

Problemele energeticii regionale. 2007, nr.1, pp. 60-67. ISSN
**Cooling systems of milk, fruit and vegetables storage with low
consumption of energy**

L. Volconovich, M. Kiorsak, D. Oprea
Technical University of Moldova
Turcuman L., A. Volconovich,
IPE, Academy of Science of Moldova
V. Rotari, V.Slipenki
Agrarian University of Moldova

Abstract Article is devoted to use of a natural cold for cooling milk and fruit and vegetables storage. The analysis of the block diagrams, description of storehouses and the curves of temperature and air humidity changes for various types of cooling systems are given; the analysis of quality of vegetables and fruit and energy expenses per unit of production are done, which prove the efficiency of the offered systems.

Keywords: a natural cold, milk cooling systems and fruit and vegetables storage, block diagrams analysis, temperature and humidity of air curve changes.

Sisteme de răcire a laptelui și de păstrare a fructelor și legumelor cu consum redus de energie

L. Volconovici, UAȘM; M. Chiorsac, D. Oprea
Universitatea tehnica a Moldovei
Turcuman L., A. Volconovici,
Academia de Știința a Moldovei
V. Rotari, Slipenchi,
Universitatea Agrara a Moldovei

Rezumat. Lucrarea este dedicată utilizării frigului natural la răcirea laptelui, păstrare fructelor și legumelor. Sunt analizate schemele de structură, descrierea schematică a depozitelor, sunt prezentate curbele de variație a temperaturii și a umidității aerului pentru diferite sisteme de răcire, analizate calitatea păstrării fructelor și legumelor, și cheltuielile de energie pe o unitate de producție, ce demonstrează eficiența sistemelor propuse.

Cuvinte-cheie: Frigul natural, sisteme de răcire a laptelui, păstrarea fructelor și legumelor, scheme de structură, curbele de variație a temperaturii și a umidității aerului.

Энергосберегающие системы охлаждения молока и хранения фруктов и овощей

Л. Волконович, М. Киорсак, Д. Опря
Технический университет Молдовы
Л. Туркуман, А. Волконович
Академия наук Молдовы
В. Ротарь, В. Слипенки
Аграрный университет Молдовы

Аннотация Работа посвящена использованию натурального холода для охлаждения молока и хранения фруктов и овощей. Даны: анализ структурных схем, схематическое описание хранилищ, приведены кривые изменения температуры и влажности воздуха для различных типов охлаждающих систем, анализ качества хранения овощей и фруктов и энергозатраты на единицу продукции, что доказывает эффективность предложенных систем.

Ключевые слова: натуральный холод, системы охлаждения молока и хранения фруктов и овощей, анализ структурных схем, кривые изменения температуры и влажности воздуха.

Sistemele cu frig artificial (Fig. 1a) și natural (Fig.1b) sunt sisteme complexe, compuse respectiv din 5...6 subsisteme (mediul ambiant, operator, tehnologie, utilaj electric, bloc de reglare, produsul răcit) unite între ele prin zeci de legături.

Sistemul cu frig artificial practic nu depinde de mediul ambiant, pe când sistemul cu frig natural depinde integral de parametrii mediului ambiant (temperatura, umiditatea relativă și viteza aerului, durata perioadelor rece și caldă ale anului, etc.).

Sistemele cu frig artificial sau natural utilizează la răcirea laptelui aer sau apă în răcitoare capacitive și apă în răcitoare în flux.

La păstrarea fructelor și legumelor pot fi utilizate următoarele sisteme de răcire:

- răcirea directă;
- răcirea indirectă;
- răcirea cu aer.

Răcirea directă - consumuri reduse de energie, scheme complexe de distribuție a agentului frigorific, posibilitatea pierderii unor mari cantități de agent în cazul unor neetanșeități.

Răcirea indirectă (cu saramură) - au răcitoare cu răcirea intensivă cu aripioare, care diminuează spațiile de depozitare, siguranță în funcționare mai bună volum redus de agent frigorific, reglare și automatizare ușoară, consum de energie mai mare cu cca. 5 ... 6% față de răcirea directă. Spații de depozitare cu utilizarea sistemului de răcire indirectă sunt prezentate în Fig. 2.

