



## 2. ТЕХНОЛОГІЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ МАС ТА ПІДГОТОВКА ЇХ ДО ЗБЕРІГАННЯ

### 2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНОВИХ МАС ЯК ОБ'ЄКТІВ ЗБЕРІГАННЯ

1. Склад зернової маси
2. Класифікація показників якості
3. Показники якості, обов'язкові для всіх партій зерна
4. Показники якості для визначення цільового призначення зерна
5. Хлібопекарське оцінювання зерна
6. Фізичні властивості зернової маси
7. Фізіологічні властивості зернової маси

#### 1. СКЛАД ЗЕРНОВОЇ МАСИ

До складу зернової маси входять такі компоненти:

1. Зерно (насіння) основної культури та інших культурних рослин, які за характером використання і цінності подібні до зерна основної культури. Вони за об'ємом і масою є основою зернової маси.
2. Різноманітні фракції домішок міне-

рального і органічного походження (зокрема насіння дикорослих і культурних рослин, не віднесені до основного зерна).

3. Мікроорганізми.
4. Повітря міжзернових просторів.
5. За наявності – комахи і кліщі – шкідники хлібних запасів (рис.23).

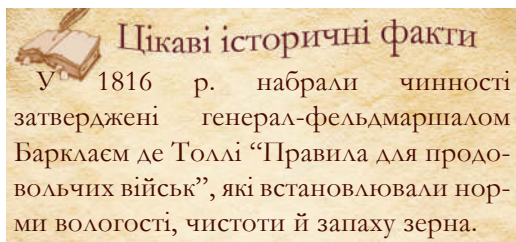


Рис. 23. Склад зернової маси

## 2. КЛАСИФІКАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ

Існують численні ознаки, за якими визначають якість зерна і насіння. Деякі з них дуже специфічні, і виявляти їх слід тільки для окремих партій зерна тієї або іншої

культури, яку використовують на певні потреби. Проте є й ознаки універсальні, за якими можна скласти уявлення про основні харчової і технічної цінності будь-якої партії зерна (рис.24).



Комплексне визначення якості зерна експрес-методом



Рис. 24. Класифікація показників якості

## 3. ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ, ОБОВ'ЯЗКОВІ ДЛЯ ВСІХ ПАРТІЙ ЗЕРНА

Оцінювання кожної партії зерна або насіння починають з визначення показників, що належать до першої групи: свіжості зерна (зовнішнього вигляду (табл. 4), запаху (табл. 5) та смаку (табл. 6).

Відбирають проби зерна згідно з ДСТУ

ISO 13690; ДСТУ 3355, ГОСТ 13586.3-83. Визначають запах, колір і знебарвленість зерна згідно з ГОСТ 10967. Показники якісного зерна – характерний колір і блиск, слабкий маловідчутний запах, слабковиражений смак (рис.25).



Рис. 25. Ознаки свіжості зерна

Таблиця 4

**Відхилення забарвлення зерна пшениці та їх причини**

| <b>Забарвлення зерна</b> | <b>Причина відхилень</b>                                  |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------|
| зеленкувате              | рано зібране або морозобійне                              |
| тьмяне                   | самозігрівання, порушення режиму сушіння                  |
| світлі плями             | пошкоджене клопом-черепашкою                              |
| без блиску               | розвиток мікроорганізмів                                  |
| білувате, тьмяне         | частково проросле зерно, зберігається у зволоженому стані |
| червонуватий відтінок    | пошкоджене сушінням або самозігріванням                   |

Таблиця 5

**Відхилення запаху зерна пшениці, їх причини та способи усунення**

| <b>Відхилення запаху зерна</b>       | <b>Причина відхилень</b>                               | <b>Способи усунення</b>              |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| запах ефірних масел, полину, часнику | домішок: коробочки полину, дикого часнику, спори сажки | вентилювання зерна                   |
| запах речовин, якими обробляли зерно | недостатнє провітрювання                               | дегазація                            |
| димний, бензиновий запах             | порушення технології сушіння                           | позбутися майже неможливо            |
| комірний                             | зерно довго не перемішували                            | провітрювання                        |
| солодовий                            | зерно вологе, проросле                                 | непридатне для подальшого зберігання |
| затхлий                              | бурхливий розвиток мікроорганізмів                     | непридатне для зберігання            |
| гнилісний                            | багато шкідників                                       | зnezараження                         |
| запах свіжого меду                   | розвиток кліщів                                        | зnezараження                         |

