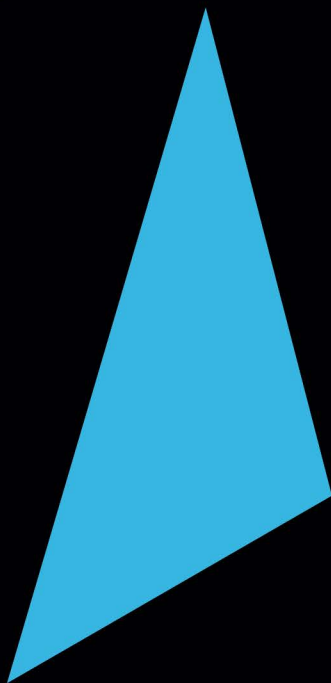


Maria Lidia Iancu

Vegetale

între recoltare și consum



Vegetale între recoltare și consum

Vegetale între recoltare și consum

Maria Lidia Iancu



Editura Universității „Lucian Blaga” din Sibiu
2024

Editura Universității „Lucian Blaga” din Sibiu

Sibiu, Str. Lucian Blaga nr. 2A
<http://editura.ulbsibiu.ro>
editura@ulbsibiu.ro

Editor: Alex Văsieș
Redactor: Daniel Coman
Tehnoredactor: Claudiu Fulea

ISBN 978-606-12-2018-2

Cuprins

| | |
|--|-----------|
| Prefață | 7 |
| 1. Drumul post-recoltare al vegetalelor | 9 |
| 1.1. Pierderi post-recoltare ale vegetalelor | 11 |
| 1.2. Perisabilitatea și durata de păstrare a vegetalelor proaspete | 11 |
| 1.3. Recoltarea în pregătirea pentru valorificare | 14 |
| 1.4. Aprecierea momentului culesului | 16 |
| 1.5. Utilizări instrumentale în aprecierea gradului de maturitate | 19 |
| 1.5.1. Determinarea solidelor solubile utilizând refractometrul | 19 |
| 1.5.2. Determinarea caracteristicilor folosind penetrometrul | 21 |
| 1.5.3. Fructe pentru consum în stare proaspătă | 24 |
| 1.5.4. Calibrarea folosind calibratorul de buzunar | 32 |
| 1.5.5. Analiza instrumentală a culorii | 33 |
| 1.5.6. Determinarea gradului de maturare, testul cu amidon | 44 |
| 2. Biologia și chimia legumelor și fructelor | 47 |
| 2.1. Plante comestibile | 47 |
| 2.2. Celula vegetală | 48 |
| 2.2.1. Carbohidrații din plante | 53 |
| 2.2.2. Culoarea și aroma vegetalelor | 59 |
| 2.2.3. Îmbrunarea în fructe și legume | 63 |
| 2.2.4. Fructe și legume, surse de antioxidanți | 64 |
| 3. Procese fiziologice post-recoltare în fructe și legume | 75 |
| 3.1. Respirația | 75 |
| 3.2. Pierderea apei | 77 |
| 3.3. Rata de respirație | 81 |
| 3.4. Maturarea | 84 |

