



## **Technologia produkcji i przechowywania nasion rzepaku: Jak zachować ich wysoką jakość?**

**Dr hab. Stanisław Spasibonek, prof. IHAR-PIB**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin-PIB w Radzikowie, Oddział w Poznaniu

**Autor:**

Dr hab. Stanisław Spasibionek, prof. IHAR-PIB;  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin-PIB w Radzikowie, Oddział w Poznaniu

**Wydawca:**

Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju  
ul. Wspólna 56, 00-684 Warszawa  
tel: 22 628 38 06  
e-mail: [biuro@pspo.com.pl](mailto:biuro@pspo.com.pl)  
[pspo.com.pl](http://pspo.com.pl) | [paszerzepakowe.pl](http://paszerzepakowe.pl)



©Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju



**Projekt oraz skład:**

LUSILAS Łucja Chrószcz



# Spis treści

<b>1. Praktyki rolnicze – ważne elementy w kształtowaniu wartości technologicznej nasion i oleju rzepakowego</b> .....	<b>4</b>
1.1. Warunki środowiskowo-agrotechniczne .....	4
1.2. Dobór odmiany .....	5
1.3. Lustracja plantacji przed zbiorem .....	8
1.4. Wybór właściwej technologii zbioru .....	9
1.5. Kontrola na etapie kombajnowania .....	10
1.6. Rola preparatów zapobiegających pękaniu łuszczyn i osypywaniu nasion .....	11
1.7. Zabieg desykacji: O czym powinniśmy wiedzieć? .....	11
<b>2. Technologia bezpiecznego przechowywania nasion rzepaku</b> .....	<b>15</b>
2.1. Czystość nasion .....	15
2.2. Wilgotność nasion .....	16
2.3. Technologie suszenia nasion .....	21
<b>3. Magazynowanie nasion</b> .....	<b>26</b>
<b>4. Technologia przechowywania nasion</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1. Migracja wilgoci w silosie</b> .....	<b>29</b>
<b>5. Szkodniki magazynowe</b> .....	<b>32</b>
<b>6. Przygotowanie magazynu na przyjęcie nasion rzepaku</b> .....	<b>39</b>



## 1. Praktyki rolnicze – ważne elementy w kształtowaniu wartości technologicznej nasion i oleju rzepakowego

Technologia produkcji wysokiej jakości nasion rzepaku wymaga złożonych działań tj. **doboru odpowiedniej odmiany, nawożenia, ochrony i zbioru**. O wartościach technologicznych rzepaku decydują również warunki, jakie zapewnimy nasionom w trakcie ich przechowywania. Zakłady przemysłu tłuszczowego powinny zaopatrywać się w taki surowiec, który wykazywać się będzie najwyższą wartością technologiczną i będzie podstawą do produkcji zdrowej, bezpiecznej żywności. Znajomość czynników, które w istotny sposób modyfikują właściwości agrofizyczne rzepaku, może stanowić podstawę do opracowania optymalnych parametrów technicznych gwarantujących utrzymanie najwyższej wartości technologicznej nasion oraz minimalizację strat ilościowych i jakościowych zbieranych nasion. Tak, więc produkcja nasion rzepaku o najwyższych wartościach technologicznych wymaga stosowania najwyższego reżimu technologicznego zarówno podczas zbioru, suszenia jak i podczas przechowywania.

### 1.1 Warunki środowiskowo-agrotechniczne

Duży plon nasion jest podstawową przesłanką wyboru odmiany do uprawy przez producentów rzepaku. Należy podkreślić, że plonowanie odmian zarówno mieszańcowych, jak i populacyjnych jest wypadkową wielu czynników, zwłaszcza glebowych, agrotechnicznych i pogodowych, które charakteryzują się określoną specyfiką w poszczególnych regionach kraju, a w przypadku warunków atmosferycznych także dużą zmiennością w latach. Spośród wymienionych czynników, rolnik ma bezpośredni wpływ jedynie na to, jaką odmianę wybierze do uprawy oraz na zastosowaną agrotechnikę. Dlatego tak ważny jest np. prawidłowy płodozmian, wybór odpowiedniej odmiany, stosowanie do siewu kwalifikowanego materiału siewnego, przestrzeganie właściwego terminu siewu, terminowe i precyzyjne wykonywanie zabiegów, prawidłowy zbiór nasion itp. Aspekt agrotechniczny jest tym bardziej istotny, że przy tak dużym areale uprawy rzepaku nasilają się problemy związane m.in. z kompensacją niektórych chwastów, czy też częstszym występowaniem wielu chorób, np. suchej zgnilizny kapustnych, czerni krzyżowych, zgnilizny twardzikowej, szarej pleśni, kiły kapusty, a także chorób wirusowych jak wirus żółtaczkowy rzepy czy wirusy wywołujące werciliozę

oraz szkodników, m.in. chowaczy, śmietki kapuścianej, słodyszka i mszycy. Producentowi znana jest także jakość gleby, na której planuje uprawę rzepaku. Im jest ona lepsza, tym plonowanie powinno być większe i pewniejsze. Rolnicy uprawiający rzepak powinni wiedzieć, że oprócz właściwego wyboru odmiany, dostosowanego do określonych uwarunkowań gospodarstwa, muszą w jak największym stopniu uwzględnić elementy prawidłowej agrotechniki. Jednoczesne zastosowanie czynników odmianowego i agrotechnicznych pozwala lepiej wykorzystać potencjał plonotwórczy uprawianych odmian.

## 1.2. Dobór odmiany

Aktualnie w Polsce uprawiane są odmiany populacyjne i mieszańcowe F1 rzepaku ozimego. W naszym kraju nadal wielu rolników dobrze ocenia przydatność odmian populacyjnych do własnych warunków gospodarowania i często uprawia je na swoich polach. Takie odmiany przeważnie są wysiewane w mniejszych gospodarstwach, głównie na małych powierzchniach i na nieco gorszych stanowiskach. Ich podstawową zaletą jest stosunkowo łatwy zbiór ze względu na mniejszą masę roślin. Niektóre z odmian populacyjnych również są mniej porażane przez poszczególne choroby lub w dużym stopniu tolerancyjne na niekorzystne warunki atmosferyczne. Dobór odmian populacyjnych będzie w najbliższych latach coraz mniej liczny i tym samym odmiany te będą mniej konkurencyjne wobec odmian mieszańcowych.

Postęp odmianowy dokonuje się głównie w hodowli odmian mieszańcowych. Odmiany F1 odznaczają się przede wszystkim większym potencjałem plonowania, ale często także bujniejszym wigorem roślin i szybszym rozwojem. Ponadto, rośliny wytwarzają silniejszy, bardziej rozrośnięty system korzeniowy, przez co mogą lepiej pobierać wodę i składniki pokarmowe. W ostatnich latach badań, w systemie porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego (PDO), odmiany mieszańcowe rzepaku ozimego plonowały średnio o 13,2% lepiej od odmian populacyjnych (Tab. 1).

Nowe, udoskonalone odmiany powinny sprostać zmieniającym się warunkom środowiskowym, w tym zmian klimatu, racjonalizacji (zmniejszenia) poziomu nawożenia mineralnego, oraz ograniczenia liczby zabiegów ochrony roślin. Uprawa odmian odpornych lub tolerancyjnych na organizmy szkodliwe jest jednym z podstawowych założeń integrowanej ochrony i produkcji rzepaku. W zrównoważonym rolnictwie odmiany odporne stanowią szczególnie i proekologiczny środek produkcji.

**Tabela 1. Porównanie właściwości rolniczo-użytkowych odmian populacyjnych i mieszańcowych rzepaku ozimego**

Odmiany populacyjne	Odmiany mieszańcowe
a/ mniejsze wymagania względem stanowiska	a/ sprawdzają się lepiej w warunkach intensywnej uprawy
b/ wymagają terminowego siewu	b/ bardziej tolerancyjne na opóźniony termin siewu
c/ większa norma wysiewu nasion na jednostkę powierzchni (50–70 szt./m <sup>2</sup> )	c/ mniejsza norma wysiewu nasion na jednostkę powierzchni (40–50 szt./m <sup>2</sup> )
d/ gorsza reakcja na stresowe warunki uprawy	d/ lepiej znoszą stresowe warunki uprawy
e/ łatwiejszy zbiór nasion	e/ ze względu na większą masę roślin zbiór może być utrudniony
f/ plon nasion mniejszy	f/ plon nasion większy o ok. 13%

Dlatego hodowla odpornościowa odmian ma zasadnicze znaczenie dla upowszechnienia się wspomnianych systemów uprawy. Szacuje się, że przeciętne straty plonu nasion rzepaku spowodowane przez różnych sprawców chorób wynoszą około 15-20%, co ma znaczący wymiar gospodarczy. Odmiany odporne stanowią najbardziej efektywny sposób zapobiegania porażeniom roślin, a co za tym idzie, uniknięcia znacznych strat w zakresie jakości i plonowania nasion.

Dobór zalecanych odmian rzepaku do uprawy jest ściśle uzależniony od istniejących warunków produkcji i wymagań przemysłu tłuszczowego określonych normami w stosunku do nasion rzepaku jako surowca. Podstawowym kryterium wyboru odmiany rzepaku do uprawy jest plon nasion. Z uwagi na kierunek wykorzystania rzepaku na olej spożywczy i olej jako surowiec do produkcji biopaliwa, istotnym wyznacznikiem jest również plon tłuszczu. Nasiona obecnych form rzepaku ozimego typu „canola” zawierają od 43–49% tłuszczu. Z kolei zawartość kwasów tłuszczowych u większości zarejestrowanych odmian jest podobna. Odmiany charakteryzują się około 7% zawartością kwasów nasyconych, 62% zawartością kwasu oleinowego, 20% zawartością kwasu linolowego, 10% zawartością kwasu linolenowego i 1% zawartością kwasu eikozenowego oraz obniżoną zawartością glukozyzolanów na poziomie 15µMg<sup>-1</sup> nasion.

## 1.2.1 Nowe kreacje odmian o ulepszonej jakości oleju

Należy pamiętać, że globalny rynek roślin oleistych jest wysoce konkurencyjny, co wymaga ciągłej poprawy jakości oleju, aby sprostać wymaganiom konsumentów. Pojawiły się odmiany rzepaku w typie HO (*high oleic*) o wysokiej zawartości kwasu oleinowego. Istotnie zmienioną zawartością kwasów tłuszczowych odznacza się olej odmiany Polka wyhodowanej w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu. Olej tej odmiany typu HO zawiera: 5% kwasów nasyconych, (>79%) kwasu oleinowego, 7% linolowego, 7% linolenowego i 1% eikozenowego. Obecnie jednym z ważniejszych kierunków prac badawczo-hodowlanych jest uzyskanie odmian typu HOLL (*high oleic & low linolenic*) o podwyższonej zawartości kwasu oleinowego do ( $\geq 75\%$ ) i obniżonej zawartości kwasu linolenowego do (3–4%).

Efektom współpracy z IHAR-PIB, Oddział w Poznaniu z Polskim Stowarzyszeniem Producentów Oleju było zgłoszenie dwóch form rzepaku ozimego pod nazwą Pn712 i POZ1225 do urzędowych badań o wpis do Krajowego Rejestru (KR) Odmian COBORU (Fot. 1 i 2). Olej z tych odmian wykorzystany na cele spożywcze posiada wyższą naturalną termostabilność, co zwiększa jego trwałość w procesie głębokiego smażenia, a także ogranicza tworzenie szkodliwych dla zdrowia izomerów trans kwasów tłuszczowych podczas procesu utwardzania. Ponadto olej tego typu ze względu na znacznie spowolniony proces oksydacji nadaje się do celów technicznych, zwłaszcza do produkcji biopaliw.



