

## 5. Дишане на зърното при съхранение

### 5.1. Същност

Дишането е сложен биохимичен процес на разграждане на въглехидрати (и не само въглехидрати) под действието на ензими (фиг. 5.1).

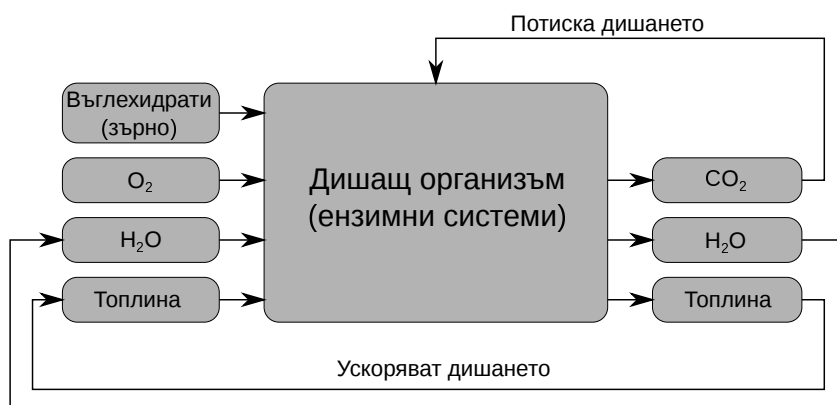
За да започне процеса дишане е необходимо да имаме: *въглехидрати*; *кислород*; *вода*, в която да протичат процесите; *топлина* и разбира се жив организъм със своите *ензимни системи*.

В резултат на дишането се отделят: *въглероден диоксид*; *влага* и *топлина*. Въглеродният диоксид, натрупан в големи количества потиска дишането, докато влагата и топлината ускоряват дишането.

Посоченият по-горе механизъм е валиден за аеробното дишане. Тоест дишане с участието на кислород. При изчерпване на кислорода някои живи организми преминават към анаеробно дишане (без участието на кислород), при което се образува алкохол, млечна киселина и др.

В насаipa дишат *всички живи организми*. Ранните изследвания на дишането не правят разлика между дишането само на зърното и дишането на микроорганизмите по него. Понастоящем се счита, че зърното отговаря за едва 10% от дишането, а останалите 90% се дължат на микроорганизмите, главно плесенните гъби. Това, разбира се, е валидно за зърно в покой - при влажности до 30%. При покълване на зърното интензивността на дишането му рязко нараства.

Плевелните примеси и складовите вредители в насаipa също дишат при наличие на кислород.



Фигура 5.1.: Схема на процеса "дишане".

## 5.2. Следствия от процеса дишане

Дишането е нежелателен процес, тъй като води до загуба на сухо вещество, изменение в състава на междузърнения въздух, повишаване на влажността и температурата на насипа.

*Загубата на сухо вещество* зависи от интензивността на дишане. Например: при влажност на зърното 16,6 - 17% за 45 дни се загубва до 0,15% сухо вещество, а за 90 дни - до 0,26%. При добро съхранение, т.е. ниска интензивност на дишане, загубите на сухо вещество са незначителни.

*Кислородът* в междузърнения въздух постепенно намалява, а количеството на въглероден диоксид нараства. С изчерпването на кислорода започва анаеробно дишане т.е. алкохолна или млечнокисела ферментация. Следствие на това зародишът загива и кълняемостта на зърната намалява. Този процес може да има и положително влияние при съхранението - получава се *самоконсервиране*<sup>1</sup>.

*Увеличаването на влажността* от дишането води до по-благоприятни условия за развитие на микроорганизмите, нарастване на броя им и следствие от това до допълнително интензифициране на процеса.

10% от енергията на дишането се използва за поддържане на жизнените процеси. Останалите 90% се отделя в пространството във вид на *топлина*. Тази топлина ускорява дишането и спомага за развитието на микроорганизми и складови вредители. Зърненият насип е относително изолирана система. Образованата топлина не може лесно да се отдели. Тя се акумулира в насипа и води до повишаване на неговата температура. Процесът се нарича САМОЗАГРЯВАНЕ и ако не се спре навреме, може бързо да ескалира и да доведе до пълна развала на зърното.

## 5.3. Фактори определящи интензивността на дишане

Главните фактори, които определят интензивността на дишането са: влажността; температурата; състава на газовата среда и състоянието на зърното.

**Влажност** Влажността е най-важният показател, от който зависи устойчивостта на зърното при съхранение. Понастоящем *плесенните гъби се считат за основна причина за развалата на зърното и зърно продуктите* от жътвата до крайната им употреба и консумация. Три фактора на околната среда определят развитието на плесенните гъби - влажността, температурата и продължителността на съхранение. От тях най-същественят е влажността.

