

Zrniny a jejich dlouhodobé skladování

Požadavky na technické řešení skladů, technologických zařízení, ale i kompletní technologie skladování musí zohledňovat vlastnosti zrnin a umožňovat jejich skladování pokud možno s co nejmenšími ztrátami a po dostatečně dlouhou dobu, aby mohly být prodány v období za co nejvyšší cenu na trhu.

Udržitelné podmínky v halovém skladu

V zrninách, jako v biologickém „živém“ materiálu probíhají pochody, které jsou projevem živého organismu. Zrno spaluje bezdusíkaté organické zásobní látky a produkuje oxid uhličitý, vodu a teplo = dýchá. Intenzita dýchání závisí na obsahu, teplotě a kvalitě zrna (specifikované např. klíčivostí). Tento proces nelze u živého, klíčivého zrna úplně zastavit, omezuje se právě snížením teploty a vlhkosti zrna.

Ing. Jiří Bradna, Ph.D.,

je výzkumným pracovníkem odboru technologických systémů pro produkční zemědělství Výzkumného ústavu zemědělské techniky, v. v. i., v Praze.



Doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.,

je pedagogem katedry technologických zařízení staveb na Technické fakultě České zemědělské univerzity v Praze.



Doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.,

je tajemníkem a pedagogem katedry technologických zařízení staveb na Technické fakultě České zemědělské univerzity v Praze.



Skladují-li se zrniny, které neprošly posklizňovou úpravou (a mají tedy vysokou vlhkost a velké množství nežádoucích příměsí), je nutné ve skladovacím prostoru vytvořit atmosféru

Vlhkost vzduchu částečně pochází ze skladovaného zrna a částečně ze vzduchu přiváděného do skladovacího prostoru. Při skladování zrnin předem kondicionovaných, ze kterých

Minimální obsah vody uchováva latentní formu života a chrání životně důležité koloidy před destrukcí.

Příčinou hlavních ztrát uskladněných zrnin je intenzivní dýchání.

Zrniny dýchají, pokud v nich není život zničen nevhodným způsobem sklízňe či posklizňového ošetření. Intenzita dýchání závisí na obsahu vody a teplotě. Dýcháním spotřebovávají zrniny část svých bezdusíkatých organických látek.

Intenzitu dýchání ovlivňuje i obsah kyslíku ve vzduchu v mezizrnovém prostoru. Zvyšuje-li se obsah kyslíku, zvyšuje se intenzita dýchání. Většina mikroflóry je aerobní (98 % všech mikroorganismů) a je tudíž odkázána na vzdušný kyslík.

Pro skladování zrnin platí, že se lépe skladují za nižších teplot. Teplotu skladovaných zrnin ovlivňuje přístup kyslíku. Při skladování zrnin v uzavřeném prostoru roste množství oxidu uhličitého (tj. produktu intenzivního dýchání zrnin) a klesá množství kyslíku. Intenzita dýchání zrnin se tím snižuje. Volný přístup kyslíku naopak dýchání podporuje. Množství tepla, které vzniká při intenzivním dýchání, může být za určitých okolností větší než množství tepla odváděného, takže dochází k samozahřevu zrnin.

Odvádění tepla zrnin pomocí aktivního větrání může mít za určitých okolností opačný efekt, než je snížení teploty. Při použití vzduchu o nevhodných parametrech dojde ke stimulaci dýchání, a tím k ještě silnějšímu zahřívání. Pro účinné větrání zrnin je nutné používat vzduch o teplotě alespoň o 5 °C nižší, než je teplota větraných zrnin a o nízké relativní vlhkosti. Aby docházelo k samovolnému zahřívání, je nutný především zvýšený obsah vody ve skladovaných zrninách. Tento jev nebyl pozorován u obilí s nižším obsahem vody než 16 %.