| | |
|---|------------|
| 3.4.1. Modificări care apar în timpul maturării | 88 |
| 3.4.2. Producția de etilenă și rolul său în reglarea maturării | 89 |
| 3.4.3. Repausul germinativ și răsărirea | 92 |
| 3.4.4. Influența condițiilor de mediu asupra maturării | 92 |
| 3.4.5. Radiațiile gama | 101 |
| 3.4.6. Substanțe pro maturare | 107 |
| 3.4.7. Substanțe care inhibă maturarea | 107 |
| 4. Depozitarea postrecoltare a vegetalelor | 109 |
| 4.1. Bolile cartofului | 109 |
| 4.2. Zvântare, sortare, CFF și transportul cartofilor | 112 |
| 4.3. Pregătirea pentru depozitarea vegetalelor | 114 |
| 4.3.1. Materiale și utilaje pentru depozitul clasic | 119 |
| 4.3.2. Ambalarea | 121 |
| 4.4. Schema tehnologică de păstrare a rădăcinoaselor și cartofilor în spații cu aerisire naturală | 127 |
| 4.5. Depozitarea folosind atmosfera controlată (CA) | 128 |
| 4.5.1. Sisteme de prerăcire | 129 |
| 4.5.2. Metode de răcire | 129 |
| 4.5.3. Facilități de depozitare | 134 |
| 4.5.4. Transportul vegetalelor recoltate în condiții controlate | 135 |
| 4.6. Depozitarea vegetalelor în condiții moderne. | |
| Studii de caz | 137 |
| 4.6.1. Depozitare în atmosferă modificată și controlată. Începuturi | 137 |
| 4.6.2. Depozite moderne pentru păstrare vegetale | 147 |
| 4.6.3. Păstrarea în atmosferă cu refrigerare | 155 |
| 4.6.4. Păstrarea în atmosferă modificată(AM) cu refrigerare | 156 |
| 4.6.5. Schema tehnologică de depozitare a merelor în atmosferă modificată și cu refrigerare (studiu experimental) | 159 |
| 4.6.6. Descrierea schemei tehnologice | 159 |
| 4.6.7. Model experimental la depozitarea merelor | 163 |
| 4.6.8. Alegerea și justificarea suprafețelor construite | 166 |
| 4.7. Calcularea suprafeței depozitului de păstrare în stare proaspătă a merelor | 167 |
| 5. Bibliografie | 173 |

Prefață

Planta este o structură relativ simplă, fixată în sol, dar care reușește să se înmulțească și să se hrănească folosind mijloace extrem de simpliste (apă, energie luminoasă, substanțe nutritive). Consumul acestor structuri ca alimente duce la asigurarea unei diete bogate într-o serie de elemente nutritive esențiale, chiar terapeutice pentru organismul uman.

După recoltare părțile morfologice ale plantelor care devin parte din alimentația umană sunt încă vii, chiar departe de planta mamă. Post-recoltare au loc, la nivelul celulei vegetale transformări pentru maturare, degradare în condiții ambientale. Stimularea sau inhibarea acestor procese se realizează în condiții care au evoluat, în timp și sunt susținute foarte bine, acum, de alte ramuri economice.

Unele dintre cele mai păstrate vegetale, pe o perioadă îndelungată, în România, sunt cartofii, ceapa, merele și rădăcinoasele.

Creșterea duratei de menținere a valorilor indicatorilor de calitate primari este susținută de folosirea unor instalații complexe, moderne de control a atmosferei și de modificare a compoziției aerului.

Scopul acestui material este de a completa cunoștințele specialiștilor și ale utilizatorilor cu noile modele experimentale și de producție folosite.

Maria Lidia Iancu

1.

Drumul post recoltare al vegetalelor

Obiectivele principale ale aplicării tehnologiei post-recoltare la fructe și legume sunt: de menținere a calității (aspect, textură, aromă și valoare nutritivă), protejarea siguranței alimentelor, reducerea pierderilor dintre recoltare și consum.

În perioada post-recoltare este important mai degrabă, managementul eficient decât nivelul sofisticat al oricărei combinații tehnologice. Este cheia pentru atingerea obiectivelor dorite. Operațiile la scară largă pot beneficia de investiții în utilaje costisitoare folosite pentru manipulare și tratamente post-recoltare de înaltă tehnologie. Adesea aceste opțiuni nu sunt practice pentru manipulatorii la scară mică. În schimb, tehnologiile simple, cu costuri reduse pot fi adesea mai potrivite pentru operații comerciale de volum mic, cu resurse limitate pentru fermierii implicați în vânzări directe.

