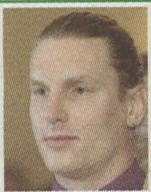


Mikroklima ve skladech zrnin

Prioritou každého zemědělského podniku je rychlá a nepřetržitá sklizeň vlastní produkce potravinářských zrnin. Jednou z metod ošetřování vlhkého zrna přímo od sklízecích mlátiček je jeho intenzivní provzdušňování ve skladovacím prostoru. Dodávky obilí do potravinářského průmyslu jsou však sezónní vzhledem k pěstebním podmínkám v ČR a možnostem zemědělské výroby, zatímco potravinářský průmysl vyžaduje nepřetržité dodávky surovin. To vede k problémům, které jsou potřeba řešit přímo v logistickém řetězci při dodávce potravinářských zrnin ke zpracování a dále v požadavcích na skladovací prostory pro takto specifické zemědělské komodity.

Ing. Jiří Bradna, Ph.D.,

je pracovníkem Výzkumného ústavu zemědělské techniky, v. v. i., Praha-Ruzyně v oboru zemědělské techniky, technologií posklizňových operací a uchování kvalitativních parametrů zemědělských komodit během skladování.



■ Klíčové informace

- Doba skladování potravinářských zrnin je omezena odolností jednotlivých druhů a schopností uchování posklizňových kvalitativních ukazatelů.
- Platí základní závislost mezi vlhkostí a teplotou uskladněného zrna a doporučenou maximální délkou jeho skladování.
- Tyto závislosti je nutné brát na zřetel i při volbě, rekonstrukci či stavbě nových skladovacích kapacit.

(přesné čištění a třídění jednotlivých druhů zrnin) a dobře seřízené, vyčištěné a upravené jednotlivé technologické uzly dopravních cest na posklizňových linkách tak, aby poškození při dopravě nebo kontaminace například zeminou z pole v průběhu naskladňování do příjmových košů byly minimalizovány.

Manipulace se zrnem jako zdroj mechanického poškození

Manipulace se zrnem při posklizňovém ošetřování je obecně zdrojem mechanického poškození. Vzhledem k nutnosti přepouštění zrna i v průběhu skladovacího období (například z důvodu jeho ochlazení nebo přečištění při expedici apod.) je nutné počítat s několikanásobně vyšším poškozením, než uvádí běžná praxe nebo specifikace výrobců. Jedná se zde o vícenásobný průchod materiálu dopravními cestami v průběhu celé skladovací sezóny. Na rozdíl od vnitřní kvality zrna (soubor biochemických vlastností zrna důležitých pro jeho využití při zpracování), která je ovlivněna především skladovacími podmínkami, je vnější kvalita zrna (fyzikálně-mechanické vlastnosti zrna, podíl příměsí a nečistot) v zemědělské praxi ovlivňována především volbou nevhodných nebo špatně nastavených dopravních cest (jedná se o vytváření zlomků a ostatního mechanického poškození). Volbou vhodného způsobu dopravy, rychlosti dopravních cest, možnosti seřízení vstupu příjmového koše i v průběhu naskladňování zrna podle uspořádání dopravních cest posklizňové linky lze tyto ztráty minimalizovat. Největší podíl dopravy na stávajících linkách zajišťují pásové dopravníky, řetězové dopravníky (redle-ry), korečkové elevátory a částečně i šnekové dopravníky, u rekonstruovaných (či nových) posklizňových linek také tzv. obilní pumpa.

Biologická aktivita uskladněných zrnin

Volně ložené zrniny na skladovací ploše halových skladů jsou živým organismem, který reaguje na všechny negativní faktory. Ke zvýšení biologické

vání s Národním akčním plánem pro bezpečné používání přípravků. Abychom do budoucna udrželi zemědělské produkty v konkurenceschopném stavu se světem, musíme se připravit na změny, které přináší globální oteplování

aktivity zrnin a nežádoucí mikroflóry dochází při skladování za vyšších teplot a vlivem vyššího obsahu vody v zrnině. 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. Teplo, vlhkost a oxid uhličitý, které vznikají při dýchání vlhkých zrn, podporují také činnost mikroorganismů, plísní, hub a dalších skladištních škůdců. Můžeme tedy konstatovat, že míra reprodukce a růstu negativních faktorů je většinou závislá na teplotě a vlhkosti obilí.

