

Ošetrenie obilia pomocou konzervovania chladom s prístrojmi GRANIFRIGOR™

od Ralph E. Kolb

frigortec.com





© FrigorTec GmbH

1 GRANIFRIGOR™ na chladenie obilných ocelových síl

Ošetrenie obilia pomocou konzervovania chladom s prístrojmi GRANIFRIGOR™

Obilie je našou najdôležitejšou základnou potravínou. Vysieva sa a zberá s veľkou starostlivosťou. Podľa Organizácie OSN pre výživu a poľnohospodárstvo (Food and Agriculture Organisation of the United Nations - FAO) sa ročne zničí na celom svete viac ako 20% pozberaného obilia. Najväčšia časť týchto strát je zavinená aktivitami hmyzu a vznikom plesní. So systémom konzervovania chladom s prístrojmi GRANIFRIGOR™ sa významne zabráni týmto stratám. Po celom svete sa konzervuje touto technológiou veľa miliónov ton obilia, olejnín, ryže, kukurice a iných zrnín (obr. 1).

Prečo konzervovanie chladom

Vlastné dýchanie a s tým spojený samoohrev je príčinou strát čerstvého obilia po zbere. Tento proces je závislý od vlhkosti a teploty obilia. So stúpajúcou vlhkosťou a teplotou je dýchanie intenzívnejšie. Výsledkom samoohreву je strata sušiny, vývoj hmyzu a plesní. V miernych klimatických pásmach je známe, že počas chladnejšieho ročného obdobia vzniká podstatne menej skladových strát, ako počas letných mesiacov. Konzervovaním obilia chladom sa klimatické podmienky presunú do obdobia po žatve a dajú sa využívať bezprostredne po žatve. V tropických oblastiach je riziko zničenia následkom horúcich a vlhkých klimatických podmienok obzvlášť vysoké. Preto má tam konzervácia chladom obzvlášť veľký význam.

Zrná obilia poskytujú vďaka svojej štruktúre a vlastnostiam povrchu, ako aj nízkej tepelnej vodivosti ideálne

podmienky na chladenie. Konzervácia chladom systémom GRANIFRIGOR™ má veľa predností. (Lit. 1). V ďalšom sú tieto bližšie popísané.

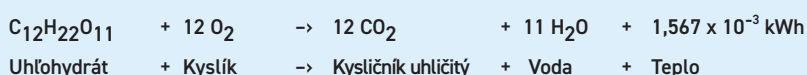
Redukcia straty sušiny

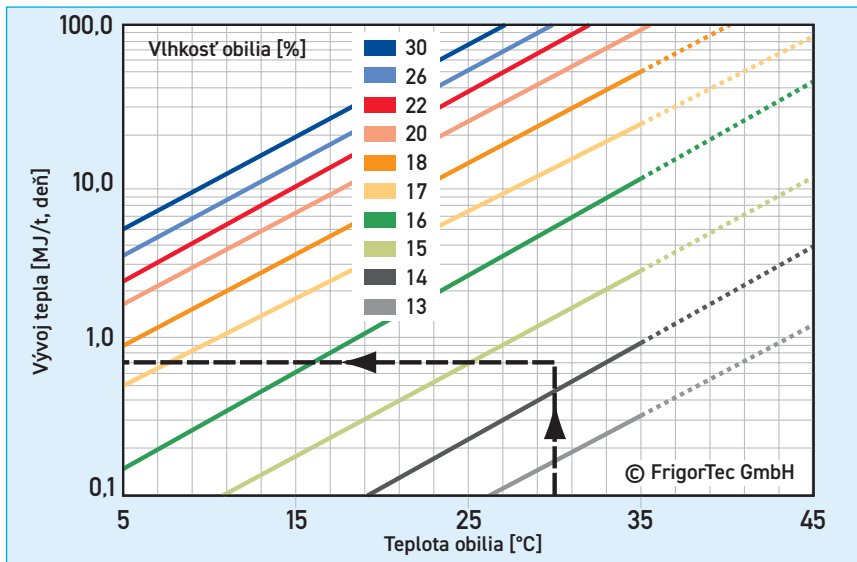
Proces vývoja obilia dosahuje so zberovou zrelosťou svoj vrchol. Obylie ale žije aj po zbere, dýcha. Pri vlastnom dýchaní sa prijímaním kyslíka odbúravadajú hydráty uhlíka, pričom sa uvoľňuje oxid uhličitý, voda a teplo. Následkom je strata sušiny v skladovanom obilí. Empirický vzorec chemického procesu je zobrazený dole.

Na obr. 2 je znázornený vznik tepla v závislosti na teplote a vlhkosti obilia. V praxi je možné takto určovať straty sušiny v skladovanom materiáli.



Dýchanie zrna – empirický vzorec chemického procesu:





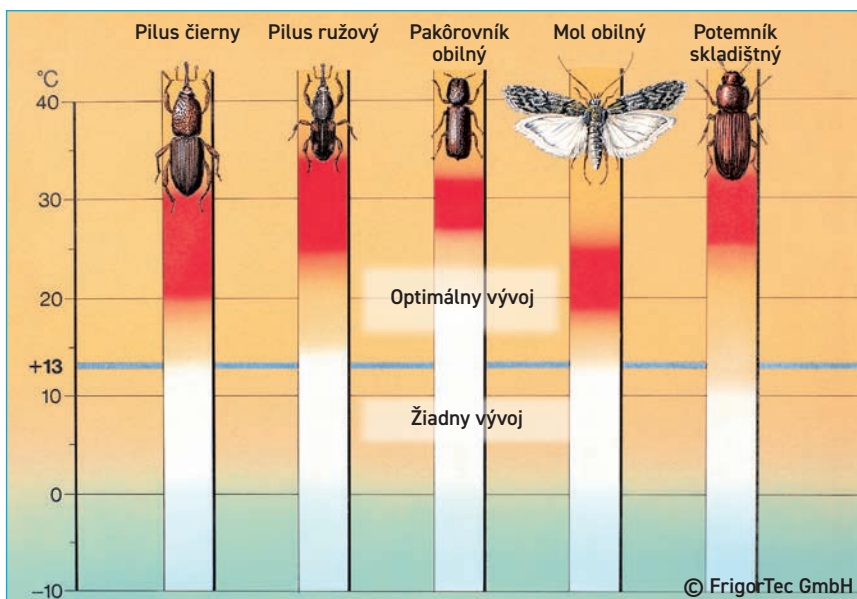
2 Vznik tepla pri skladovaní obilia modifikované podľa Jouin (Lit. 2)

Výpočet príkladu strát dýchaním – strata sušiny		
Zadané		
Druh obilia	pšenica	
Vlhkosť obilia	14,5 %	
Teplota obilia	30 °C *	
Cena obilia	200 EUR/t	
Doba skladovania	4 mesiace	
Skladované množstvo	10.000 t	
Vzorec		
Strata sušiny (t) =	$\frac{\text{vznik tepla [MJ/t, deň]} \times \text{doba skladovania [deň]} \times \text{skladované množstvo [t]}}{15.000 \text{ [MJ/t]}}$	
Výsledok		
	Strata sušiny [t]	Strata/náklady [EUR]
nechladené pri 30 °C **	64	12.800
nechladené pri 25 °C	32	6.400
chladené pri 10 °C	nízka (< 1)	1.800 spotreba prúdu***