Таблиця 6

**Відхилення смаку зерна пшениці та їх причини**

| <b>Відхилення смаку зерна</b> | <b>Причина відхилень</b>                     |
|-------------------------------|----------------------------------------------|
| солодкий                      | проростання зерна, морозобійне та недостигле |
| гіркий                        | наявність домішок з коробочок полину         |
| кислий                        | розвиток у зерні плісені                     |

## Визначення ступеня зараженості зерна довгоносиком і кліщами

| Ступінь зараженості | Кількість в 1 кг зерна |                                                        |
|---------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|
|                     | довгоносиків           | кліщів                                                 |
| 1-й                 | від 1 до 5 включно     | від 1 до 20 включно                                    |
| 2-й                 | від 6 до 10 включно    | понад 20, які вільно рухаються і не утворюють скупчень |
| 3-й                 | понад 10               | кліщі утворюють повстяне скупчення                     |

Одним із заходів, спрямованих на скорочення втрат зернових продуктів, є нормування всіх партій зерна і насіння за ознакою зараженості їх шкідниками (табл. 7) (рис.26). Визначають зараженість шкідниками зерна згідно з ДСТУ ISO 6639-1; ДСТУ ISO 6639-2; ДСТУ ISO 6639-3; ДСТУ ISO 6639-4, ГОСТ 13586.4-83.



Помірний  
довгоносик



Рисовий  
довгоносик



Хлібний точильник



Хрущаки



Борошноїди



Міль



Клоп  
черепашка

**Рис. 26. Найрозповсюдженіші шкідники хлібних запасів**

Зерно з підвищеною вологістю слід висушити, інакше його не можна зберегти. У стандартах виділяють залежно від вологості сухе, середньої сухості, вологе і сире зерно або насіння (табл. 8). Вологість зерна визначають згідно з ISO 712-85; ГОСТ 29143-91; ISO 711-85, ГОСТ 13586.5-93 різноманітними приладами (рис. 27).

Під час обмолочування до зернової

маси потрапляє певна кількість домішок (рис.28), тому практично кожна партія товарного зерна або насіння містить їх. Наявність домішок у зерновій масі знижує цінність партії і тому вони мають бути враховані під час розрахунків за зерно, а якщо фактичний вміст хоч однієї з цих домішок перевищує допустиму норму, то таке зерно вважається дефектним і не може бути прийняте за-

готівельною організацією. Визначення засміченості проводять згідно з ГОС-Том 30483-97.



Вимірювач вологості  
зерна Wile 55



Рис. 27. Прилади для визначення вологості зерна

Таблиця 8

Стан зерна за вологістю, %

| Зерно                         | Стан зерна за вологістю |                   |        |              |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------|--------|--------------|
|                               | сухе                    | середньої сухості | вологе | сире (понад) |
| Пшениці, жита, ячменю, гречки | 14                      | 15,5              | 17     | 17           |
| Вівса                         | 14                      | 16                | 18     | 18           |
| Проса                         | 13                      | 15                | 17     | 17           |
| Кукурудзи                     | 14                      | 16                | 18     | 18           |
| Гороху, квасолі               | 16                      | 18                | 20     | 20           |
| Соняшнику і льону             | 11                      | 13                | 14,5   | 14,5         |
| Конопель                      | 11                      | 12                | 14     | 14           |
| Рицини                        | 7                       | 9                 | 11     | 11           |

