

**FRIGOR**  **TEC**  
Cooling to the point

FrigorTec GmbH • Germany



# Întreținerea cerealelor prin conservarea la rece cu GRANIFRIGOR™

de Ralph E. Kolb

[frigortec.com](http://frigortec.com)





© FrigorTec GmbH

1 GRANIFRIGOR™ pentru răcirea silozurilor metalice de cereale

## Întreținerea cerealelor prin conservarea la rece cu GRANIFRIGOR™

Cerealele constituie unul din cele mai importante alimente de bază. Acestea se cultivă și se recoltează cu mare grijă. Conform datelor prezentate de către Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură (FAO), se depreciază anual peste 20 % din cerealele cultivate în întreaga lume. Cea mai mare parte a acestor pierderi este determinată de activitatea insectelor și de dezvoltarea ciupercilor. Aceste pierderi sunt combătute eficient prin procesul de conservarea la rece cu GRANIFRIGOR™. Multe milioane de tone de cereale, oleaginoase, orez, porumb și alte boabe sunt conservate utilizându-se această tehnologie în întreaga lume. (Fig. 1).



### De ce este necesară conservarea la rece

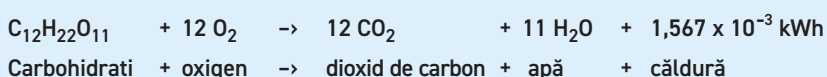
Pierderile de cereale proaspăt recoltate sunt determinate de respirația proprie a boabelor și, cuplat cu aceasta, de autoîncingere. Acest proces depinde de umiditatea și de temperatura cerealelor. Respirația devine tot mai intensă odată cu creșterea temperaturii și umidității cerealelor. Urmările autoîncingerii constau în pierderile de substanță și în dezvoltarea de insecte și a ciupercilor de mucegai. În zonele climatice temperate este cunoscut faptul că, în perioadelor mai reci ale anului, pierderile la depozitare sunt substanțial mai reduse decât în lunile de vară. Prin conservarea la rece se transferă și se valorifică condițiile climatice de iarnă în perioada imediat următoare recoltării. Riscul deprecierii în zonele tropicale este deosebit de ridicat datorită condițiilor climatice cu temperaturi și umidități ridicate. De aceea, mai ales în astfel de zone, conservarea la rece are o importanță deosebită.

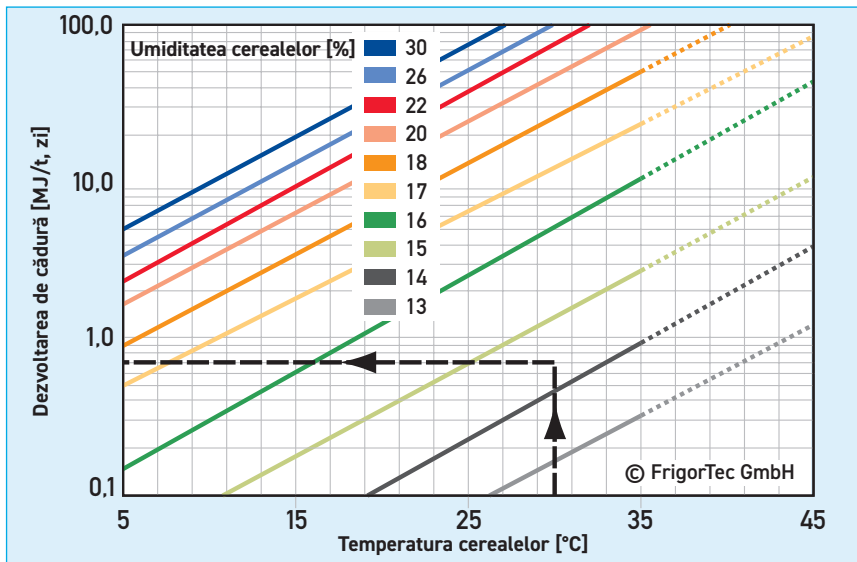
Datorită structurii și calității suprafețelor, ca și a conductibilității termice scăzute, boabele de cereale oferă pre-mize ideale pentru răcire. Odată răcite, cerealele rămân reci o lungă perioadă de timp. Conservarea la rece utilizându-se echipamentul GRANIFRIGOR™ oferă multe avantaje (Biblio. 1). În continuare vor fi descrise în detaliu avantajele pentru utilizatori.

### Reducerea pierderilor de substanță uscată

Procesul de dezvoltare a cerealelor își atinge nivelul maxim la maturitatea recoltei. Totuși, cerealele își continuă viața organică și după recoltare, ele respiră. Prin absorbția de oxigen în timpul respirației proprii, carbohidrații sunt transformați în dioxid de carbon, apă și căldură. Ca urmare, au loc pierderi de substanță uscată. Ecuația procesului chimic este prezentată mai jos. În figura 2 este reprezentată dezvoltarea de căldură în funcție de temperatura și umiditatea cerealelor. În practică, se pot determina astfel pierderile de substanță uscată din produsul recoltat și depozitat.

Respirația boabelor – ecuația procesului chimic:





2 Dezvoltarea de căldură la depozitarea cerealelor, modificată după Jouin (Biblio. 2)

Exemplu de calcul al pierderilor prin respirație - Pierderea de substanță uscată			
Parametri			
Soi cereale		Grâu	
Umiditatea cerealelor		14,5 %	
Temperatura cerealelor		30 °C *	
Prețul cerealelor		200 EUR/t	
Perioada de depozitare		4 luni	
Cantitatea depozitată		10.000 t	
Formulă			
Pierderea de substanță uscată (t) = $\frac{\text{Dezvoltarea de căldură [MJ/t, zi]} \times \text{Perioada de depozitare [zi]} \times \text{Cantitatea depozitată [t]}}{15.000 \text{ [MJ/t]}}$			
Rezultat			
		Pierderea substanță uscată [t]	Pierdere/Costuri [EUR]
nerăcit la	30 °C **	64	12.800
nerăcit la	25 °C	32	6.400
răcit la	10 °C	puțin (< 1)	1.800 Consum de curent***