Fot. 1, 2. Plantacja w fazie pełni kwitnienia i przed zbiorem w (HR Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR) z nową odmianą PN712 rzepaku ozimego w typie HOLL ubiegającą się o wpis do KR w COBORU

## 1.2.2 Lista Odmian Roślin Rolniczych

Dobór odmian reguluje **Lista Odmian Roślin Rolniczych**, będąca urzędowym wykazem wszystkich odmian roślin rolniczych zalecanych do uprawy w Polsce. Obecnie tj. 2025 roku w Krajowym Rejestrze (KR) wpisanych jest 155 odmian rzepaku ozimego, w tym 123 odmiany mieszańcowe F1 i 32 odmiany populacyjne z których większość charakteryzuje się bardzo dużym potencjałem plonowania a najnowsze odmiany odznaczają się dobrą zdrowotnością, ale także podwyższoną odpornością na niektóre patogeny, m.in. suchą zgniliznę kapustnych, kiłę kapusty czy wirusa żółtaczkę rzepy. Pojawiły się odmiany o zwiększonej odporności na osypywanie. Aby trafnie dobrać najbardziej odpowiednie odmiany do określonych warunków gospodarstwa warto skorzystać z „**List odmian zalecanych do uprawy na obszarze województwa**”. Przeważnie znajdują się na nich odmiany, które przejawiają dobre przystosowanie do uprawy w danym rejonie i są tam najbardziej wartościowe. Szczególnie cenione są odmiany względnie stabilnie plonujące, pomimo różnych warunków atmosferycznych w kolejnych sezonach wegetacyjnych i takie przede wszystkim trafiają na listę. W ostatnich latach, w poszczególnych województwach na „**Listach odmian zalecanych**” znajdowało się od 6-19 odmian. Zestawienie odmiany w „Liście odmian zalecanych” oznacza jej rekomendację na obszarze województwa. W br. na wszystkich „Listach odmian zalecanych” znajduje się łącznie 39 odmian rzepaku ozimego. Zdecydowaną większość stanowią odmiany mieszańcowe, których jest 34, natomiast odmian populacyjnych jest 5. Prawie połowa odmian otrzymała rekomendację do uprawy na terenie czterech i więcej województw. Aktualne informacje dotyczące odmian rzepaku można znaleźć na stronach COBORU pod adresem:



[https://www.coboru.gov.pl/pl/kr/kr\\_odm?kodgatunku=RZPO](https://www.coboru.gov.pl/pl/kr/kr_odm?kodgatunku=RZPO)

## 1.3. Lustracja plantacji przed zbiorem

Przed wyborem właściwej technologii zbioru warto zlustrować pola z rzepakiem. Należy dokonać szczegółowych obserwacji pod kątem zachwaszczenia, dojrzałości, uszkodzeń po szkodnikach czy chorobach. Najlepiej zanotować fragmenty pól, na których dostrzegane są problemy. Najczęściej są to uwrocia, fragmenty przy miedzach, zagłębienia terenu, miejsca po zastoiskach wody itp. W tych miejscach zazwyczaj jakość nasion jest gorsza. Dlatego nasiona z tych miejsc nie powinny być

mieszane z pozostałą partią „lepszych” nasion. Takie partie należy zbierać oddzielnie, dodatkowo je doczyszczając np. przepuszczając przez wialnie. Podczas przesypywania tych nasion do właściwego silosu zalecane jest dodatkowo uruchomienie dmuchawy, która usunie mniejsze zanieczyszczenia i skoryguje wilgotność nasion.

## 1.4. Wybór właściwej technologii zbioru

Końcowy okres dojrzewania rzepaku to okres dynamicznych zmian właściwości fizycznych nasion, łuszczyń i łodyg. Następuje wtedy zakończenie procesu wzrostu masy nasion (MTN) oraz proces „zaolejania nasion”. W nasionach następuje również spadek zawartości wody oraz chlorofilu. Nasiona uzyskują wtedy niezbędną wytrzymałość, która będzie decydować o ich zachowaniu w czasie obróbki późniejszej, transportu, a szczególnie w czasie składowania. Z tych względów, ważny jest wybór odpowiedniej technologii i terminu zbioru dostosowany do istniejącego stanu plantacji (Fot.3).



A – zielona: (łuszczyń i nasiona zielone)  
**Zbiór niepożądany**

B – techniczna: (żółtoseledynowe łuszczyń, nasiona z brązową barwą po bokach lub całkowicie zbrązowiałe)  
**Zbiór dwuetapowy**

C – pełna: (jasnożółte łuszczyń, nasiona czarne z połyskiem)  
**Zbiór jednoetapowy**

Fot. 3. Fazy dojrzałości łuszczyń i nasion - (A-zielona, B-techniczna, C-pełna) (źródło: J. Tys)

Przy zbiorze rzepaku stosowane są dwie metody zbioru: jedno- i dwuetapowa. Przy każdej niezmiernie ważne jest określenie terminu ich rozpoczęcia i zakończenia.

W przypadku zbioru dwuetapowego (forma coraz rzadziej stosowana) ważne jest określenie dojrzałości technicznej, która jest odpowiednia do koszenia łąny na pokosy leżące na wysokiej ścierni, na której dosychają w ciągu 5-7 dni, a nasiona dojrzewają osiągając wilgotność 8-9%. Pokosowanie można rozpocząć z chwilą, gdy w łanie jest około 70-80% łuszczyń w dojrzałości technicznej (Fot 4).

Zebrane i omlócone kombajnem nasiona zazwyczaj nie wymagają dodatkowego dosuszania i mogą być transportowane z pola wprost do magazynu.

Do jednoetapowego zbioru kombajnem (forma najczęściej stosowana) przystępuje się, gdy nasiona, osiągnęły dojrzałość pełną. Łan o pełnej dojrzałości rzepaku posiada wyrównaną barwę, przyjmując stopniowo zabarwienie od jasnego do ciemnorudego (Fot 4). Dojrzałe nasiona są czarne z połyskiem, a wilgotność nasion z pędu głównego wynosi około 15%. Nasiona w łuszczynach znajdujących się na rozgałęzieniach bocznych są czarne w 90-95%. Dojrzałość pełną nasiona uzyskują około 10-15 dni po dojrzałości technicznej. W zależności od panujących warunków atmosferycznych wilgotność zebranych nasion rzepaku waha się od 7% do 30%. W wyniku jednoetapowego zbioru można uzyskać poziom czystości nasion na poziomie 95% przy zawartości nasion uszkodzonych do około 2%.



*Fot. 4. Rzepak w fazie dojrzałości technicznej*



*Fot. 5. Rzepak w fazie dojrzałości pełnej.*

## 1.5. Kontrola na etapie kombajnowania

Na etapie zbioru myśląc o dłuższym przechowywaniu (uwzględniając najważniejszy element wilgotności nasion) należy mieć na uwadze jakość koszenia. Jeżeli zostaną zebrane nasiona z dużą ilością resztek roślinnych (fragmenty łuszczyn, łodyg, niedojrzałe nasiona, nasiona chwastów), konieczne będzie doczyszczanie nasiona, istotny czynnik gorszego przechowywania. W utrzymaniu dobrej jakości nasion kontrola na tym etapie to ważne zalecenia aby zawartość zanieczyszczeń nie przekraczała 2-3%.

## 1.6. Rola preparatów zapobiegających pękaniu łuszczyń i osypywaniu nasion

Pęknięcie łuszczyń i osypywanie nasion jest naturalną cechą rzepaku ozimego. Cecha ta jest wzmagana zarówno przez porażenie łuszczyń i łodyg chorobami i szkodnikami jak również wpływem warunków pogodowych (deszcz i wiatr) w czasie końcowego etapu dojrzewania roślin. Jest to cecha wysoce niekorzystna przynosząca straty nasion od kilku do kilkunastu procent plonu. Rozwiązaniem problemu jest wyhodowanie odmian o zwiększonej genetycznie odporności na pęknięcie łuszczyń. Aktualnie w badaniach COBORU znajdują się odmiany rzepaku ozimego wykazujące zwiększoną odporność na pęknięcie łuszczyń i osypywanie się nasion.

### Jakie korzyści mogą dać odmiany z odpornością na pęknięcie łuszczyń rzepaku i osypywanie się nasion?



Ochrona plonu rzepaku przed ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi



Maksymalizacja plonu dzięki możliwości zbioru w optymalnej fazie dojrzałości



Większa elastyczność w terminie zbioru rzepaku



Uzyskanie nasion zgodnie z ich charakterystyką cech jakościowych



Zmniejszenie ilości samosiewów rzepaku w płodozmianie

Obecnie poza doskonaleniem technologii zbioru i agrotechniki jedyną formą zapobiegania pękaniu łuszczyń jest włączenie środków chemicznych, które sprawiają, że znacząco wzrośnie wytrzymałość łuszczyń na pęknięcie. Na rynku jest kilkanaście preparatów, których producenci zapewniają o wysokiej ich skuteczności. Środki te należy stosować, gdy plantacja rzepaku uzyska dojrzałość techniczną.

## 1.7. Zabieg desykacji: O czym powinniśmy wiedzieć?

Stosowanie desykantów jest uzasadnione w przypadku konieczności przyspieszenia i wyrównania dojrzewania roślin oraz w przypadku dużego zachwaszczenia plantacji przed zbiorem. Ich stosowanie może znacząco podnieść efektywność zbioru, poprawić warunki przechowywania oraz usprawnić logistykę

związaną z transportem i magazynowaniem nasion. Środki te należy stosować rozważnie, zgodnie z zaleceniami i regularnie monitorować stan roślin w celu określenia optymalnego momentu zbioru.

### 1.7.1. Nasiona niedojrzałe

Nasiona niedojrzałe to efekt zbyt wczesnego zbioru lub niewłaściwie stosowanych desykantów (Fot. 6). Parametry jakości niedojrzałych nasion wpływają istotnie na wartość technologiczną i przetwórczą surowca, ale wpływają również znacząco na realny spadek plonu. Nasiona niedojrzałe posiadają mniejszą wytrzymałość na obciążenia podczas przemieszczania i przechowania w silosach. Tak więc szkodę ponoszą zarówno zakłady tłuszczowe, jak i producent. Nasiona takie mają nie tylko znacznie gorszą wartość technologiczną lecz inicjują procesy pleśnienia i zbrzydlania złoża. Nasiona niedojrzałe mają zwykle do 1,5 % większą wilgotność od nasion dojrzałych (pochodzących z tej samej partii nasion) i łatwo ulegają deformacjom.



**nasiona małe, oliwkowo-brązowe  
o miękkiej okrywie,**  
**duża zawartość chlorofilu,  
>25 mg/kg nasion,**  
**mniejsza zawartość tłuszczu, <40%,**  
**niekorzystny profil kwasów tłuszczowych**  
**niska MTN**

Fot. 6. Niedojrzałe nasiona zebrane w nieodpowiednim terminie desykacji i zbioru.

