



ZACHODNIOPOMORSKI  
OŚRODEK DORADZTWA ROLNICZEGO  
W BARZKOWICACH

# Przechowalnictwo zbóż



Martyna  
Kołodziejczak

**WYDAWCA:**

Zachodniopomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Barzkowicach  
73-134 Barzkowice 2, tel. 91 479 40 10, 91 479 40 15, 91 561 37 00  
e-mail: sekretariat.barzkowice@zodr.pl, www.zodr.pl

**ISBN 978-83-66999-79-4**

Korekta: Sylwia Lenard

Projekt okładki: Milena Worach

Skład tekstu: Milena Worach

Druk: ZODR w Barzkowicach, nakład: 100 egzemplarzy

ZACHODNIOPOMORSKI OŚRODEK DORADZTWA ROLNICZEGO  
W BARZKOWICACH

**Martyna Kołodziejczak**

# **PRZECHOWALNICTWO ZBÓŻ**

## Wstęp

W Polsce zboża zbierane są raz w roku, a ich zapas przechowywany jest przez kilka lub kilkanaście miesięcy po żniwach. Ważne jest, by podczas procesu magazynowania zapewnić warunki pozwalające zachować wartość użytkową ziarna aż do momentu jego wykorzystania. Z roku na rok wzrasta globalna produkcja rolna, wymuszając przystosowanie infrastruktury do zmieniających się potrzeb. Również zmiany klimatyczne wpływają na warunki, z jakimi musimy się mierzyć w całym procesie produkcji.

Każdego roku wiele ton ziarna zostaje niepotrzebnie zmarnowanych na skutek niewłaściwego przechowywania. Dochodzi do pogorszenia jego jakości, często w tak dużym stopniu, że jakiegokolwiek jego wykorzystanie staje się niemożliwe. Przekłada się to na straty ekonomiczne dla producentów oraz problemy z pozyskaniem odpowiedniego surowca dla przetwórców. Wysoka jakość zboża gwarantuje zachowanie bezpieczeństwa żywnościowego kraju i opłacalność produkcji rolnej.

Ziarno zboża to żywy organizm, który podlega wielu procesom i przechodzi zmiany czynności życiowych nawet po jego zebraniu z pola. Od momentu zbioru, w okresie około 12 tygodni przechowywania, zachodzą intensywne procesy, nazywane dojrzewaniem poźniwym, które związane są m.in. z wydzielaniem wody („pocenie się ziarna”). Następnie ziarno stopniowo przechodzi w stan uśpienia i ograniczenia czynności życiowych.

W ziarnie wyróżniamy trzy zasadnicze elementy budowy. Pierwszy to okrywa owocowo-nasienna, zbudowana przede wszystkim z błonnika oraz soli mineralnych, pełniąca funkcję ochronną. Kolejny to zarodek, z którego w procesie kiełkowania może rozwinąć się nowa roślina. Łatwo ulega on uszkodzeniu. Ostatni element to bielmo, stanowiące około 89,5% masy ziarna, zawierające skrobię, białka, tłuszcze i substancje mineralne. Dzięki swojej budowie ziarno jest przystosowane do długiego stanu spoczynku i zachowania swojej zdolności do kiełkowania przez wiele miesięcy. Jednocześnie dzięki tym właściwościom w masie zbożowej zachodzi dużo procesów, które mają bezpośredni wpływ na jej przechowywanie. Zawsze po zbiorze ziarno powinno być odpowiednio przygotowane do przechowywania, aby zapewnić dostateczną podaż surowca przez cały rok oraz dobrej jakości materiał siewny na kolejne okresy wegetacyjne. Warunki magazynowania powinny być regularnie kontrolowane, gdyż tylko właściwie przechowywane zboże zachowa swoją wartość do momentu sprzedaży.

# 1. Czyszczenie zboża

Ziarno prosto z kombajnu zawiera różne zanieczyszczenia zarówno użyteczne (m.in. ziarna nie w pełni wykształcone lub połamane), jak i nieużyteczne (nasiona chwastów, zanieczyszczenia organiczne). Do zanieczyszczenia może dojść również podczas transportu. Czystość ziarna ma duże znaczenie przy jego sprzedaży oraz podczas długotrwałego magazynowania, gdyż nieekonomiczne jest suszenie i przechowywanie dodatkowej, niepotrzebnej masy, która w dodatku może sprzyjać powstawaniu ognisk samozagrzewania. Tylko właściwie oczyszczone ziarno powinno być umieszczane w magazynach i silosach.

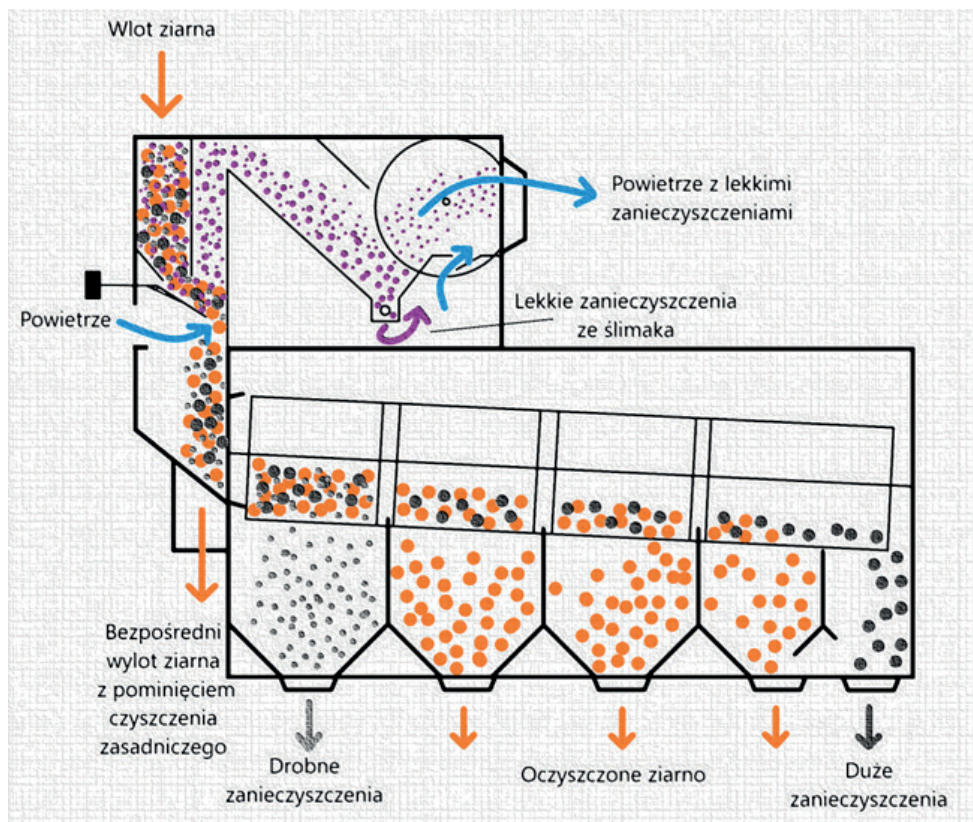
Czyszczenie masy zbożowej – usunięcie jak największej możliwej ilości zanieczyszczeń (ziemi, piasku, plew, nasion chwastów) z masy zbożowej w celu uzyskania jak najbardziej jednorodnego materiału. Podczas czyszczenia wykorzystuje się różnice we właściwościach ziarna oraz zanieczyszczeń (wielkość, kształt, ciężar, tekstura). Nowoczesne urządzenia mogą także opierać swoje działanie na różnicach w barwie i właściwościach elektrycznych. Do czyszczenia najczęściej wykorzystuje się sита, separatory pneumatyczne oraz tryjery.