\* După uscare sau direct din câmp

\*\* vezi Fig. 2

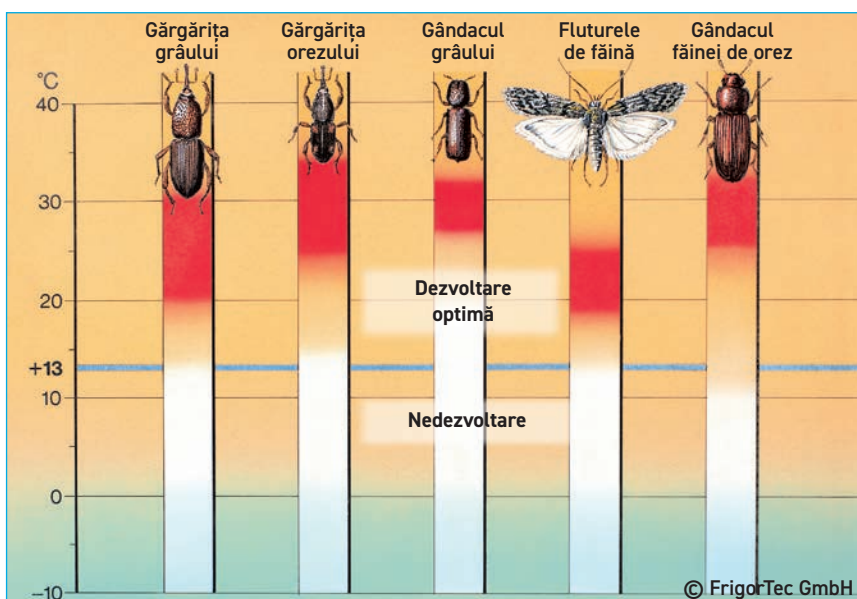
\*\*\* Premize: 4,5 kWh/t consum de curent și 0,04 EUR/kWh prețul curentului

### Evitarea pierderilor de greutate și calitate generate de insecte

Conservarea la rece a fost elaborată inițial cu scopul de a conserva cerealele umede înainte de uscare. Astăzi, răcirea se aplică mai mult cerealelor uscate decât celor umede – în special pentru protecția față de atacul insectelor și înmulțirea acestora. În figura 3 sunt prezentate câteva specii mai frecvente de insecte dăunătoare, precum și condițiile lor optime de viață și dezvoltare. Unele apar de regulă în regiunile de climă temperată, altele își găsesc condițiile ideale în zonele tropicale.

Pierderile datorate atacului insectelor pot fi stopate eficient prin răcirea la temperaturi sub 13 °C a produsului recoltat. La temperaturi corespunzător de scăzute, insectele intră într-o stare de amorțire hibernală și nu mai produc pagube în produsul depozitat.

Dacă totuși insectele găsesc condiții optime de temperatură și umiditate, atacul și excrementele acestora produc pierderi ridicate. Problema se acutizează, deoarece insectele se înmulțesc dramatic atunci când întâlnesc condiții optime (Fig. 4). Cele mai multe tipuri de insecte au un timp de dezvoltare extrem de scurt. În condiții ideale, gărgărița de grâu încheie un ciclu de generație deja după 25 de zile.



3 Dezvoltarea speciilor relevante de insecte în funcție de temperatură

### Răcire fără tratare chimică

Tratamentele chimice aplicate cerealelor sunt deja supuse unor reglementări oficiale considerabile. Tratatamentul prin gazare presupune costuri ridicate pentru substanțele chimice și pentru procesul laborios de tratare. Este de reținut și faptul că, în multe țări, bromura de metil utilizată frecvent la tratamentul prin gazare este interzisă începând cu anul 2005.

### Evitarea ciupercilor de mucegai

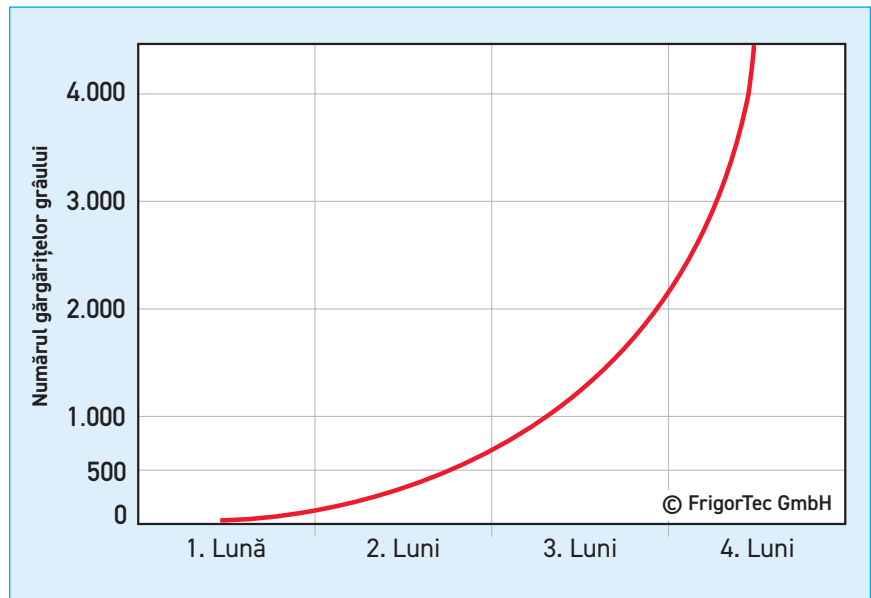
În funcție de condițiile create de agenții atmosferici și de asolament, pe câmpul cultivat cu cereale poate să apară un atac al ciupercilor *Fusarium*, cu intensitate locală foarte puternic diferențiată (Biblio. 4). Pe lângă pierderi financiare considerabile, apare și pericolul de formare a microtoxinelor. Microtoxinele au un efect toxic asupra oamenilor și animalelor. Spre exemplu, porcii au sensibilitate ridicată la deoxyvalenol DON și zearalenon ZEA. Consecințele constau în pofta scăzută de mâncare, diminuări în creștere și disfuncționalități de fertilitate.

Dezvoltarea ciupercilor de mucegai și a microtoxinelor aferente, de ex. aflatoxinele, este favorizată, printre altele, de căldură. Prin răcirea cerealelor cu ajutorul echipamentelor GRANIFRIGOR™, dezvoltarea acestora este împiedecată (Fig. 5).