Nasiona dorodne uzyskuje się gdy zabieg desykacji przeprowadzany jest pod koniec dojrzałości technicznej, gdy część tłuszczyn (około 25%) wykazuje już cechy dojrzałości pełnej (Fot. 7). Na bezpieczne przechowywanie nasion wpływa również wysoka czystość oraz brak nasion uszkodzonych oraz porośniętych, a te cechy kształtowane są przez odpowiednią technologię zbioru uwzględniającą właściwą regulację poszczególnych podzespółów kombajnu.



nasiona wykształcone, czarne z połyskiem,  
o twardej okrywie,

zawartość chlorofilu <24 mg/kg nasion,

najwyższa procentowa zawartość  
tłuszczu do 49%,

pełna stabilizacja składu kwasów  
tłuszczowych,

wysoka MTN, > 5g

Fot. 7. Nasiona dojrzałe w optymalnym terminie desykcji i zbioru

## 1.7.2. Nasiona porośnięte

Zjawisko porastania nasion rzepaku w łuszczynach może zachodzić na różnych etapach rozwoju nasion w łuszczynie, ale najczęściej następuje to w warunkach mokrych, przedłużających się żniw. Obserwuje się wówczas zjawisko ich kiełkowania przed omłotem, jeszcze w łuszczynie. Z łuszczyn wyrastają liczne zielone kielki rzepaku (Fot. 8).



Fot. 8. Nasiona porośnięte w łuszczynach



Fot. 9. Nasiona porośnięte po zbiorze

Gdy zjawisko porastania występuje w łanie na większą skalę, stanowi to zagrożenie dla jakości plonu nasion. Porastanie doprowadza również do gorszego zaolejenia nasion i zaburzenia składu kwasów tłuszczowych w oleju. W efekcie nasiona porośnięte charakteryzują się zawartością tłuszczu przydatnego dla olejarni mniejszą o 2–3% w stosunku do nasion nieporośniętych. Natomiast nasiona wykazujące początkowe znamiona nasion porośniętych (znajdujące się w pierwszym etapie gdy został uruchomiony proces kiełkowania, ale nie występuje jeszcze korzonek zarodkowy) cechuje nieznaczny spadek zawartości tłuszczu do 1,5%. Nie stwierdza się natomiast wpływu na profil kwasów tłuszczowych.

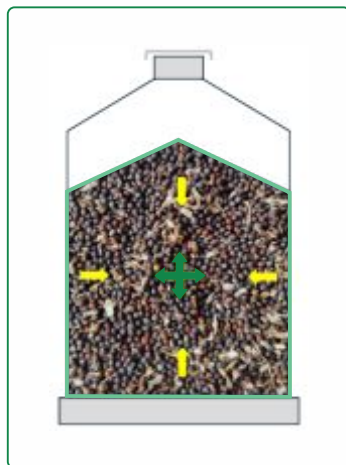
Nasiona porośnięte charakteryzują się również mniejszą zdolnością do bezpiecznego składowania (Fot. 9). Wynika to zarówno z ich wyższej aktywności enzymatycznej, jak i z podwyższonej aktywności mikrobiologicznej. Ponadto utrzymują przez dłuższy czas podwyższoną wilgotność, która sprzyja łatwiejszemu porażeniu nasion przez grzyby i bakterie.

Wysuszenie nasion powoduje wprawdzie przerwanie procesu namnażania mikroorganizmów jednak znaczne pozostałości form przetrwalnikowych sprawiają, że nawet przy nieznacznie podwyższonej wilgotności (>7%) lub podwyższonej temperaturze złoża (>25°C) może nastąpić wzmożony ponowny rozwój drobnoustrojów i w konsekwencji doprowadzić do samonagrzewania i zbrzylenia przechowywanych nasion rzepaku.

Nasiona porośnięte wykazują także zmniejszoną wytrzymałość na działanie sił pochodzenia zarówno dynamicznego (transport pneumatyczny) lub statycznego (obciążenia w silosie powodowane parciem górnych warstw złoża). Sprawia to, że nasiona te bardzo łatwo ulegają połówkowaniu przez co są dodatkowo narażone na działanie mikroorganizmów.

Materiał taki jest szczególnie niebezpieczny w silosach, gdzie efekt naporu górnych warstw złoża (obciążenia pionowe) połączony z efektem parcia poziomego, wynikającego ze zmian wilgotności (pęcznienia) oraz zmian temperatury pomiędzy dniem i nocą powoduje „sprasowanie nasion”, a brak przestrzeni międzynasiennych uniemożliwia ich przewietrzanie (Rys. 1).

*Rysunek 1. Zjawisko „sprasowania gorszej jakości nasion” w silosie spowodowane siłami wewnątrz nasion oraz pionowego i poziomego parcia złoża*



Następuje proces zlepiania się nasion, które w pierwszej kolejności są atakowane przez grzyby. Rozrastająca się grzybnia powoduje agregację i konsolidację nasion. W ten sposób powstają ogniska samonagrzewania i zbrylania (Fot. 10).



Fot. 10. Zlepianie (zbrylanie), pleśnienie nasion i rzepaku

## 2. Technologia bezpiecznego przechowywania nasion rzepaku

W przechowywaniu rzepaku najważniejsze są trzy czynniki: **czystość nasion**, **wilgotność** oraz **temperatura** na każdym etapie, począwszy od zbioru po każdy tydzień przechowywania nasion.

### 2.1. Czystość nasion

Czyszczenie jest zabiegiem niezbędnym, ponieważ nasiona dostarczane prosto z kombajnu do silosów i magazynów, nie są materiałem jednorodnym. Oprócz nasion gatunku właściwego, znajdują się tam różne zanieczyszczenia: poślad - nasiona nie w pełni wykształcone, porośnięte, uszkodzone mechanicznie i przez szkodniki oraz nasiona innego gatunku uprawnego. Duży udział zanieczyszczeń w dużym stopniu obniża efektywność procesu suszenia jak również podwyższa jego koszt w wyniku suszenia dodatkowej niepotrzebnej masy. Dlatego sprzęt do czyszczenia nasion jest koniecznością choćby dlatego, że znacznie skraca czas pracy po zbiorach.

Popularnym urządzeniem czyszczącym jest separator (Fot. 11). Przeznaczony jest do jednoczesnego czyszczenia i sortowania nasion wszystkich roślin uprawnych w tym rzepaku. Podstawową zasadą działania separatorów jest rozdelenie cząstek mieszaniny w strumieniu powietrza na frakcje, co pozwala nie tylko na skuteczne oddzielenie zanieczyszczeń wszelkiego rodzaju, ale również na presortowanie nasion

o różnych cechach aerodynamicznych (masa i prędkość unoszenia przez strumień powietrza).

Urządzenia sitowo-pneumatyczne, czyli popularne wialnie służą zarówno do czyszczenia, jak i sortowania nasion (Fot. 12) Są one przeznaczone głównie dla gospodarstw indywidualnych. Wialnie charakteryzują się niewielką masą oraz prostą budową w postaci zespołu sit i regulacji strumienia powietrza.



Fot. 11. Przykładowy separator i oczyszczacz sortujący nasiona



Fot. 12. Przykładowa czyszczalnia sitowa/wialnia do nasion




## 2.2. Wilgotność nasion

Bezpieczne przechowywanie nasion rzepaku (podobnie jak innych gatunków rolniczych) zależy głównie od ich wilgotności. Woda zawarta w nasionach pozwala na zachodzenie procesów metabolicznych – może wpływać na obniżenie ich jakości i wartości odżywczych podczas przechowywania. Zwiększona wilgotność może też powodować rozwój szkodliwych mikroorganizmów żyjących na powierzchni nasion, między innymi grzybów toksynotwórczych, które mogą w trakcie długotrwałego przechowywania wytwarzać szkodliwe mikotoksyny. Wilgotność jest to wyrażany w procentach stosunek masy próbki przed i po wysuszeniu. Pozwala na obliczenie zawartości wilgoci na podstawie ubytku masy odbywa się zgodnie ze wzorem:

$$W = \frac{m_{\text{przed suszeniem}} - m_{\text{po suszeniu}}}{m_{\text{przed suszeniem}}} \times 100\%$$

gdzie: **W** - wilgotność nasion; **m<sub>przed suszeniem</sub>** - masa nasion przed suszeniem; **m<sub>po suszeniu</sub>** - masa nasion po suszeniu

## Oznaczanie wilgotności nasion może być wykonane wieloma sposobami:

-  metodą wagową (suszarkową),
-  za pomocą mierników elektrycznych i elektronicznych,
-  za pomocą aparatów pomiarowych wykorzystujących technikę bliskiej podczerwieni NIR.

Podstawową metodą określania zawartości wody w ziarnie jest metoda wagowa (suszarkowa). Jest to metoda odwoławcza, referencyjna. Polega na pobraniu, zważeniu próbki nasion przed i po jej całkowitym wysuszeniu (w temperaturze ok. 105°C) tj. do momentu, gdy masa przestanie się zmieniać. Z różnicy wagi ziarna przed i po suszeniu obliczana jest zawartość wody w ziarnie.

Do oznaczania wilgotności nasion roślin oleistych wyznaczona jest norma: **PN-EN ISO 665:2004 Nasiona oleiste – Oznaczanie wilgotności i zawartości substancji lotnych.**

Metoda suszarkowa jest metodą bezpośrednią, referencyjną, czyli metodą odniesienia dla innych metod określanych mianem pośrednich. Mimo wysokiej dokładności ma swoje wysokie wymagania oraz ograniczenia takie jak długi czas analizy oraz konieczność posiadania odpowiedniej aparatury analitycznej.

Na rynku dostępnych jest wiele urządzeń do szybkiego oznaczania wilgotności zarówno podczas zbioru oraz w trakcie przechowywania nasion (Fot. 13-14).



Fot. 13. Przenośny wilgotnościomierz firmy Dramiński



Fot. 14. Przenośny aparat do mierzenia wilgotności firmy Kramp

W ramach atestacji wilgotnościomierze są sprawdzane pod względem poprawności odczytów przez porównanie wyników oznaczania wilgotności za pomocą wilgotnościomierza z metodą referencyjną (metodą wagową). Dopuszczalne maksymalne błędy pomiarowe przy sprawdzaniu (atestacji) urządzeń i użytkowaniu wilgotnościomierzy w przypadku nasion oleistych określono w Zaleceniach Nr 59, opracowanych przez Międzynarodową Organizację Metrologii Prawnej (OIML Nr 59-2016).

Oprócz urządzeń elektrycznych, mniej lub bardziej zaawansowanych, istnieją także aparaty pomiarowe wykorzystujące do swojego działania wiązkę fal elektromagnetycznych o określonych długościach w zakresie bliskiej podczerwieni od 700-2500 nm (NIR), kierowaną na próbkę nasion. Następnie komputerowo analizowany jest obraz (widmo) fal przechodzących przez próbkę lub odbitych od próbki. Są to urządzenia bardziej zaawansowane, i oprócz pomiarów wilgotności pozwalają na odczytywanie zawartości innych składników nasion, np. tłuszczu, białka, włókna oraz innych substancji zarówno odżywczych jak i szkodliwych. W większości przypadków są to aparaty stacjonarne, znajdujące się w laboratoriach w punktach odbioru surowca (Fot. 15).