**Separatory pneumatyczne** – wykorzystują różnicę we właściwościach aerodynamicznych i gęstości między ziarnem a zanieczyszczeniami. Strumień powietrza, o odpowiedniej sile, unosi zanieczyszczenia lżejsze od ziarna, a samo ziarno opada i jest przenoszone dalej, najczęściej przy pomocy przenośnika ślimakowego.

**Sita** – wykorzystują różnice w wielkości ziarna i zanieczyszczeń. Zestaw sit, o odpowiednio dobranej wielkości otworów, stopniowo oddziela zanieczyszczenia. Silnik wprawia sito w drgania, ułatwiając przesiewanie mniejszych cząstek, zaś ziarno jest przesuwane dalej. Wielkość sit trzeba dobierać do gatunku zboża, jakie chcemy oczyścić.

**Tryjer** - wykorzystuje różnice w kształcie między ziarnem i zanieczyszczeniami. Wgłębienia w bębnie, o specjalnie dobranym kształcie, zbierają określone cząstki. Może służyć do sortowania ziarna, oddzielając dłuższe ziarniaki od krótkich.

W praktyce najczęściej wykorzystuje się systemy kombinowane, które pozwalają na maksymalne oczyszczenie materiału. **Czyszczalnia** jest maszyną złożoną, przeznaczoną do czyszczenia zbóż. W procesie rozdzielczym wykorzystuje więcej niż jedną właściwość lub cechę masy ziarnistej. Czyszczalnia może łączyć separator pneumatyczny z sitami oraz tryjerem. Warto dopasować wydajność urządzeń czyszczących do wydajności reszty systemu, by nie doprowadzić do zastoju w procesie technologicznym. Urządzenia do oczyszczania powinny być poddawane regularnym przeglądom i oczyszczaniu. Pozostałości zanieczyszczeń w czyszczalniach mogą utrudniać prawidłowe funkcjonowanie maszyn oraz być przyczyną zanieczyszczenia kolejnych partii ziarna.



Rysunek 1. Przykładowy schemat czyszczalni

## 2. Suszenie zboża

Kluczowym parametrem dla przechowywania zboża jest jego wilgotność. Przyjmuje się, że ziarno przeznaczone do przechowywania poniżej 6 miesięcy powinno mieć wilgotność 14%, zaś przechowywane ponad 6 miesięcy – 13%. W przypadku kukurydzy przechowywanej do wiosny dopuszczalna jest wilgotność na poziomie 15,5%. Przed umieszczeniem masy zbożowej w magazynie – musimy poznać jego wilgotność. W przypadku zbyt wysokiej, ziarno musi być dosuszone. Zbyt niska wilgotność jest także niekorzystna, prowadzi do łatwiejszego pęknięcia ziaren i obniża zdolność kiełkowania w przypadku materiału siewnego.

Wilgotność masy zbożowej – wagowa zawartość wody w próbce ziarna, wyrażona w procentach.

Podstawową metodą określania wilgotności w ziarnie jest metoda wagowa, polegająca na zważeniu rozdrobnionej próbki ziarna, wysuszeniu jej i ponownym ważeniu, gdzie różnica wagi próby przed i po suszeniu stanowi ilość wody w ziarnie. Jest to metoda czasochłonna i wymaga specjalistycznego sprzętu oraz ściśle-

go przestrzegania procedur. Wygodną metodą określenia wilgotności są mierniki elektryczne i elektroniczne, które powinny być atestowane i odpowiednio skalibrowane. Na rynku dostępne są wilgotnościomierze pojemnościowe, oporowe i spektralne.

Woda w ziarnie pozwala na utrzymanie procesów metabolicznych, ale zbyt duża jej ilość sprzyja zachodzeniu w masie zbożowej niekorzystnych procesów. Przez cały okres przechowywania ziarna dochodzi do migracji pary wodnej z powietrza do ziarna oraz z ziarna do powietrza, a na proces ten wpływają: wilgotność ziarna, temperatura ziarna i budowa ziarna. Im mniej wody w ziarnie, tym niższa musi być wilgotność powietrza w przechowalni, by zapobiec jego zawilgoceniu. Im niższa temperatura ziarna, tym niższa powinna być wilgotność powietrza. W blaszanych silosach dochodzi czasami do skraplania pary wodnej na ściankach i pokryciu w momencie znacznego obniżenia temperatury powietrza o niskiej wilgotności do temperatury punktu rosy.

Wysuszenie ziarna i obniżenie jego temperatury wprowadza je w stan anabiozy, który charakteryzuje się zminimalizowaniem intensywności oddychania. W ziarnie odbywa się proces oddychania tlenowego, który polega na utlenianiu skrobi z wydzielaniem dwutlenku węgla i wody oraz wytworzeniem ciepła. Proces ten powoduje zwiększenie ilości pary wodnej oraz podnoszenie temperatury.

Suszenie masy zbożowej – ma na celu usunięcie nadmiaru wilgoci z masy zbożowej, by zahamować oddychanie ziarna i zminimalizować straty suchej masy. Jest to więc metoda konserwacji ziarna i umożliwiała jego długotrwałe przechowywanie. Suszenie jest procesem energochłonnym i kosztownym, ale niezbędnym dla zachowania właściwych parametrów ziarna w czasie przechowywania.

### **Sposoby suszenia w zależności od temperatury**

1. Suszenie niskotemperaturowe – wykorzystuje powietrze z otoczenia, ewentualnie podgrzane maksymalnie o 8°C.
2. Suszenie średnotemperaturowe – wykorzystuje ogrzewane powietrze, które powinno utrzymać temperaturę jądra ziarna poniżej 43°C dla nasion i 60°C dla ziarna do dalszego przetwarzania.
3. Suszenie wysokotemperaturowe – wykorzystuje podgrzane powietrze, które powinno utrzymać temperaturę ziarna poniżej 82°C, dla ziarna przeznaczonego na paszę.
4. Suszenie kombinowane – wykorzystuje niską i wyższą temperaturę powietrza w całym procesie obniżania wilgotności w ziarnie.

Temperatura powinna być równomierna i stała podczas całego procesu suszenia, a jej pomiar musi być dokonywany we właściwym punkcie. Istotne jest uniknięcie powstawania gorących punktów i niejednorodnej wilgotności w masie ziarna.