* Po sušení, alebo v lete priamo z poľa

** Vid' obr. 2

*** Výpočet: 4,5 kWh/t spotreba prúdu a 0,04 EUR/kWh cena prúdu



3 Vývoj najdôležitejších druhov hmyzu v závislosti na teplote

Zabrániť stratám hmotnosti a kvality pôsobením hmyzu

Pôvodne bola konzervácia chladom vyvinutá pre konzerváciu vlhkého obilia pred sušením. Dnes sa ale chladí viac suchého, ako vlhkého obilia – hlavne na ochranu proti napadnutiu a rozmnožovaniu hmyzu. Na obr. 3 sú znázornené najznámejšie druhy škodlivého hmyzu, ako aj optimálne podmienky jeho vývoja a existencie. Niektorí škodcovia sa vyskytujú hlavne v miernych klimatických pásmach, iné nachádzajú ideálne podmienky v tropických oblastiach.

Stratám požieraním hmyzu sa dá účinne zabrániť schladením zberaného materiálu na teplotu pod 13 °C. Pri vhodných nízkych teplotách sa dostáva hmyz do stavu pasívneho zimného spánku a nespôsobuje žiadne škody v skladovanom materiáli.

Ak však hmyz nájde optimálne podmienky o vzťahu k teplote a vlhkosti, vznikajú veľké straty požieraním a výkalmi. Problém sa navyše postupne zväčšuje, nakoľko hmyz sa pri optimálnych podmienkach dramaticky rozmnožuje (obr. 4). Väčšina druhov chrobákov má veľmi krátky čas vývoja. Pri pilusovi čiernom je pri ideálnych podmienkach už po 25 dňoch generčný cyklus ukončený.

Chladienie bez chemického ošetrovania

Dnes už podliehajú chemické ošetrenia obilia zásadným regulačným opatreniam. Zaplynovanie spôsobuje vysoké náklady vďaka chemickým látkam a náročnej aplikácii. Ďalej je nutné zohľadniť, že v mnohých krajinách je používaný metylbromid od roku 2005 zakázaný.

Zabránenie plesniam

V závislosti od poveternostných podmienok a striedania plodín sa môže vyskytnúť napadnutie fuzáriou v regionálne rozdielnych stupňoch (Lit. 4). Vedľa značných finančných škôd vzniká nebezpečenstvo tvorby mykotoxínov. Mykotoxíny pôsobia na ľudí a zvieratá toxicky. Napríklad bravčový dobytok citlivo reaguje na deoxyvalenol DON a Zearalenon ZEA. Následkom sú znížená chuť do žrania, redukovaný rast, alebo poruchy plodnosti.

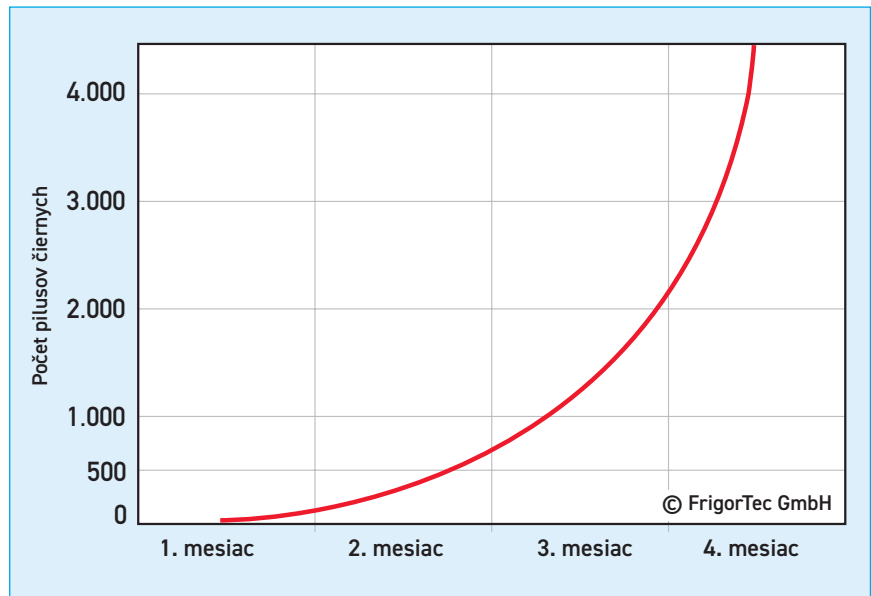
Vývoj plesní a ich mykotoxínov, napr. aflatoxín, sa mimo iného zrýchľuje teplom. Chladením obilia pomocou GRANIFRIGOR™ u sa tomuto vývoju zabraňuje (Obr. 5).

Ušetrenie nákladov na sušenie

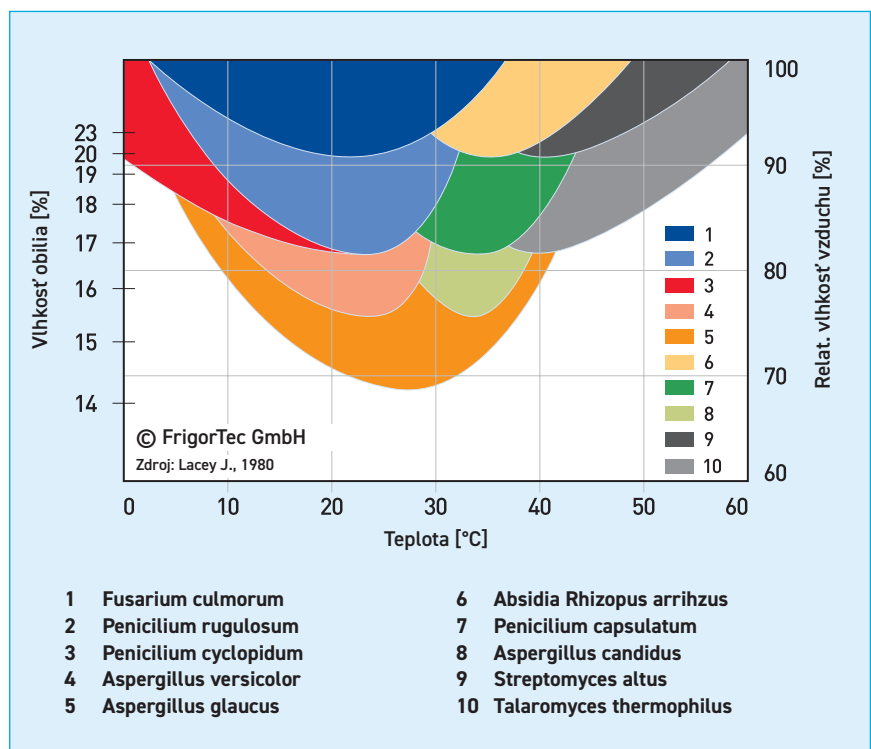
Pšenica po zbere sa suší podľa druhu použitia na 14 - 16% vlhkosť, v Nemecku najčastejšie na 15% (Lit. 6). Pre tento účel sa zahrieva v špeciálnom sušiacom zariadení okolitý vzduch. Tento teplý vzduch odoberá vlhkosť z obilia a odvádza ju do okolia. Skladovacia vlhkosť kukurice, ryže, alebo olejní je nižšia ako pri pšenici.