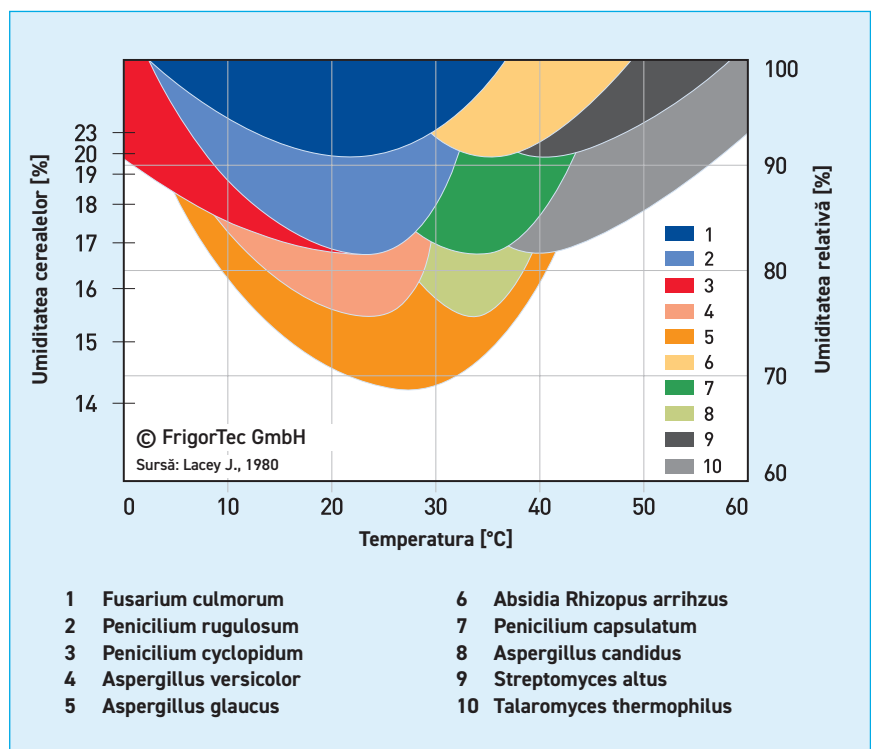
### Economii la costurile pentru uscare

În funcție de utilizarea ulterioară, grâul recoltat umed este uscat la un conținut de umiditate de 14 – 16 %, în Germania cel mai frecvent la 15 % (Biblio. 6). În acest scop, aerul ambiental este încălzit într-o instalație specială de încălzire. Acest aer cald preia umiditatea din cereale și o elimină în mediul înconjurător. La porumb, orez sau oleaginoase, nivelul necesar de umiditate este mai scăzut decât la grâu.

Economia realizată prin conservarea la rece rezultă din următorii trei factori:



4 Înmulțirea gărgăriților grâului raportată la timp în condiții optime (Biblio. 3)



5 Dezvoltarea diferitelor organisme în funcție de umiditate și temperatură (Biblio. 5)

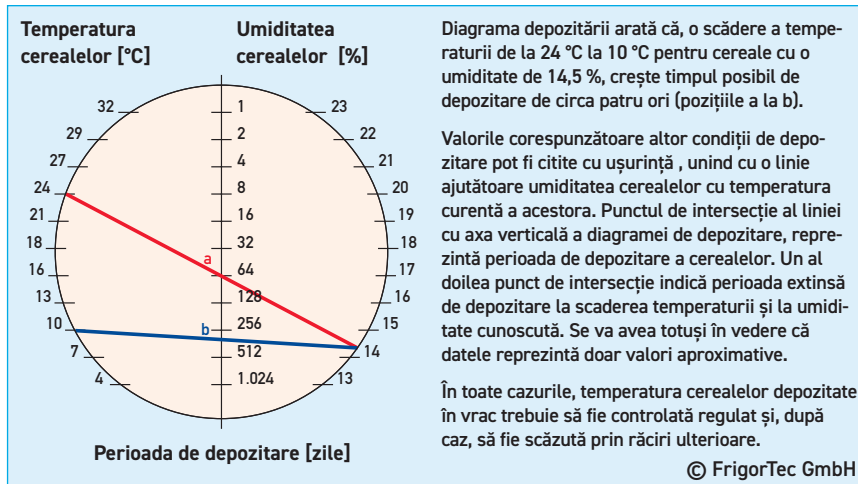
- La fiecare ciclu de răcire rezultă un efect suplimentar de uscare. Acest efect constă în reducerea umidității cerealelor cu încă 0,5 – 1,5 % pentru fiecare răcire cu încă 20 K a produsului depozitat. La umidități ridicate ale cerealelor (> 18 % umiditate) efectul suplimentar de uscare poate fi mai ridicat, pe când la cerealele mai uscate (< 14 % umiditate), efectul de uscare devine neglijabil de scăzut.
- Timpul de trecere prin uscător poate fi scurtat printr-o optimizare adecvată a proceselor de uscare și de răcire. În acest mod se economisește energie și crește capacitatea de uscare a uscătorului.
- Întrucât sunt supuse unui flux mai redus de energie, cerealele sunt uscate mai delicat. Astfel apar mai puține fisuri de tensionare.

Tab. 1: Timpii de depozitare pentru cerealele răcite în funcție de zonele climatice și de umiditate

Umiditate [%]	Zona climatică	Temperată* [Luni]	Tropice** [Luni]
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

\* Prima răcire la 10 °C, pentru Europa

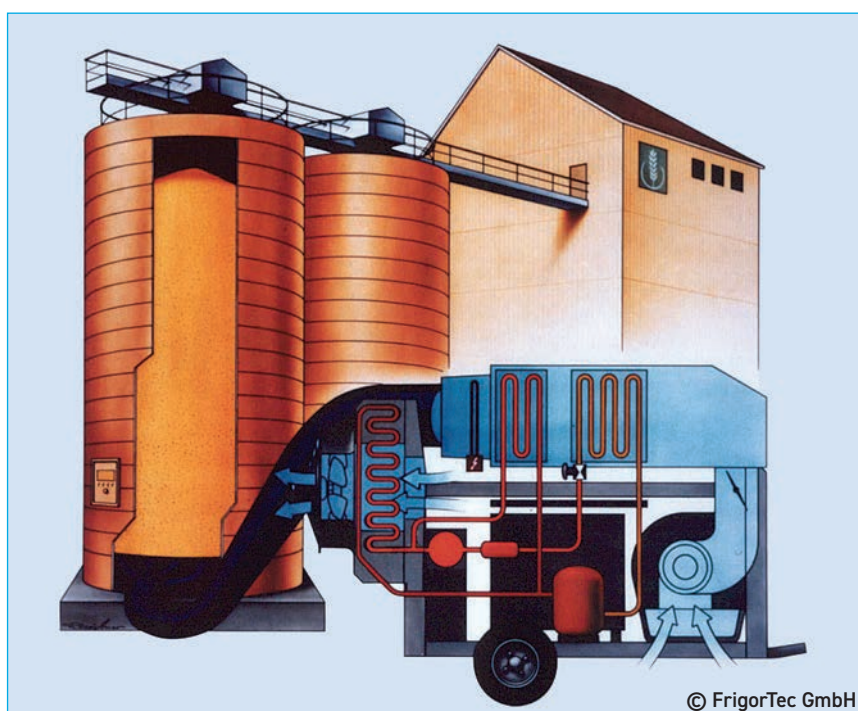
\*\* Prima răcire la 15 °C, de ex. pentru America Latină și Asia



6 Diagrama depozitării pentru cereale

Tab. 2: Necesarul de energie pentru o singură răcire a cerealelor și oleaginoaselor

Temperatura medie [°C]	10	15
Regiunea	Europa	America Latină/Asia
Zona climatică	zonă temperată	Tropice
Necesarul de curent în kWh/t	2-4	6-8



7 Principiul tehnologic al echipamentului GRANIFRIGOR™ de răcire a boabelor

## Fără pierderi de recirculare

La depozitarea de tip conventional, fără răcire, este adeseori necesară recircularea cerealelor. Prin amestecare și contactul intens cu aerul, se urmărește eliminarea cuiburilor de căldură. În acest scop, este necesar întotdeauna un spațiu liber de depozitare (celulă de siloz). În plus, la fiecare recirculare, apar pierderi prin frecare de aproximativ 0,03 % din cantitatea totală. La acestea se adaugă necesarul de energie al instalațiilor de transport, care poate fi apreciat la aproximativ 1 - 3 kWh pe fiecare tonă de cereale. Cerealele răcite cu GRANIFRIGOR™ nu trebuie să mai fie recirculate.