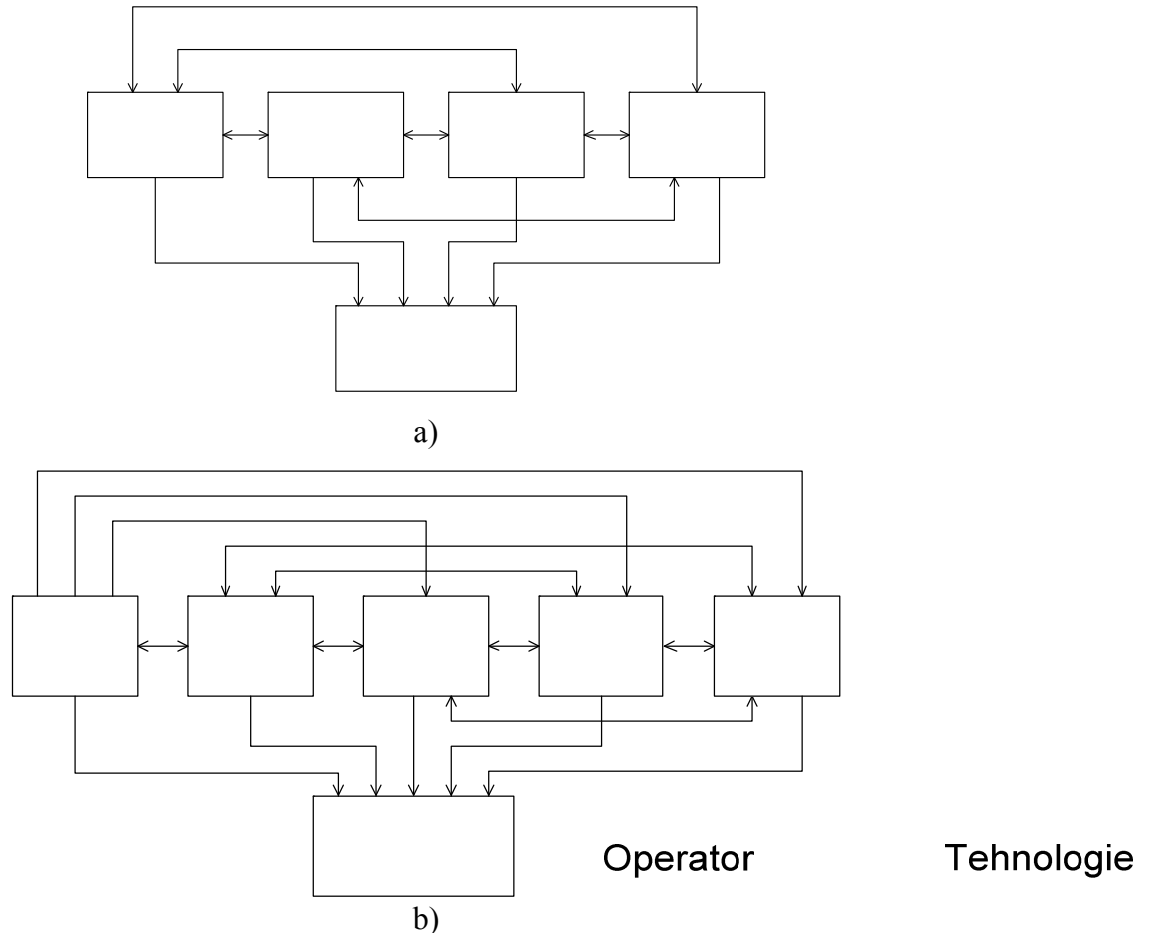


Fig. 1 Structura sistemelor cu frig artificial (a) și natural (b).

Răcirea cu aer - consum redus de metal volum redus de agent frigorific, asigură distribuția uniformă a temperaturii în magaziile frigorifice, permite topirea periodică și evacuarea în exterior a gheții depuse pe vaporizatoare, care sunt amplasate în afara camerelor frigorifice, consumul de energie, crește cu 20 ... 25% față de răcirea directă (datorită ventilatoarelor și pătrunderilor de căldură prin tubulaturi), uscarea intensă a produselor. Sistemele de răcire cu aer și combinată sunt prezentate în Fig.3. a și b.

Datele experimentale de la depozitele de păstrare a merelor din mun. Chișinău și r-nul Călărași (Fig. 4) demonstrează, că:

- temperatura și umiditatea aerului în depozite este respectiv cea mai scăzută și cea mai înaltă la sistemul de răcire indirectă, instalat în partea de sus a depozitului;
- temperatura și umiditatea aerului în depozit este respectiv cea mai înaltă și cea mai scăzută la sistemul de răcire cu aer;

Produs
(lapte sa

- mai puțin influențată de temperatura aerului atmosferic este temperatura aerului în depozit asigurată de sistemul de răcire indirectă, instalat în partea de sus a depozitului.