Samozahřívání naskladněných zrnin je výsledkem jednak čin-



Architektonické řešení halového skladu

Foto archiv autorů příspěvku

nosti zrnin (dýchání), jednak působením mikroflóry a může dosáhnout až stadia zuhelnatění určité lokality v naskladněné vrst-

vi a přeměňovány. Do zrnin se dostávají nežádoucí látky vznikající při látkové výměně mikroflóry. Působením mikroskopických

vita mikroflóry může vést až k samozahřívání. Prvním příznakem samozahřívání je zvýšení koncentrace oxidu uhličitého, které nastává ještě před zvyšováním teploty.

Podstata konzervace zrna ošetřeného metodou aktivního provzdušňování je snížení teploty skladovaného zrna, což má za následek omezení vznikajících fyzikálně-biologických a chemických pochodů. V průběhu skladování produkuje vlhké zrno svým dýcháním teplo, které způsobí zapaření, a tím znehodnocení zrna. Vzduch dodávaný ventilátorem do skladovacího prostoru zabírá nadměrnému vzniku tepla.

S tím souvisí i požadavek dokonalého bezztrátového rozvodu vzduchu, aby uskladněné zrno ve skladovacím prostoru bylo rovnoměrně vystaveno účinkům vzduchového proudu a aby nevznikaly neprodyšné, kdy by vhnáný vzduch neprosobil na uskladněné zrno. Množství vzduchu potřebného k aktivnímu provzdušňování závisí především na vlhkosti skladovaného zrna. Při použití nevhodného ventilátoru se na povrchu uskladněné vrstvy zrna vytvoří kondenzační vrstva, která je neprodyšná a může způsobit znehodnocení uskladněného zrna.

Vzduchotechnická měření probíhala v halovém skladu o rozměrech 19 x 60 m, který je vybaven na jedné polovině třemi ventilátory s parametry: množství vzduchu – přetlak:

1. 10 000 m³/h – 75 Pa
2. 15 000 m³/h – 100 Pa
3. 10 000 m³/h – 75 Pa

Každý provzdušňovací ventilátor je napojen samostatně na klecový provzdušňovací kanál (nadúrovňový), který byl zakryt PVC pytlou. Osová rozteč těchto provzdušňovacích kanálů byla 4,5 m.

(Pokračování na str. 14)



Interiér halového skladu

Foto archiv autorů příspěvku



Provzdušňovací kanálky halového skladu

Foto archiv autorů příspěvku

vě. V zrninách může být obsaženo celá škála zástupců tzv. mikroflóry, například bakterie, plísň (mikroskopické vláknité houby) a kvasinky. Mikroflóra využívá zrniny jako své živné půdy a mění svým působením jejich vlastnosti. Látky, které zrniny obsahují, jsou mikroflórou napadány

vláknitých hub mohou vznikat jedovaté mykotoxiny. Mikroflóra se rozvíjí nejlépe při vyšších teplotách v mezizrnovém prostoru v širokém rozsahu až do 80 °C.

Aktivita mikroflóry je závislá na teplotě a obsahu vody v zrninách; tato aktivita stoupá s obsahem vody a vyšší teplotou. Akti-

■ Klíčové informace

- V současné době jsou malé zemědělské subjekty nuceny zpracovávat obiloviny ve velkých zpracovatelských závodech, které jsou určeny pro větší spádové území.
- Z toho vyplývají náklady na dopravu, naskladnění, zpracování, vyskladnění a následnou dopravu zpět k subjektu.
- Pokud by zemědělský subjekt byl schopen zpracovávat produkci obilovin v místě svého provozu a udržet ji při dlouhodobém skladování do výhodnějších cen na trhu v požadované kvalitě, vedlo by to k nezanedbatelným úsporám.

výrazně zpomalující veškeré biologické, fyzikální a chemické pochody probíhající ve skladované surovině.

Druhou možností je vytvoření prostředí, které během krátkého časového úseku upraví zrniny na hodnotu umožňující jejich dlouhodobé skladování.

Obsah vody

Obsah vody ve skladovaných zrninách by měl být v rovnováze s relativní vlhkostí vzduchu v mezizrnovém prostoru při stálé teplotě a tlaku vzduchu.

jsou odstranění škůdci, nežádoucí komponenty a jsou zbavené přebytečné vody, nejsou kladeány takové nároky na kvalitu skladovacích prostor.