Multe inovații recente în tehnologia post-recoltare au fost ca răspuns la dorința de a evita folosirea forței de muncă costisitoare și la dorința de obținere de produse „perfecte” din punct de vedere senzorial. Este posibil ca aceste metode să nu fie sustenabile pe termen lung din cauza preocupărilor socio-economice, culturale sau de mediu. De exemplu, utilizarea pesticidelor după recoltare poate reduce incidența defectelor de suprafață, dar poate fi costisitoare atât din punct de vedere financiar, cât și din punct de vedere al consecințelor asupra mediului. În plus, cererea în creștere pentru fructe și legume produse organic oferă noi oportunități pentru producătorii și comercianții la scară mică.

Condițiile locale pentru manipulatorii la scară mică pot include surplus de forță de muncă, lipsa creditului pentru investițiile în tehnologia post-recoltare, alimentarea cu energie electrică nesigură, lipsa opțiunilor de transport, facilități de depozitare sau a materialelor de ambalare. Din fericire, există o gamă largă de tehnologii simple post-recoltare din care să aleagă, iar multe practici au potențialul de a satisface nevoile speciale ale manipulatorilor de alimente și comercianților, la scară mică.

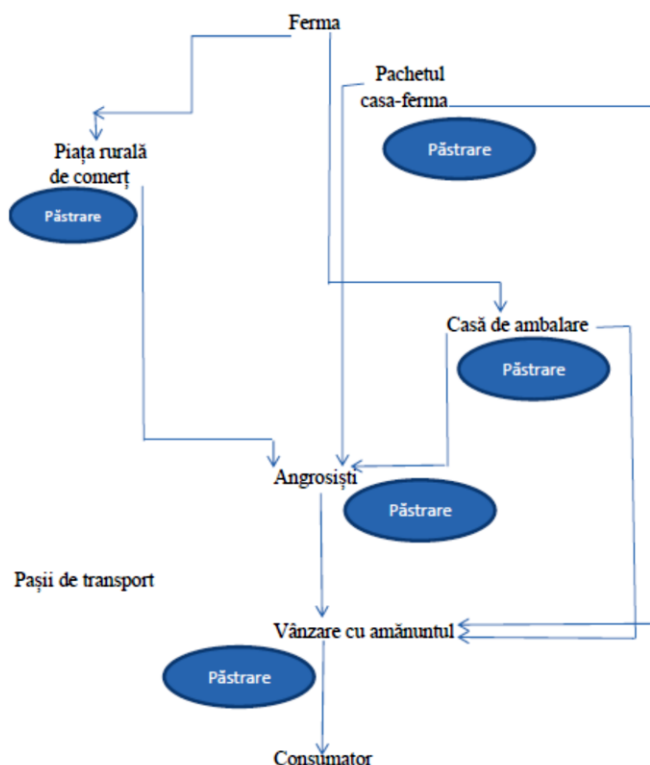


Figura 1.1. Etape de manipulare după recoltare pentru un produs horticol

Există mulți pași de interacțiune implicați în orice sistem post-recoltare (figura 1.1.). Produsele sunt adesea manipulate de multe persoane diferite, transportate și depozitate în mod repetat între recoltare și consum. În timp ce anumite practici și secvența operațiilor vor varia pentru fiecare cultură, există o serie generală de pași în sistemele de manipulare post-recoltare care vor fi urmați.

Aplicarea unora dintre practicile simple va permite manipulatorilor la scară mică să reducă pierderile de producție, să asigure siguranța alimentelor și să contribuie la menținerea calității fructelor, legumelor.

1.1. Pierderi post-recoltare ale vegetalelor

Cele mai frecvente cauze ale pierderilor post-recoltare continuă să fie manipularea brutală, răcirea și menținerea inadecvată a temperaturii. Lipsa sortării pentru a elimina defectele înainte de depozitare și utilizarea materialelor de ambalare inadecvate se adaugă și amplifică problemele. În general, reducerea la minim a manipulării brute, sortarea pentru îndepărtarea produselor deteriorate și bolnave și gestionarea eficientă a temperaturii vor ajuta considerabil la menținerea unui produs de calitate și la reducerea pierderilor de depozitare. Durata de depozitare va fi îmbunătățită dacă temperatura în timpul perioadei postrecoltare este menținută cât mai aproape de optimul posibil pentru un anumit produs (tabelul 1.1).