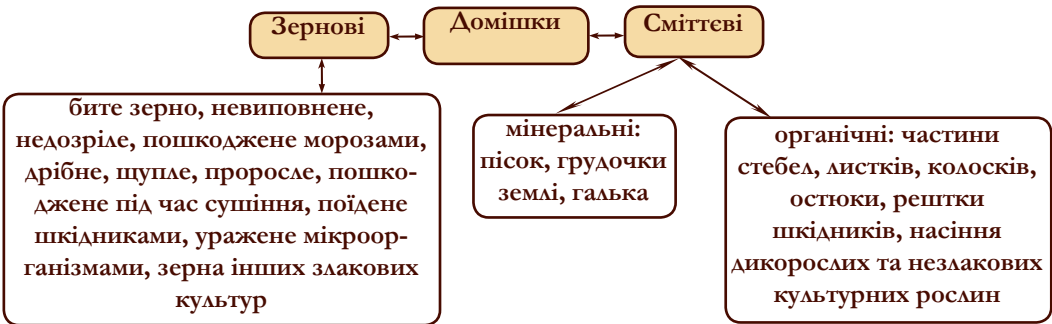


Рис. 28. Види домішок зерна пшениці

#### 4. ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗЕРНА

**Натура зерна** – маса 1 л зерна, виражена в грамах (натурна вага, натурна маса) або 100 л в кг. За продажу державі партій зерна пшениці, жита, ячменю, вівса і насіння сояшнику натурна вага впливає на визначення класності зерна, а значить і ціни. Показники натурної маси можна використати для приблизного розрахунку потрібної складської місткості або приблизного визначення маси партії зерна, що зберігається (табл. 9). Визначають натуру згідно з ДСТУ 4233; ДСТУ 4234 різноманітними приладами (рис. 29).

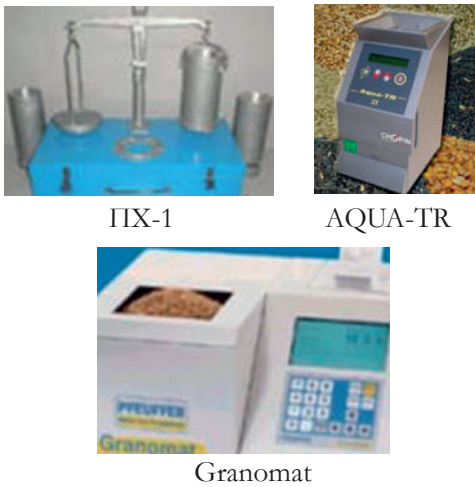


Рис. 29. Прилади для визначення натурної ваги

**Вирівняність** – це однорідність партій зерна за крупністю. Якщо в партії зерно в основному однакове за розмірами, її вважають вирівняною. Методи визначення крупності насіння бобових культур викладено у ГОСТ 11091-64. Плівчастість зерна рису, проса, гречки і вівса визначають відповідно до чинного ГОСТу 10843-76.

Зерно пшениці, кукурудзи, проса, гороху, вівса, рису поділяють на типи. Це **товарна класифікація**. Типовий склад зерна пшениці (рис. 30) визначають за формою (озима чи яра), видом (м'яка чи тверда), кольором (білозерна чи червонозерна) та склоподібністю (консистенцією ендосперму) (табл. 10).

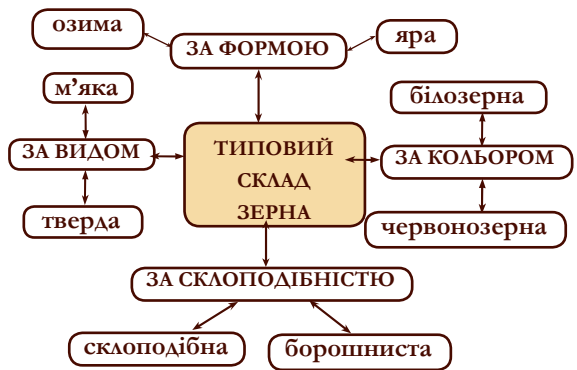


Рис. 30. Типовий склад зерна пшениці

Таблиця 9

##### Нормування натурної ваги

| Зерно          | Норма натурної ваги для класу, г/л, не менше |     |     |     |         |         |
|----------------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|---------|---------|
|                | I                                            | II  | III | IV  | V       | VI      |
| М'яка пшениця  | 760                                          | 755 | 730 | 710 | 710     | не обм. |
| Тверда пшениця | 750                                          | 750 | 730 | 710 | не обм. | -       |

Особливе значення має консистенція ендосперму зерна пшениці. За зовнішнім виглядом склоподібні зерна пшениці характеризуються однорідною напівпросвічуваною консистенцією, що нагадує зовні віск.