Tab. 1 – Počet dnů skladování zrna potravinářské pšenice

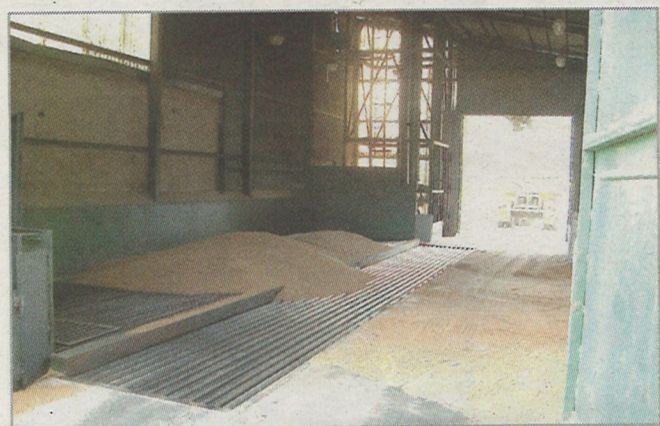
Teplota zrna (°C)	Vlhkost zrna (%)								
	12	14	16	18	20	22	24	26	28
	možný počet dnů skladování								
5				130	36	23	18	15	12
10			135	32	13	8	5	5	
15		170	35	12	5	1			
20		80	20	7	2				
25	200	37	9	1					
30	180	14	2						

Činnost většiny mikroorganismů na povrchu zrna je omezena 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 provzdušňování i přepuštění s účinným přečištěním. Dále pak lze mikrobiologické aktivitu zabránit snížením obsahu vody (u obilí pod 14 %) a teploty vzduchu v mezizrnovém prostoru (u obilí pod 18 °C).

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.

(Pokračování na str. 20)

Udržení kvalitativních vlastností skladovaného zrna po sklizni je hlavním problémem skladovacích kapacit v zemědělské praxi. Ve skladovacích prostorech lze upravit a udržovat kvalitativní parametry skladovaného materiálu převážně úpravou mikroklimatu. Jedná se o dostatečně rychlé snížení teploty a obsahu vody u skladovaných zrnin, aby byla potlačena biologická aktivita zrna a také aby nedošlo k bujení nežádoucí mikroflóry. Reakce vázané a volné vody v zrně zdravém a poškozeném je různá. Elektrická vodivost poškozených zrn je větší než u zdravých zrn. Rozdílné elektrické



Detail krytého příjmového koše – částečně přejezdny

Foto Jiří Bradna

vodivosti lze využít při stanovení vlhkosti zrna. U poškozených zrn se část vody pevně vázané v bílkovinách může postupně uvolňovat a zvyšovat tak obsah volné vody. Pevně vázaná voda elektrický proud nevede. Vysoký obsah volné vody v kombinaci s teplotou mají za následek vyšší biologickou aktivitu zrna a nežádoucí mikroflóry, v jejímž důsledku může dojít k samozáhvěvu. Zrna poškozená samozáhvěvem ztrácejí přírodní lesk, jsou matná. Poškozená zrna (mechanicky nebo samozáhvěvem) vydávají kyselý pach nebo zápach po plísni. Kyselý zápach také indikuje kvašení zrn.