1.2. Perisabilitate și durata de păstrare a vegetalelor proaspete

Clasificarea culturilor horticole proaspete în funcție de perisabilitatea lor relativă și de durata potențială de depozitare în aer la temperatură și umiditate relativă aproape optime. Este redată în tabelul 1.2.

Producătorii au opțiunea de a recolta mai devreme, când legumele sunt mai delicate și mai valoroase, mai târziu când fructele sunt la o etapă mai coapte, mai aromate; sau mai des (profitând de recoltele multiple pentru a aduna produsele în stadiul optim de maturitate). Toate aceste opțiuni pot duce la profituri mai mari datorită valorii mai mari a produsului pe care îl au de oferit spre vânzare.

Tabel 1.1. Pierderea calității vegetalelor după recoltare
(Kader, A.A., 1993)

| Specii | Reprezentanți | Principalele cauze de pierdere a calității după recoltare (în ordinea importanței) |
|-------------------------|------------------------|--|
| Rădăcinoase | Sfeclă, | leziuni mecanice |
| | Ceapă, | vindecare nepotrivită |
| | Usturoi | încolțire și înrădăcinare |
| | Morcov | veștejire |
| | Cartof | descompunere |
| | Cartof dulce | leziuni cauzate de frig (culturi rădăcinoase subtropicale și tropicale) |
| Vegetale cu frunze | Salată verde | pierderi de apă (ofilire) |
| | Sfecla roșie | pierderea culorii verzi (îngălbenire) |
| | Spanac | leziuni mecanice |
| | Varză | rata de respirație relativ înaltă |
| | Cepe verzi | descompunere |
| Legume flori | Anghinare | leziuni mecanice |
| | Brocoli | îngălbenirea și alte decolorări |
| | Conopidă | pierderea floretelor descompunere |
| Fructe imature | Castraveți | exces de maturitate la recoltare |
| | Dovleac | pierderi de apă (scădere) |
| | Vânăta | vânăta și alte leziuni mecanice |
| | Ardei | rănire prin frig |
| | Bame | descompunere |
| | Fasole „snap” | |
| Legume și fructe mature | Roșii | vânăta |
| | Pepene | coacerea excesivă și înmuierea |
| | Citrice | excesivă la recoltare |
| | Banane | pierdere de apă |
| | Mango | leziuni cauzate de frig |
| | Mere | (fructe sensibile la frig) |
| | Struguri | modificări compoziționale |
| | Fructe cu sâmbure tare | descompunere |

Tabel 1.2. Clasificarea culturilor horticole în funcție de perisabilitatea lor
(Kader, A.A, 1993)

| Perisabilitate | Durata potențială de depozitare (săptămâni) | Mărfuri |
|-----------------------|--|--|
| Foarte înaltă | < 2 | caise, mure, afine, cireșe, smochine, zmeură, căpșuni; sparanghel, muguri de fasole, broccoli, conopida, ceapa verde, salata verde, ciuperci, pepene rosu, mazare, spanac, porumb dulce, roșii (coapte); majoritatea florilor și frunzelor tăiate; fructe și legume minim procesate |
| Înaltă | 2-4 | avocado, banană, struguri (fără tratament cu SO ₂), guava, moșmon japonez, mandarină, mango, pepeni, nectarine, papaya, piersici, prune, anghinare, fasole verde, varza de Bruxelles, varza, telina, vinete, salata verde, bame, ardei, dovleac de vara, roșii (parțial coapte). |
| Moderată | 4- 8 | mere și pere (unele soiuri), struguri (tratați cu SO ₂), portocale, grapefruit, lime, kiwi, curmal, rodie, sfeclă roșie, morcov, ridichi, cartof (imatură). |
| Slabă | 8-16 | mere și pere (unele soiuri), lămâie; cartof (matură), ceapă uscată, usturoi, dovleac, dovleac de iarnă, cartof dulce, taro, ighame; bulbi și alte propagule de plante ornamentale. |
| Foarte slabă | > 16 | nuci, fructe uscate și legume. |