Зерно зі склоподібним ендоспермом має більшу механічну міцність, що дає змогу краще організувати процес його переробки на крупу і борошно. Борошніс-



Таблиця 10

**Ознаки зерна пшениці за типами**

| Тип пшениці                                                                                             | Ознаки                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| М'яка білозерна<br>    | Верхній (протилежний до зародка) кінець зерна вкритий волосками (опушений), які утворюють борідку, зерно коротке, округле, колір білий |
| М'яка червонозерна<br> | Є борідка, зерно коротке, округле, колір червоний з різними відтінками                                                                 |
| Тверда<br>             | Борідки немає, зерно подовжене, кутасто-ребристе, колір – бурштиновий                                                                  |

те зерно придатніше для виробництва крохмалю та інших продуктів з вуглеводів, воно особливо цінне як сировина у виробництвах, де мають місце бродильні процеси та вироблення продуктів різних бродінь. Консистенція твердих пшениць, як правило, склоподібна, а м'яких – може бути різною, що залежить від сорту, географічних і ґрунтових факторів, агротехніки.

Загальну склоподібність зерна виражають сумою склоподібних зерен і половиною частково склоподібних (табл. 11). Склоподібність визначають керуючись ГОСТ 10987-76.

Таблиця 11

**Класифікація зерна на типи і підтипи**

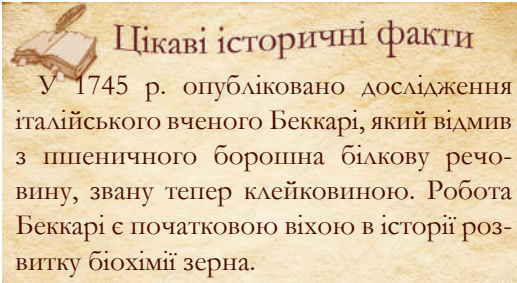
| Типи                                | Загальна склоподібність, % | Вміст зерна пшениці інших типів, %, не більше |             |
|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------|
|                                     |                            | всього                                        | зокрема     |
| I. М'яка червона яра твердозерна    | Не менше 40                | 10                                            | 5 – твердої |
| II. М'яка червона озима твердозерна | Не менше 40                | 10                                            | 5 – твердої |
| III. М'яка біла яра твердозерна     | Не менше 60                | 10                                            | Не врахов.  |
| IV. М'яка біла озима твердозерна    | Не обмежено                | 10                                            | Не врахов.  |
| V. Тверда яра                       | Менше 40                   | 10                                            | 10 – білої  |
| VI. Тверда озима                    | Менше 40                   | 10                                            | 5 – білої   |
| VII. Некласифікований               | Суміш типів                |                                               |             |

Показники життєздатності або окремо енергії проростання та здатності до проростання обов'язково нормують у партіях зерна для переробки (на солод, пиво).

Енергію проростання та здатність до проростання визначають методами, викладеними в ГОСТі 10968-88.

## 5. ХЛІБОПЕКАРСЬКЕ ОЦІНЮВАННЯ ЗЕРНА

Якість хліба залежить від складу інгредієнтів і технології, але головний показник – це хлібопекарські властивості зерна. Властивість тіста утримувати  $\text{CO}_2$  залежить від кількості та якості клейковини.



**Клейковина зерна** – це комплекс білкових речовин зерна, здатних за набухання у воді утворювати зв'язану еластичну масу.

### Чи знаєте ви?

Недотримання сівозмін, рекомендованих для певної зони, нестача азоту в ґрунті, шкідлива дія комах, ранні приморозки, збирання в молочно-восковому стані значно знижують кількість сирої клейковини і погіршують її якість.



Після видалення з тіста водорозчинних речовин, крохмалю і клітковини залишається нерозчинний у воді досить еластичний згусток.

Відмита зі шматочка тіста клейковина називається **сирою** (рис. 31).



Рис. 31. Сира клейковина

Методи визначення кількості та якості клейковини викладено в ГОСТ 13586.1-68.

### Зверніть увагу!

Суха клейковина на 82–85 % складається з білків, 6–16 % – крохмалю, 2–2,8 % – жиру, 3–5 % – небілкових азотистих речовин, 1–2 % – цукру і 0,9–2 % – мінеральних речовин.



**Якість клейковини** – сукупність фізичних властивостей клейковини: колір світла чи темна), тягучість (коротка, середня чи довга), пружність, еластичність. Якість клейковини виражається одиницями пружності. Цей показник закладено у вимогах стандарту на зерно пшениці. Залежно від пружності та розтяжності клейковину поділяють на три групи якості (табл. 12). Одним із приладів для визначення фізичних властивостей клейковини є ІДК-3 (рис.32).