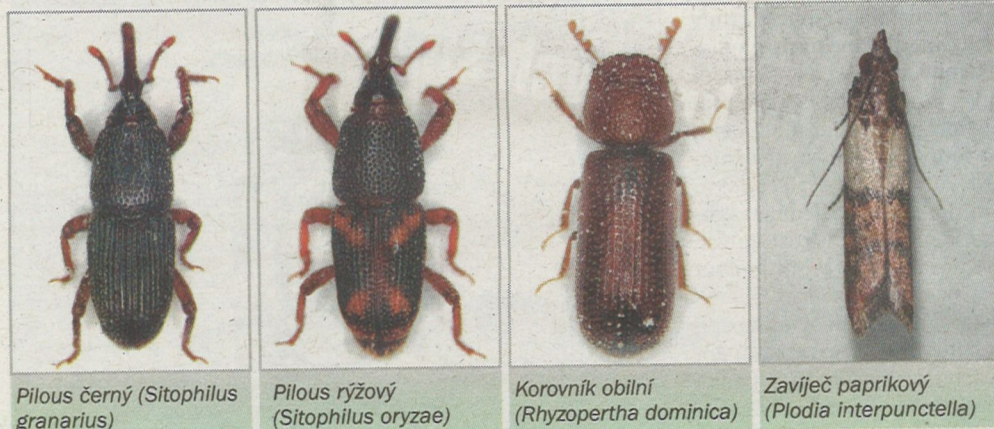
Poškození zrna

K největšímu poškození zrn při skladování dochází vlivem plísní a samozáhvěvem. Tato zrna lze rozeznat podle změněného zabarvení. Regulace mikroklimatu uvnitř skladovacích prostor napomáhá i k minimalizaci biologické aktivity potenciálních skladištních škůdců. Druhou částí prevence je rovněž ošetření po sklizni

Skladištní ...

(Dokončení ze str. 16)

Skladování zemědělských produktů si jistě zaslouží větší pozornost než doposud, a to nejen ze strany farmářů, ale také ze strany dozorových orgánů a podpory výzkumu. V současné době v ČR



Pilous černý (*Sitophilus granarius*)

Pilous rýžový (*Sitophilus oryzae*)


Korovník obilní (*Rhizopertha dominica*)

Zavíječ paprikový (*Plodia interpunctella*)

chybí statistické souhrnné informace o struktuře skladů, vybavenosti farmářů a skladů skladovací technikou, používaných monitorovacích metodách a způsobech boje se škůdci. Dále chybí informace o zamoření skladů škůdci (poslední velký průzkum skladů byl proveden v polovině 90. let minulého století). Také chybí nastavení monitorování rezistence škůdců ve skladech u dozorových orgánů a v neposlední řadě hlubší propojení problematiky sklado-

a migrace rezistentních populací škůdců v důsledku importu surovin.