## Cerealele răcite rămân reci mult timp

Cerealele depozitate static în vrac absorb căldura într-un ritm foarte lent. Acest fapt rezultă din efectul izolator al aerului aflat în spațiile goale dintre boabe și din suprafața redusă de contact între boabe. Din acest motiv, cerealele mențin căldura mult timp chiar în condiții de temperaturi ambientale scăzute. Ca urmare a acestui efect de izolare, cerealele odată răcite, își pastrează mult timp această stare rece. În tabelul 1 sunt prezentate valorile pentru duratele de depozitare a cerealelor răcite în funcție de umiditate. Determinarea perioadelor de depozitare este prezentată în figura 6.

## Consumul de energie pentru conservarea la rece

Numeroasele avantaje ale conservării la rece implică însă și cheltuieli. Pe lângă investiția primară în echipamentul de răcire, este necesară și energia electrică pentru funcționarea acestuia. Consumul de energie este dependent de temperatura exterioară, de umiditatea aerului ambiental, de umiditatea cerealelor și de temperatura acestora. Tabelul 2 prezintă valorile constatate practic referitoare la necesarul de energie pentru un singur ciclu de răcire pentru cereale și oleaginoase.

### Procesul tehnologic de răcire

Suflanta răcitorului GRANIFRIGOR™ aspiră aerul ambiental (Fig. 7). Acest aer este răcit la temperatura dorită într-un răcitor de aer, vaporizatorul, fiind și dezumidificat. Astfel se elimină apa. Dispozitivul HYGROTHERM™ aflat în continuare încălzește aerul rece și umed. Prin aceasta se reduce umiditatea relativă. Deoarece dispozitivul HYGROTHERM™ utilizează pentru încălzire energia reziduală din circuitul frigorific, nu apar costuri energetice suplimentare. Aerul uscat și rece este dirijat printr-un furtun în sistemul de distribuție aferent depozitului de cereale, fiind presat să treacă prin masa de produs. Procedul se poate utiliza în magazii sau în silozuri înalte. Aerul evacuat iese în atmosferă prin deschiderile superioare, transportând în exterior căldura și umiditatea din cereale.

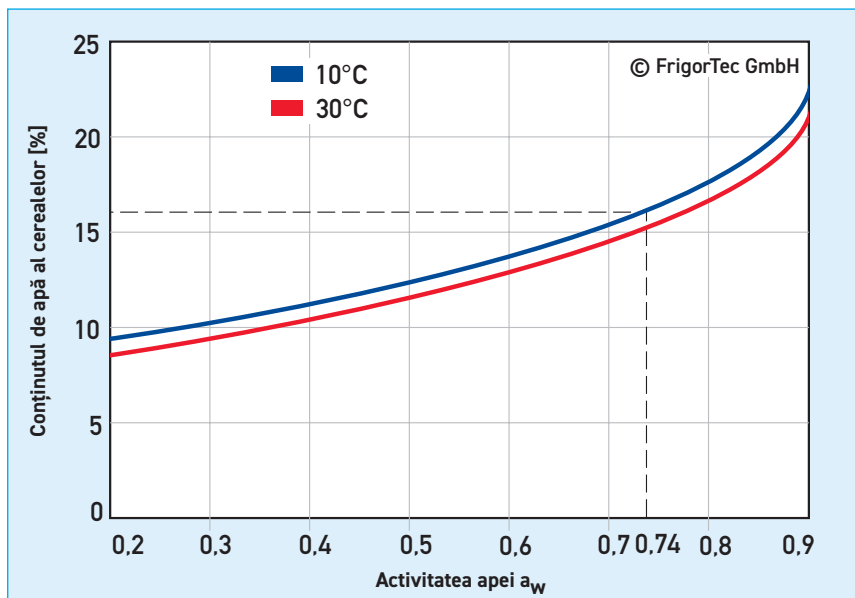
### Pericole la aerarea cu aer ambiental necondiționat

Între conținutul de apă al boabelor și umiditatea relativă a aerului ambiental se stabilește, în funcție de temperatură, o stare de echilibru. Această dependență este prezentată în izotermele de sorbțiune. Boabele de cereale sunt higroscopice. Dacă se introduce aer umed în cerealele uscate, apare un proces de umectare. Cerealele se depreciază.

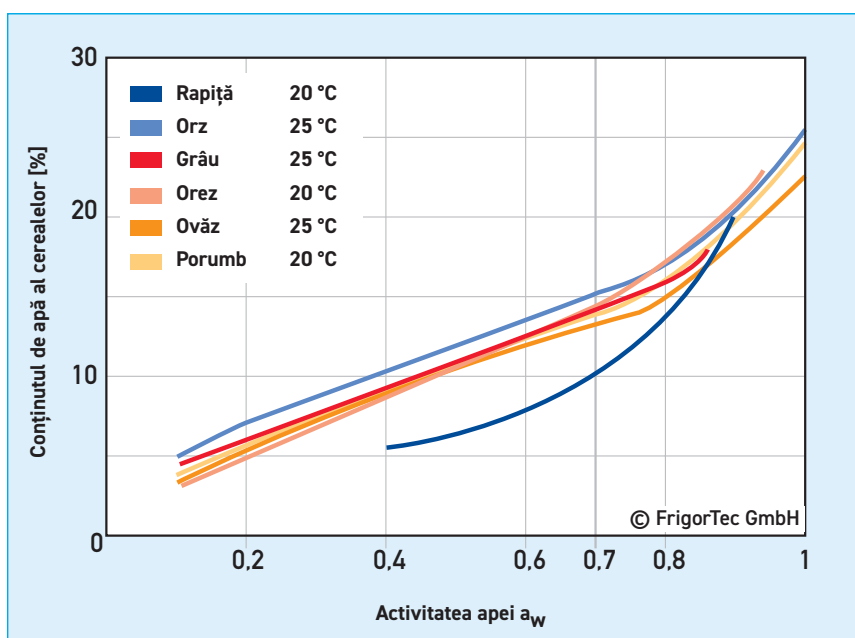
De aceea, aerarea cu aer din exterior netratat este admisibilă numai în anumite condiții ambientale. Răcirea cu echipamentul GRANIFRIGOR™ se efectuează independent de condițiile de vreme. Echipamentul se poate utiliza chiar în condiții de ploaie sau ceață, fără să existe pericolul de umectare a produsului.