1.3. Recoltarea în pregătirea pentru valorificare

Una dintre cele mai frecvente greșeli pe care le fac cultivatorii este să recolteze fructele prea devreme, atunci când acestea sunt insuficient coapte și nu și-au dezvoltat încă aroma complet. Unele legume, dacă se lasă să se dezvolte mai mult, vor fi prea fibroase sau pline de semințe. La multe culturi horticoale, dacă se recoltează dintr-o dată tot, vor exista vegetale care sunt fie sub-mature, fie prea mature. Utilizarea unui indice de maturitate ca standard va reduce foarte mult pierderile de pre-sortare. Pentru unele culturi, aceasta implică utilizarea unui refractometru pentru a măsura zaharurile și a unui penetrometru pentru a măsura fermitatea.

Leziunile mecanice în timpul recoltării pot deveni o problemă serioasă, deoarece rănilor predispun la descompunere, pierderea crescută de apă și ratele crescute de producție respiratorie și de etilenă, ceea ce duce la o deteriorare rapidă. În general, recoltarea folosind un utilaj va provoca mai multe daune decât recoltarea manuală, deși unele culturi de rădăcină pot fi grav deteriorate prin săparea manuală neglijentă.

Containerele folosite de culegători pe teren trebuie să fie curate, să aibă suprafețe interioare netede și să nu aibă margini aspre. Lăzile de plastic stivuibile, deși inițial erau scumpe, sunt durabile, reutilizabile și ușor de curățat (FAO, 1989). Dacă se folosesc coșuri, acestea ar trebui să fie țesute „pe dos în afară” cu ciaturile de la începutul și de la sfârșitul fiecărui baston pe exteriorul coșului (Grierson, W. 1987).

Recoltatoarele manuale ar trebui să fie alese adecvat culturii pentru a minimiza daunele și risipa și ar trebui să fie capabile să recunoască stadiul de maturitate adecvat pentru produsele pe care le manipulează. Culegătorii trebuie să recolteze cu grijă, prin ruperea, tăierea sau smulgerea fructelor sau legumelor din plantă în modul cel mai puțin dăunător. Vârfurile cuțitelor ar trebui să fie rotunjite pentru a

minimiza creștăturile accidentale și deteriorarea excesivă a plantelor perene. Cuțitele și aparatele de tuns ar trebui să fie întotdeauna bine ascuțite. Culegătorii trebuie instruiți să își golească sacii sau coșurile de cules cu grijă. Dacă recoltatorii culeg direct în containere mari, produsele pot fi protejate de vântăi prin utilizarea unui jgheab de decelerare realizat din pânză. Containerele de câmp ventilate, stivuibile trebuie menținute curate și netede.

Expunerea la soare trebuie evitată cât mai mult posibil în timpul și după recoltare, deoarece produsele lăsate la soare vor câștiga căldură și pot fi arse de soare. Produsele expuse la lumina soarelui pot deveni în curând cu 4-6 °C mai calde decât temperatura aerului (Thompson și alții, 2001). Coșurile de câmp trebuie așezate la umbră sau acoperite lejer (de exemplu, cu pânză de culoare deschisă, materiale vegetale cu frunze, paie sau un recipient gol răsturnat) dacă sunt de așteptat întâzieri în îndepărtarea lor de pe câmp. Recoltarea de noapte sau dimineața devreme este uneori o opțiune pentru recoltarea produselor atunci când temperaturile interne sunt relativ scăzute, reducând energia necesară pentru răcirea ulterioară. Fluxul de latex este adesea mai scăzut mai târziu dimineața decât în zori pentru culturi precum mango și papaya (Pantastico, Er.B. 1980), astfel încât recoltarea cât mai târziu dimineața poate reduce eforturile ulterioare necesare pentru curățarea produsului înainte de ambalare. De asemenea, citricele nu trebuie culese dimineața devreme, când sunt turgente, din cauza susceptibilității lor mai mari la eliberarea de uleiuri esențiale din glandele uleioase de flavedo care provoacă pete de ulei (pete verzi pe citricele galbene și portocalii după degresare).