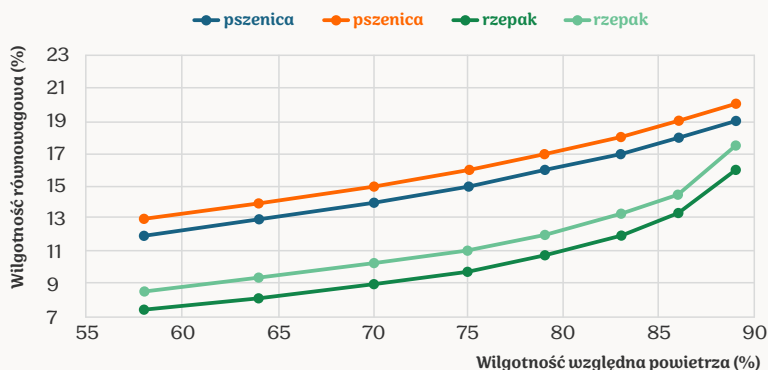
Fot. 15. Analizator bliskiej podczerwieni do analizy wilgotności i innych parametrów nasion Metrohm DS2500 Analyzer

### 2.2.1 Wilgotność równowagowa

Aby można było bezpiecznie wentylować i nie nawilżać nasion, wilgotność względna wdmuchiwanego powietrza powinna być niższa od tzw. Wilgotności Równowagowej (WR) powietrza. Podczas wentylacji wewnątrz warstwy nasion w przestrzeniach między nasionami a powietrzem postępuje ciągły przepływ wilgotnego powietrza. Gdy powietrze w przestrzeniach między nasionami ma odpowiednio niską wilgotność względną, wilgotne powietrze przepływa od nasion do powietrza. Jeżeli wilgotność powietrza jest wyższa od poziomu krytycznego, następuje przepływ wilgoci z powietrza do nasion niebezpieczne je nawilżając. Gdy wilgotność względna powietrza w przestrzeniach między nasionami jest równa wilgotności WR,

mamy do czynienia z równowagą suszarniczą. Wilgotność nasion wówczas się nie zmienia. Oznacza to, że WR powietrza zależy głównie od aktualnej wilgotności, temperatury i wewnętrznej budowy nasion. Nasiona są ciałami porowatymi o strukturze mikro-kapilarnej co sprawia, że mają właściwości pochłaniania lub oddawania wilgoci z otoczenia. Obserwuje się różnice w tej strukturze między różnymi rodzajami ziarna.

Odpowiednie tabele lub wzory matematyczne podają wartości WR powietrza dla różnych rodzajów ziarna zbóż i innych surowców roślinnych w tym nasion rzepaku. Na rysunku 2 przedstawiono wykresy WR powietrza dla ziarna pszenicy i nasion rzepaku w dwóch różnych temperaturach, 10°C i 25°C.



Rysunek 2. Wilgotność równowagowa powietrza dla ziarna pszenicy i nasion rzepaku

Wg wyliczeń, wilgotność równowagowa nasion przechowywanych w powietrzu o wilgotności 75% wynosi dla rzepaku 10% w temperaturze 25°C co oznacza, że nasiona ani nie pobierają wilgoci z powietrza, ani jej nie oddają.

## 2.2.2. Wilgotność kondycyjalna

Wilgotność kondycyjalna nasion rzepaku to poziom wilgotności bezpieczny do ich przechowywania. Oznacza to, że w nasionach następuje wyraźnie osłabienie procesów przemiany materii (ograniczona aktywność enzymatyczna oraz mikrobiologiczna), co gwarantuje ich bezpieczne przechowywanie. Znajomość wilgotności kondycyjalnej ma istotne znaczenie dla wyznaczania prawidłowych norm przechowalniczych nasion zapewniających wysoką jakość.

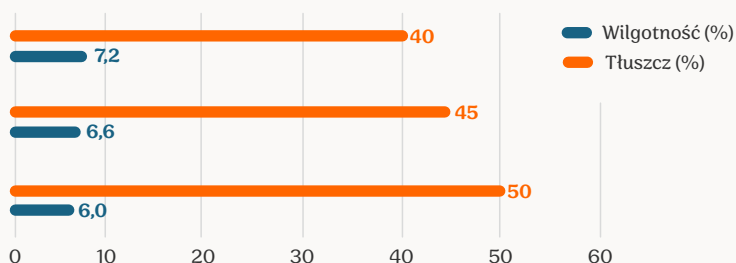
Przy przechowywaniu i suszeniu nasiona rzepaku oraz innych roślin oleistych

należy uwzględnić fakt, że zawierają one w swoim składzie określoną ilość tłuszczu, który nie wiąże wody. Np. w nasionach rzepaku zawartość oleju - „substancji hydrofobowej” (niewiążącej wody) wynosi od 40 do 47%. Oznacza to, że woda zgromadzona jest w pozostałym materiale zapasowym, tj. włóknie i białku, zwanym jako „substancje hydrofilowe o dużych właściwościach wiązania wody. Stąd im więcej substancji hydrofobowej w nasionach tym niższa wilgotność przechowalnicza danego materiału. Ta zależność tłumaczy jednocześnie, dlaczego przechowywanie nasion rzepaku o wilgotności ponad 8% jest bardzo niebezpieczne ponieważ w części hydrofilowej zawartość wody wynosi około 13-15%. W przypadku nasion, które będą długo przechowywane wilgotność zarodka, (elementu najbardziej hydrofilowego), nie powinna przekraczać 14%.

Znając zawartość tłuszczu w nasionach można obliczyć wilgotność kondycyjalną – przechowalniczą dla nasion rzepaku wg wzoru:

$$W_k = \frac{W_z (100 - \%T)}{100}$$

gdzie:  $W_k$  - wilgotność kondycyjna;  $W_z$  - wilgotność zarodka;  $T$  - zawartość tłuszczu w nasionach



Rysunek 3. Wilgotność kondycyjalna (optymalna przechowalnicza) nasion dla odmian rzepaku o różnej zawartości tłuszczu

Duży postęp w hodowli rzepaku sprawił, że w Dobrze Odmian COBORU znajdują się odmiany o wysokiej zawartości tłuszczu (do 50%). Przedstawione na rysunku 3 dane potwierdzają ścisłą zależność niskiej wilgotności nasion z wysoką zawartością tłuszczu jako ważny element wpływający na czas przechowywania. Wilgotność na poziomie 9% uznaje się za bezpieczną, która jest standardem w skupie i na giełdzie. Natomiast do długotrwałego przechowywania zaleca się utrzymywanie wilgotności nasion na poziomie 5-7%.

## 2.3. Technologie suszenia nasion

Suszenie pochłania dużą część (od 27-70%) zużycia energii podczas przetwarzania nasion, wykorzystywaną głównie do podgrzewania powietrza suszącego. Dlatego w zależności od przeznaczenia i wilgotności początkowej nasion temperaturę procesu suszenia można podzielić na 3 główne technologiczne suszenia.

### 2.3.1. Suszenie wysokotemperaturowe

Suszenie gorącym powietrzem stosuje się, gdy napowietrzanie lub naturalne suszenie nie zapewnia odpowiedniego kondycjonowania nasion rzepaku. Zdarza się to w przypadku zbioru rzepaku w niekorzystnych warunkach pogodowych tj. o dużym uwilgotnieniu nasion. Suszenie gorącym powietrzem różni się od naturalnego suszenia tym, że podgrzane powietrze absorbuje znacznie więcej wilgoci z ziarna, a ogrzanie rzepaku znacznie szybciej ją wypiera.

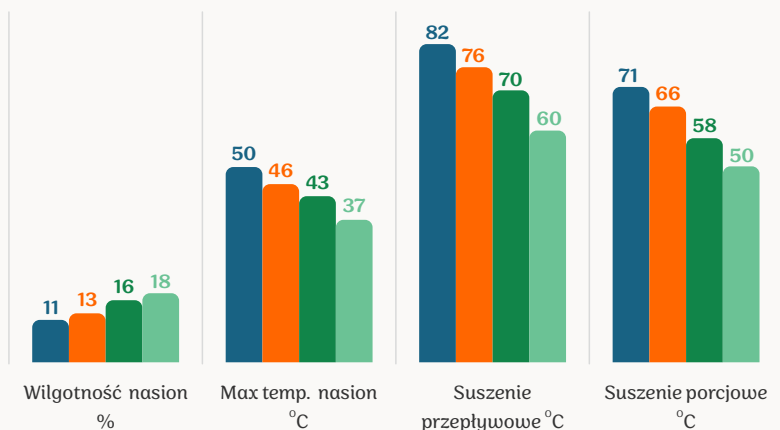
Maksymalna temperatura powietrza w komorze suszenia rzepaku zależy od wilgotności nasion, temperatury żywotności nasion, przewidywanego okresu przechowywania, rodzaju użytej suszarni i innych czynników. Zbyt wysoka temperatura powietrza używanego do kondycjonowania negatywnie wpływa na żywotność nasion. Rzepak przeznaczony do siewu powinien być suszony w temperaturze poniżej 45–50°C. Do ekstrakcji oleju nasiona można suszyć w temperaturze do 82°C. Niższe temperatury stosuje się, gdy rzepak jest wilgotny (>2,5% wilgotności) lub gdy ma być przechowywany przez ponad sześć miesięcy.

Należy unikać przesuszenia, ponieważ powoduje ono pękanie łupiny nasiennej, a w skrajnych przypadkach przypalenie nasion. W uszkodzonych nasionach obserwuje się znaczny wzrost poziomu wolnych kwasów tłuszczowych, co prowadzi do obniżenia jakości oleju.

Maksymalną temperaturę nasion i czynnika suszącego dla suszarni przepływowych i porcjowych przedstawiono na rysunku 4.

Suszenie wysokotemperaturowe wiąże się z ustaleniem odpowiedniej temperatury suszenia, która jest ściśle uzależniona od wilgotności nasion (im wyższa wilgotność nasion tym niższa temperatura suszenia).

Do wad tej metody suszenia można zaliczyć wysokie koszty suszarek, ich małą sprawność, duże zużycie energii na odparowanie wody spowodowane wysoką wartością ciepła parowania wody oraz ryzyko uszkodzenia nasion działaniem zbyt wysokiej temperatury.



Rysunek 4. Maksymalna, bezpieczna temperatura nasion oraz czynnika suszącego dla różnego typu suszarni

### 2.3.2. Suszenie niskotemperaturowe

Zastosowanie niskotemperaturowej metody suszenia jest coraz szerzej propagowanym sposobem przechowywania wilgotnych nasion. Suszenie niskotemperaturowe łączy zalety niskich nakładów energetycznych (minimalizacji kosztów) zachowując wysoką jakość surowca. **Przystępując do suszenia niskotemperaturowego należy uwzględnić wiele czynników tj.**



dojrzałość i wilgotność początkową nasion,



poziom uszkodzeń,



grubość warstwy,



tempo przepływu czynnika suszącego,



wilgotność i temperaturę otoczenia,



ilość zanieczyszczeń,



czas suszenia oraz wzajemne związki pomiędzy tymi czynnikami.

Metoda ta w celu zapewnienia ciągłości pracy suszarni znalazła zastosowanie zarówno do bezpiecznego składowania mokrych nasion bezpośrednio po zbiorze (bez zagrożenia zepsuciem) jak również do dłuższego przechowywania z zamiarem jednoczesnego dosuszenia. Ponadto zaletą tego sposobu suszenia i przechowywania jest ograniczenie strat powodowanych: oddychaniem, samozagrzewaniem, rozwojem mikroorganizmów i szkodników, zmianami biochemicznymi oraz zmniejszeniem zużycia energii.