### Echilibrul umidității între cereale și aer

În figura 8 sunt prezentate izotermele de sorbțiune pentru grâu la diferite temperaturi ale boabelor. Exemplul prezentat arată că, la o umiditate a produsului de 16 %, umiditatea relativă de echilibru a aerului dintre boabe este de circa 0,74. Dacă în această situație s-ar introduce aer cu o umiditate



8 Izotermele de sorbțiune pentru grâu la diferite temperaturi ale boabelor



9 Izotermele de sorbțiune pentru diferite tipuri de cereale și rapiță

relativă mai mare, s-ar produce umectări. Acestea ar conduce la deprecierea produsului depozitat. Umectarea ar fi și mai dramatică, dacă, în plus, temperatura aerului ar fi mai mare decât temperatura cerealelor.

Ca urmare:

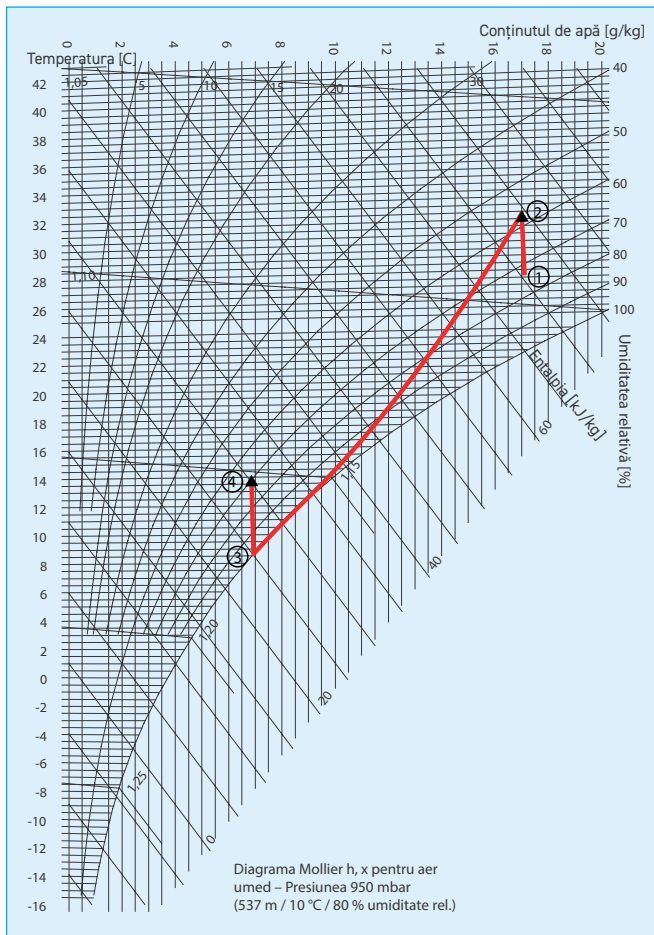
**Nu introduceți niciodată aer umed peste cerealele uscate!**

**Nu introduceți niciodată aer cald peste cerealele mai reci!**

Această procedură este valabilă pentru toate tipurile de cereale. Figura 9 prezintă izotermele de sorbțiune pentru mai multe tipuri de cereale.

### Răcirea și dezumidificarea aerului cu GRANIFRIGOR™

Procesul de răcire a aerului este ilustrat schematic în diagrama Mollier  $h, x$  (Fig. 10). Suflanta răcitorului GRANIFRIGOR™ aspiră aerul ambiental (Fig. 10, punctul 1). Ventilatorul încălzește puțin aerul aspirat (Fig. 10, punctul 2). Acest aer este răcit apoi la temperatura dorită într-un răcitor de



10 Principiul răcirii boabelor conform diagramei Mollier h, x (Bibio. 7)

Tab. 3: Criterii pentru evaluarea eficienței economice a conservării la rece

Criteriul la răcire	Convențional	Avantaje cu GRANIFRIGOR™
Pierdere de substanță uscată (conf. Jouin)	ridicată	scăzută
Investiție echipament de răcire	-	Amortizare
Consum energetic pt. răcire (valori medii)	-	3 - 5 kWh/t (8 - 10 kWh/t la tropice)
Consum energetic la uscare	ridicat	scăzut datorită utilizării efectului de uscare
Pierderi prin recirculare/transferare	0,03 %	pierdere nulă
Consum energetic la recirculare	da	nu
Tratare chimică	la nevoie	nu
Fisuri prin tensionare în bob	Reducerea calității	nu
Calitate/prospețime	Reducerea prețului	fără pierdere
Oxidarea la oleaginoase (Soia, susan, porumb, rapiță)	Reducerea prețului	fără pierdere
Capacitate de germinație la semințe/orzoaică	redușă	ridicată
Randamentul la orez (boabe întregi)	scăzut	ridicată
Îngălbenirea orezului	pierderi calitative	nu

aer, vaporizatorul, (Fig. 10, punctul 3), fiind și dezumidificat. Se elimină apă. Deși conținutul absolut de apă scade, umiditatea relativă a aerului crește până aproape de 100 %. Dispozitivul HYGROTHERM™ cuplat în continuare încălzește iar aerul rece și umed (Fig. 10, punctul 4), pentru a reduce umidita-

tea relativă, astfel încât să nu se producă o umectare a produsului depozitat. Pentru aceasta nouă încălzire se utilizează energie reziduală din circuitul frigorific, astfel încât nu apar costuri energetice suplimentare.

### Temperatura optimă de depozitare

Cerealele trebuie răcite sub 13 °C imediat după depozitare. Ca urmare a răcirii, insectele intră într-o stare de amorțire de tip hibernal. Dezvoltarea și înmulțirea lor sunt inhibitate. Sunt astfel evitate daunele ce ar fi rezultat ca urmare a atacului insectelor. În același timp, este stopată și dezvoltarea ciupercilor de mucegai, prin scăderea temperaturii de depozitare.

### Eficiență maximală

Prin utilizarea răcirii cerealelor cu GRANIFRIGOR™, se minimizează pierderile de substanță uscată și se stopează diminuarea calitativă generată de dezvoltarea insectelor și dezvoltarea ciupercilor de mucegai. Astfel se păstrează calitatea cerealelor. Prin utilizarea echipamentului GRANIFRIGOR™ se reduce necesarul energetic pentru uscare și se reduce timpul de utilizare a uscătorului. În plus, nu mai sunt cheltuieli pentru operațiile de depozitare a chimicalelor. În cazul în care se efectuează un calcul mai exact de eficiență, rezultă în cele mai multe cazuri o perioadă de amortizare de 1-2 ani. Investiția într-un echipament GRANIFRIGOR™ este de aceea eficientă. Criteriile relevante pentru un calcul de eficiență sunt prezentate în tabelul 3.