Рис. 32. Прилад ІДК-3 для визначення якості клейковини



Аналіз кількості та якості клейковини



Обладнання для аналізу зерна



## Характеристика пружності клейковини

| Показники ІДК-1, ум.од. | Група якості | Характеристика клейковини | Очікувана якість хліба                       |
|-------------------------|--------------|---------------------------|----------------------------------------------|
| 0–15                    | III          | незадовільно міцна        | низькопористий, погано розпушений хліб       |
| 20–40                   | II           | задовільно міцна          | хліб з меншим об'ємом та пористістю          |
| 45–75                   | I            | добра                     | хліб з високим об'ємним виходом і пористістю |
| 80–100                  | II           | задовільно слабка         | хліб з меншим об'ємом та пористістю          |
| 105–120                 | III          | незадовільно слабка       | хліб з малим об'ємним виходом                |

**Зверніть увагу!**

На кількість і якість клейковини в зерні пшениці впливає дуже багато факторів. Найважливішими з них є: 1) сортові особливості; 2) умови вирощування і збирання врожаю; 3) несприятливі впливи, яких зазнає зерно під час зберігання й обробки.

**Цікаві історичні факти**

У виданому в 1825 р. підручнику “Земледельческая химия” автор В.А. Павлов описав значення клейковини пшениці для якісних показників хліба.

номельній та хлібопекарській галузях) потреб і експортування. Пшеницю групи Б і 6-го класу використовують на продовольчі та непродовольчі потреби та для експортування. Одним із показників Державного нормування якості зерна пшениці та ячменю є вміст білка. В Україні його почали визначати з 2005 року. Вимоги до якості пшениці нормуються ДСТУ 3768-2010, деякі з них занесено до табл. 13.

Залежно від показників якості м'яку пшеницю поділяють на п'ять класів (класи 1–3 – група А, класи 4–5 – група Б і клас 6). Тверду пшеницю залежно від показників якості поділяють на п'ять класів. М'яку пшеницю групи А використовують для продовольчих (переважно в борош-

Таблиця 13

## Нормування технологічних показників пшениці

| Показники                                     | Норма для класу |    |     |    |    |         |
|-----------------------------------------------|-----------------|----|-----|----|----|---------|
|                                               | I               | II | III | IV | V  | VI      |
| 1                                             | 2               | 3  | 4   | 5  | 6  | 7       |
| <b>м'яка пшениця</b>                          |                 |    |     |    |    |         |
| Масова частка сирової клейковини, %, не менше | 30              | 27 | 23  | 18 | 18 | Не обм. |

Продовження таблиці 13

| 1                                | 2  | 3  | 4    | 5       | 6       | 7       |
|----------------------------------|----|----|------|---------|---------|---------|
| Якість клейковини, група         | I  | I  | I–II | I–II    | I–III   | Не обм. |
| Масова частка білка, % не менше  | 14 | 13 | 12   | 11      | 10      | Не обм. |
| Склоподібність, %, не менше      | 50 | 40 | 30   | Не обм. | Не обм. | Не обм. |
| <b>тверда пшениця</b>            |    |    |      |         |         |         |
| Склоподібність, %, не менше      | 70 | 60 | 50   | 40      | Не обм. |         |
| Масова частка білка, %, не менше | 15 | 14 | 12   | 11      | Не обм. |         |

## 6. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНОВОЇ МАСИ

Зернова маса має певні фізичні властивості (рис.33) – сипкість, самосортування, шпаруватість, здатність до сорбції та десорбції різних парів і газів (сорбційна ємність), гігроскопічність, теплофізичні властивості, теплопровідність, температуропровідність і термовологопровідність, теплоємність.

**Сипкість** – це здатність зерна і зернової маси переміщуватися поверхнею, розміщеною під певним кутом до горизонту. Найбільшу сипкість і найменший кут схилу мають маси насіння кулястої форми (гороху, проса, люпину).

**Самосортування** – це властивість зернової маси втрачати свою однорідність під час переміщення і вільного падіння. Як позитивне явище, самосортування використовують у практиці очищення та сортування зернових мас. Порушення однорідності партії зерна у сховищі заважає правильному його

оцінюванню, спричинює розвиток негативних фізіологічних і мікробіологічних процесів. Все це призводить до самозігрівання зернових мас.