Totodată, s-a stabilit (Fig. 5) că cea mai variată temperatură a aerului pe verticală (ceea ce este inadmisibil) o asigură sistemul de răcire indirectă a aerului, instalat la pereții depozitului.

Mai puțin variază temperatura aerului pe verticală în depozite la utilizarea sistemelor de răcire indirectă a aerului, instalate în partea de sus a depozitului și la sistemele de răcire cu aer.

Pierderile în greutate ale merelor sunt minimale (0,2 ... 1%) la utilizarea sistemului de răcire indirectă a aerului, instalat în parte de sus a depozitului, Fig. 6 și Fig.7.

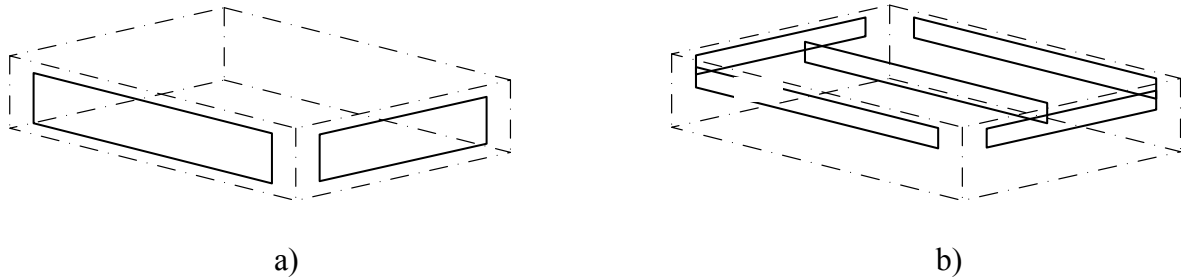


Fig. 2. Spații de depozitare cu utilizarea sistemului de răcire indirectă.
a - instalat la pereții depozitului; b - instalat în partea de sus a depozitului.

S-a stabilit:

- pierderile de greutate a merelor sunt maxime (1,0 ... 1,8%) la utilizarea sistemului de răcire indirectă a aerului, instalat la pereții depozitului;
- pierderile de greutate a merelor la utilizarea sistemului de răcire cu aer constituie 0,6 ... 1,7%, pierderile de greutate a merelor până la înălțimea de 2 m constituie 0,6%;
- pierderile de greutate a merelor se micșorează de jos în sus (pentru varianta a) și de sus în jos (pentru varianta b);
- pierderile de greutate a merelor pentru toate sistemele de răcire se află în limita 1% pentru $h < 2,0$ m și în limita de 2 % pentru $h < 4,0$ m.

Variația conținutului de putregai în mere pe verticală (de la 0 până la 4 m) în procesul de păstrare este prezentată în Fig. 8.

S-a stabilit:

- conținutul de putregai în mere este minimal (1,3 ... 2%) la utilizarea sistemului de răcire indirect a aerului instalat în partea de sus a depozitului.
- sistemul de răcire indirectă instalat în partea de sus a depozitului (1 - 4 - temperatura și umiditatea aerului);
- sistemul de răcire indirectă instalat la pereții depozitului (2 - 5 - temperatura și umiditate aerului);
- sistemul de răcire cu aer (3 - 6 - temperatura și umiditatea aerului); 7 - temperatura aerului atmosferic.
- conținutul de putregai în mere este maximal (până la 3%) la utilizarea sistemului de răcire cu aer (pentru $h = 4,0$ m) și minimal, 0,5 ... 1%, (pentru $h < 2,0$ m).

Merită atenție, în scopul reducerii consumului de energie electrică, utilizarea aerului atmosferic la temperaturi în jurul de 0°C după o schemă cu ciclu deschis (Fig. 9, a) și după o schemă cu ciclu închis (Fig. 9; b) la temperaturi ale aerului mai mari de 0°C .

O altă rezervă este utilizarea schemei consecutive de răcire a aerului în camerele depozitului cu diferite specii de fructe și legume.

Deoarece temperaturile aerului de păstrare a fructelor și legumelor sunt diferite schema consecutivă de răcire a fructelor și legumelor (Fig. 10, a) este mai eficientă din punctul de

vedere al reducerii consumului de energie electrică în comparație cu varianta în care fiecare spațiu de depozitare este răcit aparte(Fig.10b).