V tomto případě musí skladovací prostory zabránit napadení mikroflórou, škůdci a ochránit zrniny před dodatečným navlhnutím.

Zrniny musí mít k uchování života nezbytně nutný obsah vody. Tento minimální obsah vody se u obilí pohybuje mezi 8 až 10 %. Další snížení obsahu vody má za následek biologické znehodnocení.

Tab. 1 – Požadovaný obsah vody v obilovinách při různých způsobech skladování

Způsob skladování	Obsah vody (%)	Obsah nežádoucích komponentů (%)
Dlouhodobé skladování kondicionovaného osiva	11–12	0,5
Dlouhodobé skladování kondicionovaných obilovin – více než 1 rok	13–14	1
Běžné skladování kondicionovaných obilovin do jednoho roku	15–15,5	3
Krátkodobé skladování částečně kondicionovaných obilovin s možností provzdušňování	15,5–18	9
Krátkodobé skladování nekondicionovaných, ale zchlazených obilovin	15,5–20	15
Dlouhodobé skladování nekondicionovaných obilovin v hermetických věžích, popřípadě obilovin konzervovaných kyselinou propionovou	20–30	15

Udržitelné podmínky ...

(Pokračování ze str. 12)

Modul stávajícího hangárového skladu je 4,5 m a uskladněné zrno bylo na ploše asi šesti modulů,

něného zrna ve skladovacím prostoru je výstupní rychlost vzduchu z vrstvy uskladněného zrna. Rychlost vzduchu

jsou umístěny na podélné ose měření B, D a F.

Měření bylo provedeno lopatkovým anemometrem AIRFLOW. Pro přesné zachycení výstupní rychlosti vzduchu z vrstvy uskladněného zrna byl použit speciální nástavec na anemometr AIRFLOW ve tvaru komolého jehlanu, který zabraňuje vnikání okolního vzduchu do přístroje. Základna tohoto nástavce je 0,5 x 0,5 m.

K aktivnímu provzdušňování se v zemědělské praxi často používají zcela nevhodné ventilátory s nedostatečnou výkonností. Nevyhovují ani množstvím vzduchu, ani potřebným tlakem, který je nezbytně nutný k proniknutí vzduchu do vrstvy uskladněného zrna. Pro aktivní provzdušňování zrna o vlhkosti nad 16 % nemohou být v žádném případě použity nízkotlaké axiální ventilátory, jinak zde hrozí nebezpečí znehodnocení zrna.

Na základě naměřených výsledků (viz tab. 3) lze konstatovat, že nebylo dosaženo ani nejnižší hodnoty výstupní rychlosti vzduchu z vrstvy uskladněného zrna (0,002 m/s). Vyskytuje se zde značná nerovnoměrnost výstupní rychlosti vzduchu, která je způsobena nevyhovujícím rozvodem vzduchu, neurovnanou násypnou výškou zrna i nehomogenitou skladovaného zrna.

Zmenšení rozteče provzdušňovacích kanálů (rozteč provzdušňovacích kanálů musí být menší nebo rovna maximální násypné výšce uskladněného zrna), zajištění větší průchodnosti kanálů pytlou, která má vyšší provzdušňovací schopnost, urovnání výšky naskladněného zrna ihned po naskladnění zrna do skladovacího prostoru (vzduch nebude unikat místem menšího odporu), použití novějších provzdušňovacích kanálů (např. teleskopických) s vhodnou velikostí děrování může zlepšit podmínky provzdušňování.