### Domeniul de utilizare

Conservarea la rece poate fi utilizată în aceeași măsură pentru silozuri înalte sau pentru magazii. Important este ca sistemul de distribuție a aerului să fie realizat în mod profesionalist. Echipamentul GRANIFRIGOR™ permite răcirea unei game complete de produse agricole în vrac. Acestea sunt, de ex. grâu, orzoaică, rapiță, porumb, orez, orezul nedecorticat (Paddy), soia, floarea soarelui, alune, semințe de bumbac, pește, sorg, susan, semințe de in, păstăi, cartofi, gazon, cacao, cafea, nuci, secară, alacul și multe altele.

### Aplicații ale conservării la rece

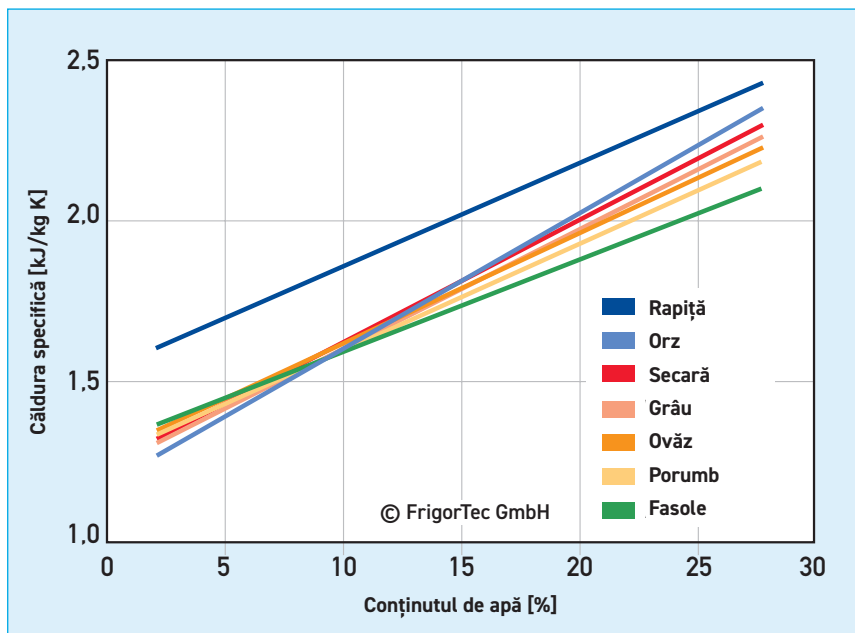
Având în vedere multitudinea diferitelor produse agricole, vor fi descrise în continuare pe scurt cele mai importante aplicații.

### Orez/orez nedecorticat (Paddy)

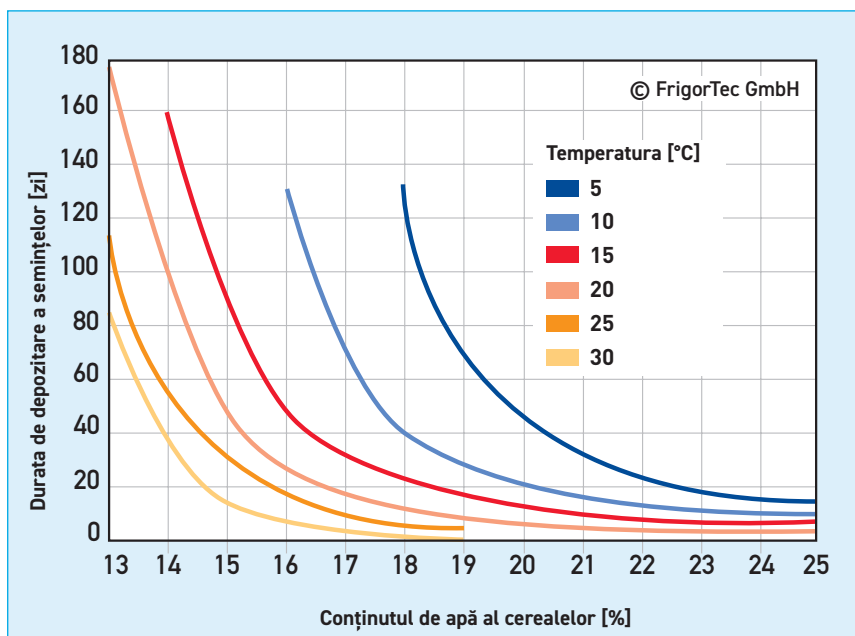
Pentru milioane de oameni, orezul este alimentul cel mai important. Pe plan mondial sunt cunoscute 8.000 de varietăți diferite biologic de orez (Biblio. 8). Acestea sunt clasificate în categoriile bob lung, mediu și scurt. Toate au în comun faptul că produsul are un grad ridicat de sensibilitate. Orezul necesită un proces lent de uscare, de preferat în mai multe etape. Dacă etapele de uscare sunt combinate cu răcirea, se pot economisi una pînă la trei etape de uscare (Biblio. 9). Pe lângă avantajele cunoscute și prezentate, conservarea la rece prezintă avantaje suplimentare în cazul orezului/Paddy. În cadrul mai multor studii efectuate în America Centrală și Asia, s-a stabilit cu certitudine că îngălbenirea nu mai apare la orezul răcit (Biblio. 10). În plus, se constată un nivel de spărtură mai redus la produsele orez/Paddy răcite. Utilizându-se conservarea la rece, randamentul de obținere a boabelor întregi (head rice) este cu circa 3 % mai mare decât neutilizându-se această conservare. Orezul capătă un miros stătut după o perioadă de depozitare în condițiile tradiționale. Prin conservarea la rece a orezului, acest aspect dispare. Toate avantajele constituie argumente importante pentru pastrarea calității și, în final, pentru obținerea unui preț mai mare.