Imediat după recoltare, când produsele sunt pregătite pentru comercializare, răcirea este esențială. Răcirea (cunoscută și ca „pre-răcire”) este îndepărtarea căldurii de câmp direct după recoltare, înainte de orice manipulare ulterioară. Orice întâziere în răcire va scurta durata de viață

post-recoltare și va reduce calitatea. Chiar și produsele supuse răcirii și încălzirii repetate se deteriorează într-un ritm mai lent decât produsele care nu au fost răcite (Mitchell, F.G. și alții, 1972).

Manipularea brutală în timpul pregătirii pentru piață va crește vântățile și daunele mecanice și va limita beneficiile răcirii. Drumurile dintre câmp și depozitul de ambalare ar trebui să fie nivelate și fără gropi. Cutiile de câmp trebuie să fie bine asigurate în timpul transportului și, dacă sunt stivuite, să nu fie supra umplute. Vitezele de transport trebuie să fie adecvate calității și condițiilor drumurilor, iar suspensiile camioanelor sau remorcii trebuie să fie păstrate în stare bună. Presiunea redusă a aerului în pneuri pe vehiculele de transport va reduce cantitatea de mișcare transmisă produsului (Kader, A.A., 2002).

Orice practică care reduce numărul de manipulări ale produselor va ajuta la reducerea pierderilor ca: ambalare pe câmp, selectarea, sortarea și tunderea produselor.

1.4. Aprecierea momentului culesului

Au fost stabilite standarde de maturitate pentru multe culturi de fructe, legume și flori. Recoltarea culturilor la maturitatea adecvată permite manipulatorilor să-și înceapă munca cu produse de cea mai bună calitate posibilă. Produsele recoltate prea devreme pot să nu aibă aromă și să nu se coacă coresponzător, în timp ce produsele recoltate prea târziu pot fi fibroase sau supracoapte. Culegătorii pot fi instruiți în metodele de identificare a produselor care sunt gata pentru recoltare. În studiile sale Kader, 2002, oferă câteva exemple de indici de calitate.

Astfel la:

- mere, pere contează zilele trecute de la înflorirea completă până la recoltare și unitățile de căldură medii în timpul dezvoltării;

- mazăre, mere, porumb dulce, dezvoltarea stratului de abscizie;
- pepeni, mere, guava, morfologia și structura suprafeței;
- strălucirea unor fructe (dezvoltarea stratului de ceară);
- mărimea contează la toate fructele și multe legume;
- densitatea la cireșe, pepeni verzi, cartofi;
- forma, dată de exemplu de angularitatea bananelor, obraji plini la mango;
- compactitatea la broccoli și conopidă;
- soliditatea la salata verde, varza, varza de *Bruxelle*;
- alte proprietăți texturale ca fermitate la mere, pere, fructe cu sâmburi;
- sensibilitate la mazăre;
- toate fructele și majoritatea legumelor, culoarea cojii și structura interioară, culoarea pulpei unor fructe;
- factori compoziționali, conținut de amidon;
- mere, pere, struguri conținut de zahăr;
- mere, pere, fructe cu sâmburi, struguri, conținut de acid, raport zahăr/acid, rodie, citrice, papaya, pepeni, kiwi;
- conținut de suc, citrice;
- conținut de ulei, avocado;
- astringență (conținut de tanin) la curmale;
- concentrația internă de etilenă, mere, pere.