**Шпаруватість зернової маси** – це наявність проміжків між її твердими часточками, заповнених повітрям. Характер фізіологічних і мікробіологічних процесів у зерновій масі залежить від кількості та складу повітря в міжзернових просторах (рис.34).

**Сорбційні властивості зернової маси** – це її здатність поглинати (сорбувати) з довкілля пару, запахи різних речовин



Рис. 33. Фізичні властивості зернової маси

і газів, а також виділяти десорбувати) їх. Ступінь здатності зернової маси поглинати пару і газів за різних умов називається **сорбційною ємкістю**. Рациональні режими сушіння, активного вентилявання, газзації та дегазації зерна (за знезаражування) встановлюються з обов'язковим урахуванням його сорбційних властивостей.

Теплофізичні властивості зернової маси мають визначальний вплив на ефективність процесів сушіння та активного вентилявання зерна, а також на його зберігання. Основними параметрами теплових властивостей зернової маси є теплоємність, тепло-, температуро- та термовологопровідність.

Теплоємність зерна характеризується кількістю теплоти, необхідної для підвищення температури зерна масою 1 кг на 1°C.

Теплопровідність зернової маси полягає в її здатності переносити теплоту від ділянок з високою до ділянок з нижчою температурою.

**Температуропровідність** — швидкість зміни температури в зерні та його теплова інерція.



Рис. 34. Зернова маса

**Термовологопровідність** — здатність зернової маси спрямовано переміщувати вологу із зони з підвищеною температурою разом із струменем повітря в менш нагріті ділянки. Внаслідок термовологопровідності окремі шари насипу дуже зволожуються, і життєдіяльність їх компонентів активізується. У них нагромаджуються теплота і волога, створюються умови для самоігрівання та погіршення якості зерна (проростання, зниження насінних і продовольчих властивостей та ін.). Тому для запобігання небажаним процесам у зерновій масі слід ретельно контролювати температуру і вологість зерна, не допускаючи різних перепадів температури.

## 7. ФІЗІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНОВИХ МАС

Крім фізичних властивостей, не менш важливий вплив на зберігання зернових мас мають фізіологічні процеси (довговічність, дихання, післязбиральне досягання, проростання, розвиток мікроорганізмів, шкідників, самоігрівання). Процеси, які відбуваються в зерновій масі в результаті життєдіяльності її компонентів (зерна, насіння культурних рослин та насіння бур'янів, мікроорганізмів, комах, кліщів), називають **фізіологічними**. Ці процеси мають важливе практичне значення, оскільки вміння регулювати їх дає змогу зберегти зерно і скоротити втрати сухої речовини.

Процеси, які відбуваються в зерні й насінні в перший період після збирання,

призводять до поліпшення його посівних і технологічних якостей, називають **післязбиральним дозріванням**. Характеризується воно двома показниками: підвищенням схожості та зниженням інтенсивності дихання. Тривалість дозрівання зерна залежить, у першу чергу, від ботанічних особливостей культури (рис. 35).

Основні умови для нормального проходження післязбирального дозрівання свіжозібраного зерна і насіння – вологість нижче критичної, температура повітря 15–30°C і доступ кисню. Процес післязбирального досягання можна прискорити, застосовуючи повітряно-сонячне сушіння та активне вентилявання зернових мас.



Пшениця—20–75 днів Жито – 30–45 днів



Ячмінь – 9–120 днів

Рис. 35. Тривалість дозрівання зерна



Збереженість зернової маси залежить від інтенсивності дихання. Що вона вища, то важче зберегти зернову масу від псування і більші втрати її маси. Інтенсивність дихання зернової маси залежить від вологості, температури, ступеня аерації, тривалості зберігання, її якості та стану.