Úspory pri konzervácii chladením sú dané nasledovnými podmienkami:

- Každý proces chladienia má aj dodatočný sušiaci efekt. Tento redukuje vlhkosť obilia o ďalších 0,5 - 1,5% za každých 20 K schladenia materiálu. Pri vyšších vlhkosťach obilia (> 18 % vlhkosť) môže byť efekt sušenia vyšší, pri suchšom obilí (< 14 % vlhkosť) je efekt sušenia podstatne menší.



4 Rozmnožovanie pilusa čierneho v závislosti na čase pri optimálnych podmienkach (Lit. 3).



5 Vývoj rôznych organizmov v závislosti na vlhkosti a teplote (Lit. 5)

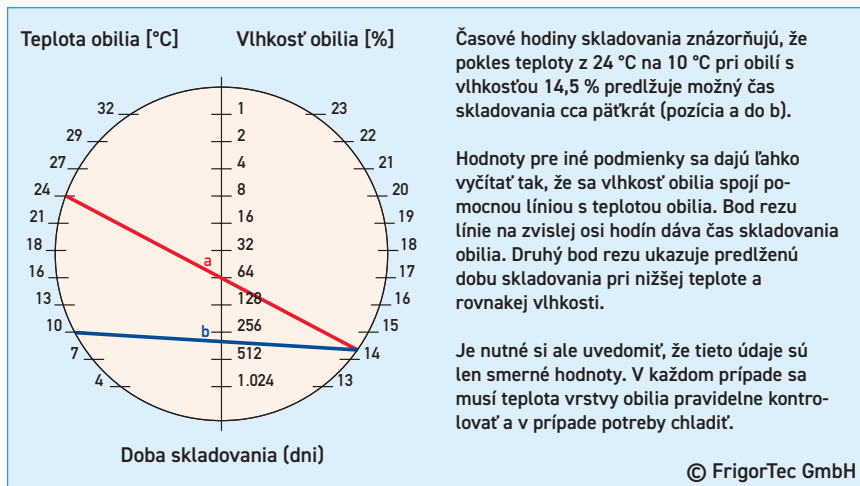
- Doba zotrvania v sušiarňi sa dá skrátiť vhodnou optimalizáciou sušenia a chladienia. Týmto sa ušetrí energia a zvýši sa výkon sušenia.
- Nakoľko obilie je zaťažované menšou energiou, je sušené šetrnejšie, čím vzniká aj menej napätových trhlin.

Tab. 1: Čas skladovania schladeného obilia v závislosti od klimatického pásma a vlhkosti

Klimatické pásmo	mierne*	tropické**
Vlhkosť [%]	[mesiace]	[mesiace]
12 – 15	8 – 12	6 – 8
15 – 17	6 – 10	3 – 5
17 – 19	4 – 6	1 – 2
19 – 21	1 – 4	0,5 – 1

* Prvé schladenie na 10 °C, pre Európu

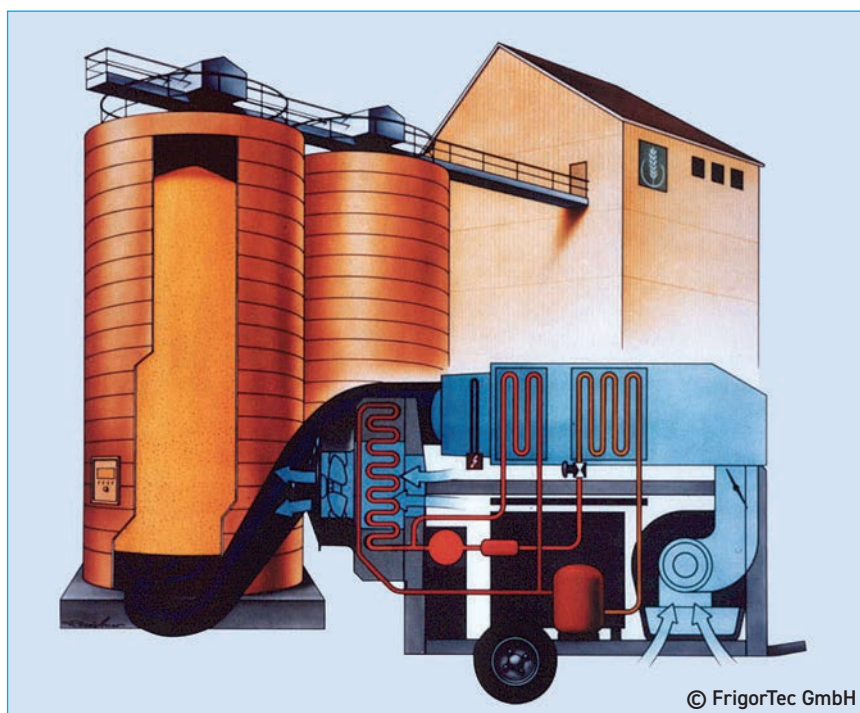
** Prvé schladenie na 15 °C, napr. pre Latinskú Ameriku, alebo Áziu.



6 Časové hodiny skladovania obilia

Tab. 2: Energieaufwand bei einmaliger Kühlung von Getreide und Ölsaaten

Priemerná teplota [°C]	10	15
Región	Európa	Latinská Amerika/Ázia
Klimatické pásmo	mierne pásmo	tropické pásmo
Spotreba prúdu v kWh/t	2–4	6–8



7 Princíp chladiaceho prístroja GRANIFRIGOR™

Žiadne straty preskladňovaním

Pri pôvodnom skladovaní bez chladienia bolo často potrebné preskladňovanie obilia. Následkom miešania a s tým spojeným kontaktom so vzduchom sa eliminovali hniezda ohrevu. K tomuto bol vždy potrebný voľný skladovací priestor (silo), pričom pri každom preskladňovaní vznikali straty oterom cca 0,03 % z celkového množstva. K tomu je nutné ešte prirátat spotrebu energie dopravných zariadení, ktoré sa pohybujú v rozmedzí cca 1 – 3 kWh na tonu obilia. Obilie, schladené prístrojom GRANIFRIGOR™ sa nemusí preskladňovať.