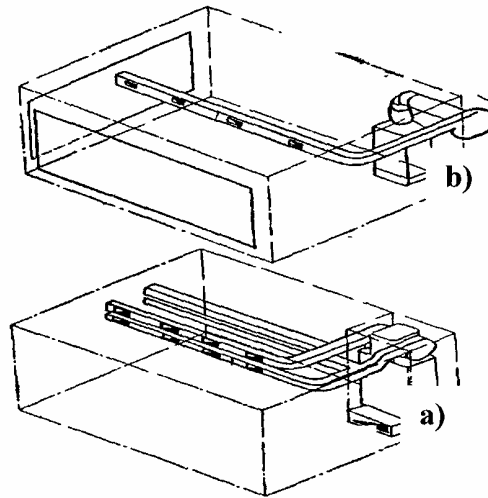


Fig. 3. Spații de depozitare cu utilizarea sistemelor de răcire cu aer (a) și combinate (b).

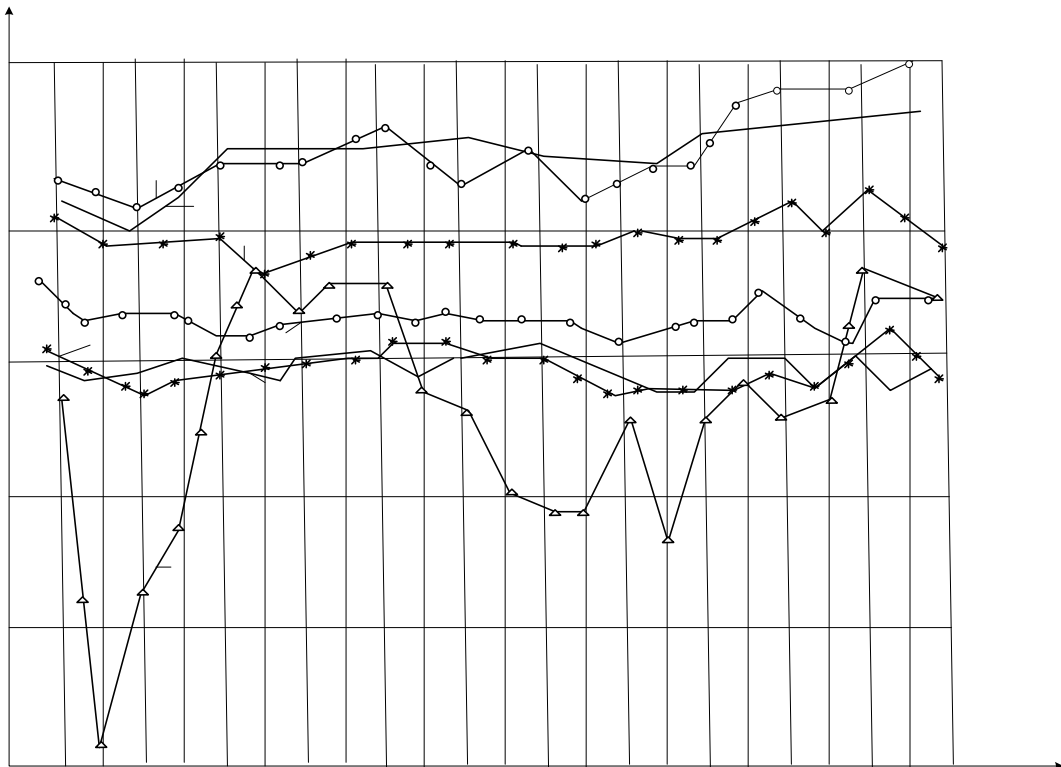


Fig. 4. Variația temperaturii și umidității relative a aerului în depozitele de păstrare a merelor pentru diferite sisteme de răcire