Zasady technologiczne podczas suszenia:

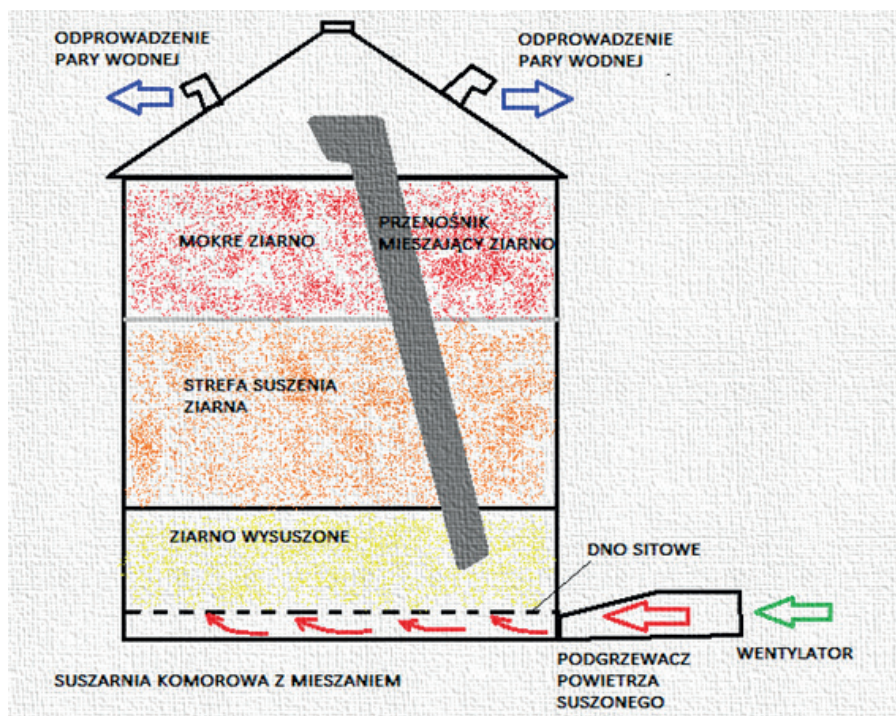
- temperatura suszenia musi być przystosowana do rodzaju przeznaczenia zboża;
- temperatura suszenia powinna być dostosowana do zawartości wilgoci w ziarnie przed suszeniem oraz szybkości, z jaką ma ono być wysuszone;
- kontrolowanie wilgotności w ziarnie, umożliwiając osiągnięcie odpowiedniego poziomu, zazwyczaj 12-15%, nie doprowadzając do przesuszenia lub niedosuszenia;
- unikanie przegrzania ziarna, zwłaszcza nasiennego.

Korzystne jest zastosowanie suszenia wieloetapowego, gdzie początkowo, powietrzem o temperaturze 80-90°C, obniża się wilgotność ziarna do 20%, następnie powietrzem o temperaturze 110°C suszy je do poziomu 15-18% wilgotności, a na koniec schładza ziarno zimnym powietrzem, co doprowadza do spadku wilgotności do 12-14%.

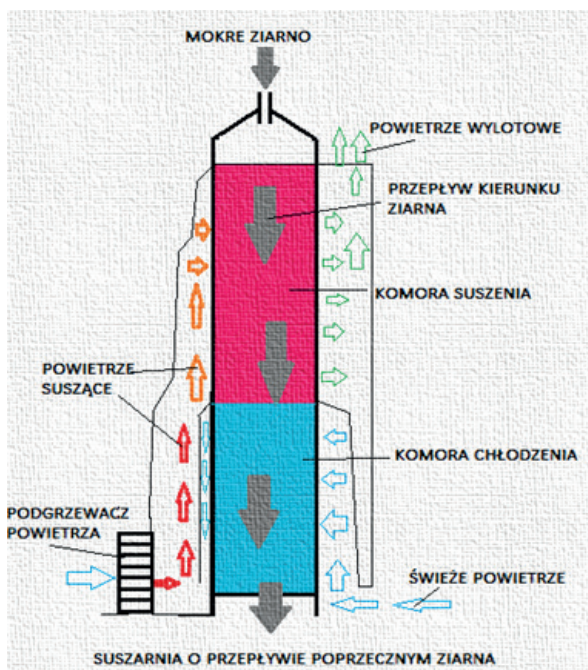
W odpowiednich warunkach ziarno może schnąć naturalnie, jednak proces ten jest czasochłonny i wymaga dostępności dużej powierzchni. Większość producentów korzysta z suszarni mechanicznych, wśród których wyróżniamy suszarnie porcjowe i przepływowe. Suszarnie porcjowe lub komorowe często są zintegrowane z silosami i pełnią jednocześnie funkcje magazynu. System suszenia przepycha powietrze przez ziarno, może dodatkowo też podgrzewać wykorzystywane powietrze, by przyspieszyć proces. Urządzenie do mieszania w takim silosie pozwala na bardziej równomierny przebieg procesu suszenia. W przypadku braku mieszania ziarna, nadmiernemu wysuszeniu ulegają partie zboża najbliższej źródła przepływu powietrza, co nie występuje w urządzeniach wyposażonych w mieszalnię.

W suszarni przepływowej ziarno w sposób ciągły przemieszcza się przez suszarnię i jest suszone strumieniem powietrza, a na koniec wpada do zbiornika. Jednorazowe przejście przez taką suszarnię może zmniejszyć wilgotność ziarna o 2 do 4%. Następnie jest ono przechowywane przez kilka godzin w pojemnikach buforowych, i w przypadku niesatysfakcjonującego stopnia osuszenia może być ponownie skierowane do suszarni. Ciekawym rozwiązaniem są suszarnie mobilne, które mogą suszyć zboże u kilku rolników. Przed przeniesieniem do magazynu ziarno musi zostać schłodzone do temperatury otoczenia, co ograniczy rozwój grzybów, działanie szkodników magazynowych i zbyt intensywne oddychanie zboża.

Niskotemperaturowe suszenie ziarna jest najmniej energochłonne, ale wymaga stałej kontroli i trwa dłużej niż suszenie termiczne, może też powodować ryzyko rozwoju pleśni powyżej strefy suszenia. Lekkie podgrzanie powietrza suszącego minimalizuje to zagrożenie.



Rysunek 2. Suszarnia komorowa



Rysunek 3. Suszarnia o przepływie poprzecznym ziarna

### 3. Przygotowanie magazynów do przechowywania zbóż

Zboże najczęściej jest przechowywane w magazynach płaskich lub silosach. W obu przypadkach powinniśmy zadbać o odpowiednią budowę i wyposażenie miejsca przechowywania ziarna. W magazynie płaskim podłogi, ściany i sufity powinny być równe, nieuszkodzone i zabezpieczone przed możliwością zawilgocenia. Zboże w takich magazynach nie powinno mieć bezpośredniego kontaktu z jego ścianami, a podłoga powinna być tak skonstruowana, by nie dochodziło do zawilgacania ziarna będącego na dnie. Silosy mogą być betonowe lub metalowe (obecnie budowane są m.in. z blach ocynkowanych czy powlekanych, odpornych na korozję) oraz wyposażone w urządzenia do mieszania, dosuszania, schładzania oraz aktywnego przewietrzania, pomagające kontrolować warunki wewnątrz. Coraz częściej zawierają też czujniki i systemy monitorujące temperaturę i wilgotność.

Przed wysypianiem zboża do silosu powinno ono mieć wilgotność niższą niż 14,5% oraz temperaturę poniżej 20°C. Przy planowanym długoterminowym przechowywaniu należy obniżyć wilgotność poniżej 14%. Ziarno przeznaczone do magazynowania musi zostać oczyszczone, odpowiednio wysuszone oraz schłodzone po suszeniu. W trakcie przechowywania powinno być przewietrzane, aby temperatura była równomierna w całej masie zboża oraz aby nie dopuścić do wzrostu wilgotności. Należy uważać z aktywnym przewietrzaniem, gdy wilgotność względna powietrza jest bardzo duża, gdyż przewietrzane ziarno może ulec zawilgoceniu. W tej sytuacji konieczne jest podgrzewanie przewietrzającego powietrza.