Schladené obilie zostáva dlho chladné

Nehybná vrstva obilia prijíma energiu len veľmi pomaly. Toto vyplýva z izolačného účinku vzduchu v prázdnom priestore medzi zrnami a nízkej kontaktnej ploche zrn. Preto zostáva teplé obilie aj pri chladnejšej vonkajšej teplote dlho teplé. Schladené obilie zostáva naopak vďaka tomuto efektu dlho chladné. V tabuľke 1 sú časy skladovania schladeného obilia v závislosti na obsahu vlhkosti. Časy skladovania znázorňuje obrázok č. 6.

Spotreba energie pri konzervovaní chladom

Početné výhody konzervácie chladom si vyžadujú aj náklady. Mimo investície do chladiaceho prístroja je potrebný dodatočne elektrický prúd, ako zdroj energie. Spotreba energie je závislá od vonkajšej teploty, vlhkosti a teploty obilia.

Tabuľka 2 znázorňuje hodnoty z praxe pre spotrebu energie pri jednorazovom schladení obilia a olejnin.

Princíp

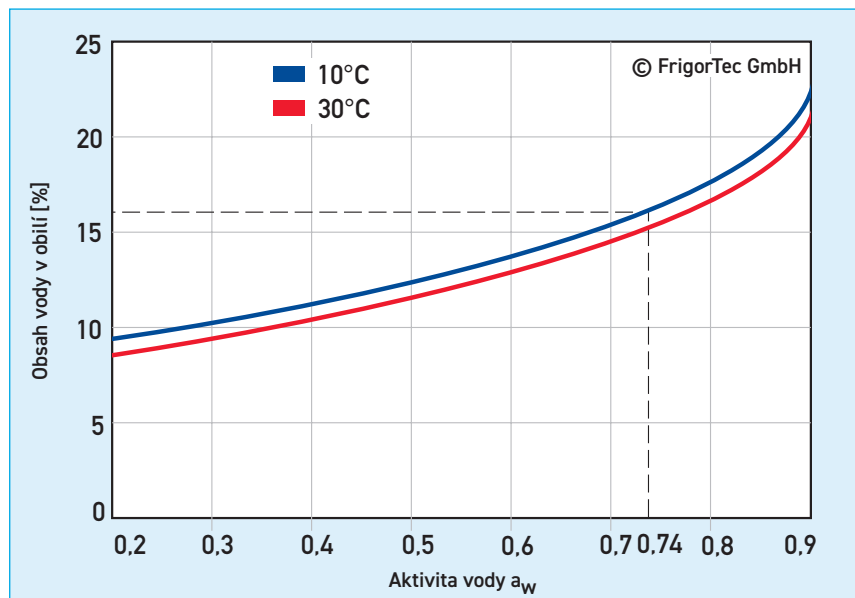
Ventilátor chladiaceho prístroja GRANIFRIGOR™ nasáva vzduch z okolia (Obr. 7). Tento vzduch sa chladí vo vzduchovom chladiči - výparníku na želanú teplotu a odvlhčuje sa. Pri tom sa odlučuje voda. Návazne zapojená jednotka HYGROTHERM™ ohrieva chladný vlhký vzduch. Týmto klesá relatívna vlhkosť. Nakoľko jednotka HYGROTHERM™ používa na ohrev energiu z chladiaceho okruhu, nevznikajú týmto žiadne dodatočné náklady na energiu. Suchý a studený vzduch sa privádza cez hadicu k rozdeľovaniu vzduchu v sklade a je tlačný do obilia. Tento systém je možné použiť tak v plošných skladoch, ako aj v vo výškových silách. Cez výpustné otvory vychádza vzduch do okolitého prostredia a odvádza prijaté teplo a vlhkosť z obilia.

Nebezpečenstvo pri prevzdušňovaní s neupraveným vzduchom

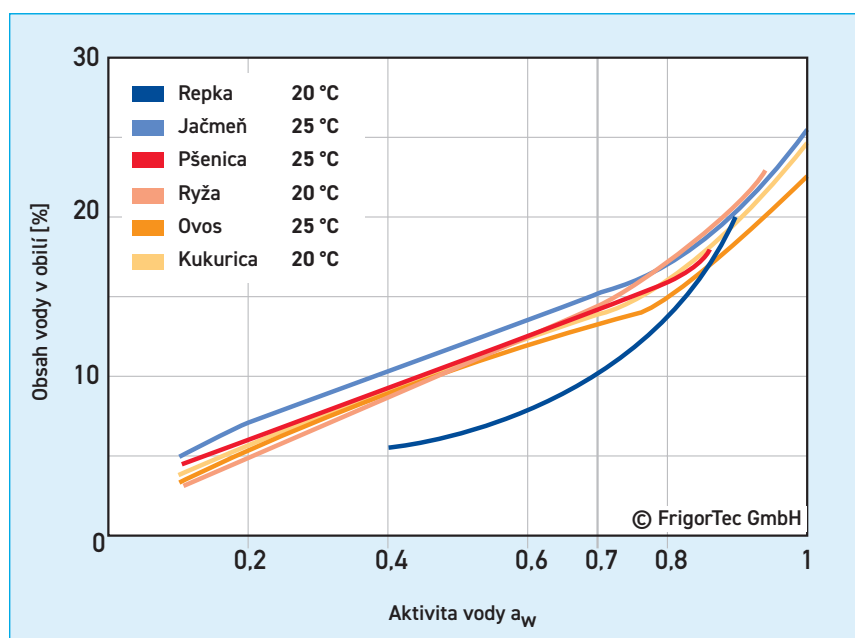
Medzi obsahom vody v zrne a relatívnou vlhkosťou okolitého vzduchu sa vytvorí v závislosti na teplote stav rovnováhy. Táto závislosť je popísaná sorpčnou izotermou. Zrná obilia sú hygroskopické. Ak sa dostane vlhký vzduch na suché obilie, vzniká navlhčenie. Obilie sa skazí. Preto je prevzdušňovanie s neupraveným vzduchom povolené len pri určitých poveternostných podmienkach. Systém GRANIFRIGOR™ pracuje nezávisle na poveternostných podmienkach. Prístroj je použiteľný bez nebezpečenstva navlhčenia dokonca aj pri daždi, alebo hmle.

Rovnováha vlhkosti obilia a vzduchu

Na obr. 8 sú znázornené sorpčné izotermy pšenice pri najrôznejších teplotách zrna. Vyznačený príklad ukazuje, že pri 16 % vlhkosti produktu je aktivita vody medzi zrnami cca a_w 0,74. Ak by v takejto situácii prúdil vzduch s vyššou vlhkosťou, vznikli by navlhčenia. To by úmerne viedlo k zničeniu skladovaného materiálu. Obzvlášť dramatické by bolo navlhče-



8 Sorpčné izotermy pšenice pri rôznych teplotách zrna



9 Sorpčné izotermy rôznych druhov obilovín a repky

nie vtedy, keby navyše bola teplota vzduchu vyššia ako teplota obilia.