Použití středotlakých provzdušňovacích ventilátorů, které jsou schopny zajistit minimálně

Tab. 2 – Naskladněná výška potravinářské pšenice Akteur v místech měření (m)

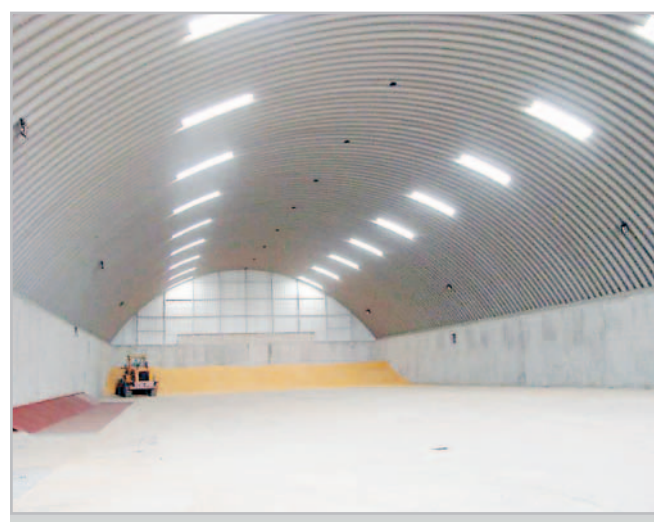
Měřené místo (příčné)	Měřené místo (podélné)							
	A	B	C	D	E	F	G	
1	2,25	2,5	3,0	3,4	3,5	3,6	3,3	2,8
2	4,50	2,6	3,3	3,6	3,5	3,4	3,1	2,3
3	6,75	2,7	3,0	3,4	3,5	3,7	3,2	2,5
4	9,00	2,4	3,5	3,5	3,3	3,7	3,3	2,3
5	11,25	2,5	3,1	3,3	3,5	3,6	3,1	2,4
6	13,50	2,8	2,8	3,5	3,5	3,3	3,0	2,2
7	15,75	2,4	2,6	3,4	3,5	3,6	3,0	2,1
8	18,00	2,3	2,5	3,5	3,1	3,1	2,6	2,0
9	20,25	2,1	2,0	3,2	3,0	2,6	2,6	2,3
10	22,50	1,9	1,8	3,0	2,5	2,1	2,2	1,8
11	24,75	1,4	1,3	2,2	2,0	1,5	1,3	1,4
12	27,00	1,0	0,8	1,6	1,4	1,1	0,7	0,9

Tab. 3 – Naměřená výstupní rychlost vzduchu (m/s) z vrstvy uskladněného zrna

Měřené místo (příčné)	Měřené místo (podélné)						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0,000783	0,001387	0,000775	0,001168	0,000835	0,002186	0,000721
2	0,000756	0,001658	0,000891	0,001436	0,000587	0,002057	0,000674
3	0,000642	0,001524	0,000733	0,001411	0,000631	0,001548	0,000510
4	0,000347	0,001145	0,000598	0,001544	0,000733	0,001099	0,000422
5	0,000334	0,001022	0,000663	0,001145	0,000785	0,001484	0,000387
6	0,000275	0,000557	0,000501	0,001355	0,000611	0,002014	0,000302
7	0,000201	0,000356	0,000355	0,001022	0,000542	0,001842	0,000367
8	0,000250	0,000396	0,000278	0,000536	0,000590	0,001456	0,000287
9	0,000241	0,000317	0,000154	0,000412	0,000398	0,001063	0,000258
10	0,000190	0,000260	0,000241	0,000311	0,000295	0,000814	0,000254
11	0,000210	0,000257	0,000167	0,000374	0,000301	0,000547	0,000165
12	0,000234	0,000154	0,000142	0,000214	0,000155	0,000302	0,000102



Provzdušňovací podlaha halového skladu Foto archiv autorů příspěvku



Konstrukční řešení halového skladu Foto archiv autorů příspěvku

maximální násypná výška zrna se pohybovala v rozmezí 2,5–3,7 m (viz tab. 2). Uskladněna byla potravinářská pšenice Akteur o naskladňovací vlhkosti 14,2 %, teplota zrna 10,5 °C, teplota vzduchu 9,3 °C, relativní vlhkost 76 %.

