

Posklizňová úprava a skladování sladovnických ječmenů

Ing. JOSEF ZÁJEDA, Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb, Pečky

663.421.004.4
621.421:631.56

1. ÚVOD

Vysoká produkce obilovin a velká vybavenost našeho zemědělství sklízecí technikou přináší nové problémy při posklizňovém ošetřování a skladování zrna.

V obilném zrnu, jako v každém živém organismu, probíhají stále složité biochemické pochody, kterým souhrnně říkáme „dýchání“. Při tomto procesu se zásobní látky katalytickou činností enzymů mění na cukry a ty se oxidují na kysličník uhličitý a vodu za vzniku tepla. Uvedené pochody probíhají intenzivněji při vyšších teplotách a vlhkostech a naopak jsou minimální při nízkých vlhkostech a teplotách.

Proto při každém posklizňovém ošetřování a skladování zrna je cílem snížit jeho vlhkost, teplotu a odvádět zplodiny dýchání z mezizrnných prostorů. Současně je nutno odvádět i tytéž zplodiny dýchání mikroorganismů, tj. plísní, kvasinek a popřípadě i skladištních škůdců. Snížení teplot a odvod nežádoucích zplodin dýchání se provádí přehazováním, přepouštěním a v poslední době aktivním větráním.

2. ZPŮSOBY OŠETŘOVÁNÍ SLADOVNICKÝCH JEČMENŮ

Prvním způsobem ošetřování zrna na posklizňových linkách je předčištění. Cílem je zbavit základní zrno hrubých, zelených a létavých nečistot, které zpravidla mívají vysokou vlhkost. Při použití aktivního větrání, pokud se zrno horkovzdušně nesuší, může se toto ošetření vypustit.

Sušení sladovnických ječmenů se musí provádět velmi opatrně, aby se nepoškodila klíčivost. Z tohoto důvodu se doporučuje při horkovzdušném sušení teplota náhřevu zrna při vlhkosti do 19 % v I. a II. sušicím pásmu do 40 °C. Při vlhkostech nad 19 % nesmí překročit teplota v I. sušicím pásmu 35 °C a v II. pásmu 40 °C. Přes tato opatření se však často klíčivost mírně poškodí. V posledních letech některé závody již vylučují horkovzdušné sušení a nahrazují je dlouhodobým aktivním větráním.

Přehazování a přepouštění zrna je sice stále ještě dosti rozšířené, avšak je málo účinné, zvláště u vlhkých

partii, nehledě k tomu, že častou manipulací se zrna druhotně poškozuji.

Ošetřování zrnin aktivním větráním se v současné době stává již nepostradatelnou technologií při posklizňovém ošetřování a skladování. Některé závody si již nedovedou představit skladování zrnin bez aktivního větrání nejen v hangárových a podlahových skladech, nýbrž i v silových, v nichž se v současné době nejmožněji rozšiřuje.

Po počátečním záměru skladované zrno jen zchladit na vhodnou skladovací teplotu pomocí chladicích zařízení, bylo žádaného cíle dosaženo jen venkovním vzduchem za použití malých ventilátorů. Vzhledem k malým výkonům těchto ventilátorů je nutno provětrávat dlouhodobě, což má velmi dobré sušicí účinky (tab. 1).

Tab. 1. Přehled o realizaci aktivního větrání v ČSSR

Rok	u ZNZ t	u zemědělských závodů t	celkem t
1971	18 200	—	18 200
1972	84 152	—	84 152
1973	183 033	přes 17 000	200 000
1974	328 478	přes 175 187	503 665
1975	598 336	přes 443 332	1 041 668
1976	844 602	přes 531 919	1 376 521
1977	1 059 933	přes 787 423	1 847 386
1978	1 231 280	přes 646 451	1 877 711

Hlavní výhoda provětrávání zrna spočívá v tom, že při něm odpadá další manipulace se zrnem nebo je značně omezena. Kromě toho se zvyšuje skladovací kapacita o 30 až 100 %, protože odpadá potřeba manipulačního prostoru a je možno zvýšit násypnou výšku zrna proti dosavadnímu způsobu skladování.