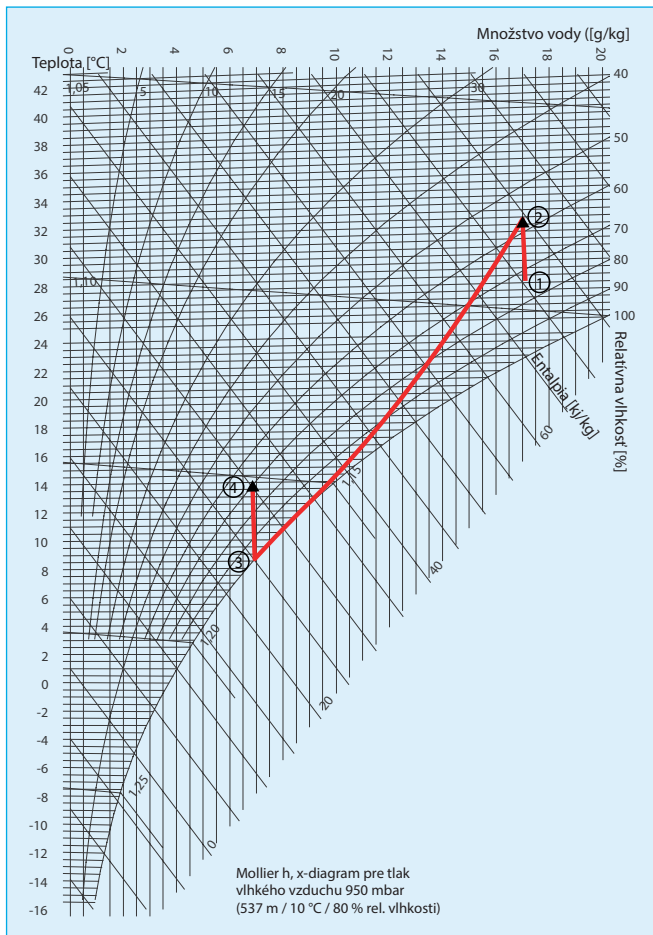
Preto:

Nikdy nefúkať vlhký vzduch na suché obilie!

Toto správanie platí pre všetky druhy obilovín rovnakým spôsobom. Obrázok 9 ukazuje sorpčné izotermy viacerých druhov obilovín.

Schladienie a odvlhčenie vzduchu s prístrojom GRANIFRIGOR™

Proces schladenia vzduchu je systematicky zobrazený v Molierovom h, x-diagrame (obr. 10). Ventilátor chladiaceho prístroja GRANIFRIGOR™ nasáva vzduch z okolitého prostredia (obr. 10, bod 1). Ventilátor nasávaný vzduch ohrieva (obr. 10, bod 2). Tento vzduch sa chladí vo vzduchovom chladiči - výparníku na želanú teplotu (obr. 10, bod 3) a súčasne sa odvlhčuje. Voda zo vzduchu sa vylučuje. Aj keď absolútny obsah vody sa znižuje, relatívna vlhkosť stúpa skoro na 100 %. Za účelom zníže-



10 Princíp chladenia zrnín podľa Moliera h, x-diagramu (Lit. 7)

Tab. 3: Kritéria ekonomickej analýzy pri konzervovaní chladom

Kritérium pri chladení	konvenčné	výhody s GRANIFRIGOR™ om
Strata sušiny (podľa Jouin)	vysoká	nízka
Investícia chladiaci prístroj	-	odpisy
Potreba energie pre chladenie (stredná hodnota)	-	3 - 5 kWh/t (8 - 10 kWh/t v trópoch)
Potreba energie pri sušení	vysoká	nízka, využitím efektu sušenia
Strata preskladnením/pretáčaním	0,03 %	žiadna strata
Potreba energie pri preskladnení	áno	nie
Chemické ošetrovanie	podľa potreby	nie
Napätové trhliny v zrne	pokles kvality	nie
Kvalita/čerstvý zber	odpočet z ceny	žiadny odpočet
Oxidácia pri olejninách (sója, sezam, kukurica, repka)	odpočet z ceny	žiadny odpočet
Klíčovosť pri osivo/sladovníckom jačmeni	redukovaná	vysoká
Ryža-výťažnosť (celé zrná)	nízka	vysoká
Žlté sfarbenie pri ryži	pokles kvality	nie

nia relatívnej vlhkosti, aby nenastalo zvlhčenie skladovaného obilia, nadradená jednotka HYGROTHERM™ znovu ohrieva studený, vlhký vzduch (obr. 10, bod 4). Tento nový ohrev sa deje s využívaním energie z chladiaceho procesu, takže nevznikajú žiadne ďalšie náklady na energiu.

Optimálna skladovacia teplota

Schladienie obilia by sa malo uskutočniť okamžite po naskladnení na teplotu pod 13 °C. Hmyz sa dostáva na základe chladných podmienok do stavu zimného spánku. Jeho vývoj a rozmnožovanie sa zastaví. Nevznikajú škody požieraním. Súčasne s klesnutím skladovej teploty sa úspešne zamedzí vývoju plesní.

Najvyššia hospodárnosť

Pri použití chladiaceho prístroja GRANIFRIGOR™ sa minimalizujú straty sušiny a zníženie kvality požieraním hmyzom a vývojom plesní. Kvalita obilia zostane zachovaná. Potreba energie pri sušení sa chladením GRANIFRIGOR™ redukuje, časy vyťaženia sušiarne sa skracujú. Mimo toho odpadajú náklady na ošetrovanie chemickými prostriedkami. Keď sa vykoná presná ekonomická analýza, v najčastejších prípadoch vychádza amortizácia na 1 - 2 roky. Preto investícia do GRANIFRIGOR™ u je hospodárna. Relevantné kritéria ekonomickej analýzy sú zhrnuté v tabuľke 3.

Rozsah použitia

Konzervácia chla om je použiteľná tak v silách, ako aj v plošných skladoch. Dôležité pri tom je, aby rozvod vzduchu bol zhotovený odbornou. S GRANIFRIGOR™ om je možné chladiť rôzne poľnohospodárske syké materiály. To je napr. pšenica, sladovnícky jačmeň, repka, kukurica, ryža, paddy, sója, slnečnica, arašidové oriešky, semená bavlny, káva, orechy, raž, špalda a veľa iných.