Základním parametrem aktivního provzdušňování usklad-

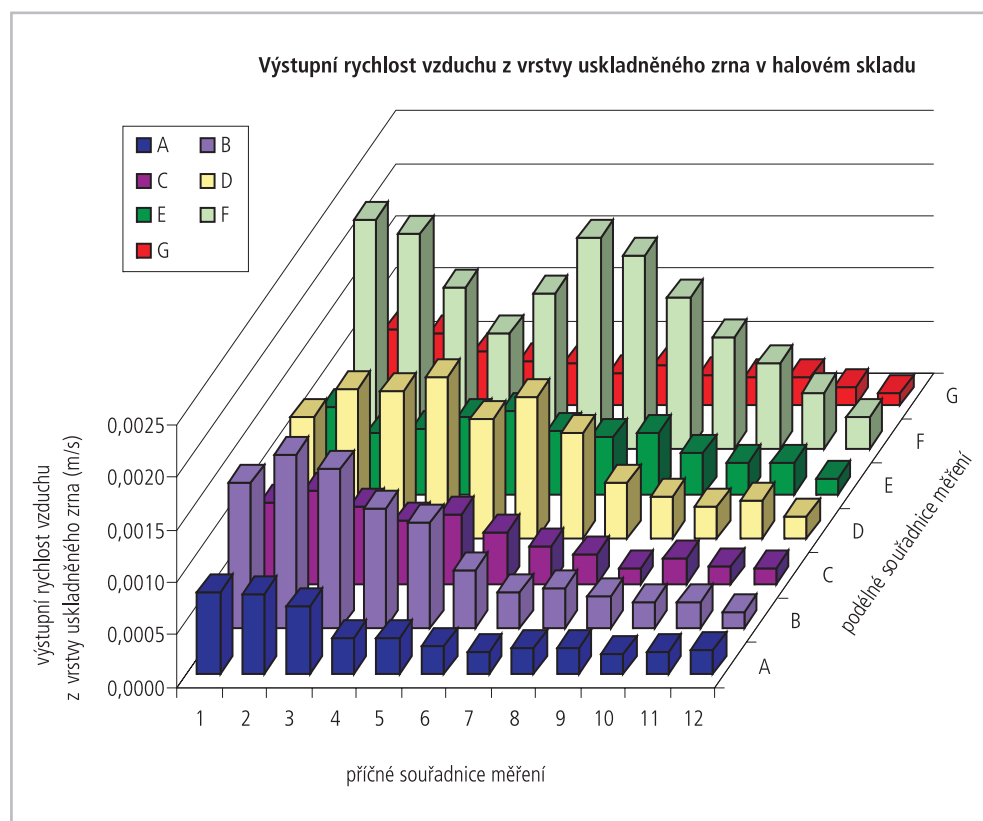
z vrstvy uskladněného zrna byla měřena podle jednotné metodiky platné pro hangárové sklady, jak přímo nad provzdušňovacími kanály, tak v poloviční osové vzdálenosti mezi provzdušňovacími kanály (příčná i podélná místa měření po 2,25 m). Ventilátory



Umístění uskladněného zrna v boxech Foto archiv autorů příspěvku



Doprava zrna v halových skladech Foto archiv autorů příspěvku



20 m³ vzduchu na jednu tunu uskladněného zrna za jednu hodinu a potřebný tlak minimálně 1000 Pa. Tímto řešením může

být dosaženo vyššího odsušku, a tím i požadované kvality ošetřovaného zrna. Pro určení vhodného provzdušňovacího ventilá-

toru je vždy třeba znát plochu, na které uskladněné zrno bude provzdušňováno.

(Pokračování na str. 16)

inzerce

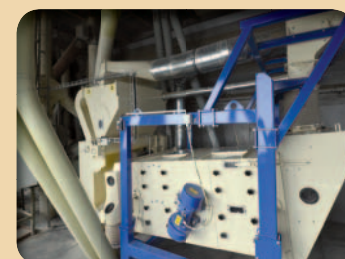


▶ Posklizňové linky pro zemědělství 🇨🇪 Česká výroba a projekce



Linka na čištění máku, POEX Velké Meziříčí, a.s.