3. SYSTÉMY AKTIVNÍHO VĚTRÁNÍ

Aktivní větrání je v podstatě nucená výměna vzduchu z mezizrnných prostor ventilátory. Do obilí se vhání nebo nasává vzduch buď uměle zchlazený v chladicích zařízeních, nebo neupravený — venkovní, zpra-

vidla v závislosti na jeho relativní vlhkosti a teplotě vůči skladovanému zrnu. Při aktivním větrání rozeznáváme tři systémy:

Sací systém

Je výhodný při dochlazování suchého zrna určeného pro dlouhodobé skladování hlavně v silových skladech. Prostory nad obilím jsou současně aspirovány a odsátý vzduch je možno čistit, takže se neznečišťují sklady ani jejich okolí.

Tlačný systém

Tento způsob je nejvhodnější pro dosušování a následné dochlazování vlhkého zrna. Se zvyšováním tlaku se vzduch současně ohřívá a tím klesá jeho relativní vlhkost, což kladně působí na jeho sušící schopnost. Pro dochlazování je méně vhodný, neboť zvýšená teplota vzduchu snižuje jeho chladicí účinnost. Využívá se též tam, kde není možno pro netěsnost stropu zavádět sací systém.

Kombinovaný systém

Využívá se převážně při provětrávání obilí ve vysokých vrstvách sil, neboť snižuje nároky na přetlak vzduchu. Výjimečně u některých typů sil je možno velkými axiálními ventilátory dosáhnout přetlaku v celém prostoru pod buňkami, takže odpadá nákladná stavba rozvodu vzduchu pod buňkami. Teplota vzduchu vstupujícího do obilí je v tomto případě blízká teplotě venkovního vzduchu. Například při prvních mrazích je rozdíl teplot vzduchu venku a pod buňkami až 15 °C.

4. ROZVOD VZDUCHU V PODLAHOVÝCH SKLADECH

V zásadě rozeznáváme rozvod vzduchu nadpovrchový a podpovrchový, dále s centrálním kanálem nebo s pří-
mým rozvodem. V našich podmínkách se nejvíce rozšířil a osvědčil nadpovrchový rozvod bez centrálního kanálu. Je to proto, že tento typ má minimální ztráty tlaku vzduchu, je levný a velmi snadno realizovatelný v univerzálních skladech.

Kulatá větrací roura

Základem nadpovrchového rozvodu vzduchu je větrací roura o průměru 400 mm. Je svařena z 5 kruhů a 8 až 10 dvoumetrových prutů z betonářské oceli o průměru 12 mm. Na tyto kostry rour se navlékají pytle — žoky s rozříznutým dnem. Tento typ rour je při zasypání obilím nutno pečlivě zajistit proti možnému odvalení a tím i případnému zasypání. Při vyskladňování se snadněji vyprošťují.

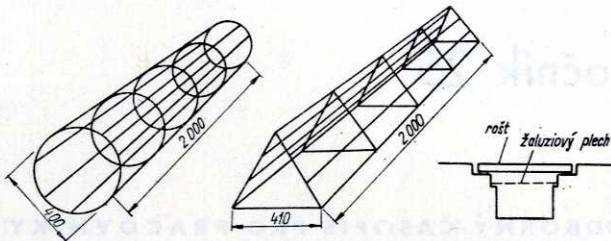
Trojboká větrací roura

Další typ větracích rour má profil trojúhelníku. Zhotovuje se obdobně z 5 rovnostranných trojúhelníků o straně 410 mm. Větší profil rour se nedoporučuje, neboť na ně nelze navlékat pytle. Na trojúhelníky se navazuje 7 dvoumetrových prutů. Trojboký typ rour je výhodnější při uskladňování, neboť nemá tendenci se odkulit. Při vyskladňování obilí se však obtížněji vyprošťuje (obr. 1).