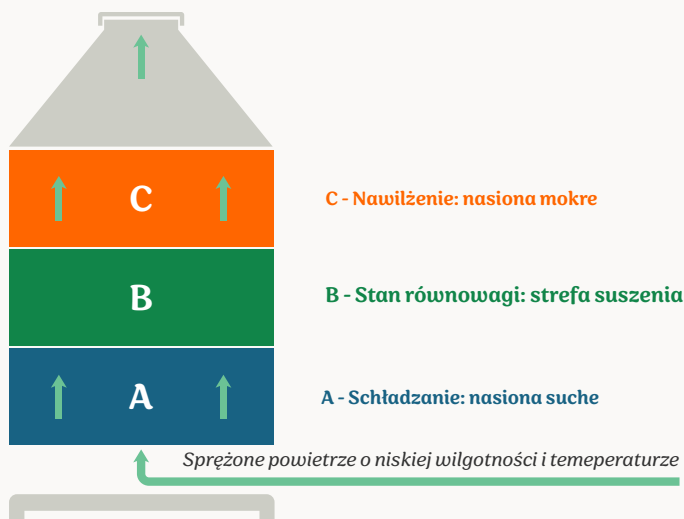
W zależności od warunków pogodowych w jakich był zbierany rzepak skuteczność chłodzenia jest uzależniona od wilgotności początkowej nasion. Jeżeli wilgotność

zapewnia bezpieczne, dłuższe przechowywanie nasion w silosie, wtedy wystarczy mechaniczna wentylacja złoża pod warunkiem, że temperatura powietrza jest niższa co najmniej o 4-5°C od temperatury nasion, a wilgotność względna powietrza jest w granicach 62%. Rzepak ozimy jest zbierany w lipcu, a jary nieco później (z temperaturą >15 °C) dlatego wykorzystanie wyłącznie powietrza atmosferycznego do wstępnego schładzania nie jest brane pod uwagę.

Natomiast możliwy jest sposób kombinowany, gdzie w pierwszej kolejności agregaty chłodnicze spowodują szybkie schłodzenie nasion a w późniejszym terminie, przy sprzyjających warunkach pogodowych nastąpi dochładzanie i dosuszanie za pomocą powietrza atmosferycznego.

Temperatura do dłuższego przechowywania wilgotnych nasion powinna wynosić od 10-12°C. Niższe temperatury są wskazane jedynie w przypadku gdy rzepak wykazuje wilgotność, powyżej 12%, zawiera dużo zanieczyszczeń oraz uszkodzonych i niedojrzałych nasion.

Proces suszenia niskotemperaturowego w grubej nieruchomej warstwie złoża polega na wdmuchiwanym wentylatorem sprężonego powietrza pod perforowaną podłogę, na której składowane są nasiona w magazynie silosowym. Sprężone powietrze pokonuje opór warstwy nasion i przepływa w przestrzeniach między nasionami. Wilgoć jest z nich odparowywana w postaci pary wodnej i przejmowana przez przepływające powietrze, które następnie jest wyprowadzane na zewnątrz magazynu.



Rysunek 5. Proces suszenia niskotemperaturowego warstwy nasion w silosie przez mechaniczną wentylację powietrzem w układzie pionowej migracji wilgoci i temperatury

W wyniku procesu odparowywania nasiona zmniejszają swoją wilgotność, natomiast w przepływającym powietrzu przybywa pary wodnej. Ponadto odparowywaniu wody towarzyszy zużycie ciepła i obniżenie temperatur nasion w miejscach odparowywania wilgoci (wynika to z przemiany fazowej wody zawartej w nasionach w parę wodną przejętą przez powietrze suszące). Typowy proces suszenia niskotemperaturowego w grubej nieruchomej warstwie zobrazowano na rysunku 5. W czasie przepływu powietrza przez warstwę nasion, zmianom ulega zarówno stan powietrza jak i stan nasion. Nasiona oddają ciepło przepływającemu powietrzu i stają się zimniejsze. Powietrze ogrzewa się i to powoduje, że może wchłonąć więcej wody z nasion. Duże różnice temperatur i wilgotności nasion i powietrza wpływają na dodatkowy proces chłodzenia nasion. Powoduje to wzrost wymiany ciepła jak również wzrost efektu chłodzenia. Stąd uzyskuje się bardzo istotny dla tego procesu efekt suszenia. Taka sytuacja ma miejsce w warstwach nasion ponad strefą suszenia. W powietrzu, które przepływa przez strefę suszenia, następuje gromadzenie się pary wodnej, co wskazuje na wzrost wilgotności względnej powietrza. Oznacza to, że wilgotność nasion w warstwach powyżej strefy suszenia utrzymuje się na poziomie zbliżonym do wilgotności początkowej przez prawie cały okres suszenia. Suszenie niskotemperaturowe w zależności od grubości warstwy zasypanego ziarna jest procesem powolnym, zachodzącym od kilku dni w przypadku suchych lat i do ok. 2–3 tygodni w latach bardzo mokrych.

Wilgotność nasion suchych w warstwie poniżej strefy suszenia ustala się na poziomie wilgotności równowagowej powietrza  $WR$  w stosunku do wilgotności względnej powietrza wdmuchiwanego pod perforowaną podłogę silosu. Natomiast zgromadzona warstwa nasion ponad strefą suszenia pozostaje mokra przez prawie cały okres suszenia dlatego należy kontynuować proces chłodzenia z uwagi na fakt, że w zależności od wysokości usypu złoża dochodzi do sorpcji pary wodnej bądź jej desorpcji. W efekcie następuje (na określonej jego wysokości) wzrost temperatury w usypie. Miejsce to jest z tego powodu nazywane „gniazdem ciepłym”. Umieszczenie go na wysokości silosu jest uzależnione zarówno od wilgotności składowanego materiału jak i od prędkości przepływu czynnika suszącego. Temperatura i wilgotność w tej warstwie nasion najpierw wzrasta, a ochłodzenie ze względu na dużą masę danej partii nasion, następuje bardzo powoli. Z tego względu nasiona w tej warstwie szczególnie są narażone na porażenie przez mikroorganizmy, co doprowadza do samozagrzewania i zbrzylenia. W strefie powyżej górnej granicy suszenia wzrasta wilgotność powietrza w przestrzeniach pomiędzy nasionami do wartości powyżej 75%. Jest to graniczna wilgotność względna powietrza

w przestrzeniach międzynasiennych, która gwarantuje bezpieczne składowanie. Za sytuację alarmową uznaje się, gdy wilgotność rośnie powyżej 85%, temperatura nasion ponad 13°C i stan taki utrzymuje się dłużej niż 48 godzin. Sprawia to, że nasiona są otoczone powietrzem o znacznej wilgotności względnej, czyli prawie parą wodną. Wzrost wilgotności nasion (który jest efektem przemian biochemicznych – oddychaniem) powoduje wytwarzanie dużej ilości ciepła, które nie odprowadzone doprowadza do samozagrzewania złoża. Dodatkowym źródłem ciepła jest rozwój drobnoustrojów znajdujących się na nasionach oraz silne zanieczyszczenie chwastami. Są to warunki idealne do silnego rozwoju grzybów. Tak więc pomiar dynamiki zmian wilgotności umożliwia nam czas na reakcję (czujniki wilgotności obecne na rynku powinny być montowane razem z czujnikami temperatury). Taka sytuacja stwarza zagrożenie dla zgromadzonych w silosie nasion.

### 2.3.3 Suszenie dwuetapowe (kombinowane)

Coraz bardziej popularnym sposobem suszenia nasion rzepaku (sprawdzonym i stosowanym w suszeniu kukurydzy i zbóż) jest suszenie kombinowane. W pierwszym etapie (suszenie wysokotemperaturowe) nasiona rzepaku poddaje się działaniom gorącego powietrza, aby osiągnąć docelową wilgotność. Umożliwia to usunięcie wilgotności i temperatury pomiędzy warstwą wewnętrzną a zewnętrzną w pojedynczych nasionach, czego efektem jest obniżenie naprężeń występujących wewnątrz nasion, co ogranicza ich pękanie. W drugim etapie następuje odparowanie wody zgromadzonej w przestrzeniach międzynasiennych. Taki kombinowany sposób suszenia wpływa nie tylko na ograniczenie uszkodzeń nasion, lecz ma również wymierny efekt ekonomiczny z powodu znacznych oszczędności energetycznych. Pozwala zaoszczędzić nawet 25% energii przeznaczonej na suszenie.



### 3. Magazynowanie nasion

Kluczową inwestycją w większości gospodarstw rolnych produkujących zboża, kukurydzę i rzepak jest wyposażenie w odpowiednie magazyny nasion. Ziarno zazwyczaj przechowywane jest w silosach, ale również w różnego typu magazynach.

Magazyny podłogowe są przystosowane wyłącznie do składowania ziarna luzem na podłodze (w przyzmacach), w przegrodach, kontenerach lub workach, ułożonych przykładowo na paletach. Powszechnie są stosowane do krótkotrwałego składowania nieczyszczonych nasion dostarczonych bezpośrednio z miejsca zbioru. Magazyny te mają ograniczone możliwości przewietrzania czy dosuszania surowca, a większość prac wykonywana musi być ręcznie lub z niewielkim tylko udziałem urządzeń mechanicznych (Fot. 16).



Fot. 16. Pryzma rzepaku w magazynie płaskim  
(źródło: Top agrar.pl)

Magazynowanie w silosach zalicza się do najpopularniejszych rozwiązań stosowanych w gospodarstwach rolnych. Na krajowym rynku dostępna jest bogata oferta silosów przeznaczonych do przechowywania ziarna, co ułatwia ich dobór do szczegółowych wymagań gospodarstw. Najbardziej popularne są silosy o konstrukcji stalowej wykonane z blachy falistej (o dużej pojemności: 1,5–10 tys. ton ziarna), z płaskim (większe pojemności) lub lejowym dnem (mniejsze pojemności) (Fot. 17).

(a) typ płaskodenny



(b) typ lejowy

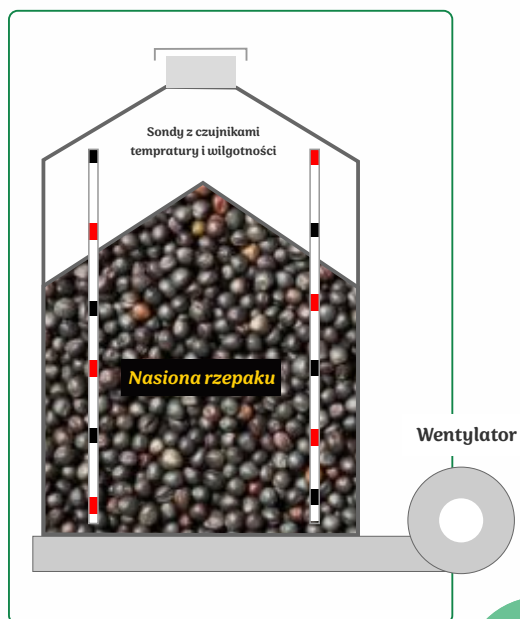


Fot.17. Silosy z blachy falistej (a) typ płaskodenny, (b) typ lejowy, do magazynowania wszystkich gatunków zbóż, rzepaku, kukurydzy i roślin strączkowych.

Silosy płaskodenne to konstrukcje do długoterminowego przechowywania suchego ziarna zbóż, kukurydzy, rzepaku i innych materiałów sypkich, charakteryzując się płaską, perforowaną podłogą, która umożliwia wentylację poprzez wymuszony obieg powietrza, co zapobiega psuciu się przechowywanego produktu. Są to zazwyczaj tańsze rozwiązania w porównaniu do silosów lejowych, idealne dla rolników indywidualnych i większych gospodarstw rolnych.

Silosy lejowe to typ konstrukcji przeznaczony do przechowywania materiałów sypkich, takich jak ziarna zbóż, kukurydzy, rzepaku, w których stożkowe dno (lej) umożliwia grawitacyjne, całkowite opróżnianie całej zawartości nasion. Silosy lejowe są idealne do długoterminowego magazynowania, a także do krótkotrwałego przechowywania przed lub po operacjach takich jak suszenie czy czyszczenie. Konstrukcje te są często wyposażone w systemy wentylacji i kontroli temperatury, co zapewnia aktywne przewietrzanie materiału.