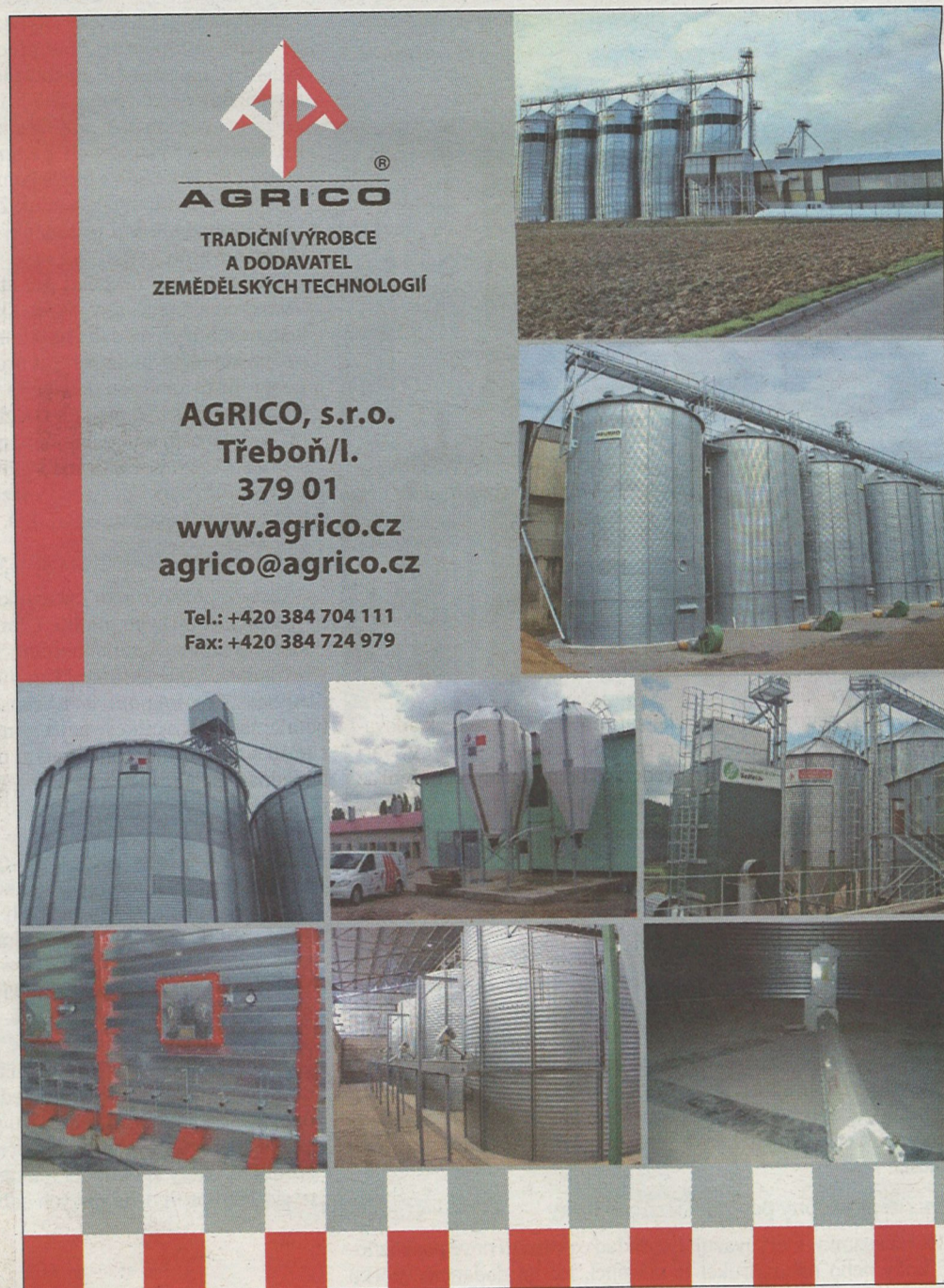
Tato publikace byla připravena za finanční podpory projektu MZE ČR MZE RO0419.



AGRICO
TRADIČNÍ VÝROBCE
A DODAVATEL
ZEMĚDĚLSKÝCH TECHNOLOGIÍ

AGRICO, s.r.o.
Třeboň/l.
379 01
www.agrico.cz
agrico@agrico.cz

Tel.: +420 384 704 111
Fax: +420 384 724 979



Problémy s hlodavci ve skladech

Synantropní hlodavci patří mezi významné škůdce v zemědělských provozech rostlinné i živočišné výroby. Velmi snadno osidlují místa s dostatkem potravy a úkrytů, ve kterých si vybudují svá hnízda. Mají vysoký reprodukční potenciál a v případě příznivých podmínek jsou schopni se v krátké době namnožit do vysokých počtů. V České republice se vyskytují všechny tři druhy celosvětově nejvýznamnějších škodlivých hlodavců – myš domácí, potkan obecný a krysa obecná.

RNDr. Marcela Fraňková, Ph.D.,

je členkou výzkumného týmu Ochrana zásob před skladištními škůdci ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v. v. i. Zabývá se výzkumem chování hlodavců, systémy jejich monitorování a problematikou kontroly synantropních hlodavců v zemědělském a potravinářském průmyslu.



Přestože byla krysa u nás donedávna poměrně vzácná, dnes se areál jejího rozšíření pozvolna opět zvětšuje a je významným škůdcem v oblasti nejen severozápadních Čech. Článek přináší základní informace o působení škodlivých druhů hlodavců a dále pak informace o možnostech jejich prevence a hubení. Upozorňu-



Myš domácí (*Mus musculus*)

Foto autoři

je také na aktuální změny v legislativě a dopadech na obsah účinných látek (tzv. antikoagulantů) v rodenticidních nástrahách.

Škody způsobené hlodavci

Hlodavci mají soumráčnou nebo noční aktivitu, proto tráví většinu bílé části dne schováni v úkrytech. O jejich přítomnosti jsme proto většinou informováni nikoliv přímým pozorováním, ale známkami jejich aktivity. Mezi ně patří nejen rozkousané skladované produkty, jejich obaly a jiný materiál, ale také přítomný trus, moč a chlupy hlodavců, dále také typický zápach.