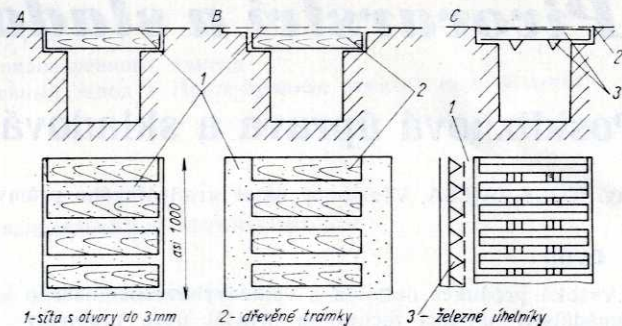
Podpovrchové kanály

Přestože tento typ je při budování nákladnější (5 až 10krát), má v některých případech své opodstatnění, například při několikanásobných otáčkách, možnosti zbudování již při výstavbě apod. Pro tyto účely doporučujeme kanál o maximální šíři 30 cm a hloubce minimálně 40 cm. K zakrytí kanálů jsou vhodné dřevěné hranolky nebo profilovaná železa. Horní část kanálu se pokrývá ocelovými sítí z čističek nebo drátěným pletivem s otvory maximálně do 3 mm. Aby bylo možno hranolky zapustit, má horní část kanálu rozteč 50 cm. Síť

o šířce 80 až 100 cm se přibíje k hranolům a kladou se až na úmyslně hrubý beton, aby se zajistil přístup vzduchu pod celou plochu. Pro tyto účely nedoporučujeme používat žaluziových plechů, neboť jsou jen 30 cm široké a mají propustnost jen 5 % oproti jiným sítím, která mají propustnost až 30 %. Tím by vznikaly zbytečné nároky na silné ventilátory a při přejezdu kolovými prostředky se větrací šterbinou snadno zmenšují (obr. 2).



Obr. 1. Schéma větracích rour v hangárových skladech.



Obr. 2. Schéma různých typů zakrytí podpovrchových kanálů.

Větrací kanály

Nadpovrchové kanály se skládají z větracích rour, potažených pytli, zpravidla kolmo na hlavní osu skladu. Zásadně se k sobě nešroubují, ani nedráťují, ale spojují se pouze přetažením jednoho pytle přes dvě roury, aby vyskladňování nečinilo potíže.

Sklady s rovnoměrným vrstvením obilí

Při únosných a neprodyšných stěnách se obilí vrství po celé šíři skladu ve stejné výši. Větrací roury se skládají od stěny ke stěně. Tento způsob je vhodný i pro obilí s vyšší vlhkostí, neboť všechny vrstvy jsou provětrávány rovnoměrně.

Sklady s nerovnoměrným vrstvením obilí

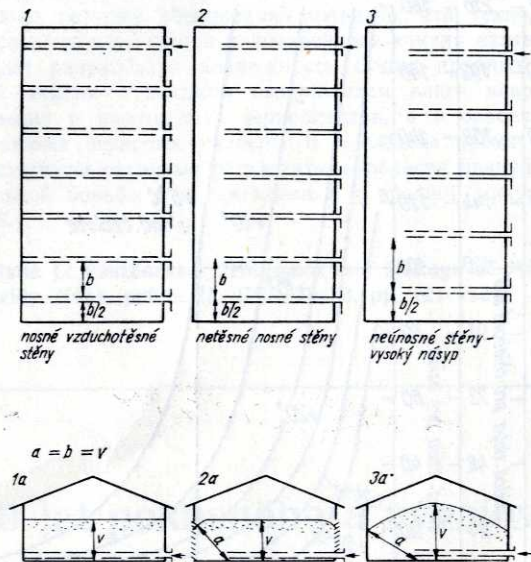
Druhý způsob je nejrozšířenější a je nejčastěji využívaný ve skladech se stěnami s malou únosností, avšak ve střední části skladu lze vrstvit obilí až do výše několika metrů. Tím se však stává, že povrch hromady je od podlahy nerovnoměrně vzdálen, a proto je nutno podle toho skládat větrací kanály. V tomto případě platí zásada, že se za ventilátor dává tolik metrů plných — nevětracích rour, kolik metrů je násypná výška ve střední části skladu. Potom se teprve instalují větrací roury. Na druhé straně ke stěně se ponechá tolik metrů volného prostoru, kolik bylo plných rour. Tento způsob lze však zatím doporučit při použití běžných axiálních ventilátorů jen pro vlhkosti zrna do 18 %, i když kladné výsledky byly získány i u partií s vyšší vlhkostí.