Do schładzania używa się mobilnych i wydajnych agregatów schładzająco-suszących co umożliwia ich stosowanie nawet do kilkunastu silosów. Wyposażone są nie tylko w urządzenia schładzające, lecz również w parowniki, które powodują wysuszenie powietrza. Wykorzystując do przechowywania silosy należy pamiętać o stałym monitorowaniu magazynowanych nasion używając do tego dość gęsto rozłożonych na różnej wysokości czujników systemu UPK (urządzenia pomiarowo-kontrolne) (sond) rejestrujących zarówno temperaturę jak i wilgotność w połączeniu z systemami przewietrzania silosu. Aparatura kontrolno-pomiarowa powinna współpracować z odpowiednim programem sterującym pracą agregatu, aby zabezpieczyć na czas włączenie i wdmuchiwanie odwodnionego i ochłodzonego powietrza, albo włączania powietrza z otoczenia (Rys. 6).



*Rysunek 6. Przykładowy silos płaskodenny z urządzeniem do suszenia nasion oraz systemem sond pomiaru wilgotności i temperatury*

## 4. Technologia przechowywania nasion

W typowym procesie obróbki nasion rzepaku, przechowywanie stanowi ogniwo łączące zbiór, czyszczenie, kondycjonowanie i tłoczenie. Prawdopodobnie zaprojektowane warunki przechowywania rzepaku bezpośrednio wpływają na wydajność oleju, stabilność oksydacyjną i ryzyko zanieczyszczenia. O jakości przechowywanych nasion decyduje szereg czynników. Wszystkie jednak koncentrują się na maksymalnym zahamowaniu przemian biochemicznych zachodzących w nasionach w okresie bezpośrednio po zbiorach. Zmniejsza się również zdolność do wiązania wody przez starzejące się koloidy nasion. Wskutek tego procesu część wody utrzymywanej uprzednio przez nasiona pojawia się w stanie wolnym na ich powierzchni (proces zwany poceniem nasion). Zjawisko to występuje w nasionach kilkanaście godzin po zbiorze. Dlatego tak ważne jest, aby nasiona suche (o wilgotności ok. 7 %) zbierane prosto z pola nie trafiły bezpośrednio do silosu, lecz wcześniej przeszły okres spoczynku min. 2 doby. W tym czasie następuje schłodzenie nasion oraz ustabilizowanie procesów dojrzewania, a ich wilgotność może wzrosnąć nawet o 2 %. Dopiero po takim okresie mogą być przeznaczone do długotrwałego przechowywania. Kluczem do optymalizacji systemu magazynowania jest ustalenie zrównoważonego przepływu powietrza (0,1–0,2 m<sup>3</sup>/min na tonę) i wilgotności (utrzymywanej na poziomie 8–9%). Silosy magazynowe muszą zapewniać równomierny rozkład temperatury, zazwyczaj 12–15°C w przypadku długotrwałego magazynowania. Tabela 2 przedstawiająca optymalne warunki środowiskowe przechowywania nasion.

**Tabela 2. Optymalne warunki magazynowania nasion rzepaku**

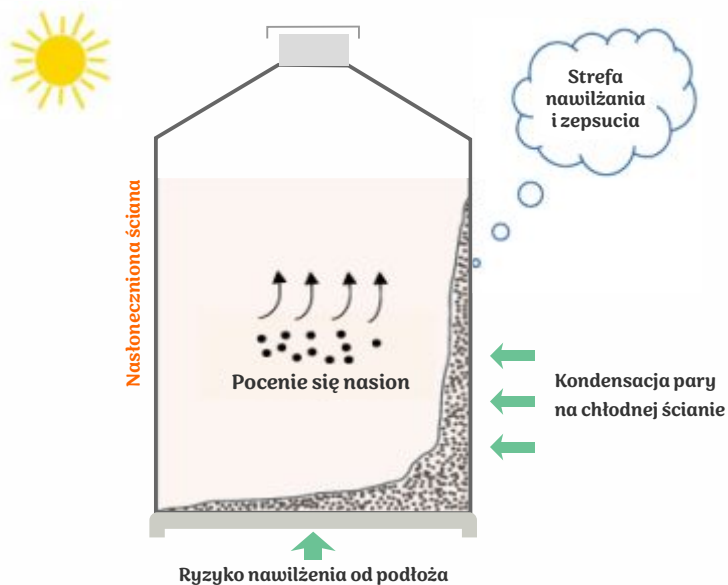
Parametr	Zalecany zakres	Wpływ na jakość
Temperatura	10-15°C	Zmniejsza tempo utleniania o 40%
Wilgotność względna	60-70%	Zapobiega rozwojowi pleśni
Poziom wilgotności	7-8%	Ogranicza aktywność mikroorganizmów
Przepływ powietrza	0,15 m <sup>3</sup> /min/tonę	Zapewnia równomierne suszenie
Czas przechowywania	≤180 dni	Zachowuje 98% stabilności oleju

Źródło:

<https://www.oilmillmachinery.net/how-is-rape-seed-oil-made/rape-seed-storage-conditions-and-pest-control/>

## 4.1. Migracja wilgoci w silosie

Wysuszenie i schłodzenie nasion nie gwarantuje ich bezpiecznego przechowywania. Podczas długotrwałego przechowywania duże znaczenie ma obniżanie się temperatury otoczenia zimą i jej wzrost wiosną oraz cykliczne zmiany temperatur pomiędzy dniem i nocą w porównaniu do temperatury nasion w silosie. Może dochodzić do migracji wilgoci wywołanej ogrzewaniem południowych ścian silosów (Rys. 7).










Rysunek 7. Źródła wilgoci w silosie

W rezultacie cieplejsze warstwy nasion są nieznacznie suszone, natomiast zimniejsze ulegają powtórnemu nawilżeniu. Niebezpieczeństwem może być również efekt pocenia się nasion, ekosystem jaki wytworzy się w silosie może spowodować rozwój życia biologicznego, które jest zagrożeniem dla jakości technologicznej nasion. Zagrożenie może stwarzać również obiekt magazynowany, którego nadmierna eksploatacja bez systematycznych przeglądów technicznych może prowadzić do rozszczelnienia poszycia. W wyniku tych zagrożeń podwyższona zawartość wody w nasionach nasila proces oddychania nasion, zwiększa aktywność zawartych w nich enzymów oraz sprzyja rozwojowi mikroflory, co w określonych warunkach powoduje samozagrzewanie się mas nasiennych (złoża). Następstwem wzrostu temperatury jest przyspieszenie przebiegu zachodzących w nasionach niekorzystnych przemian

chemicznych i biochemicznych. Wzrost temperatury przechowywania przyczynia się do wzrostu zawartości produktów hydrolizy i utleniania tłuszczu w nasionach rzepaku oraz wpływa na profil kwasów tłuszczowych. W przypadku rzepaku zjawiska te potęguje delikatniejsza niż w zbożach czy kukurydzy okrywa nasienna oraz wysoka zawartość tłuszczu, który szczególnie w uszkodzonych nasionach wzmacnia intensywność niekorzystnych procesów biologicznych i chemicznych. W uszkodzonych nasionach zwiększa się aktywność drobnoustrojów i enzymów, co prowadzi do obniżenia jakości surowca. Zjawiska te są szczególnie niebezpieczne w nasionach wilgotnych, nadmiernie obciążonych oraz przechowywanych w zbyt wysokiej temperaturze, w których lokalne wysokie gradienty mogą wynikać z braku możliwości przewietrzania.

### a. Główne zagrożenia związane z przechowywaniem nasion rzepaku:

-  oddychanie nasion podczas, którego następuje wydzielanie ciepła i wilgoci,
-  nawilżanie nasion z powietrza,
-  kondensacja pary wodnej,
-  kiełkowanie,
-  rozwój pleśni,
-  żerowanie roztoczy, owadów, gryzoni i ptaków,
-  zbrzylenie dolnych warstw wskutek występującego przeciężenia.

### b. Monitorowanie parametrów nasion rzepaku w trakcie przechowywania

Monitorowanie parametrów nasion rzepaku podczas przechowywania obejmuje regularne sprawdzanie temperatury, wilgotności i stanu zdrowotnego nasion. Do tego celu wykorzystywana jest aparatura kontrolno-pomiarowa monitorująca głównie temperaturę i wilgotność względną w przestrzeniach między nasionami. Aktualnie obowiązująca **norma opracowana przez International Organization for Standardization: ISO 4112:2025** w swoim trzecim wydaniu. Zawiera zaktualizowane wytyczne dotyczące m.in., pomiaru temperatury ziarna przechowywanego luzem. Została opublikowana w czerwcu 2025r. (Rys. 8)








*Rysunek 8. Aktualna wersja normy ogłoszona w 2025 r. przez ISO  
<https://www.iso.org/standard/85396.html>*

Norma opisuje metody, aparaturę (sondy termometryczne, czujniki temperatury), układ rozmieszczenia sond oraz procedury pomiaru temperatury ziarna przechowywanego w silosach, magazynach i innych miejscach składowania luzem. Celem powyższej normy jest pomoc w monitorowaniu temperatury, co pozwala na wczesne wykrywanie zmian (np. miejsc przegrzewania się, które mogą wskazywać na psucie się ziarna) i podjęcie odpowiednich działań zapobiegawczych, takich jak wentylacja. Zaleca się by punkty pomiarowe były umieszczane w odległości nie większej niż 3 m od siebie w kierunku poziomym i pionowym. Górne punkty pomiarowe winny znajdować się w odległości od 1-2 m od spodziewanej powierzchni nasion, dolne zaś 0,5 m powyżej dna zbiornika. Wynikający z tego założenia przestrzenny obszar kontroli wybranej sondy jest w kształcie kuli o promieniu 1,5 m.

Oprócz standardowych zaleceń norm w trakcie przechowywania istotne jest monitorowanie wilgotności względnej w przestrzeniach międzynasiennych. Jest to parametr, który pozwala w danym momencie na dokładne określenie stanu fizycznego nasion w trakcie procesu samonagrzewania. Zbyt wysoki poziom wilgotności nasion rzepaku jest główną przyczyną powstania strat w czasie ich przechowywania, dlatego parametr ten należy dokładnie monitorować. Systematyczne sprawdzanie parametrów jak: wilgotność nasion, stopień rozwoju pleśni, a także zapach powietrza wewnątrz obiektu (organoleptycznie) może zapobiec powstaniu zjawiska samonagrzewania nasion. Najczęściej proces ten powstaje wówczas, gdy silos zasypuje się nasionami z pominięciem okresu spoczynku późniwnego, nasionami o wysokiej wilgotności, nieoczyszczonymi z resztek późniwnych oraz zachwaszczonymi.

## W trakcie przechowywania nasion należy monitorować:

-  wilgotność nasion,
-  wilgotność względną i temperaturę w przestrzeniach międzynasiennych,
-  stopień rozwoju pleśni (ocena laboratoryjna i organoleptyczna),
-  stan techniczny obiektu magazynowego,
-  zapach powietrza wewnątrz obiektu.