- čističky obilí, máku, drobných semen a osiv, výkon 0,5 – 200 t/h
- kompletní projekty posklizňového zpracování
- ocelová síla a halové sklady
- sušičky zrnin
- linky pro finalizaci zemědělské produkce (čištění, třídění, loupání, mletí)



Výkonná čistička PVT1020, Silo 1, Primagra a.s., Agrofert, Sedlčany

JK Machinery, s.r.o., Pod Pekařkou 107/1, Praha 4, tel.: +420 222 362 620, fax: +420 234 073 323, e-mail: info@jk-machinery.cz, www.jk-machinery.cz

Udržitelné podmínky ...

(Dokončení ze str. 14)

Dovolená doba skladování je nepřímo úměrná vlhkosti a teplotě zrna. Ze vzájemné souvislosti těchto tří veličin vyplývá podstatný vliv teploty zrna na pří-

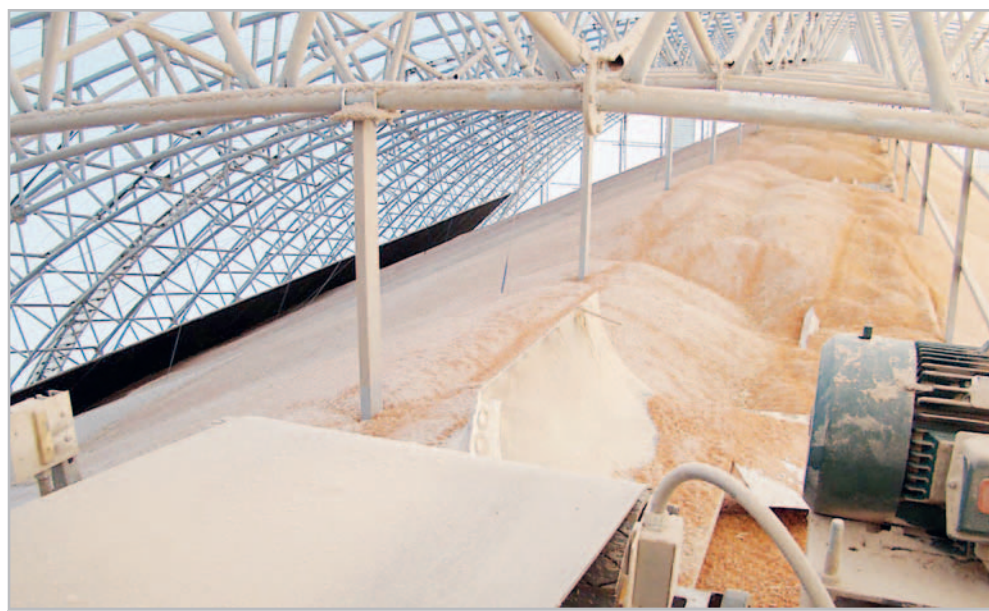
puštnou dobu skladování. Například pouhé snížení teploty uskladněného zrna z 20 °C na 15 °C vede ke zdvojnásobení skladovací doby zrna o vlhkosti 15 %, doba skladování zrna je tím delší, čím

nižší je teplota zrna. Teplota skladovaného zrna je dána přístupem kyslíku.

Při skladování zrna v uzavřeném objektu roste množství CO₂ a klesá množství kyslíku a tím se snižuje intenzita dýchání. Volný přístup kyslíku podporuje dýchání, množství tepla, které vzniká při intenzivním dýchání, je větší než množství odváděného tepla a pak dochází k samozá-hřevu zrna. Aktivní provzdušňování je úspěšné tehdy, je-li použit vzduch s nízkou relativní vlhkostí a alespoň o 5 °C chladnější než provzdušňované zrna.

Velmi důležitým požadavkem je uchování odolnosti zrna, jeho klíčivosti a klíčivé energie. Proto je nezbytné nutné při aktivním provzdušňování dosáhnout během krátké doby požadovaného snížení teploty vlhkého neošetřeného zrna a v průběhu skladování zajistit stálé podmínky bez podstatných změn, především zabránit zvýšení teploty uskladněného zrna, aby nedocházelo k nežádoucímu znehodnocení.