t°,C

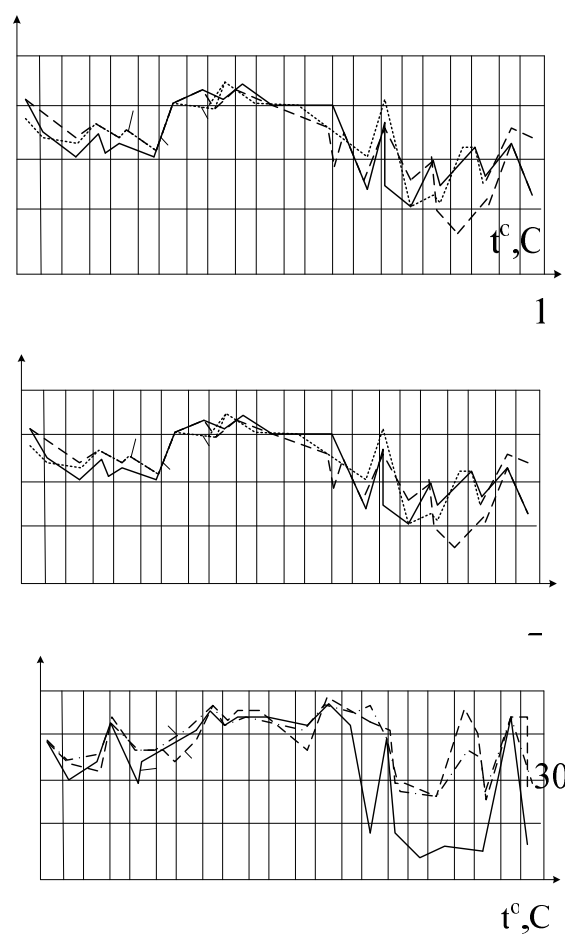


Fig. 5. Variația temperaturii aerului pe verticală la: a - sistemul de răcire cu aer; b - sistemul de răcire indirectă a aerului instalat în partea de sus a depozitului; c - sistemul de răcire indirectă a aerului instalat la pereții depozitului; 1 - la înălțimea 0,25 m; 2 - la înălțimea 2,0 m; 3 - la înălțimea 4,0 m.

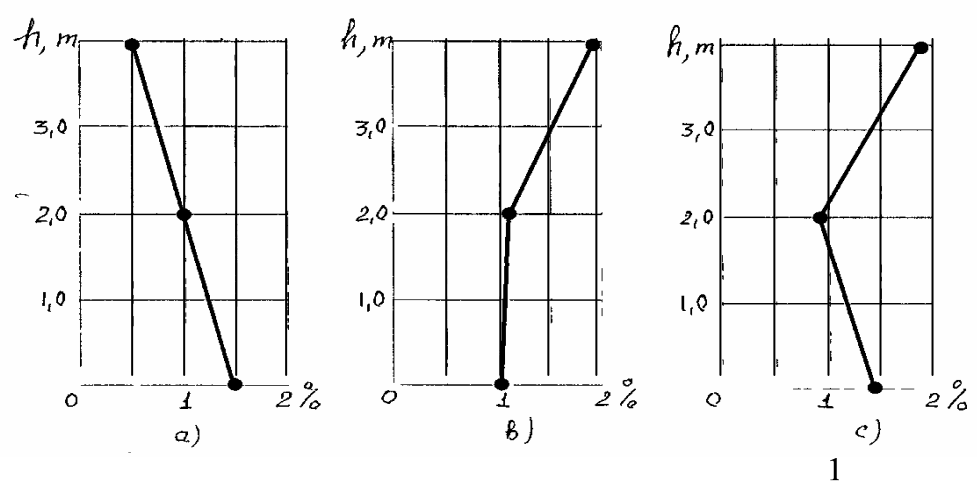


Fig. 6. Variația pierderilor de greutate a merelor "Calvil" în depozite cu: a - sistem de răcire indirectă a aerului instalat în partea de sus a depozitului b - sistem de răcire indirectă a aerului instalat la pereții depozitului c - sistem de răcire cu aer

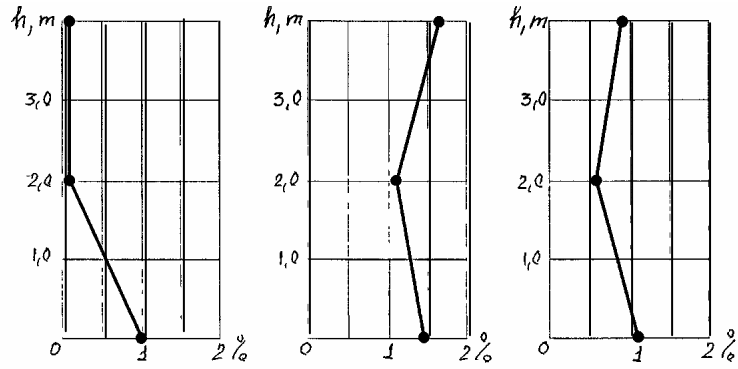


Fig. 7. Variația pierderilor de greutate a merelor "Renet Simirencu" în depozite.