### Sămânța de rapiță (rapia)

Depozitarea rapiței este întotdeauna dificilă (Biblio. 11), chiar și la umiditate scăzută (circa. 9 %). În rapița recoltată există o proporție ridicată de părți de păstăi și tulpini, precum și semințe de buruieni din câmp. În timpul treieratului, boabele de rapiță pot fi supuse unui proces de ușoară umectare prin contactul cu părțile umede ale plantelor. Pe parcursul recoltării are loc deseori și o contaminare cu microorganisme. Ca urmare, sunt suficiente orele unei nopți ca să devină sesizabilă încălzirea unor cantități de produs și să fie perceptibil mirosul stătut, rezultat prin transformările microbiene. Ciupercile de mucegai au astfel condițiile ideale de dezvoltare. De aceea trebuie ca rapița să fie supusă unui proces de precurățare cît mai



11 Dezvoltarea de căldură la depozitarea rapiței



12 Durata admisibilă de depozitare pentru materialul semincier conform Agena (Biblio. 13)

temeinic. Întrucât formarea ciupercilor de mucegai nu poate fi evitată, se recomandă răcirea rapiței la 10 °C. Numărul germinilor de ciuperci se reduce considerabil prin acest procedeu de răcire. Trebuie ca la depozitare, rapița să își pastreze calitatea uleiului. Uleiurile se descompun formând acizi grași liberi odată cu creșterea temperaturii și umidității de depozitare. Apa rezultată și căldura eliberată la aceste reacții trebuie îndepărtate imediat. Astfel apare necesitatea supravegherii și a răcirii rapiței depozitate în vrac. Densitatea rapiței

depozitate în vrac este mai mare comparativ cu aceea a grâului de ex., din cauza boabelor mai mici. De aceea, la rapița depozitată în vrac există o pierdere mai mare de presiune a fluxului de aer decât la alte varietăți de cereale. Aceste detalii se vor avea în vedere la configurarea echipamentului de răcire. Din cauza proporției ridicate de lipide (conținut de grăsimi), rapița poate fixa mai puțină apă comparativ cu alte varietăți de cereale (Biblio. 12). Pierderea de masă uscată la rapița prin respirație însumează numai circa 70 % din pierderile la



cereale, căldura generată fiind însă cu circa 33 % mai mare. În figura 11 se poate observa că la rapița este previzibilă o autoîncingere. Căldura specifică dezvoltată este mai ridicată comparativ cu alte tipuri de cereale.

De aceea, temperatura de depozitare a rapiței trebuie să fie clar sub 15 °C. Dacă rapița conține o proporție prea mare de acizi grași liberi, care se situează în mod normal la 1 %, apar problemele la spargerea rapiței. Acizii grași liberi se formează atunci când rapița este depozitată la temperaturi prea mari.

### Oleaginoase

Datorită conținutului de ulei și de grăsimi din semințele de floarea soarelui, arahide, semințele de bumbac, soia, rapiță, porumb etc., dezvoltarea de căldură se intensifică și mai mult ca urmare a procesului de oxidare. Consecințele constau în pierderile considerabile de calitate și încălzirea produsului depozitat. Creșterea concentrației de acizi grași liberi contribuie de asemenea la pierderi de calitate și cantitate. Comparativ cu metodele convenționale de depozitare, conservarea la rece oferă posibilitatea menținerii unei umidități mai mari cu circa 1 - 3 %.

### Semințe (material semencier) / orzoaică

În cazul semințelor pentru semănat și al orzoaicei, menținerea calității germinative este primordială. Cerealele de sămânță răcite, cu o umiditate de 15 - 16 %, conțin, în medie, un număr de germeni considerabil mai ridicat decât semințele foarte uscate, dar depozitate la cald.

În figura 12 este reprezentată durata permisă de depozitare pentru semințele de cereale, în funcție de temperatură și umiditate. Figura se bazează pe capacitatea timpurie de germinare, având relevanță, din acest motiv, atât pentru sămânța de cereale, cât și pentru orzoaică. Printr-o răcire la timp a orzoaicei respectiv a semințelor, la o temperatură de protecție de circa 10 - 12 °C, timpul posibil de depozitare se prelungește simțitor iar pauza germinativă este scurtată.

### Porumbul

Porumbul boabe are tendința de a se încălzi rapid, datorită conținutului său de uleiuri și grăsimi. Acest fapt este valabil și pentru porumbul care, din motive de siguranță, se usucă până la un conținut de apă de 12 - 13 %. Această procedură convențională necesită consum energetic



și costuri extrem de ridicate, provoacă pierderi de calitate și cantitate și nu este necesară în cazul răcirii porumbului. Ca exemplu, Universitatea Hohenheim/Germania și Universitatea Statului Michigan/SUA au demonstrat că, în cazul uscării cu aer cald a porumbului boabe la o umiditate de sub 17 %, apar cele mai mari pierderi de calitate (Biblio. 14). Aceste probleme se combat eficient prin conservarea la rece.

### Peleți

Peleții sunt răciți cu aer ambiental netratat în răcitoare pentru peleți. Mai ales peleții cu diametru mare nu pot fi răciți până la miez printr-o astfel de procedură. Datorită tensionării se formează fisuri, care conduc la apariția de făina și spărturi și, ca urmare, la pierderi de calitate. Cu un echipament GRANIFRIGOR™ se răcesc uniform până la miez peleții depozitați. Peleții devin foarte duri, se formează mai puțină spărtură. Astfel rezultă cea mai bună capacitate de curgere la descărcare.



## Distribuția aerului

### Răcirea în celule de siloz

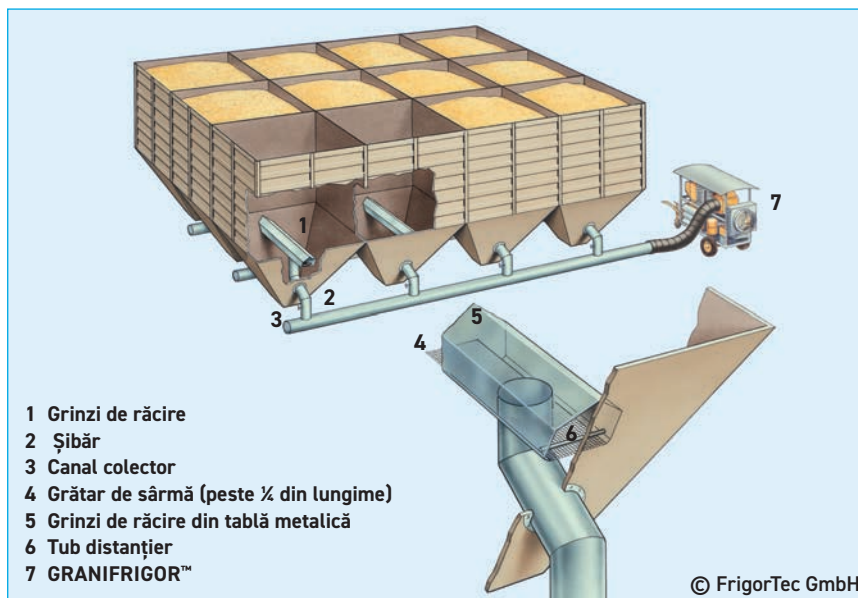
O bună distribuție a aerului este esențială pentru răcirea produselor în vrac. În cazul celulelor cu planșeu plat, s-a dovedit ca podeaua plată perforată este corespunzătoare. În silozurile cu con de golire, sunt utilizate grinzi de răcire din tablă metalică fasonată. Grinzile de răcire sunt deschise la partea de jos și prevăzute cu un grilaj de sârmă pe 1/4 din lungime. Acesta împiedică formarea vârtejurilor de boabe. Prin intermediul unei tubulaturi, aerul rece este condus de la echipamentul GRANIFRIGOR™ în grinda de răcire. Prin deschiderea orientată în jos din partea inferioară a grinzii, aerul rece ajunge în masa de produs (Fig. 13).

