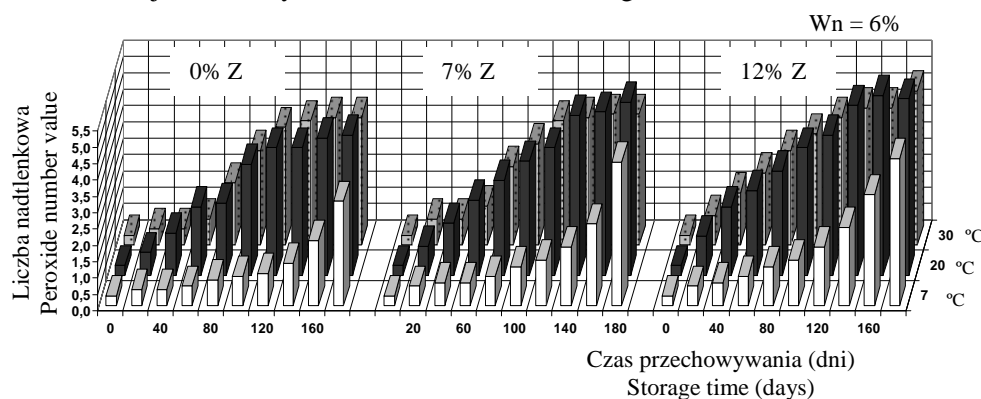
Badania udarowe polegały na uderzaniu pojedynczych nasion przez bijak poruszający się z odpowiednią prędkością, zgodnie z wcześniej opracowaną i stosowaną w Instytucie Agrofizyki metodyką [10].

#### WYNIKI

Nasiona rzepaku, ze względu na swój skład chemiczny i budowę są w czasie magazynowania o wiele bardziej narażone na zepsucie niż ziarno zbóż. Stąd długotrwałe magazynowanie tak wrażliwego materiału związane jest zawsze ze spadkiem jego wartości technologicznej.

Ocena wartości technologicznej nasion (liczba kwasowa, liczba nadtlenkowa, chlorofil) dokonywana w trakcie ich przechowywania, pozwoliła na określenie dynamiki zmian badanych wskaźników jakościowych w zależności od temperatury, czasu przechowywania, a także zawartości zanieczyszczeń użytecznych i wilgotności nasion. Jednakże zbrzylenie i porażenie przez mikroorganizmy nasion o wilgotności 11% uniemożliwiło przeprowadzenie wszystkich badań. Dlatego niektóre z nich monitorowano i badano do okresu 40 dni. Dokonana analiza podstawowych wyróżników oleju, którymi charakteryzowano wartość technologiczną nasion wykazała, że nasiona o wilgotności 6% przechowywane w temperaturze 7°C charakteryzowały się niewielkim wzrostem liczby nadtlenkowej (LN) do 80 dni przechowywania, nasiona tej samej wilgotności przechowywane

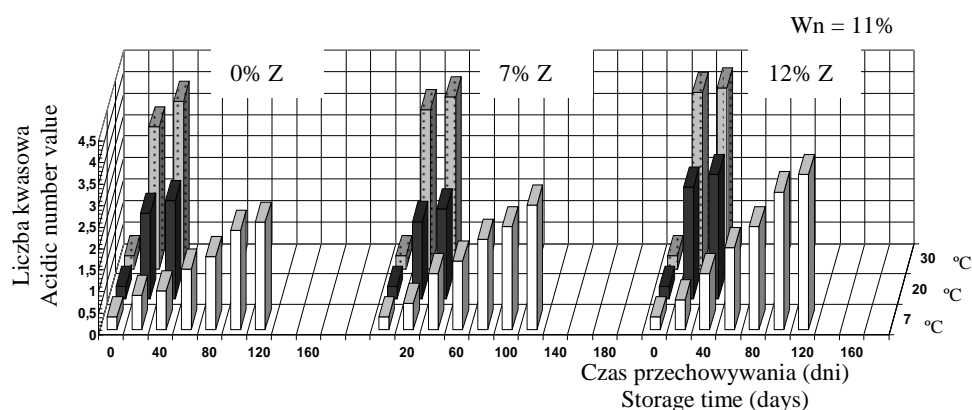
w temperaturze 30°C zachowywały się podobnie lecz w czasie o połowę krótszym – 40 dni (rys. 3), natomiast nasiona o wilgotności 11% od samego początku wykazywały znaczny przyrost tego wskaźnika. Dla nasion o tej wilgotności również temperatura była czynnikiem aktywizującym wzrost LN. Zanieczyszczenia nasion wpływały również istotnie na wzrost liczby nadtlenkowej. Taka zależność jest oczywista ponieważ uszkodzone nasiona ułatwiają dostęp zarówno tlenu, jak i szkodliwej mikroflory do tłuszczu w nich zawartego.