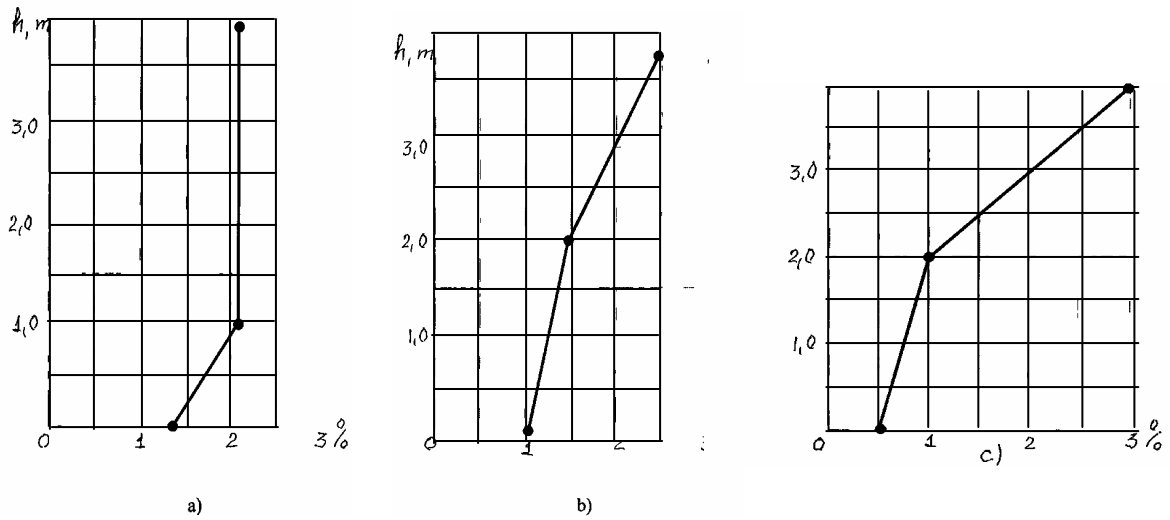


Fig. 8. Variația conținutului de putregai al merelor "Renet Simirencu" în procesul de păstrare la diferite niveluri (pe verticală): a - sistem de răcire indirectă a aerului instalat în partea de sus a depozitului; b - sistem de răcire indirectă a aerului instalat la pereții depozitului; c - sistem de răcire cu aer.

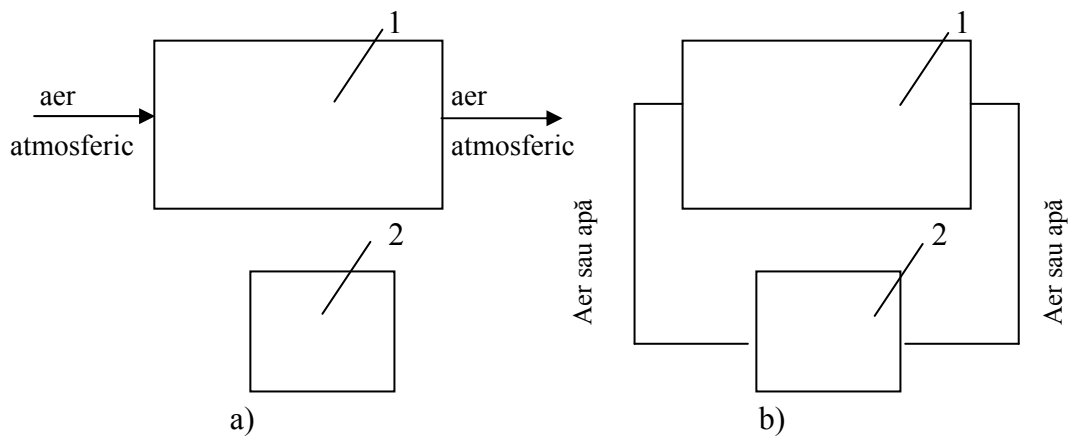


Fig. 9. Sistemul de răcire a aerului în depozit cu cicluri deschis (a) și închis (b)
1 - depozit de păstrare a fructelor și legumelor; 2 - instalație frigorifică.