## 5. Szkodniki magazynowe

Szkodniki magazynowe każdego roku przyczyniają się do niszczenia bardzo dużej ilości żywności. Globalne straty szacuje się na około 10% światowej produkcji rolnej, co przekłada się na ogromne straty finansowe. Odpowiedzialne za psucie, zjadanie i zanieczyszczanie ziarna w magazynach są różne organizmy między innymi drobnoustroje (bakterie i grzyby), bezkręgowce (roztocze), owady oraz zwierzęta (gryzonie i ptaki). Większość szkód można uniknąć jeszcze na etapie planowania magazynowania, budując obiekty magazynowe o odpowiednich parametrach, stosując się do zasad integrowanej ochrony magazynów zbożowych przed szkodnikami, a gdy szkodniki już się pojawią należy być przygotowanym do zwalczania przy użyciu odpowiednich metod.

**Mikroorganizmy** - to głównie bakterie i grzyby. Nasiona rzepaku już w warunkach polowych są narażone na zakażenie różnorodną mikroflorą obecną w kurzu, wodzie i glebie. Są to drobnoustroje z których tylko niewiele może wnikać w głąb zdrowego nasienia i powodować jego psucie. Do grzybów polowych występujących na nasionach zalicza się pleśnie głównie z rodzajów: *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium* i *Cladosporium*. W warunkach polowych wykazują stosunkowo małą aktywność enzymatyczną i gdy nasiona podczas przechowywania zawierają mało wody stopniowo wymierają. Ponadto obróbka termiczna (suszenie) powoduje ich usunięcie z powierzchni nasion. Dlatego ta grupa pleśni w niewielkim stopniu wpływa na trwałość magazynowanych nasion i ich wartość technologiczną. Do ich namnażania i wzrostu aktywności dochodzi gdy ziarno/nasiona mają zbyt

wysoką wilgotność i temperaturę. Mikroorganizmy mogą w krótkim czasie same stworzyć dla siebie odpowiednie warunki do rozwoju w magazynie. Wystarczy, że w jednym miejscu panują sprzyjające dla nich uwarunkowania (np. przy ścianie, gdzie skrapla się woda), wówczas gwałtownie się rozwijają i powodują wzrost swojej aktywności (Rys. 6). Do najczęstszych grzybów pleśniowych atakujących przechowywane ziarno rzepaku należy rodzaj *Aspergillus* i *Penicillium*. Pierwsza grupa rozwija się już przy wilgotności 15-16%, druga natomiast przy 17-19%. Powodują one uszkodzenie nasion, pojawienie się zapachu pleśni, przebarwień, przegrzewania się nasion a w konsekwencji do ich zbrylania (Fot. 19).



Fot. 19. Pleśnienie i zlepianie się nasion rzepaku

Znaczna liczba gatunków grzybów pleśniowych może wytwarzać w produktach żywnościowych toksyczne substancje zwane mikotoksynami o działaniu rakotwórczym. Nasiona roślin oleistych są najczęściej skażone toksyną (aflatoksyna B1). Metabolity te są silnie trujące zarówno dla zwierząt jak i człowieka. Wykazują działanie teratogenne i mutagenne. Oprócz aflatoksyny B1 wytwarzają również pięć innych metabolitów, oznaczanych literami B2, G1 i G2 oraz M1 i M2. W procesie tłoczenia i ekstrakcji oleju, tylko niewielka ich ilość przechodzi do frakcji olejowej, która jest usuwana całkowicie podczas rafinacji oleju. Większa część pozostaje w śrucie.

Badania wskazują, że ocenę składowanych nasion można oprzeć na określeniu porażenia węgłbnego przez grzyby przechowalnicze. O rozpoczynającym się procesie psucia surowca można mówić, gdy ponad 10% nasion jest porażone grzybami przechowalniczymi. Gdy liczba ta przekroczy 30%, świadczy to o znacznym pogorszeniu się jakości nasion. Jeżeli procent porażenia jest wyższy od 50%, można mówić o zepsuciu danej partii. Taki materiał nie nadaje się do przerobu. Psucie nasion w trakcie magazynowania powodują głównie grzyby przechowalnicze. Stanowią one zazwyczaj mikroflorę wtórną, utożsamianą z mikroflorą węgłbną. Grzyby te zazwyczaj wnika pod pokrywę nasienną, powodując hydrolizę tłuszczów, co jest przyczyną wzrostu kwasowości tłuszczowej. Ten wskaźnik jest jednym z ważnych parametrów jakości wskazującym na uszkodzenie nasion przez pleśń. Rozwój bakterii powoduje powstawanie kwaśnego lub gnilnego zapachu.

Rozwój grzybów zależy głównie od temperatury, wilgotności i natlenienia, dlatego też przestrzegając określonych parametrów, można zahamować rozwój pleśni w przechowywanym materiale. Utrzymując określone limity wilgotności i temperatury, można w prosty sposób przedłużyć fazę zastoju, w której wzrost drobnoustrojów jest bardzo wolny lub zupełnie zahamowany.

**Bezkęgowce – roztocze i owady** to szkodniki magazynowe, które powodują dwojakiego rodzaju straty:

- straty bezpośrednie polegające na ubytku magazynowanego surowca w wyniku ich obecności i żerowania,
- straty pośrednie spowodowane pogorszeniem się jakości magazynowanych nasion.

Żerując uszkadzają w pierwszej kolejności zarodek, który jest najbardziej zasobną w składniki odżywcze i najbardziej uwilgotnioną, a przez to najbardziej miękką częścią nasion. Ponadto szkodniki zanieczyszczają surowiec wylinkami, wydzielinami, wydalينami i martwymi osobnikami, co pośrednio może wpływać na zwiększenie wilgotności i przyspieszenie procesu samonagrzewania się zmagazynowanych nasion. Ponadto mogą być źródłem i wektorem infekcji mikroorganizmami znajdującymi się na ich ciele oraz w odchodach. Ze względu na specyfikę złoża rzepaku (większa gęstość i mniejsze przestrzenie między nasionami), owady magazynowe mają znacznie bardziej ograniczone możliwości penetracji w głąb składowanego surowca niż w przypadku rozwoju w przymie zmagazynowanych zbóż. Zazwyczaj gromadzą się tylko w wierzchniej warstwie złoża, gdzie znajdują dogodniejsze warunki do żerowania i rozwoju. Najczęściej jest tam wyższa temperatura niż w innych miejscach złoża, więcej zanieczyszczeń organicznych (nasiona chwastów, fragmenty roślin), na których także chętnie żerują. W tych miejscach należy ich szukać w pierwszej kolejności. Szkodniki zasiedlające złoża rzepaku w pierwszej kolejności żerują na nasionach uszkodzonych, popękanych, z uszkodzoną okrywą owocowo-nasienną, nadmiernie wilgotnych, nadmiernie suchych, które są kruche i podatne na spękania, niedojrzałych, porośniętych oraz zapleśniałych. Na takich nasionach zachodzą szybciej niekorzystne procesy powodujące w krótkim czasie psucie się surowca.

**Roztocze** to mikroskopijnej wielkości pajęczaki, których długość ciała wynosi mniej niż 1 mm (Fot. 20). Ze względu na niewielkie rozmiary są bardzo trudne do wykrycia, a ich obecność stwierdza się dopiero w badaniach

mikroskopowych. Rozmnażają się masowo kiedy ziarno/nasiona mają podwyższoną wilgotność i temperaturę. Roztocze magazynowe cechuje bardzo duży potencjał rozrodczy. Niektóre gatunki pełen cykl rozwojowy przechodzą w ciągu 10 dni. Część roztoczy posiada w cyklu rozwojowym stadium hypopusa, które jest wyjątkowo odporne na niekorzystne warunki środowiskowe a nawet na większość środków ochrony roślin (w tym fumigantów). Przez co tak trudno pozbyć się ich z magazynów. Zapewnienie niskiej wilgotności surowca w magazynie jest podstawowym parametrem pozwalającym utrzymać na niskim poziomie populacje roztoczy zagrażających nasionom rzepaku. Szkody w magazynach wyrządzają głównie przedstawiciele dwóch rodzin: rozkruszkowate oraz roztoczkowate. **Do najczęściej występujących roztoczy w magazynach z ziarnem zalicza się: rozkruszka mącznego, rozkruszka drobnego i rozkruszka połowo-magazynowego oraz roztoczka brunatnego i roztoczka suszowego.**



*Fot. 20. Roztocze (rozkruszki)- mikroskopijnej wielkości, owalnego kształtu o długości ciała ok. 1 mm, na granicy widzialności*

Największą grupą organizmów zagrażającą nasionom rzepaku magazynowanym przez dłuższy okres czasu są owady. Spośród najgroźniejszych owadów, należy w pierwszej kolejności wymienić przedstawicieli rzędu motyli (*Lepidoptera*). Rzepak może być pokarmem dla mklików, głównie dla mkliku mącznego.

**Mklik mączny** jest motylem nocnym o rozpiętości skrzydeł do 25 mm (Fot. 19). Ubarwienie skrzydeł jest szare z dwoma ciemnymi zygzakowatymi liniami w części nasadowej i wierzchołkowej. Szkody powodują tylko żerujące larwy, które przędą

lepkie, jedwabne nici, zlepiając nimi w mniejsze lub większe grudki surowiec, na którym żerują. Larwy są białe o zmiennym odcieniu (w zależności od pokarmu od brudno-różowego do zielonkawego), dorastające do 20 mm długości (Fot. 21). W niskiej temperaturze larwy mogą zapadać w diapauzę. Motyle nie żerują i żyją około 2 tygodnie.



*Fot. 21. Motyl mklka mącznego i larwy*

Dużym zagrożeniem dla rzepaku jest **omacnica spichrzanka**. Jest motylem nocnym o rozpiętości skrzydeł 14-18 mm (Fot. 22). Dzięki charakterystycznemu ubarwieniu jest stosunkowo łatwy do rozpoznania. Nasadowa część przednich skrzydeł jest żółtawa, pozostała ciemnoczerwona lub ceglasta z szaroniebieskimi poprzecznymi paskami. Larwy są białe (gąsienice) o zmiennym odcieniu od zielonkawego przez pomarańczowe do czerwonego, co uzależnione jest od pokarmu, na którym żerują. Dorastają do 12 mm długości. W nie sprzyjających warunkach gąsienice zapadają w diapauzę, w której mogą przetrwać do 9 miesięcy. Osobniki dorosłe żyją w temperaturze pokojowej około 14 dni i nie pobierają pokarmu.



*Fot. 22. Motyl larwa omacnicy spichrzanki*

Do najgroźniejszych chrząszczy, które przystosowały się do życia w pomieszczeniach magazynowych z nasionami rzepaku należy zaliczyć: spichrzela orzechowiec, spichrzela surynamskiego, trojszyka gryzącego, trojszyka uleca, rozplaszczki rdzawy, skórek zbożowy, oraz gryzki. Szkody w nasionach powodują oprócz larw również owady dorosłe, które posiadają aparat gębowy typu gryzącego.

### **Spichrzela (spichrzela surynamskiego i spichrzela orzechowiec)**

to niewielkie brązowe lub ciemnobrązowe chrząszcze długości do 3,5 mm (Fot. 23).

Można je rozpoznać po 6 wyraźnych ząbkach znajdujących się po każdej stronie przedplecza (środkowy fragment ciała). W tym celu ze względu na niewielki rozmiar szkodnika należy użyć szkła powiększającego. Chrząszcze mają dobrze rozwinięte skrzydła, ale nie latają. Szkody powodują zarówno żerujące chrząszcze jak i larwy. Larwy są żółtobiałe i dorastają do 3 mm długości. Chrząszcze żyją do 2 lat.