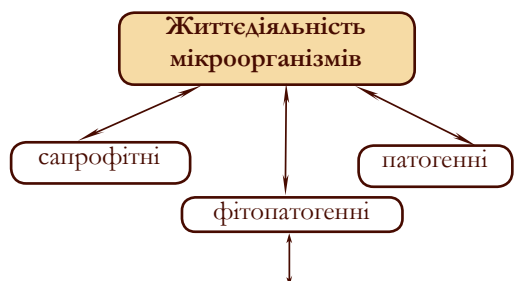
#### Проростання зерна

Для проростання зерна необхідні певні умови – достатня вологість, температура вище  $+10^\circ\text{C}$  і доступ повітря

Внаслідок проростання зерна під час зберігання відбуваються такі явища:

- втрата маси сухої речовини;
- виділення значної кількості тепла;
- погіршення якості зерна

Період, протягом якого зерно й насіння зберігають свої споживчі якості (посівні, технологічні, продовольчі), називають **довговічністю**. Розрізняють довговічність біологічну (здатна проростати хоча б одна насінина), господарську (зберігаються норми схожості) та технологічну (можна використовувати). Найдовговічнішим є насіння бобових (квасолі, бобових кормових трав та ін.), вівса, сорго, пшениці, менш довговічним – ячменю, кукурудзи, найменш довговічним – жита, проса, тимофіївки.



**Фактори, які впливають на розвиток сапрофітних мікроорганізмів під час зберігання:**

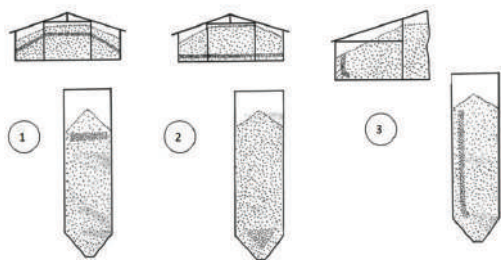
- вологість зернової маси і окремих компонентів;
- температура зернової маси;
- ступінь аерації;
- цілісність покривних тканин зерна;
- життєві функції зерна;
- кількість і видовий склад домішок



**Фактори, які впливають на розвиток шкідників:**

- температура зернової маси  $26 - 29^\circ\text{C}$ ;
- вологість зернової маси і окремих компонентів;
- ступінь аерації;
- цілісність покривних тканин зерна

Під час зберігання неоднорідної зернової маси окрема ділянка насипу, в якій спостерігається підвищена фізіологічна активність, може стати осередком самозигрівання. **Самозигрівання зернової маси** – це підвищення її температури внаслідок фізіологічних процесів, які відбуваються в ній, та низької теплопровідності. У практиці зберігання зерна розрізняють самозигрівання гніздове, шарове й суцільне (рис.36).



**Рис. 36. Види шарового самозигрівання:**

1 – *верхове*; 2 – *низове*;  
3 – *вертикально-пластове*

#### **Фактори, які впливають на розвиток шкідників:**

- температура зернової маси 26–29°C
- вологість зернової маси і окремих компонентів;
- рівень аерації;
- щільність покривних тканин зерна.

Самозигрівання може виникати в нижньому (низове самозигрівання) або верхньому (верхове) шарі насипу, біля стін зерносховища (вертикально-пластове).

Фізіологічною основою самозигрівання є дихання всіх живих компонентів зернової маси, яке призводить до значного виділення тепла, а фізичною – її погана теплопровідність. Як наслідок, утворення тепла в тій чи іншій ділянці зернового насипу перевищує віддачу його в довкілля, тобто викликає самозигрівання.

Щоб ліквідувати верхове самозигрівання, верхній пласт зерна знімають, охолоджують, сушать і розміщують в іншому сховищі. Ліквідувати низове та вертикально-пластове самозигрівання можна лише активним вентиляванням.

#### **Зверніть увагу!**

##### **Стадії самозигрівання:**



I – 24–30°C, починається слабе відпотівання верхнього шару зерна і розвиток плісені; сипучість змінюється дуже мало.

II – 34–38°C, зерно помітно відпотіває, сипучість знижується, з'являються продукти бродіння, запах солоду і печеного хліба.

III – 50°C, зерно набуває затхлого, гнильного запаху, сипучість різко знижується, колір дуже змінюється, у вологого зерна жита і пшениці оболонка має обгорілий вигляд.

#### **Питання для самоперевірки**



1. З яких компонентів складається зернова маса?
2. Які показники якості зерна є обов'язковими для визначення?
3. Що таке шпаруватість зернових мас?
4. Чим зумовлюються сорбційні властивості зерна?
5. Чим зумовлюється погана теплопровідність зернових мас?
6. В яких випадках виникає гніздове, суцільне та пластове самозигрівання?
7. Які фактори впливають на інтенсивність дихання зерна?