Metoda aktivního provzdušňování zrna umožňuje akumulovat neošetřené vlhké zrna ve větším množství, aniž by došlo k poklesu jeho kvality. Tuto metodu lze použít například k dočasné konzervaci velmi vlhkého zrna neupraveným atmosférickým vzduchem, při sušení zrna upraveným vzduchem, k provzdušňování zrna v průběhu skladování až po dosažení skladovací vlhkosti zrna. Při aktivním provzdušňování se soustavně sleduje vlhkost a teplota vzduchu



Naskladňování halového skladu

Foto archiv autorů příspěvku



Řešení dopravy zrna v halových skladech

Foto archiv autorů příspěvku



Interiér halového skladu

Foto archiv autorů příspěvku



Detail naskladňování halového skladu

Foto archiv autorů příspěvku

i obsah vody a teplota uskladněných zrnin. Uskladněné zrniny se proto provzdušňují jen tehdy, jsou-li podmínky příznivé. Snižuje-li se teplota i obsah vody v uskladněných zrninách, klesá intenzita dýchání bez ohledu na přívod čerstvého vzduchu.

Intenzitu dýchání zrnin také výrazně ovlivňuje nižší obsah vzdušného kyslíku a vyšší koncentrace oxidu uhličitého. K zásadnímu zpomalování dýchání dochází až při koncentracích vyšších než 13 % oxidu uhličitého ve vzduchu. Za běžných podmínek je obsah oxidu uhličitého v atmosféře zhruba 0,04 %, zvýšení koncentrace na 13 % je možné pouze v hermeticky uzavřených skladovacích prostorech. Takto vysoký obsah oxidu uhličitého a dalších zplodin intenzivního dýchání má však nepříznivý vliv na vlastnosti skladovaných zrnin, a to především na jejich klíčivost. Z tohoto důvodu se nesmějí semena osiv skladovat za sníženého obsahu kyslíku. Působením intenzivního dýchání dochází ke ztrátám na sušíně. Při vydýchání 1 kg oxidu uhličitého dojde ke ztrátě 0,86 kg sušiny.

Ke zvýšené produkci oxidu uhličitého dochází při skladování zrnin za vyšších teplot a větším obsahu vody v zrna. V tomto případě se dýchání stává anaerobní, což je způsobeno přítomností anaerobních bakterií a kvasinek, které tvoří 2 % všech mikroorganismů. Dochází k vylučování vody, oxidu uhličitého, alkoholu a dalších zplodin anaerobního dýchání, jejichž zvýšená koncentrace může způsobit úplné zničení klíčivosti zrnin.

Činnost většiny mikroorganismů na povrchu zrna je omezena



Provzdušňovací kanály

Foto archiv autorů příspěvku



Naskladnění halového skladu

Foto archiv autorů příspěvku

teplotou +8 °C. Některé druhy jsou však aktivní i při teplotách -4 °C (*Penicillium chrysogenum*) nebo dokonce při -8 °C (některé druhy rodu *Fusarium* aj.). Při dlouhodobém skladování prospívá vedle aktivního pro-

vzdušňování i přepuštění s účinným přečištěním. Dále pak lze mikrobiologické aktivitě zabránit snížením obsahu vody (u obilí pod 14 %) a teploty vzduchu v mezizrnovém prostoru (u obilí pod 18°C).

Téma týdne připravil Jiří Křepelka

inzerce

NAVZAS
stroje pro posklizňové zpracování zrnin

- PROJEKCE
- PRODEJ
- MONTÁŽ
- SERVIS
- STAVBY NA KLÍČ

Tel.: +420 572 541 522
Fax.: +420 572 541 522
E-mail: navzas@navzas.cz
www.navzas.cz

ILPERSA
ENGINEERING QUALITY AND INNOVATION

HAUSER

Redlery ■ Elevátory
■ Trubkové pásové dopravníky
■ Podjezdová síla

Hauser CZ s.r.o.
Tlučenská 8
330 27 Vejprnice
Česká Republika

telefon: +420 377 826 453
fax: +420 377 827 010
e-mail: kontakt@lhauser.cz
www: www.lhauser.cz