Rozteč a délka větracích kanálů

Základní rozteč kanálů pro obilí s vlhkostí do 17 % se rovná výšce násypu. Pro suché obilí je možno použít rozteč větší a pro mokré zase naopak menší.

Protože hlavním cílem provětrávání obilí je zajistit bezpečné skladování a také vysoušení vlhkých partií, nedoporučujeme instalovat větší rozteč kanálů než 3 m. Běžně se užívá 2 až 3 m. U suchého obilí není nutno všechny ventilátory osazovat větracími kanály (obr. 3).

Běžné délky kanálů jsou do 15 až 18 m. Při větších délkách se doporučuje instalovat výkonnější ventilátory. Větší délky kanálů nad 25 až 30 m se nedoporučují.



Obr. 3. Schéma rozvodu vzduchu v hangárových skladech.

5. ROZVOD VZDUCHU V SILOVÝCH SKLADECH

Vzhledem k tomu, že v ČSSR je velký počet různých typů sil, je nutno i při jejich úpravách na větrání postupovat odlišně. Ve všech případech se s výhodou využívá žaluziových plechů v různém uspořádání. V konusu buněk se paprskovitě přivařují na ocelovou nebo přistřelují na betonovou část žaluziové plechy, jejichž okraje jsou ohnuty asi o 20 mm. Horní čela plechů se zaslepují a dolní se ponechávají otevřená pro čištění. Pod každým plechem je nutno zhotovit otvor o průměru 100 až 120 mm pro přívod vzduchu.

V sílech s celobetonovou výsypkou je nejvhodnější do buněk montovat větrací hranol. Je to v podstatě kostra hranolu o rozměrech 50×50×100 cm na nohách 30 cm vysokých obalená sítím nebo žaluziovým plechem. Horní část je zakončena čtyřbokým jehlanem o výšce 50 cm. Proti zborcení je hranol zabezpečen čtyřmi opěrami. Do prostoru hranolu je zaveden zvláštní rourou větrací vzduch. Mezi vlastní uzavěr výsypky a zabetonované ocelové osazení se montuje speciální nástavek, který umožňuje současně vypouštět obilí z buňky i přivádět vzduch do větracího hranolu. Výhodou je, že celé zařízení se pouze montuje (obr. 4).

6. VENTILAČNÍ JEDNOTKY

Po několikaletých dobrých zkušenostech se v halových a podlahových skladech ustálilo využívání malých axiálních ventilátorů o příkonu okolo 0,5 kW. Jde o typ V2-465 na 220 V o příkonu 0,5 kW, jejichž výrobcem jsou Opravný zemědělských strojů Dašice. Druhým typem je API 400 nebo 500 ze ZVVZ Prachatic na 220/380 V o příkonu 0,55 kW. Výkonnější typ je AP 59 A2 na 220/380 V o příkonu 0,75 kW z OZS Dašice.

Do silových skladů je nejvhodnější budovat ventilátory řady RVD 400 nebo 500 o příkonu od 4 do 11 kW do

centrálních potrubí s možností čištění vzduchu přes cyklóny.

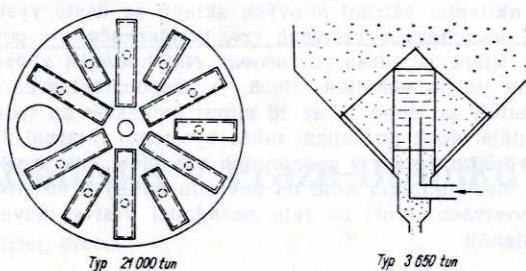
7. AUTOMATICKÁ REGULACE VĚTRÁNÍ

Chod ventilátorů se zpravidla ovládá ručně. Tento způsob je však náročný na spolehlivost obsluhy, neboť správné větrání je nutno řídit minimálně podle teploty, popřípadě podle relativní vlhkosti vzduchu.