**Rys. 3.** Zmiana liczby nadtlenkowej w nasionach rzepaku odmiany Bolko w zależności od ilości zanieczyszczeń i warunków przechowywania

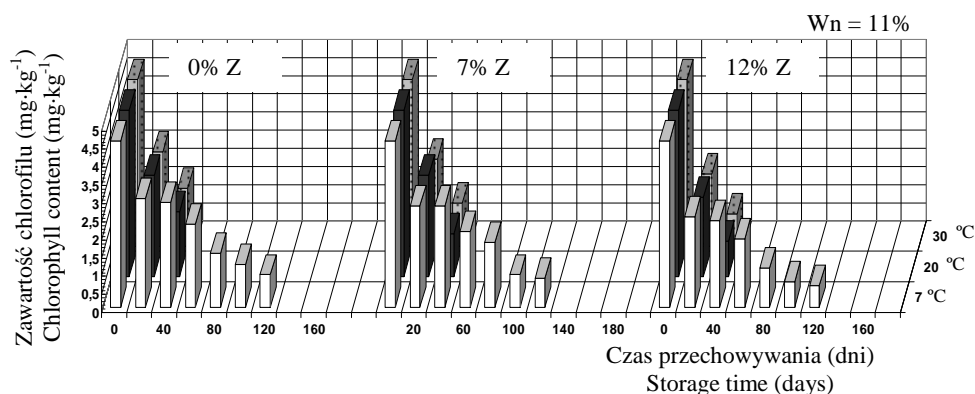
**Fig. 3.** Peroxide number value changes in rapeseeds variety Bolko depending on level of dockage and storage conditions

Liczba kwasowa (LK) we wszystkich analizowanych przypadkach miała tendencję rosnącą. Zgodnie z PN-74/R-66165 wskaźnik ten nie powinien przyjmować wartości większych od 3 dla nasion rzepaku przeznaczonych do konsumpcji. Wskaźnik ten również wykazuje zmiany pod wpływem czasu i warunków przechowywania nasion. W analizowanym materiale stwierdzono, że przy wilgotności 11% i wyższej temperaturze przechowywania (rys. 4) już po 20 dniach została przekroczona dopuszczalna wartość tego wskaźnika. Badania wykazały również zmiany wartości LK nasion przechowywanych w określonych warunkach przy zróżnicowanej ilości zanieczyszczeń. Widoczny jest tu wpływ tego czynnika (rys. 4) na wzrost LK, zwłaszcza nasion o większej wilgotności. W miarę upływu czasu przechowywania zauważono stopniowe zmniejszanie się ilości chlorofilu we wszystkich badanych próbach rzepaku. Nasiona o wyższej wilgotności (rys. 5) miały większą tendencję do spadku zawartości tego wskaźnika od nasion mniej wilgotnych. Zanieczyszczenia użyteczne nie wpływały zbyt różnicująco na przebieg spadku zawartości chlorofilu.



**Rys. 4.** Zmiana liczby kwasowej w nasionach rzepaku odmiany Bolko w zależności od ilości zanieczyszczeń i warunków przechowywania

**Fig. 4.** Acidic number value changes in rapeseeds variety Bolko depending on level of dockage and storage conditions

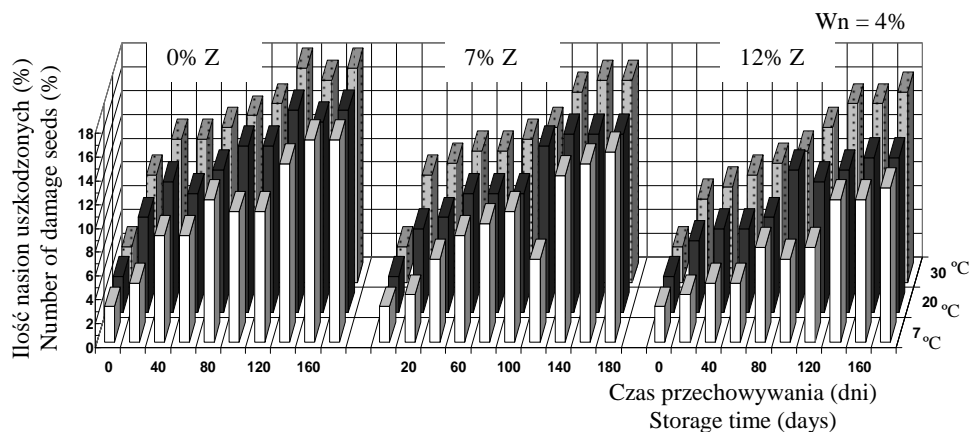


**Rys. 5.** Zawartość chlorofilu w nasionach rzepaku odmiany Bolko w zależności od ilości zanieczyszczeń i warunków przechowywania.