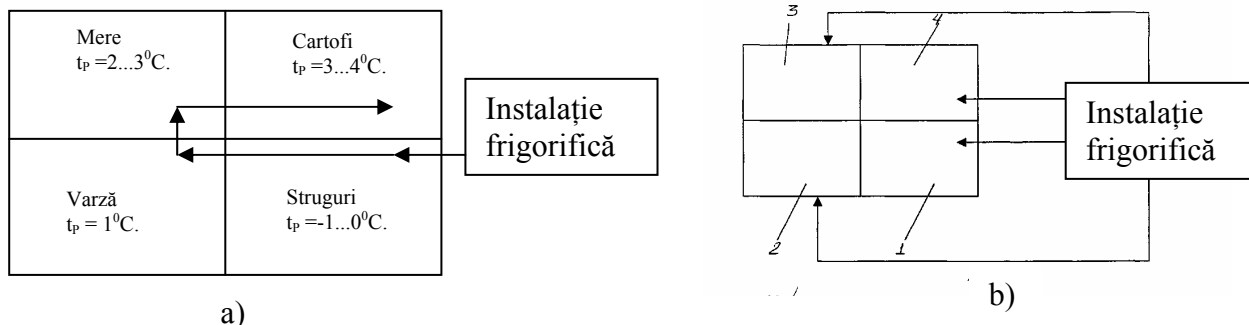


Fig. 10. Schemele de răcire consecutivă (a) și pe fiecare cameră aparte 1, 2, 3, 4(b) al depozitului de păstrare a fructelor și legumelor. t_p –temperatura de păstrare a produselor [1]

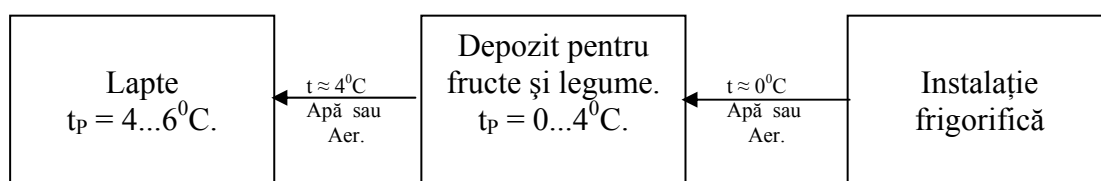


Fig. 11. Schema consecutivă de răcire a fructelor, legumelor și a laptelui [1]

Calculule preventive ne-au demonstrat că utilizarea schemei consecutive de răcire a strugurilor, verzei, merelor și cartofului permite reducerea consumului de energie electrică de 3,1 ... 3,2 ori.

Totodată, merită atenție utilizarea schemei consecutive de răcire a fructelor, legumelor și a laptelui, Fig.11.

Calculule preventive ne-au demonstrat că:

- pentru păstrarea a 50 - 100 t fructe și legume și răcirea 1 t de lapte consumul de energie electrică se reduce cu:
 - 13 ... 29 % pentru mere;
 - 27 ... 42% pentru struguri;
 - 13 ... 27% pentru varză;
 - 12 ... 26% pentru cartofi;
- pentru păstrarea a 1000 - 2000 t fructe și legume, precum și răcirea a 10 t de lapte consumul de energie electrică se reduce cu:
 - 7... 17 % pentru mere;
 - 15 ... 43% pentru struguri;
 - 8... 18% pentru varză;
 - 7 ... 15% pentru cartofi.

Concluzii:

1. Sistemele cu frig artificial și natural pentru răcirea laptelui și păstrarea fructelor și legumelor sunt sisteme complexe compuse respectiv din 5-6 subsisteme (mediul ambiant, operator, tehnologie, utilaj electric, bloc de reglare, produs răcit).
2. Valorile temperaturii și umidității aerului în depozitele de păstrare a fructelor, precum și pierderile de greutate și conținutul de putregăi a fructelor esențial depind de sistema de răcire aleasă.

3. Merită atenție în scopul reducerii consumului de energie electrică utilizarea aerului atmosferic după o schemă cu ciclu deschis sau închis respectiv la temperaturi a aerului atmosferic în jurul 0⁰C și mai mari.
4. O altă rezervă de economisire a energiei o constituie utilizarea schemei consecutive de răcire a aerului în depozitul cu diferite specii de fructe și legume.

Bibliografie

1. Волконович Л, Черней М. и др, Энергосберегающие, экологические технологии и электрооборудование для охлаждения молока и хранения фруктов и овощей. Монография, Кишинев, 2004г.