Hlodavci škodí samotnou konzumací surovin (uskladněného obilí, ovoce, zeleniny, krmiv pro hospodářská zvířata). Zemědělské sklady pro ně z tohoto pohledu představují nevyčerpatelný zdroj potravy, a proto je velmi obtížné je z takovýchto prostor eliminovat. I po úspěšném jednorázovém deratizačním zásahu bývá zpravidla otázkou času, kdy se hlodavci do prostor opět vrátí. Děje se tak převážně v podzimních měsících, kdy se v důsledku chladného počasí a snižování potravní nabídky stahují zpět z polí do lidských sídel, které nabízejí dostatečné množství potravy a úkrytů.

Další škody působí svou hlodavou činností, která nevede vždy nutně ke konzumaci surovin. Poškozuje například obalové materiály, což má za následek rozspání surovin a nutnost jejich likvidace. Významné jsou také škody na konstrukčních prvcích budov a skladů – ničí izolační materiály a ve vyhlodaných skulinách si budují svá hnízda. Jsou schopni prohodit dřevěné, plastové, cihlové, ale i kovové a betonové struktury. Velmi náchylné k působení

■ Klíčové informace

- Mezi nepoužívané nástroje v boji se škodlivými hlodavci se řadí antikoagulantní rodenticidy, které však patří mezi látky, jež nesplňují požadavky na bezpečné používání biocidů (nařízení Evropského parlamentu a Rady /EU/ č. 528/2012) a cílem EU je jejich zákaz.
- V důsledku evropského nařízení o změně klasifikace (nařízení Komise /EU/ 2016/1179) jsou rodenticidy s koncentrací antikoagulantu 0,003 % a více nově klasifikovány a označeny jako toxické pro reprodukci, nejsou navíc dostupné pro amatérské použití, jak tomu bylo doposud.
- V reakci na toto nařízení uvedli výrobci deratizačních přípravků nově na trh přípravky s koncentrací účinné látky pod uvedeným limitem (tj. nižší než 0,003 %).
- Výsledky dosavadních testů naznačují, že se používání nástrah se sníženou koncentrací antikoagulantů jeví jako dostatečně účinné u citlivých populací. Otázkou zůstává, jaký bude mít vliv používání těchto přípravků na šíření rezistence.

škod hlodavci jsou elektrické kabely v zemědělské technice (kombajny, traktory) a elektrické rozvody v budovách. Při jejich poškození dochází v provozech k výpadkům světla, tepla, vzduchotechniky a následným ekonomickým ztrátám.

(Pokračování na str. 22)

Mikroklima ...

(Dokončení ze str. 18)

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 například semena osiv skladovat za sníženého obsahu kyslíku. Působením intenzivního dýchání dochází ke ztrátám na sušiny. Při vydýchání 1 kg oxidu uhličitého dojde ke ztrátě až 0,86 kg sušiny.