Przed umieszczeniem surowca w magazynie lub silosie – powinien on być wysprzątnięty z pozostałości starego ziarna oraz zanieczyszczeń, które mogą być źródłem grzybów, bakterii i szkodników dla nowej partii. Urządzenia niezbędne podczas pozyskiwania zboża (suszarnie, taśmociągi, przyczepy) również muszą być oczyszczone. Pusty magazyn łatwiej też poddać dezynsekcji i/lub deratyzacji, skuteczniejsze są środki do fumigacji oraz świece dymne, gdyż uwalniający się gaz jest w stanie dotrzeć do najtrudniej dostępnych miejsc w przechowalni.

Prawidłowy przebieg procesu przechowywania wymaga częstego monitorowania temperatury i wilgotności przechowywanej masy zbożowej.

### 4. Procesy zachodzące podczas przechowywania

Podczas przechowywania, na skutek zmian temperatury, wilgotności względnej powietrza oraz aktywności biologicznej, dochodzi do pogorszenia jakości ziarna. Odpowiednie wysuszenie i schłodzenie zboża przed umieszczeniem w magazynie nie wystarczy, by zachować jego dobrą jakość przez okres długoterminowego przechowywania. Obniżanie się temperatury zimą i jej wzrost wiosną, a także nagrzewanie południowych ścian magazynu przez promienie słoneczne, powodują przemieszczanie powietrza z cieplejszych miejsc w masie ziarnowej do chłodniejszych. Ciepłe powietrze zawiera więcej wilgoci, która podnosi wilgotność w chłodniej-

szych rejonach masy zbożowej. Największym zmianom podlega część ziarna znajdująca się w sąsiedztwie dachu i ścian silosu, o ile ziarno nie jest przewietrzane. W takim przypadku dochodzi do powstawania znaczących różnic w temperaturze między ziarnem znajdującym się w środku a tym przy brzegach. Te różnice temperatur, w zależności od warstwy, noszą nazwę gradientu temperatury i powodują ruch wilgotności w masie ziarna. Miejscowy wzrost wilgotności ziarna prowadzi do zintensyfikowania zachodzących procesów życiowych, m.in. wzrostu pleśni. Do zawilgocenia może dojść także od podłoża lub poprzez zaciekanie wody przez nieuszczelnne pokrycie, lub kondensacji pary wodnej na ścianach i dachu.

Wilgotność względna powietrza – stosunek zawartości pary wodnej w powietrzu w danej temperaturze do zawartości pary wodnej w punkcie maksymalnego wysycenia w tej samej temperaturze, wyrażony w procentach (%). Jest to ważny parametr, który należy kontrolować w czasie przechowywania. Jego wartość warunkuje też możliwość bezpiecznego wykonania aktywnej wentylacji ziarna.

Monitorowanie wilgotności względnej i temperatury w przechowalni to bardzo ważne aspekty zarządzania zapasami zgromadzonymi w magazynie lub silosie zbożowym. Przyjmuje się, że zmiana temperatury o ponad 5,5°C na tydzień wskazuje, że doszło do zepsucia ziarna. Aby móc jak najszybciej zareagować na zmiany parametrów musimy uważnie śledzić zmiany zachodzące w magazynie. Najwygodniejszym rozwiązaniem będzie instalacja czujników, automatycznie dokonujących pomiarów w określonych odstępach czasu. Przy braku takiej możliwości trzeba zadbać o pobieranie prób z różnych miejsc w masie zbożowej, gdyż zmiany parametrów są nierównomierne, a pomiarów dokonywać jak najszybciej po pobraniu i transportować próbki w szczelnym i suchym pojemniku. By wskazania urządzeń były miarodajne, ich kontrola i kalibracja powinna odbywać się przynajmniej raz w roku.

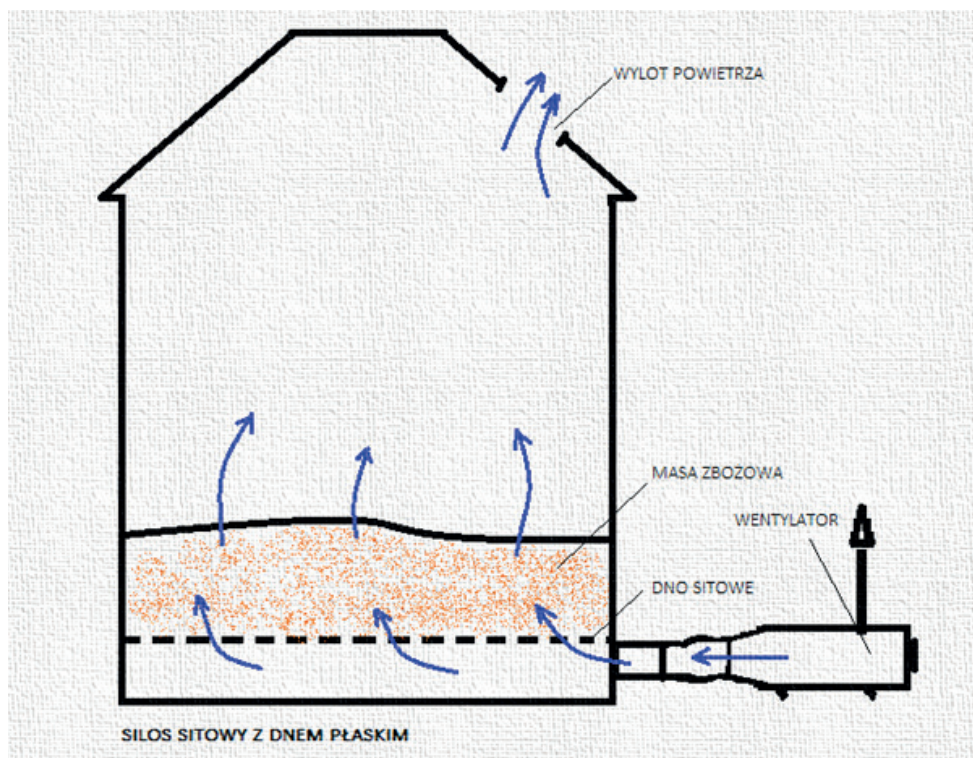
Dodatkowym parametrem, który można monitorować, jest stężenie dwutlenku węgla. Gaz ten powstaje jako produkt uboczny oddychania tlenowego i beztlenowego, a wzrost jego stężenia może świadczyć o intensyfikacji procesów biologicznych. W poszczególnych okresach roku intensywność zachodzących procesów jest różna, więc nie zawsze wzrost stężenia dwutlenku węgla wskazuje na występujący problem, niemniej jednak wzrost stężenia tego gazu w atmosferze może być wczesnym sygnałem niepokojących zmian w ziarnie.

Podczas zborów temperatura ziarna zależy od panujących warunków atmosferycznych oraz używanych maszyn. W silosie może występować znaczna różnica temperatur pomiędzy ziarnem znajdującym się w sąsiedztwie ścian a tym znajdującym się w centrum. Różnice te przyczyniają się do ruchu wilgotności, zazwyczaj od cieplejszego ziarna w kierunku chłodniejszym. By uniknąć zepsucia ziarna z tego powodu, konieczne jest jego przewietrzanie. Zimą nieprzewietrzane ziarno w silosie jest narażone na wpływ niekontrolowanej migracji wilgoci.