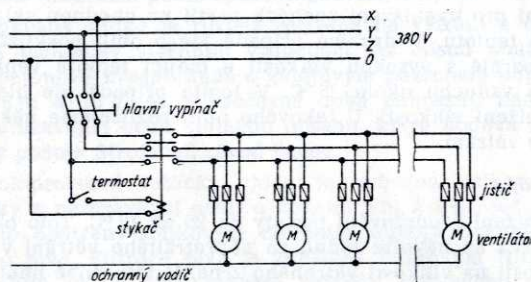
Tento náročný úkol lze nahradit jednoduchým a levným zařízením ve formě termostatu a elektrického stykače. Pro tyto účely postačí jakékoliv prostorové termostaty, pracující v rozmezí 0 až 30 °C.

Ovládáním chodu ventilátorů podle předem nastavené teploty na termostatu se vyloučí zbytečné a mnohdy i nevhodné provětrávání obilí. Tím lze dosáhnout značných úspor ve spotřebě elektrické energie.

Při instalaci termostatů je vhodné umístit je na přístupné místo pro snadnou regulaci, nejvhodněji do sacího prostoru ventilátorů, aby nebylo velkých rozdílů mezi naměřenou a skutečnou teplotou nasávaného vzduchu (obr. 5).



Obr. 4. Schéma rozvodu vzduchu v sílech.



Obr. 5. Schéma zapojení termostatu a elektromotorů ventilátorů.

8. VLHKOST ZRNA URČENÉHO K VĚTRÁNÍ

Podle posledních zkušeností je nutno provětrávat veškeré skladované obilí, u kterého nebylo dosaženo vhodné teploty pro dlouhodobé skladování nebo nemohlo u něho být zajištěno okamžité přesušení.

Obilí určené k provětrávání můžeme rozdělit na tři skupiny:

I. skupina — obilí s vlhkostí do 15 %

Sem patří obilí s vlhkostí přirozenou nebo uměle sníženou pod 15 %. U této skupiny je nutno postupně zajistit snížení teploty pod 10 °C. Při minimálním větrání lze počítat se snížením vlhkosti ještě o 0,5 %.

II. skupina — obilí s vlhkostí do 18 %

Do této skupiny patří veškeré obilí, které bude dlouhodobě skladováno v hangárových nebo podlahových skladech. Velké výhody jsou zvláště u sladovnických ječmenů, u nichž konečná vlhkost nad 15 % nevadí při jejich zpracování. Vzhledem k dobrým výsledkům při provětrávání sladovnických ječmenů jeví se možnost posunout hranici pro bezpečné skladování na 19 %.

Zajištění aktivního větrání právě u této skupiny obilí přináší velké ekonomické výhody, neboť většinou jde o partie, které by jinak bylo nutno před dlouhodobým skladováním přesoušet na horkovzdušných sušičkách. Vzhledem k možnosti dlouhodobého větrání (až několik měsíců), je předpoklad podle doby a intenzity větrání snížení vlhkosti o 2 i více procent.

III. skupina — obilí s vlhkostí nad 18 %

Veškeré obilí s vlhkostí nad 18 %, u kterého nelze zajistit okamžité přesoušení, je nutno aktivně větrat až do tepelného ošetření.

Pro dosažení maximálního vysušení při aktivním větrání je nejvýhodnější instalovat ventilátory na jižní stranu skladu. Na této straně je sice nasáván vzduch o vyšší teplotě, ale s podstatně nižší relativní vlhkostí. Takový vzduch má vyšší sušící účinky.

K uvedeným skupinám je nutno podotknout, že za určitých okolností se toto rozdělení prolíná vlivem zralosti zrna, stupně posklizňového dozrávání, násypné výšky, množství dodávaného vzduchu, teploty zrna a větracího vzduchu.