Legumele sunt recoltate pe o gamă largă de maturități, în funcție de partea din plantă folosită ca hrană. Exemple de indici de maturitate a culturilor de legume:

- culturi de rădăcini, ridiche și morcov, bulbi și tuberculi, suficient de mare și crocant;
- cartofi, ceapă și usturoi, atunci când încep să se usuce,
- yam, fasole și ghimbir, suficient de mare (supramatur dacă este dur și fibros);
- ceapa verde, după lungimea frunzelor.

Legume cu fructe:

- cowpea (fasole lungă de 1m), fasole snap, batao (fasole scurtă), mazăre dulce și fasole înaripată, păstăi bine umplute care se rup ușor;
- fasole de Lima și mazăre porumbel, păstăi bine umplute care încep să-și piardă verdeața;
- bame, dimensiunea dorită atinsă și vârfurile care pot fi rupte ușor;
- upo, tărtăcuță, dimensiunea dorită a fost atinsă și unghia mică poate pătrunde în continuare pulpa cu ușurință (supra-matură dacă unghia mică nu poate pătrunde ușor în pulpă);
- vinete, tărtăcuță amară, chayote sau castraveți feliați, dimensiunea dorită a fost atinsă, dar încă fragedă (supra-matură dacă culoarea se întunecă sau se schimbă și semințele sunt dure);
- porumb dulce, exudă seva lăptoasă din miez dacă bobul este tăiat;
- roșie, semințele alunecă atunci când fructele sunt tăiate sau culoarea verde devine roz;
- ardei dulce, culoare verde intens devine ternă sau roșie;
- pepene roșu, se separă cu ușurință de vrej cu o ușoară răsucire, lăsând cavitatea curată, culoarea părții inferioare devine galben crem, sunet de gol când este bătut pe coajă;
- pepenele galben, schimbarea culorii fructelor de la un ușor alb verzui la crem cu aroma pronunțată.

Legume cu flori:

- conopidă, ciorchine compact (supra-matură dacă ciorchinele de flori se alungește și se slăbește);
- brocoli, ciorchini de muguri compacți (supra-maturi dacă sunt liberi).

Legume cu frunze:

- salată verde, suficient de mare înainte de înflorire;
- varză, căpățână compactă (supra-maturată dacă căpățâna crapă);
- țelină, destul de mare înainte de a fi folosită (Bautista, O.K. și Mabesa, R.C., 1977).

1.5. Utilizări, instrumentale, în aprecierea gradului de maturitate

1.5.1. Determinarea solidelor solubile utilizând refractometrul

Zaharurile sunt principalele solide solubile din vegetale și, prin urmare, solidele solubile pot fi utilizate ca o estimare a gradului de dulce. Un refractometru de mână poate fi folosit în aer liber pentru a măsura conținutul de substanță uscată solubilă, % SSC (soluble solid content) (grade echivalente Brix pentru soluții de zahăr - °Bx) într-o mică probă de suc de vegetale. Temperatura va afecta citirea (creșterea cu aproximativ 0,5% SSC pentru fiecare 5°C), așa că ar trebui să ajustați măsurarea pentru temperatura de 20°C. O presă funcționează bine pentru a stoarce pulpa din mostrele de fructe. Pentru fructele mici, folosiți fructele întregi. Pentru fructele mari, luați o pană de la capătul tulpinii până la capătul florii și până la centrul fructului. Îndepărtați orice pulpă prin filtrarea sucului printr-o bucată mică de pânză. Trebuie să curățați și să verificați punctul „0” al refractometrului (figura 1.2) care se face folosind apă distilată (0% SSC la 20°C) (tabelul 1.3). Iată câteva exemple de % SSC, minim propus pentru mărfuri selectate. Dacă citirea indică un % SSC mai mare, atunci produsul este mai bun decât standardul minim.