Aktywna wentylacja ziarna – polega na stosowaniu wymuszonego przepływu powietrza przez przestrzeń pomiędzy ziarnami, aby doprowadzić do poprawy warunków wymiany pary wodnej i ciepła pomiędzy ziarnem i powietrzem. W efekcie ziarno powinno zostać schłodzone, osuszone i dotlenione.

Bezpieczne wietrzenie ziarna musi być powolne i odbywać się w sposób kontrolowany, ponieważ niewłaściwa wentylacja może niepotrzebnie nawilżyć ziarno. Podczas wentylacji wilgotność względna wdmuchiwanego powietrza powinna być niższa od wilgotności równowagowej powietrza, która zależy od aktualnej wilgotności, temperatury i wewnętrznej budowy ziarniaka. Jeżeli wilgotność powietrza jest wyższa od poziomu krytycznego to następuje przepływ wilgoci z powietrza do ziarna i dochodzi do jego nawilżania. Ten poziom krytyczny to wilgotność równowagowa powietrze-ziarno. Jeżeli będziemy wentylować ziarno nadmiernie ogrzany powietrzem to możemy doprowadzić do skraplania pary wodnej na ścianach i dachu silosu. Podczas podejmowania decyzji o aktywnym przewietrzaniu ziarna pomocna może być tabela Theimera. Generalnie najodpowiedniejsze warunki do aktywnej wentylacji w naszym klimacie występują we wrześniu i październiku, zaś latem chłodzenie możliwe jest tylko nocami. W okresach upałów należy szczególnie kontrolować warunki w silosach zbożowych.

TABELA WIETRZENIA ZIARNA THEIMERA										
Różnica temperatury między ziarnem a powietrzem (°C)		wilgotność ziarna								
		12	13	14	15	16	17	18	19	20
Najwyższa wilgotność względna powietrza dopuszczalna przy wietrzeniu ziarna (względna wilgotność powietrza w %)										
powietrze chłodniejsze od ziarna	-8	90	100	100	100	100	100	100	100	100
	-7	84	96	100	100	100	100	100	100	100
	-6	79	90	100	100	100	100	100	100	100
	-5	74	84	93	100	100	100	100	100	100
	-4	69	78	87	95	100	100	100	100	100
	-3	64	73	82	89	96	100	100	100	100
	-2	60	68	76	83	90	95	100	100	100
	-1	56	64	71	78	84	89	94	97	100
powietrze cieplejsze od ziarna	0	53	60	67	73	79	83	88	91	93
	+1	49	56	63	68	74	78	82	85	87
	+2	46	53	59	64	69	73	77	80	82
	+3	43	49	55	60	65	69	72	75	77
	+4	41	46	52	56	61	64	68	70	72
	+5	38	44	48	53	57	60	36	66	67
	+6	36	41	45	50	53	57	60	62	63
	+7	34	38	43	47	50	53	56	58	59
+8	33	36	40	44	47	50	53	54	56	



Rysunek 4. Wentylacja ziarna w silosie

#### 4.1. Inne procesy zachodzące w przechowywanym ziarnie

Oddychanie beztlenowe – mikroorganizmy bytujące na powierzchni ziarna prowadzą oddychanie beztlenowe, które w tym przypadku jest zjawiskiem niekorzystnym i świadczy o nieprawidłowych warunkach. W wyniku jego przebiegu powstają niepożądane produkty uboczne, dochodzi do wzrostu stężenia dwutlenku węgla w atmosferze magazynu oraz podniesienia zawartości wody i temperatury w masie ziarnowej.

Samosortowanie masy zbożowej to samoistne tworzenie się różnych warstw w tej masie. Bardziej wilgotne partie szybciej opadają na dno, a zanieczyszczenia (plewy, piasek) gromadzą się przy brzegach i na powierzchni. Jest to zjawisko niekorzystne, gdyż każda z warstw będzie wtedy miała nieco inne właściwości, co sprzyja zachodzeniu niepożądanych procesów.

Samozgrzewanie masy zbożowej ma miejsce, gdy dochodzi do miejscowego wzrostu temperatury na skutek zwiększenia aktywności oddechowej ziarna lub mikroorganizmów. Prowadzi do pogorszenia jakości. Często dochodzi do rozwoju niekorzystnych mikroorganizmów, powstawania toksyn oraz utraty zdolności kiełkowania. Ogniska samozagrzewania powstają przy nierównomiernej oraz zbyt wy-

sokiej wilgotności ziarna, dużej ilości ziaren chwastów i mikroorganizmów, a także odparowania wody z wnętrza ziarna na skutek wzrostu temperatury. Do samozagrzewania przyczynia się wysokie zanieczyszczenie materiału, zła izolacja termiczna magazynu, mieszanie różnych partii ziarna o niejednakowych parametrach.

### **Jak dochodzi do powstania ogniska samozagrzewania?**

1. Gromadzenie ziarna o wyższej wilgotności w jednym miejscu.
2. Wilgotne ziarno ma wyższą intensywność oddychania, która prowadzi do wzrostu temperatury i jeszcze większego wzrostu wilgotności.
3. Wydzielone ciepło gromadzi się w miejscu jego powstania, następuje wzrost temperatury w przestrzeniach międzyziarnowych i w ziarnie.
4. Woda wydzielana przez ziarno jest uwalniana do powietrza i wykrapla się po zetknięciu z chłodniejszą partią ziarna.
5. Większa wilgotność oraz temperatura przyczyniają się do rozwoju mikroorganizmów, które podczas oddychania wydzielają jeszcze więcej ciepła i wody.
6. Przy braku szybkiej reakcji na problem – ognisko będzie się powiększało.

Bardzo często ogniska powstają w pobliżu dna, ścian magazynu/silosu oraz poniżej powierzchni masy zbożowej.

Samozagrzewanie przebiega w trzech stadiach:

- I. temperatura 24-30°C, brak zmian organoleptycznych,
- II. temperatura 34-38°C, pocenie ziarna, zmiana barwy i zapachu zboża,
- III. temperatura ponad 50°C, ziarno traci sypkość, zmienia barwę, silny zapach stęchlizny oraz utrata zdolności kiełkowania.

Im ziarno jest dłużej przechowywane, tym do większych jego strat dochodzi. Możemy wyróżnić dwa rodzaje ubytków.

- Ubytki naturalne – powstają na skutek zachodzenia procesów życiowych ziarna i prowadzą do zmniejszenia masy ziarna w przeliczeniu na suchą masę. Szacuje się, że wynoszą one od 0,04% s.m. do 0,06% s.m. w ciągu miesiąca, są normalne i nie da się ich uniknąć.
- Ubytki nadzwyczajne – straty w magazynowanym ziarnie, które przekraczają normy naturalnych ubytków, przyczyniają się do ubytków masy oraz pogorszenia jakości ziarna. Dochodzi do nich m.in. na skutek niewłaściwych warunków przechowywania, kradzieży, klęsk żywiołowych. Na część z nich nie mamy dużego wpływu (np. klęski żywiołowe), zaś inne (psucie ziarna) możemy minimalizować, dbając o zapewnienie odpowiednich warunków w magazynie przez cały okres przechowywania zboża.