Použitie konzervácie chladom

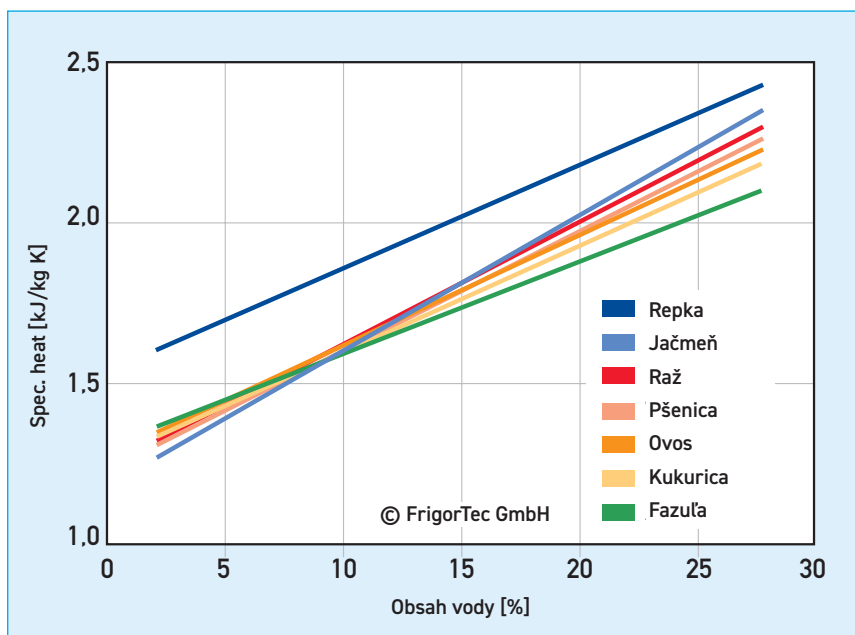
Vzhľadom na množstvo rôznych poľnohospodárskych produktov, najdôležitejšie aplikácie sú stručne popísané.

Ryža/nelúpaná ryža (Paddy)

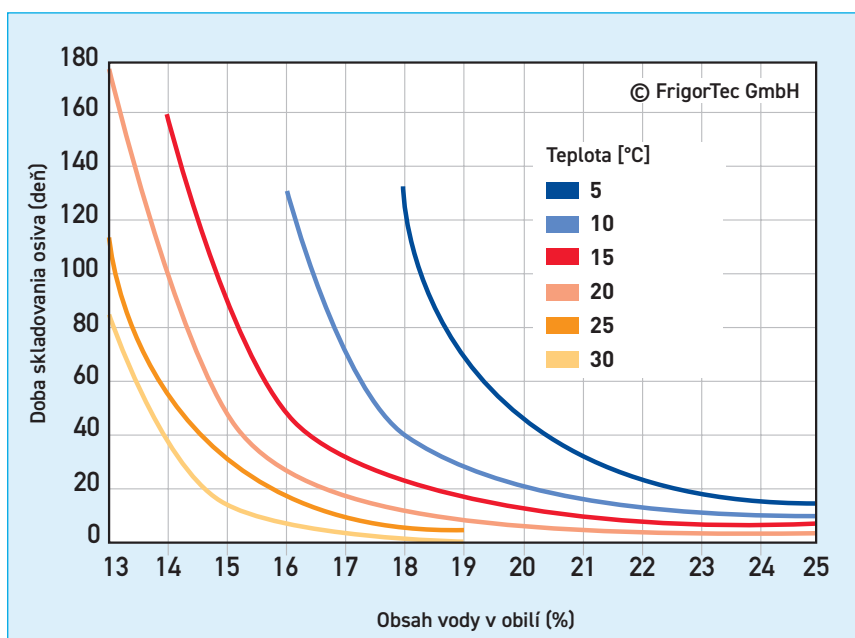
Ryža je pre mnoho miliónov ľudí najdôležitejšia potrava. Na celom svete je známych 8.000 biologicky rozdielnych odrôd ryže (Lit. 8). Tieto sa delia na dlhé, stredné a krátke. Spoločné majú ale to, že všetky sú citlivý materiál. Ryža musí byť obzvlášť šetrne sušená – uprednostnené je sušenie vo viacerých stupňoch. Ak sa kombinujú cykly sušenia s chladením, dá sa ušetriť jeden, často až tri sušiacie cykly (Lit. 9). Popri známých a popísaných výhodách, prináša konzervácia chladom pri ryži/Paddy ešte dodatočné výhody. Vo viacerých štúdiách v strednej Amerike a Ázii bolo jednoznačne konštatované, že pri schladenej ryži sa nevyskytuje žlté sfarbenie (Lit. 10). Ďalej pri schladenej ryži sa vyskytuje menej zlomkov. Pri konzervácii chladom je výťažnosť celých ryžových zŕn (head rice) o cca 3% vyššia, ako bez konzervácie. Ryža pri pôvodnom skladovaní po nejakom čase zapácha zatuchlinou. Pri ryži konzervovanej chladom táto skutočnosť nenastáva. Všetky výhody sú pri dosiahnutí kvality a nakoniec aj pri výške dosiahnutej ceny dôležitý argument.

Osivo repky (repka)

Skladovanie repky je zásadne ťažké (Lit. 11), dokonca aj pri nízkej vlhkosti (cca 9 %). V repke sa po zbere nachádza vyšší podiel strukov a úlomkov stoniek, ako aj semien burín. Pri mlátení môže následkom dotyku s vlhkými časťami rastlín nastať mierne zvlhčenie repkových semien. Pri zbere často prichádza aj ku kontaminácii semien mikroorganizmami. Niekedy stačí len niekoľko hodín v noci, aby sa dalo cítiť zahriatie partií a zatuchnutý pach biologickej premeny. Plesne nachádzajú v tomto prostredí ideálne podmienky pre rozvoj. Preto sa repka čo najlepšie predčisťuje. Nakoľko ani tak nie je vylúčená tvorba plesní, repka by sa mala potom schladiť na 10 °C. Týmto sa podstatne zredukuje počet baktérií. Repka si musí počas skladovania zachovať svoju kvalitu



11 Vývoj tepla pri skladovaní repky



12 Povolená doba skladovania osiva obilovín podľa Agena (Lit. 13)

oleja. Oleje sa štiepia pri tvorbe voľných mastných kyselín stúpajúcou skladovacou teplotou a vlhkosťou. Rozkladom vzniknutá voda a uvoľnené teplo sa musia bezodkladne odviešť. Týmto vzniká nutnosť kontroly a chladienia vrstiev repky. Sypná výška repky oproti napr. pšenici – môže byť vďaka menším zrnám vyššia. Preto má vrstva repky vyššiu stratu tlaku pretekajúceho vzduchu ako vrstva obilnín. Táto skutočnosť sa musí zohľadniť pri dimenzii chladiaceho prístroja. Vzhľadom k vyššiemu obsahu tukov repka viaže

menej vody ako iné druhy obilovín (Lit. 12). Strata na sušine počas dýchania je len cca 70% straty pri obilí, ale vzniká o 33% viac tepla. Na obr. 11 je viditeľné, že samo ohrev repky je predprogramovaný. Špecifický vývoj tepla je vyšší, ako pri ostatných obilovinách. Preto by mala byť skladovacia teplota pri repke podstatne nižšia ako 15 °C.

Ak má repka vysoké podiely voľných mastných kyselín, ktoré sa normálne pohybujú pri 1%, vznikajú problémy s lámavosťou repky. Voľné mastné kyseliny vznikajú pri skladovaní teplej repky.