**Fig. 5.** Chlorophyll content changes in rapeseeds variety Bolko depending on level of dockage and storage conditions.

Przeprowadzone badania wykazały, że wartość technologiczna nasion o wilgotności 11% przechowywanych w temperaturze 30°C może być zachowana przez 20 dni składowania, ale pod warunkiem, że będą zupełnie czyste. Nasiona o tej samej wilgotności i 12% ilości zanieczyszczeń mogły być bezpiecznie przechowywane tylko w obniżonej temperaturze. Graniczny czas składowania zupełnie czystych nasion o wilgotności 11% przechowywanych w temperaturze 7°C wynosił 120 dni, natomiast

przy zanieczyszczeniach 7% – 100 dni. Nasiona o 12% wielkości zanieczyszczeń mogły być bezpiecznie składowane przez 80 dni. Niższa wilgotność nasion (6 i 4%) gwarantowała bezpiecznie składowanie nawet ponad 180 dni. W procesach przechowalniczych mamy również do czynienia z naprężeniami między nasionami, co wpływa dodatkowo na powstawanie mikrouszkodzeń w wyniku nadmiernych naprężeń spowodowanych naciskiem górnych warstw przechowywanego materiału. Przedstawione wyniki (rys. 6) wskazują, że wzrost ilości nasion z mikrouszkodzeniami uzależniony jest od temperatury i wilgotności przechowywanych nasion. Nasiona o mniejszej wilgotności (4%) ulegały większym uszkodzeniom. Zauważono również wyraźny wpływ temperatury na ilość nasion tak uszkodzonych – im wyższa temperatura tym więcej nasion uszkodzonych. Większa ilość zanieczyszczeń obniżała nieco ilość nasion uszkodzonych przechowywanych w różnych wariantach temperatury i wilgotności.



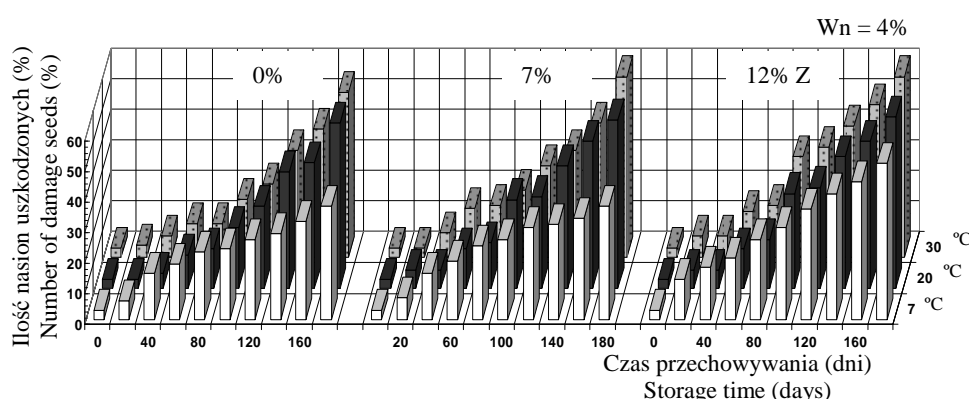
**Rys. 6.** Zmiany ilości uszkodzonych nasion rzepaku odmiany Bolko w zależności od ilości zanieczyszczeń i warunków przechowywania

**Fig. 6.** Number of damaged rape seed variety Bolko depending on level of dockage and storage conditions

Wyniki badań dynamicznych podczas testów udarowych wskazują, że większy wpływ na uszkodzenia testowanych nasion ma czas, wilgotność i temperatura przechowywania niż ilość zanieczyszczeń (rys.7). Dla nasion o najmniejszej wilgotności (4%) w początkowym okresie przechowywania (do 80 dni) większą podatnością na uszkodzenia charakteryzowały się nasiona rzepaku przechowywane w temperaturze 7°C. Po tym okresie, podatność na uszkodzenia zaczęła się wyrównywać, a następnie w końcowym okresie ich przechowywania, większą ilością nasion uszkodzonych zauważono w próbkach nasion przechowywanych w wyższej



temperaturze (30°C). W próbach nasion o większej wilgotności, wyższa temperatura z reguły zwiększa podatność nasion na uszkodzenia. Przyrost nasion uszkodzonych wskazuje, że zanieczyszczenia bardziej różnicują tę cechę, gdy są przechowywane w niższej temperaturze i większej wilgotności. Wyższa temperatura przechowywania w połączeniu z większą wilgotnością nasion powoduje przyspieszenie procesów życiowych i osłabienie struktury komórkowej w takim stopniu, że niweluje to wpływ zanieczyszczeń w próbkach nasion przechowywanych w analogicznych pozostałych warunkach.