### **Główne przyczyny psucia się zboża w trakcie przechowywania**

- Niedostateczne oczyszczenie ziarna po zbiorze.
- Niedosuszenie ziarna przed zmagazynowaniem.
- Zawilgocenie ziarna na skutek niewłaściwej wentylacji.

- Złe warunki atmosferyczne.
- Brak przewietrzania zboża.
- Brak monitorowania ziarna w czasie przechowywania.
- Aktywność szkodników.

## 5. Szkodniki magazynowe

Szacuje się, że szkodniki odpowiadają za nawet 1/10 strat ogólnej produkcji rolnej. Wiele organizmów może zjadać, zanieczyszczać ziarno i sprzyjać jego zepsuciu: bakterie, grzyby, bezkręgowce, gryzonie oraz ptaki. Aby zapobiec takim szkodom należy zacząć od zapewnienia odpowiednich parametrów magazynów do przechowywania zbóż oraz właściwych warunków panujących w magazynie. W przypadku stwierdzenia obecności szkodników eliminować je przy wykorzystaniu dostępnych środków. Jeśli stwierdzimy obecność szkodników, o ile to możliwe, powinniśmy ustalić drogę ich wejścia do magazynu i ją zlikwidować.

### Mikroorganizmy

- bakterie
- grzyby

### Bezkręgowce

- roztocza
- owady

### Ptaki

### Gryzonie

### 5.1. Duże szkodniki

**Szczur wędrowny** – duży, wszystkożerny gryzoń o długości do 40 cm, aktywny przez całą dobę. Doskonale pływa i jest bardzo inteligentny, co powoduje trudność w jego zwalczaniu. Gatunek towarzyszący człowiekowi od stuleci. Jego populacja bardzo szybko rośnie ze względu na wysoką płodność. Pasożyty, które bytują na szczurach, mogą przenosić groźne choroby. Oprócz wyjadania zapasów i zanieczyszczania ich odchodami, często uszkadza elementy budynków i instalacji.

**Mysz domowa** – wszystkożerny gryzoń o długości ciała 7-12 cm. Prowadzi głównie nocny tryb życia, buduje gniazda. Może rocznie wydać nawet 5-8 miotów po 4-9 młodych w każdym. Jest to zwinne zwierzę, potrafi się wspinać. Często do budowy gniazd wykorzystuje materiały włókiennicze, papier, tworzywa sztuczne, powodując szkody także w materiałach niejadalnych.

W magazynach zbożowych należy kontrolować występowanie gryzoni, a służyć temu specjalne pułapki (klejowe, żywo-łowne, sprężynowe). W przypadku potwierdzenia ich obecności trzeba przeprowadzić deratyzację, czyli zwalczanie za pomocą środków chemicznych, fizycznych lub biologicznych wszelkich szkodliwych gryzoni. Najczęściej stosuje się rodentycydy, np.: brodifaceum, chlorfacinon, dwutlenek siarki, fosforek glinu, fosforek cynku, fosforek wapnia. Preparaty mogą mieć postać granulatów, płatków lub ziaren do wysypania w stacjach deratyzacyjnych, umieszczonych w pobliżu kryjówek gryzoni, albo mogą być stosowane w zabiegach fumigacji lub aerozolowania.

Fumigacja, czyli gazowanie obiektów przy użyciu substancji chemicznych, musi być wykonywana przez odpowiednio przeszkolone osoby, gdyż silnie trujące opary mogą prowadzić do śmierci ludzi i zwierząt znajdujących się w pobliżu oraz powodować uszkodzenie wyposażenia. Aerozolowanie wykonuje się przy pomocy mgły zawierającej nośnik oraz środek dezynsekcyjny. Do wszystkich zabiegów chemicznych wolno używać tylko środków zarejestrowanych w Polsce, przeznaczonych do zwalczania szkodników w magazynach, zawsze zgodnie z zaleceniami producenta.

Wiele gatunków ptaków żywi się ziarnem, należy uniemożliwić im dostęp do magazynów zbożowych. Zasadniczo silosy i magazyny powinny być szczelne, więc ptaki nie mają raczej możliwości wlatywania do nich.

## 5.2. Bezkręgowce

**Roztocza**, czyli mikroskopijne pajęczaki, rozmnażają się w warunkach podwyższonej wilgotności i temperatury, zaś w prawidłowych warunkach ich aktywność jest znikoma. Najczęściej szkody w zbożach powodują rozkruszkowate (rozkruszek mączny, rozkruszek drobny, rozkruszek polno-magazynowy) i roztoczkowate (roztoczek brunatny, roztoczek suszowy).

Najgroźniejsze owady występujące w ziarnie to wołek zbożowy, wołek ryżowy, trojszyk ulec, trojszyk gryzący, kapturnik zbożowiec, spichrzel surynamski, mklik mączny, omacnica spichrzowa, skośnik zbożowiaczek, mól ziarniak.

Wykrywanie owadów w magazynach prowadzi się zastawiając pułapki z feromonami lub atraktantami pokarmowymi. Po stwierdzeniu ich obecności powinniśmy dokonać identyfikacji gatunkowej. Dobrą praktyką jest sprawdzanie pułapek raz w tygodniu, co pozwoli na szybką reakcję, zanim dojdzie do większych szkód. Owady w niskich temperaturach zatrzymują swój rozwój, już w temp. poniżej 13°C dochodzi do zahamowania aktywności większości owadów, zaś temperatury w okolicach 20°C sprzyjają szybkiemu rozwojowi populacji. Stąd wychłodzenie ziarna jest skutecznym sposobem ograniczania szkód powodowanych przez owady. W razie potrzeby stosuje się zwalczanie chemiczne.

Zasady zintegrowanej ochrony roślin wskazują, by chemiczne zwalczanie szkodników przeprowadzać dopiero po przekroczeniu progu ekonomicznej szkodliwości, np. dla wołka w ziarnie zbóż są to 2 chrząszcze na 1 kg ziarna, ale im dłuższy okres przechowywania, tym próg ten jest niższy. Aby ograniczyć możliwość infestacji masy ziarnowej w magazynie, każda partia zboża przed magazynowaniem powinna być dokładnie sprawdzona na ewentualną obecność owadów i roztoczy. Nie należy umieszczać w magazynie partii ziarna, w której występują szkodniki. Przed wsypaniem ziarna do magazynu powinien on być zdezynsekwany.

## Środki ochrony roślin zarejestrowane do dezynsekcji płodów rolnych

Substancja czynna	Sposób stosowania
Cypermetyryna	Koncentrat do sporządzenia emulsji wodnej
Deltametryna	Koncentrat do sporządzenia emulsji wodnej
Piryrafos metylowy	Koncentrat do sporządzenia emulsji wodnej
Pyretryny	Koncentrat do sporządzenia emulsji wodnej
Fosforek magnezu	Fumigant
Fosforek glinu	Fumigant

**Rozkruszek mączny** jest mikroskopijnym, bezbarwnym roztoczem o długości 0,5 mm, którego ciężko zauważyć gołym okiem. W magazynach szkody wyrządzają osobniki we wszystkich stadiach rozwoju. Żerując, zanieczyszczając odchodami i wylinkami, prowadzą do zawilgocenia ziarna. Optymalna temperatura rozwoju to 25-28°C. Potrafi przemieszczać się na duże odległości, przyczepiając się do owadów.