Osivá olejní

Vďaka obsahu oleja a tukov pri slnečnicových a arašidových zrnách, semenách bavlny, sóji, osivách olejní, kukurici a pod. sa vývoj tepla následkom procesu oxidácie dodatočne zintenzívňuje. Následok sú podstatné straty kvality a spečenie skladovaného materiálu. Mimo toho dochádza následkom zvýšenia obsahu mastných kyselín zase k stratám kvality a hmotnosti. Pri konzervovaní chladom je možné udržať oproti konvenčnému skladovaniu vlhkosť o 1 - 3 % vyššiu.

Osivo/ sladovnícky jačmeň

Pri osive a sladovníckom jačmeni je zachovanie kvality klíčenia na prvom mieste. Chladené obilie s obsahom vlhkosti od 15 do 16 % má priemerne vyššiu klíčivosť, ako suché, ale teplo skladované osivo.

Na obr. 12 je znázornená povolená doba skladovania pri osive obilovín v závislosti na teplote a vlhkosti. Obrázok vychádza z pôvodnej klíčivosti a preto je závažný tak ako pre osivo obilovín, tak aj pre sladovnícky jačmeň. Včasným schladením jačmeňa,

resp. osiva na ochrannú teplotu cca 10 - 12 °C sa doba možného skladovania podstatne predlžuje a skraca sa letargia klíčivosti.

Kukurica

Kukurica má na základe svojho obsahu olejov a tukov sklon k rýchlemu zahrievaniu. Aj pri kukurici platí, že z bezpečnostných dôvodov sa suší na 12 - 13 %. Tento tradičný postup je obzvlášť náročný na energiu a náklady, prináša stratu kvality a hmotnosti, čo pri chladenej kukurici nie je potrebné. Napríklad Univerzita Hohenheim/SRN a Michigan State University/USA dokázali, že pri teplovzdušnom sušení zrnovej kukurice s vlhkosťou pod 17 % vznikajú najväčšie straty kvality (Lit. 14). Týmto problémom sa dá pri konzervácii chladom účinne zabrániť.

Pelety

Pelety sa chladia v chladičoch s neošetreným vonkajším vzduchom. Pelety s obzvlášť veľkým priemerom sa pri tom neskladia až po jadro. Vznikajú napätové trhliny, ktoré vedú zvýšenému vzniku podielov múky a



zlomkov a tým k strate kvality. S prístrojom GRANIFRIGOR™ sa skladované pelety schladia rovnomerne až po jadro.



© FrigorTec GmbH

Rozdeľovanie vzduchu

Chladienie v silových bunkách

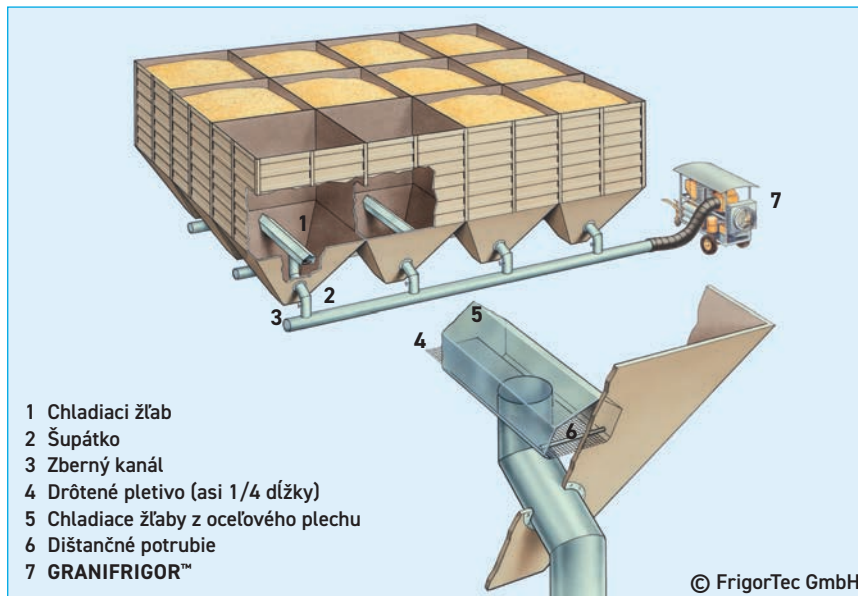
Podstatné pri chladiení sypkých materiálov je dobré rozdeľovanie vzduchu. Pri silách s rovným dnom sa osvedčilo perforované dno. V silách s výpádovým kónusom sa používajú chladiace žľaby z ohýbaného oceleového plechu. Chladiace žľaby sú na spodnej strane otvorené a opatrené pletivom na 1/4 dĺžky, ktoré slúži na zachytenie zvrátených zŕn. Studený vzduch z chladiaceho prístroja GRANIFRIGOR™ sa privádza k chladiacim žľabom potrubím. Studený vzduch sa dostáva do vrstvy obilia nadol nasmerovaným otvorom (obr. 13).

Následkom odporu vzduchu obilia sa studený vzduch rozdelí po celej ploche vrstvy obilia a prúdi cez neho smerom nahor. Aby teplý vzduch po prechode obilím mohol uniknúť do vonkajšieho prostredia, pod strechou sila musí byť dostatočný počet otvorov. V jeseni pri zodpovedajúcich poveternostných podmienkach môže vzniknúť kondenzát. Na zabránenie vzniku kondenzátu je nutné buď izolovať strechu sila, alebo namontovať odťahový ventilátor. Najvhodnejšie riešenie je odťahový ventilátor. Ventilátor musí byť schopný dopravovať patrične veľké množstvo vzduchu pri nízkom tlaku.

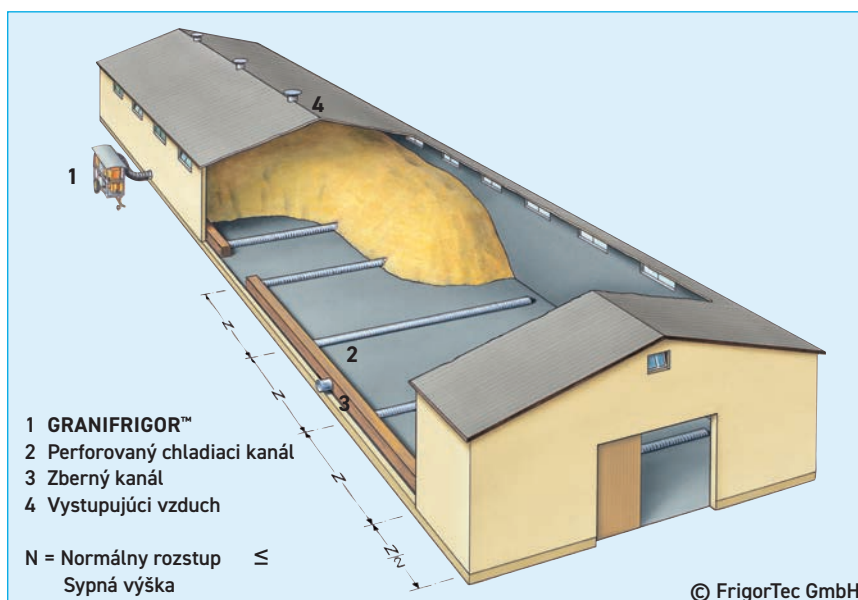
Pri výškových silách sa musí zohľadniť tlaková strata pri prietoku uskladneného materiálu spôsobená sypnou výškou. S týmto sa musí zosúladiť ventilátor chladiaceho prístroja, resp. musí sa odsúlasiť jeho rozsah použitia. Pri tom je nutné zohľadniť, že napr. repka spôsobuje cca troj – až štvornásobne vyššiu stratu tlaku pretekajúceho vzduchu, ako obilie.