Délka skladování

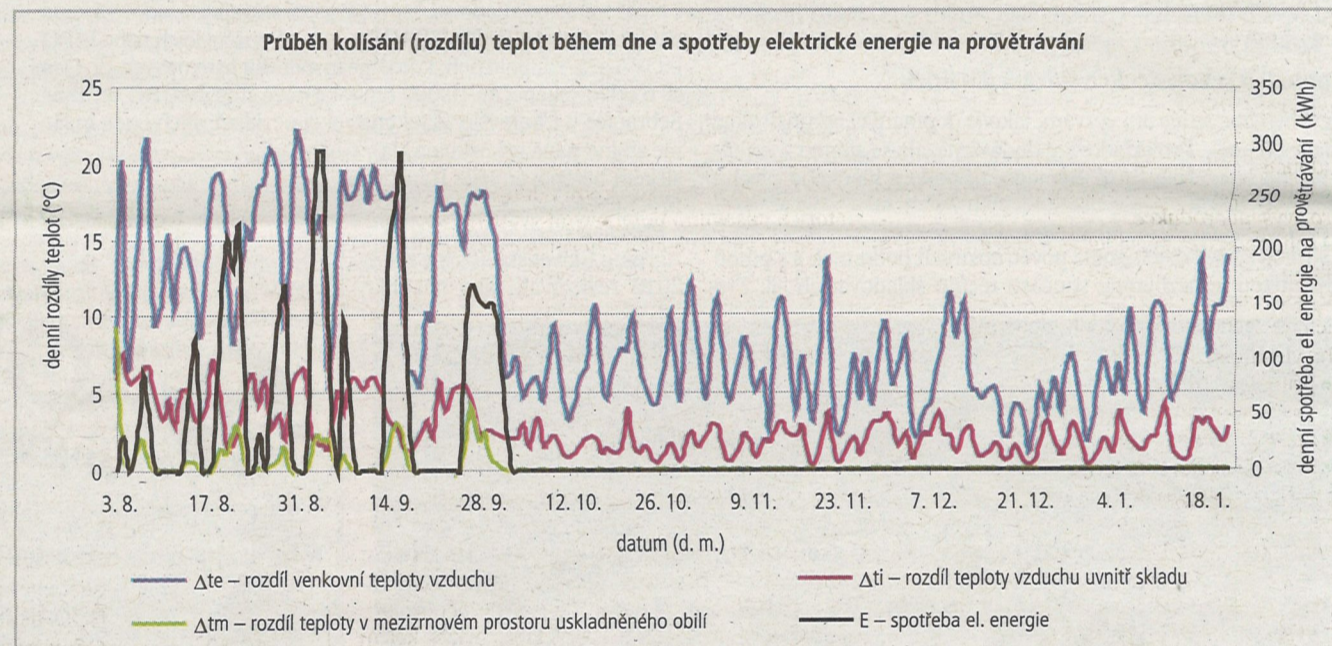
Maximální délka skladování je tedy přímo úměrná vlhkosti a teplotě zrna. Ze vzájemné souvislosti těchto tří veličin vyplývá podstatný vliv teploty zrna na přípustnou dobu skladování. Například pouhé snížení teploty uskladněného zrna z 20 na 15 °C vede ke zdvojnásobení délky skladování zrna o vlhkosti 15 %. Metoda aktivního provzdušňování zrna umožňuje akumulovat neošetřené vlhké zrna ve větším množství, aniž by došlo k poklesu jeho kvality. Aktivní provzdušňování je úspěšné tehdy, je-li použit vzduch s nízkou relativní vlhkostí a alespoň o 5 °C chladnější než provzdušňované zrna. Takto chladnější a suchý vzduch přiváděný v dostatečném množství je zárukou, že odpadní teplo vzniklé biologickou aktivitou uskladněných zrnin bude odvedeno a nedojde k samozhřevu a znehodnocení kvality uskladněných zrnin. Velmi důležitým požadavkem při skladování je uchování odolnosti zrna, jeho klíčivosti a klíčivé energie i výživové hodnoty. Proto je nezbytné nutné při aktivním provzdušňování dosáhnout během krátké doby požadovaného snížení teploty vlhkého neošetřeného zrna a v průběhu skladování zajistit stále podmínky bez podstatných změn, především zabránit zvýšení teploty uskladněného zrna, aby nedocházelo k nežádoucímu znehodnocení.

Na druhou stranu je uskladněné zrna živý organismus a jako takový potřebuje ke svému životu, být v latentní podobě, minimální obsah vody. Aby nedošlo k biologickému znehodnocení zrna a ztrátě jeho kvalitativních vlastností, musí být u zrnin zajištěn minimální obsah vody mezi 8 až 10 %.