**Wołek zbożowy** to owad z rzędu chrząszczy i jeden z najgroźniejszych szkodników magazynowych. Może powodować znaczne straty w przechowywanym ziarnie. Rozprzestrzenia się wraz z transportami zbóż. Jego wielkość to 2-5 mm długości. Nie posiada zdolności do lotu, a optymalna temperatura jego rozwoju to 26°C. Uszkadza ziarno wygryzając w nim otwory, które ułatwiają później rozwój grzybów i bakterii w ziarniakach.

**Trojszyk ulec** to chrząszcz o długości od 3 do 4 mm. Występuje w ciepłych miejscach przechowywania żywności. Jest uważany za wtórny szkodnik zbóż, który zwiększa szkody zapoczątkowane przez szkodniki pierwotne.

**Trojszyk gryzący** to chrząszcz o długości od 3 do 3,5 mm. Dorosłe osobniki oraz larwy są aktywne i przemieszczają się w poszukiwaniu pożywienia.

**Mklik mączny** to gatunek motyli osiągający 2,5 cm rozpiętości skrzydeł. Gąsienice niszczą zboża, wykorzystując je do wytworzenia oprzędów.

**Omacnica spichrzanka** to niewielka ćma o rozpiętości skrzydeł 14-18 mm. Swoje jaja składa na pokarmie, na którym później żerują gąsienice. Jest stosunkowo odporna na niską temperaturę. Żeruje na ziarnach zbóż oraz zanieczyszcza je odchodami, przędzą i martwymi owadami.

**Kapturzik zbożowiec** to chrząszcz o wielkości 2,3-3 mm. Atakuje nieuszkodzone ziarno, czyniąc je podatnym na wtórne ataki szkodników. Ziarnem żywią się larwy i osobniki dorosłe. Larwy wgryzają się do ziaren, gdzie dochodzi do ich rozwoju. Osobniki dorosłe mogą atakować wiele nasion.

**Spichrzek surynamski** to chrząszcz o wielkości 2,4-3 mm, rozprzestrzeniony na całym świecie. Za większość szkód odpowiadają larwy, ale dorosłe osobniki również żerują na ziarnie. Są one zdolne do wyrządzenia znacznych szkód w składowanym ziarnie, prowadząc do ubytków w masie, zwiększenia wilgotności i temperatury na skutek swojej aktywności metabolicznej, co z kolei sprzyja rozwojowi pleśni.

**Skośnik zbożowiaczek** to gatunek ćmy o rozpiętości skrzydeł 10-16 mm. Larwy żywią się zbożem i produktami zbożowymi, prowadząc do obniżenia jakości i zanieczyszczenia przechowywanego ziarna.

**Mól ziarniak** to owad z rzędu motyli o długości ciała 10-14 mm. Larwy mogą się żywić nasionami. Po wykluciu z jaja wgryzają się we wnętrze ziarna, atakując jego zarodek i wyjadając bielmo.



*Rozkruszek mączny*



*Wofek zbożowy*



*Trojszyk gryzący*



*Trojszyk ulec*



*Kapturnik zbożowiec*



*Mklik mączny*



*Skośnik zbożowiaczek*



*Mól ziarniak*



*Omacnica spichrzanka*

### 5.3. Mikroorganizmy

Mikroorganizmy – to przede wszystkim bakterie i grzyby. Ziarno po zbiorze zawsze będzie zawierać pewną ilość drobnoustrojów, ale ich niebezpiecznemu namnażaniu sprzyja wysoka wilgotność i temperatura ziarna.

**Grzyby strzępkowe** są obecne na powierzchni przechowywanych ziaren i skażają je produkowanymi przez siebie mykotoksynami. Niewielka ilość tych substancji w zbożu jest nieunikniona, jednak ich wysoki poziom jest toksyczny dla ludzi i zwierząt. Spożywanie produktów skażonych dużą ilością mykotoksyn prowadzi m.in. do uszkodzenia nerek, wątroby, osłabienia odporności, a nawet rozwoju schorzeń nowotworowych. Często skutki można zaobserwować dopiero po dłuższym okresie narażenia na toksyny.

Skażenie ziarna przeznaczonego na pasze dla zwierząt grzybami i bakteriami może być przyczyną spadku produktywności w stadzie, problemów z rozrodem, obniżenia odporności i wystąpienia różnych chorób. Ziarno przeznaczone do skarmiania zwierząt również musi mieć odpowiednią jakość. Nie można zepsutego ziarna, które nie nadaje się na cele konsumpcyjne, przeznaczać dla zwierząt. Grozi to chorobami i gorszymi wynikami produkcji.

Bardziej podatne na rozwój grzybów są ziarniaki uszkodzone mechanicznie lub przez szkodniki oraz zanieczyszczone ziemią, kurzem i innymi zanieczyszczeniami. Mykotoksyny produkują grzyby z rodzajów *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*, a najczęściej występujące toksyny to aflatoksyny, ochratoksyna A, fumonizyny, zearalenon oraz trichoteceny. Monitorowanie temperatury i wilgotności oraz odpowiednia wentylacja ziarna to jedyne sposoby minimalizujące ilość produkowanych mykotoksyn, których nie da się w żaden sposób usunąć z porażonego już ziarna. Rozwój grzybów ogranicza utrzymywanie optymalnych warunków przechowalniczych, czyli wilgotności ziarna na poziomie poniżej 15% oraz zapobieganie wzrostowi temperatury.

Czynnikiem sprzyjającym nadmiernej aktywności grzybów są okresy z dużą ilością opadów. W Polsce oraz Unii Europejskiej istnieją normy dopuszczalnej zawartości mykotoksyn w ziarnie. Są one aktualizowane co roku. Ich monitorowanie gwarantuje bezpieczeństwo produktów zbożowych, przeznaczonych do spożycia przez ludzi i zwierzęta. Niektóre procesy stosowane w czasie przetwarzania ziaren mogą obniżać zawartość mykotoksyn, jednak im lepszy materiał wyjściowy, tym łatwiej uzyskać produkt końcowy o odpowiednich parametrach.

#### **Czynniki sprzyjające powstawaniu mykotoksyn w czasie przechowywania zbóż**

- Wysoka wilgotność ziarna.
- Wysoka temperatura.
- Porażenie szkodnikami zbożowymi.

- Wystąpienie samozagrzewania ziarna.
- Przedłużenie okresu przechowywania.
- Niejednorodna wilgotność ziarna w całej przechowywanej masie.
- Duża ilość zanieczyszczeń.

### Limity zawartości mykotoksyn dla ziarna nieprzetworzonego (rok 2023)

TOKSYNA	LIMIT (µg/kg)
Aflatoksyny	4,0
Ochratoksyna A	5,0
Deoksyniwalenol	1000
Zearaleon	100
Fumonizyny	4000
T-2 i HT-2	20-100

### Dobre praktyki w ograniczeniu rozwoju mykotoksyn w zbożach

- POLE UPRAWNE: głęboka orka, płodozmian, materiał siewny nieporażony grzybami, wysiew nasion odmian odpornych na choroby.
- SEZON WEGETACYJNY: odpowiednie nawożenie, kontrola nawodnienia uprawy (melioracja), kontrola chwastów i szkodników, kontrola chemiczna.
- ZBIÓR: właściwy termin, szybki i sprawny zbiór, zapobieganie uszkodzeniom ziarna, zachowanie czystości urządzeń, kontrola ziarna, usuwanie zakażonego ziarna.
- SUSZENIE I MAGAZYNOWANIE: właściwe czyszczenie magazynu, szybkie suszenie, wychodzenie ziarna, odpowiednia konstrukcja magazynu, kontrola wilgotności i temperatury w całym okresie przechowywania.