Chladienie v plošných skladoch

V plošných skladoch sa najčastejšie ukladajú na podlahu chladiace kanály z dierovaného oceleového plechu v tvare polovičných potrubí. Ak sú kanály vedené v podlahe, zakrývajú sa tabuľami dierovaného plechu. Pri



13 Usporiadanie chladiacich žľabov pri silách s prelamanými stenami



14 Zásadné rozdeľovanie vzduchu pri plošnom sklade

tom je dôležité, aby bolo možné jednoduché čistenie a aby nevznikalo veľa hrán a zlomov, kde by sa ukladali nečistoty. Výhodou uloženia kanálov v podlahe je prechodnosť skladu, čo je podstatná výhoda pri naskladňovaní skladu. Jednotlivé kanály sú buď navzájom spojené zberným kanálom v budove, alebo mimo budovy, alebo sú samostatne vedené mimo sklad. Podľa možnosti by vzduchovody nemali mať veľkú dĺžku a mali by byť tepelne izolované. Rozstup chladiacich kanálov nesmie byť väčší, ako maximálna sypná výška. Odstup kanálov od steny by mal byť maximálne polovica sypnej

výšky. Ak nasypané obilie tvorí sypné kužele, toto môže byť vyrovnané rôznou perforáciou vzduchových kanálov, alebo zakrytím povrchu nasypaného materiálu. V opačnom prípade by studený vzduch prúdil smerom k najmenšiemu odporu vzduchu a horná časť sypných kuželov by zostala neschladená. Ideálne je zabezpečiť rozdeľovanie obilia tak, aby nevytváralo kopy.

Zhrnuté - GRANIFRIGOR™ poskytuje početné výhody, ktoré je nutné zohľadniť pri ekonomickej analýze:

- Bezrizikové dlhodobé skladovanie bez straty kvality
- Ochrana pred požieraním hmyzom a zabránenie ich množeniu
- Ochrana pred plesňami a ich mykotoxínmi
- Vynechanie drahého a neekologického chemického ošetrovania
- Minimalizácia strát dýchaním
- Nie je nutné preskladňovanie
- Nižšie náklady na sušenie
- Zachovanie zberovej čerstvosti
- Zachovanie kvality klíčenia
- Žiadne žlté sfarbenie pri ryži
- Vyššia výťažnosť celých zŕn pri ryži
- Žiadne napätové trhliny zrna
- Žiadna oxidácia pri olejninách
- Chladenie je nezávislé na poveternostných podmienkach



Použitá literatúra

- 1 Brunner H (1989) Getreidepflege durch Kühlkonservierung, Technische Rundschau Sulzer, Heft 4, Gebrüder Sulzer AG Winterthur, Schweiz
- 2 Jouin C (1964) Grundlegende Kalkulationen für die Belüftung des Getreides, Getreide und Mehl, Band 14, Heft 6, Beilage der Zeitschrift „Die Mühle“, Verlag Moritz Schäfer, Detmold
- 3 Kolb RE (2001) Kühle Getreidelagerung, Mühle + Mischfutter, Heft 17, Verlag Moritz Schäfer, Detmold
- 4 Anonymus (2002) Gefahr erhöhter Mykotoxinbildung im Getreide, Mühle + Mischfutter, Heft 19, Verlag Moritz Schäfer, Detmold
- 5 Lacey J, Hill ST, Edwards MA (1980) Microorganisms in stored grains; their enumeration and significance, Tropish stored product information 39
- 6 Getreide Jahrbuch 2002/2003, Verlag Moritz Schäfer, Detmold
- 7 Mollier R (1923/1929) Das i, x-Diagramm für Dampfluftgemische, Zeitschrift VDI, 67
- 8 Kunde K-H (1987) Reis - seine Bedeutung und Bearbeitung, Die Mühle + Mischfuttertechnik, 124. Jahrgang, Heft 32/33, Verlag Moritz Schäfer, Detmold
- 9 Barth F (1995) Cold storage of Paddy - the solution to your storage problems, World Grain, July 1, Sosland Publishing Co, Kansas City/USA
- 10 Vasilenko E, Sosedov N et al. (1976) Die Gelbfärbung von Reis, Übersetzung der russischen Mukomol'no erschienen in Die Mühle + Mischfuttertechnik, 113. Jahrgang, Heft 17, Verlag Moritz Schäfer, Detmold
- 11 Eimer M (1998) Konservierung und Lagerung von Raps, Raps, 16. Jahrgang, Heft 7, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen
- 12 Humpisch G (2002) Gesunderhaltung von Rapssaat, Raps, 20. Jahrgang, Heft 3, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen
- 13 Agena MU (1961) Untersuchungen über die Kälteeinwirkung auf lagernde Getreidefrüchte mit verschiedenen Wassergehalten, Dissertation Universität Bonn
- 14 Bakker-Arkema FW, Maier DE, Mühlbauer W, Brunner H (1990) Grain-chilling in the U.S.A. to maintain grain-quality, World Grain, January 1, Sosland Publishing Co, Kansas City/USA

Modelová rada chladiacich prístrojov GRANIFRIGOR™



GC 40 Europe



GC 60 Tropic / 80 Europe



GC 140 Europe / 180 Europe



GC 220 Tropic / 240 Europe /
240 Subtropic



GC 310 Tropic / 320 Europe /
320 Subtropic



GC 450 Desert / 460 Tropic /
500 Europe / 560 Tropic



GC 650 Tropic / 650 Desert /
700 Europe



GC 1000 Subtropic / Tropic

© FrigorTec GmbH

SERVICE (24 / 7)



SERVICE – Náš servis udržuje prístroje v prevádzke a zabezpečuje dodávky náhradných dielov – na celom svete.
service@frigortec.com

Chladiace prístroje na oblie GRANIFRIGOR™

Klimatizačné prístroje žeriavov CRANEFRIGOR™

Štandardné chladiace prístroje STANDARDFRIGOR

FrigorTec SERVICES

Termická dezinfekcia DEBUGGER

Sušenie sena AGRIFRIGOR™

Distribútor:



Podunajská 25
82106 Bratislava
www.ingotto.sk
Tel.: 02/ 452 59 058
ingotto@ingotto.sk

FRIGOR-TEC
Cooling to the point

FrigorTec GmbH Hummelau 1
88279 Amtzell / Germany
phone: +497520 / 9 14 820
fax: +497520 / 9 14 8222
info@frigortec.com
frigortec.com