*Fot. 23. Chrząszcz spichrzela surynamskiego na nasionach rzepaku*

**Trojszyki (trojszyk uleca i trojszyk gryzący)** to rdzawobrzęzowe chrząszcze długości do 5 mm (Fot. 24 i 25). Choć mają skrzydła praktycznie nie latają. Można je łatwo rozpoznać i odróżnić spośród innych szkodników magazynowych. Podrażnione wydzielają benzochinony, lotne związki o nieprzyjemnym ostrym zapachu i gorzkim smaku.

Przy bardzo dużej liczebności chrząszczy zapach ten może pozostawać na trwałe w surowcu i produktach finalnych. Szkody powodują zarówno żerujące chrząszcze jak i larwy. Larwy są białozółte i dorastają do około 7 mm długości. Chrząszcze i larwy unikają miejsc oświetlonych. Trojszyki mogą rozwijać się



*Fot. 24. Od lewej larwa, poczwarka i chrząszcz trojszyka ulca na nasionach rzepaku*

w bardzo niskiej wilgotności względnej powietrza. Nie są odporne jednak na działanie niskich temperatur w dłuższym okresie czasu. Temperaturą krytyczną np. dla trojszyka ulca jest 7°C. Mogą jednak przetrwać okres zimy w nie ogrzewanych magazynach. Chrząższcze żyją około 2 lat.



Fot. 25. Chrząższcz trojszyka gryzącego  
(źródło: Wikipedia)

**Rozpłaszczyk rdzawy** to rdzawobrzązowy chrząszcz długości zaledwie 1,5-2,5 mm (Fot. 26). Szkody powodują zarówno żerujące chrząszcze jak i larwy. Larwy są żółtobiałe i dorastają do 3 mm długości. Larwy jak i chrząszcze są wytrzymałe na niską temperaturę i w magazynach nie ogrzewanych, przeżywają zimę. Chrząższcze żyją około 1 roku.



Fot. 26. Chrząższcz rozpłaszczka rdzawego  
(źródło: gernetkun)

**Skórek zbożowy** (rdzawobrunatny z nieregularnymi plamkami) i *Trogoderma variabile* (czarnobrzązowy lub czarny z 3 czerwobrzązowymi, złotymi lub szarymi, nieregularnymi liniami w poprzek pokryw) o długości 1,5-3,0 mm. (Fot. 27), Chrząższcze skórka zbożowego chociaż mają skrzydła nie latają w przeciwieństwie do chrząszczy *Trogoderma variabile*. Larwy skórka zbożowego są żółte, a *Trogoderma variabile*



Fot. 27. Skórek zbożowy - obecność owada  
na rzepaku zdradza duża liczba wylinek

ciemnobrzązowe o długości do 6 mm. Szkody powodują tylko żerujące larwy. Niszczą całkowicie nasiona pozostawiając znaczną ilość pyłu i odchodów. Przepoczwarzają się zawsze na powierzchni surowca, zaznaczając swoją obecność kożuchem wylinek (Fot. 27). Tolerancyjne na różne wartości temperatury (od -10°C do +15°C) i mogą przeżyć wiele miesięcy bez pokarmu. W nie sprzyjających warunkach mogą zapadać w diapauzę.

Całkowita eliminacja szkodników jest bardzo trudna, szczególnie chrząszczy *Trogoderma variable*, które mogą przelatywać z magazynu do magazynu. Chrząszcze żyją kilka dni i zwykle nie pobierają pokarmu.

**Gryzki czyli psotniki**, owady o niewielkiej długości 1,5-2 mm i charakterystycznym wyglądzie (duża głowa, długie czułki, wypukłe oczy, krótki tułów, duży odwłok o żółto, szaro lub ciemnobrązowym ubarwieniu) (Fot. 28). Owady nielatające żyjące zwykle w środowisku naturalnym, a tylko niektóre gatunki przystosowały się do życia w pomieszczeniach zamkniętych. Występują w miejscach ciepłych i wilgotnych, w których rozwijają się grzyby pleśniowe stanowiące ich główny pokarm. Dorosłe osobniki żyją około 6 miesięcy.



Fot. 28. Gryzek (psotnik) - niewielkie owady

## 6. Przygotowanie magazynu na przyjęcie nasion rzepaku

Nasiona rzepaku, ale również innych roślin rolniczych powinny być przechowywane w obiektach do tego przeznaczonych tj. magazynach płaskich lub silosach. Złoże rzepaku jest słabo przepuszczalne dla powietrza, co powoduje, że nasiona są bardziej podatne na nawilżenie. Dlatego system wentylacji magazynu, w którym będą składowane nasiona rzepaku, musi być znacznie bardziej wydajny niż w magazynach zbożowych. Zalecane są wentylatory o dużej mocy oraz agregaty chłodnicze. Ze względu na większe ryzyko zawilgocenia surowca, w magazynach z rzepakiem zaleca się zainstalowanie większej liczby sond (czujników systemu UPK-urządzenia pomiarowo-kontrolne), rejestrujących zarówno temperaturę jak i wilgotność w połączeniu z systemami przewietrzania silosu. Na krótko przed magazynowaniem rzepaku obiekt należy odpowiednio przygotować (wysprzątać).

Zanieczyszczenia i pozostałości poprzednio magazynowanego ziarna są często źródłem infekcji dla nowych. Znajdują się w nich zarodniki grzybów oraz bakterie

a często również szkodniki magazynowe. Gryzonie oraz owady chętnie wnikają do takich pomieszczeń zwabione resztkami ziarna lub nawet samym zapachem, utrzymującym się jeszcze długo po opróżnieniu magazynu. Wyczyścić należy też inne urządzenia mające kontakt z plonem: suszarnie, taśmociągi, środki transportu (przyczepy) oraz zbioru (kombajny). Pozostawione w nich, lub na nich, ziarno bez problemu odnajdą i zasiedlą szkodniki magazynowe i wraz z nową partią surowca trafią do magazynu. Magazyny powinny być zamknięte i szczelne również w okresach kiedy nie przechowywane jest w nich ziarno.

### **a. Monitorowanie magazynów**

Stała obserwacja pojawienia się i obecności szkodników jest nieodzownym elementem prawidłowej ochrony zmagazynowanych plonów. Powinno się monitorować zarówno puste pomieszczenia, jak i zapelnione. Należy używać odpowiednich narzędzi przy prowadzeniu monitoringu, dostosowanych do poszczególnych szkodników. Gryzonie łatwo monitorować przy użyciu karmników deratyzacyjnych (urządzeń służących do bezpiecznego dozowania trutek). Powinny one być rozmieszczone nie tylko wewnątrz magazynu, ale również przy jego ścianach zewnętrznych. Ubytek rodentycydu w karmniku świadczy o obecności szkodników.

Monitoring owadów – szkodników magazynowych wymaga sporej wiedzy i doświadczenia z uwagi na ogromną różnorodność tej grupy. Prostą metodą na wykrycie chrząszczy jest przesianie próbki ziarna przez sito o oczkach mniejszych niż rozmiar nasion. Do wykrywania motyli magazynowych (mkliki, omacnica spichrzanki) sprawdzają się pułapki feromonowe lub mechaniczne. Pierwsze z nich służą głównie do wykrywania ich obecności. Do monitoringu występowania chrząszczy przebywających w masie ziarna można zastosować pułapki typu „pitfall” (najczęściej w formie kubka), które umieszcza się wewnątrz przyzmy lub w silosie. Mają one otwory umożliwiające wejście szkodników, które następnie uwięzione zostają w niżej położonym pojemniku. W sprzedaży znajduje się ogromna różnorodność pułapek. Pułapki należy kontrolować co najmniej raz w tygodniu. Po stwierdzeniu w nich szkodników należy podjąć odpowiednie działania:

- rozpoznanie szkodnika (czynność bardzo ważna, ponieważ w pułapce mogą się znaleźć przypadkowe owady i podejmowanie kolejnych kroków może być zbędne),
- zlokalizowanie drogi wejścia szkodnika do magazynu i ją zlikwidować,
- w razie potrzeby przewietrzyć i schłodzić ziarno,
- wykonać zwalczanie chemiczne.

### **b. Zabiegi chemiczne w magazynach pustych i zapelnionych**

Liczba preparatów zwalczających szkodniki magazynowe co roku ulega dużym zmianom. Ostatnio zarejestrowanych było ok. 30 preparatów opartych jedynie na kilku substancjach czynnych (cypermetryna, deltametryna, fluorek siarczany, fosfor glinu i magnezu, pirymifos metylowy i pyretryny). Z uwagi na wysoką toksyczność preparatów chemicznych opryski bądź gazowanie należy powierzyć wyspecjalizowanym firmom DDD (Dezynfekcja, Dezynsekcja, Deratyzacja). Bezwzględnie należy przestrzegać zapisów etykiety (dane dostępne np. na stronie internetowej MRiRW <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/ochrona-roslin-stosowanie> oraz umieszczone na opakowaniach) i stosować tylko zarejestrowane środki ochrony roślin.



Po uprzątnięciu magazynów przed przyjęciem nasion należy przeprowadzić profilaktyczną dezynsekcję pustych obiektów magazynowych. Jest ona konieczna z tego względu, że pomimo dokładnego sprzątnięcia roztocze i owady mogą przetrwać w różnego rodzaju zakamarkach. Przeznaczone są do tego preparaty do opryskiwania, świece dymne oraz fumiganty. Fumigacja oraz użycie świec dymnych daje lepszy efekt zwalczania niż opryskiwanie, gdyż gaz dociera do wszystkich, nawet niedostępnych dla cieczy opryskowej miejsc. Ponadto działa również na stadia szkodników trudne do zwalczania insektycydami kontaktowymi (jaja, larwy i poczwarki ukryte wewnątrz ziarniaków).

## ***Opracowano na podstawie publikacji:***

Tys J. (red.). 2011. Suszenie i przechowywanie rzepaku. Teraz rzepak Teraz olej. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa, tom V, 104 ss.

Ignatowicz S. 2019. Rozkruszkki w przechowywanych nasionach rzepaku. Prewencja i zwalczanie. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa, 35 ss.

Praca Zbiorowa (Wielebski F., Wójtowicz M., Bartkowiak-Broda I., Tys J., Cmielewska M., Klejdysz T.) 2019. Czynniki kształtujące wartość technologiczną i zdrowotną nasion i oleju rzepakowego. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa 2019, Monografia, 199 ss.

Spasibionek S. 2024. Nowa jakość oleju rzepakowego i możliwość dalszego obniżania związków antyżywnieniowych w śrucie. W: Produkty rzepakowe w żywieniu świń - Krajowa strategia na globalny kryzys. Schwarz T. (red). Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa, II, 120 ss.

Spasibionek S., et al. 2024. The Influence of Nitrogen and Sulfur Fertilization on Oil Quality and Seed Meal in Different Genotypes of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture* 2024, 14, 1232. <https://doi.org/10.3390/agriculture14081232>.

Spasibionek S., et al. 2024. HO-CR and HOLL-CR: new forms of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) with altered fatty acid composition and resistance to selected pathotypes of *Plasmodiophora brassicae* (clubroot). *J Appl Genetics*, <https://doi.org/10.1007/s13353-024-00867-y>.

Spasibionek S. 2024. Olej rzepakowy typu HOLL: Nieznany bohater <https://www.portalspozywczy.pl/zboza/artykuly/olej-rzepakowy-typu-holl-nieznany-bohater,272307.html>



POLSKIE STOWARZYSZENIE  
PRODUCENTÓW OLEJU

ul. Wspólna 56

00-684 Warszawa

tel: 22 628 38 06

e-mail: [biuro@pspo.com.pl](mailto:biuro@pspo.com.pl)