Din cauza rezistenței opuse de masa de produs la trecerea aerului, aerul rece pătrunde în toată secțiunea transversală a masei de produs și trece printre boabe spre partea superioară a produsului depozitat. Pentru ca aerul cald să poată fi evacuat în atmosferă, silozul trebuie să fie prevăzut cu un număr suficient de deschideri sub acoperiș.

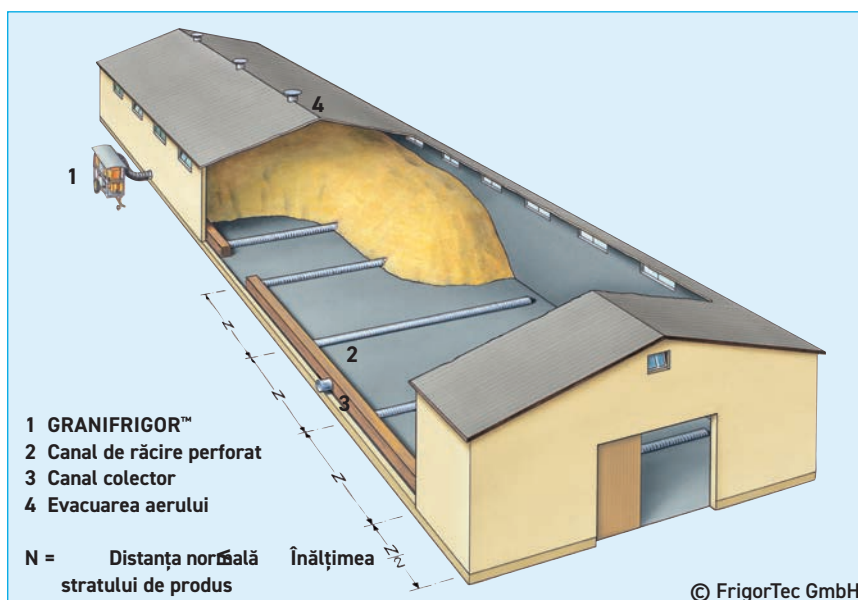
În condițiile climaterice de toamnă, este posibilă apariția condensului. Pentru a împiedica formarea condensului, se poate izola tavanul celulei sau să se instaleze ventilatoare de extracție. Ventilatorul de extracție este de cele mai multe ori soluția optimă. Ventilatorul trebuie să aspire un debit de aer corespunzător de mare la o presiune scăzută. În cazul silozurilor înalte, trebuie avută în vedere pierderea de presiune, ce apare la trecerea aerului prin coloana înaltă de produs. Ventilatorul echipamentului de răcire, respectiv domeniul său de utilizare, trebuie să fie corelat cu aceste condiții de operare. Se va avea în vedere că, la rapiță spre exemplu, pierderea de presiune la trecerea aerului prin masa de produs este de 3-4 ori mai mare decât în cazul cerealelor.

### Răcirea în magazii/hale

În cele mai multe cazuri, magaziiile se dotează cu canale de aerare semicilindrice din tablă perforată, amplasate peste



13 Amplasarea grinzilor de răcire în cazul unui siloz fagure



14 Distribuția de principiu a aerului într-o magazie

planșeu. În cazul în care canalele se află îngropate sub planșeu, atunci ele se acoperă cu tablă perforată. Este important ca, în această situație, să se asigure curățarea facilă și, pe cât posibil, să existe cât mai puține nișe sau muchii, unde să se poată acumula reziduuri. Avantajul canalelor îngropate constă în posibilitatea accesului auto, ceea ce facilitează descărcarea spațiilor de depozitare. Canalele individuale sunt cuplate, la interiorul sau exteriorul magaziei, la un canal colector, sau comunică separat în exterior. Trebuie, pe cât posibil, să se evite canale lungi de aerare și acestea să fie izolate împotriva încălzirii de la exterior. Distanța dintre

canalele de aerare nu trebuie să fie mai mare decât înălțimea maximă a stratului de produs. Distanța dintre canalele de aerare și pereți trebuie să fie mai mică decât jumătatea înălțimii stratului de produs. Dacă produsul depozitat prezintă la partea superioară conul specific descărcării în vrac, acesta se poate compensa prin perforații diferite la canalele de aerare sau prin acoperirea suprafeței conului. În caz contrar, fluxul de aer rece ar lua calea de minimă rezistență și nu s-ar mai răci vârful conului. Ideal ar fi ca materialul depozitat să fie distribuit astfel încât să se evite complet formarea de conuri de produs.

**Rezumând, GRANIFRIGOR™ oferă o multitudine de avantaje, care trebuie să fie luate în considerare la un calcul de eficiență:**

- Depozitarea pe perioade îndelungate fără pierderi de calitate
- Protecția față de atacul și înmulțirea insectelor
- Protecția față de ciuperci și microtoxinele acestora
- Evitarea tratamentelor chimice costisitoare și poluante
- Diminuarea pierderilor prin respirație
- Nu mai este necesară recircularea produsului
- Costuri scăzute pentru uscare
- Păstrarea prospețimii de la recoltare
- Păstrarea capacității de germinare
- Excluderea pericolului de îngălbenire la orez
- Randament ridicat la păstrarea întregi a boabelor de orez
- Nu apar fisuri prin tensionarea boabelor
- Nu apar oxidări la produsele oleaginoase
- Răcirea se poate efectua indiferent de condițiile ambientale



## Bibliografie

- 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, Tropic 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

# Gama tipo-dimensională a echipamentelor de răcire 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

## SERVIS (24 / 7)



Serviciul nostru de servis asigură funcționabilitatea și piesele de schimb în întreaga lume.  
service@frigortec.com

Echipamente pentru răcirea cerealelor GRANIFRIGOR™

Echipamente de condiționare cabine macara CRANEFRIGOR™

Echipamente standard de răcire STANDARDFRIGOR

FrigorTec SERVICES

Dezinsecție termică DEBUGGER

Uscarea fânului AGRIFRIGOR™

### Parteneri distribuitori



# FRIGOR TEC

Cooling to the point

FrigorTec GmbH · Hummelau 1  
88279 Amtzell / Germany  
Tel.: +497520 / 914820  
Fax: +497520 / 9148222  
info@frigortec.com  
www.frigortec.com