Při aktivním větrání silových skladů se často vyskytují v povrchových vrstvách tzv. kondenzační — potní vrstvy, které je nutno rozrušovat. Nejvhodnější způsob, ověřený již na několika silech, je přepouštění zrna do téže buňky po dobu 15 až 30 minut jedenkrát za týden. V pozdější době po sklizni může být tento interval delší. U vlhčího zrna a v podzimních měsících, kdy je větší rozdíl mezi teplotou zrna na povrchu buňky a ve středních vrstvách, tvoří se tyto nežádoucí vrstvy dříve a intenzivněji.

9. TEPLOTY VĚTRANÉHO OBIÍ

Obilí větráme zpravidla ze dvou hlavních důvodů. První pro vychlazení suchých partií na vhodnou skladovací teplotu. V druhém případě jde o obilí posklizňově nedozrálé s vysokou vlhkostí a mající teplotu venkovního vzduchu okolo 25 °C. V tomto případě jde hlavně o snížení vlhkosti. U takového obilí rozlišujeme několik etap větrání.

I. etapa

Snížení a udržování teploty na 20 až 22 °C. Toto období trvá až několik týdnů za nepřetržitého větrání v závislosti na vlhkosti větraného zrna. V této době není žádoucí urychlené snížení teplot za předpokladu, že je zajištěno dokonalé větrání, při kterém teploty zrna samovolně nestoupají. Za těchto podmínek se maximálně snižuje vlhkost vlivem většího odparu vody z povrchu zrna.

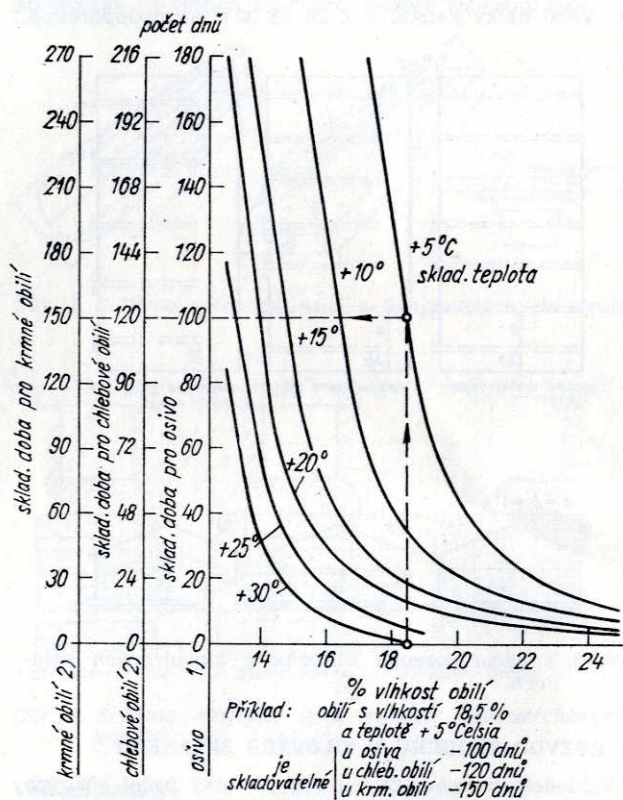
II. etapa

V této etapě jde o snížení teploty zrna pod 15 °C. Toho lze zpravidla dosáhnout koncem srpna a během září. Při těchto teplotách se stále snižuje vlhkost, omezuje dýchání zrna, snižuje činnost mikroorganismů a hlavně se podstatně omezuje činnost skladištních škůdců. V této době se již nevětrá nepřetržitě, nýbrž jen vzduchem vhodných teplot a relativní vlhkosti. To může zajistit termostat nastavený na hodnotu o 5 °C nižší, než je teplota větraného zrna. Například při teplotě zrna 20 °C nastavíme termostat na 15 °C.

III. etapa

V tomto období jde o snížení teploty zrna pod 10 °C. Obilí je již zpravidla maximálně odsušené, takže se jedná hlavně o zchlazení. K tomu se využívá převážně noční vzduch. Pokud se dodrží zásada o využívání chladnějšího vzduchu s nižší teplotou minimálně o 5 °C, je možno větrat, i když jsou mlhy nebo deštivé počasí a přesto se stále zrno vysušuje na 15 %.