## 6. Przyczyny pogarszania jakości zboża podczas przechowywania

1. Nieodpowiednie warunki w przechowalni, wynikające z niewystarczającej dokładności pomiarów:
  - temperatury powietrza i ziarna,
  - wilgotności względnej powietrza i ziarna,
  - zawartości dwutlenku węgla i tlenu.
2. Warunki sprzyjające rozwojowi mikroorganizmów:
  - powstawanie ognisk samozagrzewania,
  - termodyfuzja wody,
  - samosortowanie ziarna,
  - duża ilość zanieczyszczeń w masie ziarna.
3. Występowanie szkodników:
  - niedostateczne zabezpieczenie magazynu przed dostępem szkodników,
  - niedostateczna kontrola ziarna przed wsypaniem do magazynu,
  - niedostateczna kontrola obecności szkodników w okresie przechowywania,
  - nieskuteczna dezynsekcja i deratyzacja lub ich brak.

4. Niewłaściwe postępowanie ze zbożem po zbiorach:
  - zbyt wysoka wilgotność ziarna,
  - słabe oczyszczenie masy zbożowej,
  - niedostateczne wychłodzenie ziarna lub niejednorodna temperatura masy ziarna przed umieszczeniem w magazynie.
5. Warunki powodujące powstawanie ognisk samozagrzewania ziarna:
  - niedostateczna izolacja termiczna magazynów,
  - niewłaściwe wykonywanie aktywnej wentylacji ziarna,
  - zróżnicowana temperatura w różnych miejscach masy ziarnowej.
6. Błędy popełniane podczas suszenia ziarna:
  - zbyt wysoka temperatura suszenia,
  - niedostateczne wychłodzenie ziarna po wysuszeniu,
  - niedosuszenie ziarna.

Magazynując zboże, pamiętaj o:

- właściwym przygotowaniu magazynu przed umieszczeniem w nim zboża (czyszczenie, dezynsekcja, deratyzacja),
- przechowywaniu zboża tylko w przystosowanych do tego celu obiektach,
- zabezpieczeniu magazynu przed dostępem szkodników,
- prawidłowym oczyszczeniu ziarna po zbiorze,
- prawidłowym suszeniu ziarna do wilgotności 14% (przy przechowywaniu do 6 miesięcy) lub 13% (przy przechowywaniu powyżej 6 miesięcy),
- dobrym, równomiernym wychłodzeniu masy ziarnowej po jej wysuszeniu,
- monitorowaniu warunków przechowywania (wilgotność ziarna, wilgotność względna powietrza, temperatura ziarna, temperatura powietrza, ewentualnie zawartość dwutlenku węgla),
- stosowaniu aktywnej wentylacji tylko wtedy, gdy warunki atmosferyczne są odpowiednie (tabela Theimera),
- monitorowaniu obecności szkodników i regularnym ich zwalczaniu.

Bezpieczne przechowywanie ziarna zbóż. Poradnik dla producentów. Warszawa 2024. Polski Związek Producentów Roślin Zbożowych.

Wprowadzenie. Przygotowanie magazynów do przechowywania ziarna zbóż. (2025) Dr hab. inż. Józef Błażewicz, prof. UPWR, prezentacja ze szkolenia „Przechowalnictwo zbóż”.

Przygotowanie ziarna do przechowywania – co wpływa na procesy zachodzące w przechowalni. (2025) dr inż. Witold Pietrzak, prezentacja ze szkolenia „Przechowalnictwo zbóż”.

Metody czyszczenia i suszenia masy zbożowej. (2025) dr inż. Witold Pietrzak, prezentacja ze szkolenia „Przechowalnictwo zbóż”.

Parametry przechowywania zbóż, monitorowanie stanu ziarna oraz zabiegi podczas przechowywania zbóż. (2025) dr inż. Witold Pietrzak, prezentacja ze szkolenia „Przechowalnictwo zbóż”.

Zagrożenia dla zbóż w okresie przechowywania. (2025) Dr hab. inż. Józef Błażewicz, prof. UPWR, Dr inż. Witold Pietrzak, prezentacja ze szkolenia „Przechowalnictwo zbóż”.

Grzyby powodujące uszkodzenia i obniżenie jakości magazynowanego ziarna (mykotoksyny). (2025) dr inż. Witold Pietrzak, prezentacja ze szkolenia „Przechowalnictwo zbóż”.

Szkodniki w magazynach zbożowych. (2025) Dr hab. inż. Józef Błażewicz, prof. UPWR, prezentacja ze szkolenia „Przechowalnictwo zbóż”.

Metody ograniczania szkód w magazynach zbożowych (niechemiczne). (2025) Dr hab. inż. Józef Błażewicz, prof. UPWR, prezentacja ze szkolenia „Przechowalnictwo zbóż”.

<https://www.portalhodowcy.pl/czasopisma/hodowca-drobiu/hodowca-drobiu-archiwum/70-hodowca-drobiu-6-2012/1319-zasady-wlasciwego-przechowywania-zboz>

<https://agronomist.pl/artykuly/przechowywanie-ziarna-zboz-o-czym-warto-pamietac>

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Szczur\\_w%C4%99drownny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Szczur_w%C4%99drownny)

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Mysz\\_domowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Mysz_domowa)

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Wo%C5%82ek\\_zbo%C5%BCowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wo%C5%82ek_zbo%C5%BCowy)

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Rozkruszek\\_m%C4%85czny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Rozkruszek_m%C4%85czny)

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Mklik\\_m%C4%85czny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Mklik_m%C4%85czny)

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Omacnica\\_spichrzanka](https://pl.wikipedia.org/wiki/Omacnica_spichrzanka)

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Sko%C5%9Bnik\\_zbo%C5%BCowiaczek](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sko%C5%9Bnik_zbo%C5%BCowiaczek)

[https://pl.wikipedia.org/wiki/M%C3%B3l\\_ziarniak](https://pl.wikipedia.org/wiki/M%C3%B3l_ziarniak)

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Trojszyk\\_ulec](https://pl.wikipedia.org/wiki/Trojszyk_ulec)

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Trojszyk\\_gryz%C4%85cy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Trojszyk_gryz%C4%85cy)

<https://www.agro.bayer.com.pl/rolnictwo-w-praktyce/atlas-chorob-chwastow-i-szkodnikow/szkodniki/kapturnik-zbozowiec>

<https://www.agro.bayer.com.pl/rolnictwo-w-praktyce/atlas-chorob-chwastow-i-szkodnikow/szkodniki/spichrzal-surynamecki>



Zachodniopomorski Ośrodek  
Doradztwa Rolniczego  
w Barzkowicach  
73-134 Barzkowice 2  
[www.zodr.pl](http://www.zodr.pl)



ISBN 978-83-66999-79-4