Aktivní provzdušňování uskladněného materiálu

Základním požadavkem aktivního provzdušňování uskladněného zrna ve skladovacím prostoru je množství vzduchu dodávaného provzdušňovacím ventilátorem, tj. 20–30 m³ vzduchu za jednu hodinu na jednu tunu uskladněného zrna a potřebný tlak 1000 až 2000 Pa. Aby byl tento požadavek splněn, je třeba k provzdušňování použít dostatečně výkonné středotlaké ventilátory, které jsou schopny zajistit dostatečné množství vzduchu i potřebný tlak. Při rozmístění provzdušňovacích kanálů musí být osová rozteč provzdušňovacích kanálů menší nebo rovna násypné výšce uskladněného zrna ve skladovacím prostoru halového skladu (3–3,5 m). Tato rozteč má podstatný vliv na rovnoměrnost výstupní rychlosti vzduchu z vrstvy uskladněného zrna, a tedy i na rovnoměrnost provzdušňování, popřípadě i dosoušení uskladněného zrna intenzivní ventilací.

Je-li při provzdušňování venkovní vzduch teplejší než uskladněné zrniny, ochlazuje se vlivem styku s obilím a jeho relativní vlhkost stoupá. Při silnějším ochlazení vzduchu může být překročen



rosný bod a vodní páry obsažené ve vzduchu mohou začít kondenzovat na povrchu obilí, a tím zvyšovat jeho vlhkost.

Výsledky sledování skladovacích prostor

Obecně lze říci, že uskladněné zrna v halových skladech je díky konstrukčním a termoizolačním vlastnostem halových skladů a především velkému objemu uskladněného materiálu vystaveno menším teplotním výkyvům. Díky akumulacím schopnostem halového skladu a masы uskladněného materiálu se vyznačuje velkou teplotní setrvačností. To je patrné z grafu, kde je zobrazen průběh denních rozdílů teplot uvnitř halového skladu, venku a v mezizrnovém prostoru uskladněného materiálu a průběh spotřeby elektrické energie na provětrávání. V grafu je vyobrazeno



Pohled na dno věžového zásobníku, detail provzdušňovacích kanálů a vyskladňovací šachty

Foto Jiří Bradna

období zhruba měsíc od sklizně, tedy po naskladnění zrna do skladovacích prostor halového skladu.

Teplota materiálu významně reaguje svými výkyvy na spouštění systému nucené ventilace (výsledky dlouhodobého měření v rámci interního projektu pod záštitou dlouhodobého koncepčního rozvoje VÚZT, v. v. i., RO0618). Teplota uvnitř materiálu reaguje méně citlivě na teplotní výkyvy vnějšího prostředí díky termoizolačním vlastnostem halového skladu a velkému objemu uskladněného materiálu. Sledovaný halový sklad lze tedy charakterizovat vyšší schopností udržet požadované klima s ohledem na venkovní klimatické podmínky, například ve srovnání s věžovými zásobníky.

Závěrem lze konstatovat, jak již bylo zmíněno na začátku tohoto příspěvku, význam i malého snížení poškození zrna na dopravních cestách posklizňových linek pro ošetřování potravinářských zrnin je podtržen i tím, že jde o vícenásobnou manipulaci, takže výsledné poškození zrna je nezanedbatelné. Připočteme-li k tomu nedostatečné vyčištění zrna, poškození zrna pádem na dno věžových zásobníků či poškození zrna již při naskladňování halových skladů mobilní technikou, jedná se o tak výrazné snížení kvalitativních ukazatelů, které ovlivňuje jak cenu, tak výsledné využití dané zrniny. Každé snížení poškození nebo kontaminace zrna na posklizňových linkách zvyšuje jeho tržní hodnotu, je tedy nezbytné se tomuto problému věnovat již na úrovni obsluhy strojních částí posklizňových linek. Jedná se o operace při čištění a údržbě jednotlivých částí posklizňových linek od dopravních cest až po příjem zrnin na úseku čištění či expedice. Nejpriznivější skladovací teploty pro zrniny jsou všeobecně udávány mezi 5–10 °C. Teploty nad 25 °C by neměly být dlouhodobě překračovány, proto je nezbytné nutně ihned po sklizni uskladněné zrniny ve skladovacím prostoru intenzivně provzdušňovat.

Článek vznikl v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj VÚZT, v. v. i., RO0618.

Ing. Jiří Bradna, Ph.D., Ing. Josef Šimon, Ph.D.,
Ing. David Hájek, Ph.D., Ing. Daniel Vejchar,
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.