Nejčastěji se provětrává obilí jen do teplot okolo 10 °C. Tato teplota vyhovuje z několika důvodů. Je dostatečně nízká, aby bylo do značné míry omezeno dýchání zrna, činnost mikroorganismů a většiny skladištních škůdců. Další provětrávání na nižší teploty je již neúměrně nákladné a u suchého obilí i zbytečné (obr. 6).



1) podle Kosminy a Bewera
2) empirická doba

Obr. 6. Graf bezpečné doby skladování.

10. SKLADIŠTNÍ ŠKŮDCI

Nepřetržité nebo pravidelné větrání obilního zrna má velmi nepříznivý vliv na vývoj většiny skladištních škůdců. Proto je aktivní větrání současně i preventivním ošetřováním proti skladištním škůdcům, zvláště ve skladech s tradičním výskytem škůdců.

Snížením teploty obilí k 15 °C se již omezuje u většiny skladištních škůdců kladení vajíček a podstatně se prodlužuje jejich vývoj. Další snížení teploty pod 12 °C má negativní vliv na jejich pohyblivost, neboť se dostávají do tzv. latentního stavu, čímž je jejich vývoj téměř zastaven. Tyto teploty však nestačí na omezení vývoje některých druhů roztočů. Přesto však můžeme počítat s určitým potlačením těchto škůdců.

Případné přemnožení teplomilných skladištních škůdců v nevětraných zásobách je možno likvidovat v zimních měsících snížením teploty zrna za mrazivých dnů až k 0 °C.

Zájeda J.: Posklizňové úpravy a skladování sladovnických ječmenů. Kvas. prům. 25, 1979, č. 6, s. 121–125.

Technologie aktivního větrání je v neustálém vývoji, proto je nutno předpokládat ještě určité změny. Hlavně lze počítat s další možností ošetřovat partie zrna s vyšší vlhkostí než dosud jak v halových skladech, tak hlavně v nižších typech sil. Rovněž jsou kladné výsledky

nejen v preventivním boji proti skladištním škůdcům, ale i proti nežádoucí mikroflóře.

Заеда, И.: Послеуборочная обработка и складирование пивоваренного ячменя. Квас. прум. 25, 1979, № 6 стр. 121—125.

Методы применяемые в настоящее время для сушки зерна в установках с вентиляторами и принудительной циркуляцией воздуха постепенно совершенствуются и можно поэтому обоснованно ожидать, что технология послеуборочной сушки пивоваренного ячменя изменится. Будет разработана возможность сушки крупных партий ячменя с высоким содержанием влаги непосредственно в помещениях зерноскладов, а в особенности в низких зерновых силосах. В последнее время были достигнуты отличные результаты в области предупредительной борьбы с вредителями и с вредной микрофлорой.

Zájeda J.: Postharvest Treatment and Storage of Malting Barley. Kvas. prům. 25, 1979, No. 6, pp. 121—125.

Various methods used at present to dry grain by ventilation are being steadily further developed and many improvements can be therefore reasonably expected. It will be probably possible to dry large batches of barley with high moisture content in hall-type storage rooms and especially in low bins. Good results have been recently achieved in pest control in storage facilities and in suppressing harmful microflora.

Zájeda J.: Behandlung und Lagerung der Braugerste nach der Ernte. Kvas. prům. 25, 1979, No. 6, S. 121—125.

Die Technologie der aktiven Belüftung befindet sich in ständiger Entwicklung und deshalb müssen noch bestimmte Änderungen vorausgesetzt werden. Man kann hauptsächlich mit weiterer Möglichkeit der Behandlung der Gerstenpartien mit höherer Feuchtigkeit in Hallen lagern und niedrigeren Silotypen rechnen. Positive Ergebnisse wurden auch in der preventiven Bekämpfung der Lagerschädlinge sowie auch der unerwünschten Mikroflora erzielt.