В обхвата 14-18 % разлика във влажността от  $\pm 0,5\%$  или дори по-малка оказва съществено влияние върху вида на плесенните гъби, скоростта на развитието им и щетите, които нанасят като цяло<sup>2</sup>. При влажности по-ниски от 14% зърното е сухо

<sup>1</sup>Използва се за съхранение на влажно зърно, но поради промените в мириса и вкуса и настъпването на някои други нежелателни процеси, самоконсервирането се прилага рядко и само за зърно, предназначено за фуражни цели.

<sup>2</sup>Тези примери се отнасят за зърнено-житните суровини. Аналогични са разсъжденията и за маслодайните, но при по-ниски стойности на влажността.

### 5.3. Фактори определящи интензивността на дишане

Таблица 5.1.: Критични влажности на някои зърнени суровини при съхранение под и над- 1 година.

Вид зърно	Продължителност на съхранение	
	< 1 година	> 1 година
Ечемик	13%	13%
Царевица	14%	13%
Фасул	14%	14%
Соя	12%	11%
Слънчоглед	8%	8%
Рапица	8%	7,5%
Пшеница	13%	13%

и устойчиво на продължително съхранение. В интервала от 14 до 17% зърното се счита за влажно и се съхранява краткотрайно чрез вентилиране и охлаждане, а над 17% зърното е мокро и задължително трябва да се подсуши преди съхранение.

За всяка зърнена суровина съществува критична влажност, над която влагата в зърното е слабо свързана, нарича се свободна влага и може да участва в биохимични процеси. За повечето зърнени суровини критичната влажност е в интервала 13-14%. Продължителното съхранение трябва да се извършва при влажности по-ниски от критичната, т.е. да се съхранява сухо зърно (табл. 5.1).

**Температура** За да имаме дишане е необходима топлина. При *температури под 10 °C* дишане не се наблюдава (но под 0 °C има опасност от измръзване на зърното, което също е нежелателно).

Дишането е много слабо при *температури от 0 до 10 °C* и на практика, не се наблюдава дори при зърно с повишена влажност. В този температурен интервал дишат само акарите<sup>3</sup>.

*Температури от 23 до 40 °C* са оптимални за развитието на микроорганизмите (плесенните гъби) и близки до оптималните за развитието на складовите вредители. Следователно интензивността на дишането в този интервал е най-голяма. За продължително безопасно съхранение на зърното се препоръчва температурата му, възможно най-бързо, да се понижи под 20 °C, най-добре - под 10 °C.

*Температури по-високи 50 °C* водят до постепенна смърт на всички живи организми и дишането рязко намалява. При тези температури могат да дишат само някои термофилни бактерии.

**Състав на газовата среда** С изключение на някои видове бактерии и дрожди, всички живи организми в насипа се нуждаят от кислород, за да дишат. В хода на дишането, кислородът в междузърненото пространство постепенно се изчерпва и

<sup>3</sup>Складови вредители от клас паякообразни. Студотолерантен клас. Акарите се развиват при температури над 7 °C.

## 5. Дишане на зърното при съхранение

интензивността на дишането намалява.

**Състояние на зърното** *Недозрелите зърна* дишат 2-3 пъти по-интензивно от добре узрелите, а обикновено имат и по-висока влажност.

*Спаружените и начупените зърна*, както и тези с *повредени обвивки* дишат по-интензивно, поради повечето микроорганизми по повърхността им. Обвивките служат като защита на зърното от микроорганизми. При тези зърна обвивките са нарушени и микроорганизмите имат лесен достъп до богатия на хранителни вещества ендосперм.

Някои примеси като *недозрели (зелени) зърна на плевели, зелени части от растения и др.* имат много интензивни метаболитни процеси. Затова дишат много интензивно и отделените от дишането им топлина и влага "стартират" дишането на микроорганизмите.

*Минералните примеси* действат индиректно върху дишането като увеличават микроорганизмите в насапа.

Следователно, за да се ограничи дишането е необходимо зърното преди съхранение да се почисти от примеси.

*Насекомите и паякообразните* могат да дишат интензивно при ниска влажност на зърното. От една страна те увеличават броя на микроорганизмите в насапа, а от друга - отделената от дишането им влага и топлина вече позволява на микроорганизмите да започнат интензивно дишане. Дишането бързо ескалира и температурата на насапа рязко се увеличава. Процесът се нарича **СУХО САМОЗАГРЯВАНЕ** и е много опасен, тъй като може да протече при зърно с *ниска първоначална влажност*.

### 5.4. Обобщение

Дишането е силно нежелателен процес, тъй като води до загуба на сухо вещество и цялостна развала на зърното. За да се ограничи, зърното трябва да се съхранява *сухо* при възможно *най-ниски температури*, предварително да се *почисти* от примесите и *да не се допуска* появата и развитието на *насекоми и паякообразни*.