**Rys. 7.** Odporność nasion rzepaku na obciążenia dynamiczne w zależności od warunków składowania  
**Fig. 7.** Rapeseed resistance to dynamical loads depending on level of dockage and storage conditions

#### WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały, że zarówno temperatura przechowywania, wilgotność nasion, jak i wielkość zanieczyszczeń w bardzo znaczny sposób wpływały na podstawowe wyróżniki oleju, którymi charakteryzowano wartość technologiczną nasion.
2. Niska temperatura przechowywania umożliwia dłuższe przechowywanie nasion (nawet z dużą ilością zanieczyszczeń) bez niebezpiecznych zmian obniżenia ich wartości technologicznej.
3. Zanieczyszczenia nasion istotnie wpływały na cechy jakościowe przechowywanych nasion.
4. Przeprowadzone badania umożliwiają wyznaczenie granicznych – bezpiecznych czasów składowania nasion rzepaku przy uwzględnieniu różnych warunków przechowywania, jak i zróżnicowanej jakości materiału wyjściowego.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bulisiewicz, T., Matzke W., Smarzyński E., Świątek H.:** Magazynowanie ziarna zbóż nasion strączkowych i oleistych. PWN Warszawa, 1975.
2. **Daun J., K.:** Chlorophyll in Canadian Canola and rapeseed and its role in grading. 7 International Rapeseed Congress. Poland 1987, 1451 – 1456.
3. **Fornal J., Jaroch R., Kaczyńska B., Ornowski A.:** The influence of hydrothermal treatment of rapeseeds on their selected physical properties and ability to crush during grinding. *Fad Sci. Technol.*, 94, 192-196, 1989.
4. **Gąsiorowski H., Ryniecki A., Kołodziejczyk P.:** Nowoczesne, energooszczędne metody konserwacji ziarna. *Przegląd Zbożowo Młynarski*, 4, I i II, 7-14, 1990.
5. **Morrow C.T., Mohsenin N.N.:** 1966, Consideration of selected agricultural products as viscoelastic materials. *J. of Food Science* XXXI,(5), 686-698.
6. **Niewiadomski H.:** Technologia przechowywania rzepaku. PWN Warszawa, 1983.
7. **Rybacki R., Tys J., Kachel M., Krzysiak Z.:** Przyczyny uszkodzeń nasion rzepaku jako surowca dla przemysłu tłuszczowego. *Rośliny Oleiste (w druku)*, 2005.
8. **Szot B., Szpryngiel M., Grochowicz M., Tys J.:** The effect of the work combine subassemblies on the extent of damage to rapeseeds. *Zemledska Technika*, 41, 1995, 141-143.
9. **Szot B., Tys J., Bilanski W.K.:** Studies of rapeseed resistance to mechanical damage. International Rapeseed Congress, Canada, 1251-1255, 1991.
10. **Szwed G.:** Kształtowanie fizycznych i technologicznych cech nasion rzepaku w modelowych warunkach przechowywania. *Acta Agrophysica*, 27, 2000.
11. **Tys J., Szwed G.:** Symulowanie warunków przechowywania nasion rzepaku w silosach. *Rośliny Oleiste*, t. XVIII, 1997, 451-457.
12. **Tys J., Rybacki R.:** Rzepak – jakość nasion procesy zbioru, suszenia, przechowywania. *Acta Agrophysica*, 44, 2001.

CHANGES IN THE QUALITY FEATURES OF IMPURE RAPESEEDS  
DURING STORAGE

*Katarzyna Skiba, Grzegorz Szwed, Jerzy Tys*

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

**Abstract.** The aim of the investigation was estimation of the significance of the quantitative effect of dockage in interaction with temperature, moisture and stress state on the quality of rapeseeds variety Bolko in long term storage. Seeds samples of 4, 6 and 11% moisture content and dockage of 0, 7 and 12% were stored in pressurized chambers in a temperature of 7, 20 and 30°C for 180 days. The construction of the chambers simulated storage conditions existing in industrial silos. The changes of temperature and moisture of rapeseeds were constantly recorded, whereas the alternation of technological value i.e. the content of fat, chlorophyll, acid value and peroxide value were estimated systematically, every 20 days, throughout the storage period (180 days). The investigation showed that storage temperature, seed moisture content and dockage value exerted a very significant influence on the quality of rapeseeds.

**Keywords:** rapeseed, dockage, storage