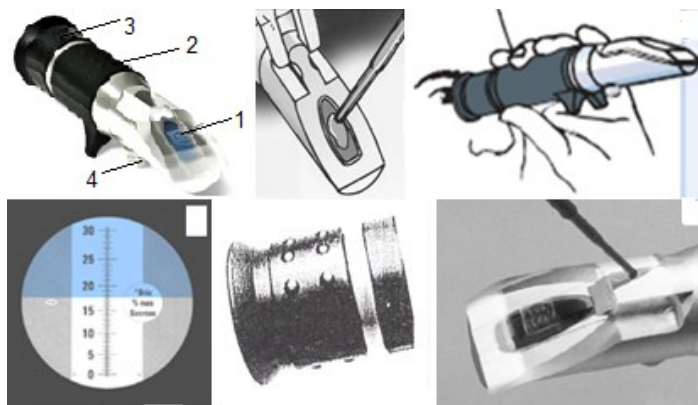


Figura 1.2. Refractometrul portabil sus stânga: 1 – sistemul de prisme (clapeta transparentă); 2 – tubul telescopic (luneta); 3 – ocularul unde se vede scala și planurile cu suprafața de interferență-stânga jos; 4 – cheia de ajustare a punctului „0” (dreapta jos)

Căpșunile care au o aromă excelentă, de exemplu, ar măsura 8% SSC sau mai mult.

Tabel 1.3. Conținutul de zaharuri, refractometrice din fructe
(Kader, A.A. 1999)

| % SSC, minim | | | |
|---------------|---------|-----------|------|
| Caise | 10 | Nectarine | 10 |
| Coacăze | 10 | Papaya | 11.5 |
| Cireșe | 14-16 | Piersici | 10 |
| Struguri | 14-17.5 | Pere | 13 |
| Kiwi | 6.5 | Ananas | 12 |
| Mango | 10-12 | Prune | 12 |
| Pepene galben | 10 | Rodie | 17 |
| Pepene verde | 10 | Căpșuni | 7 |

1.5.2. Determinarea caracteristicilor structo-texturale folosind penetrometrul

Fermitatea structo texturală, crocanța pot fi estimate prin presarea produselor sau prin mușcătură. Măsurătorile obiective pot fi făcute cu penetrometre. Cel mai obișnuit mod de a măsura fermitatea este rezistența la compresiune. Penetrometrul pentru fructe *Effe-gi* este o sondă de mână cu un indicator pentru forța exprimată în kilograme (net.1.1) (figura 1.3). Pentru a măsura fermitatea, se utilizează fructe cu temperatură uniformă, deoarece fructele calde sunt de obicei mai moi decât fructele reci. Utilizați fructe de dimensiuni uniforme, deoarece fructele mari sunt de obicei mai moi decât fructele mai mici. Faceți două teste de înțepare per fruct pe fructele mai mari, o dată pe obrajii opuși, la jumătatea distanței dintre codiță și capătul florii. Scoateți un disc de coajă (mai mare decât vârful care urmează să fie utilizat) și alegeți vârful corespunzător al pistonului. Țineți fructele pe o suprafață staționară, dură și forțați vârful să cadă în fruct cu o viteză lentă și uniformă (2s) până la linia trasată pe vârful. Duceți citirea la cea mai apropiată forță de 0,5 lb. Dimensiunile adecvate ale vârfului pistonului *Effi-gi* pentru a fi utilizate atunci când se măsoară fermitatea fructelor selectate sunt: 1,5 mm la măslina, 3 mm la cireșe, struguri, căpșuni, 8 mm la caise, avocado, kiwi, pere, mango, nectarine, papaya, piersici, 11 mm la mere.

Se calibrează testerele de fermitate ținând testerul vertical și așezând vârful pe talerul unui cântar. Apăsăți în jos până când cântarul înregistrează o anumită greutate, apoi citiți testerul de fermitate. Repetați de 3 până la 5 ori, dacă descoperiți că instrumentul citește la fel ca și cântarul, este gata de utilizare. Puteți regla penetrometrele inserând șaibe în locațiile corespunzătoare (urmați instrucțiunile care vin cu instrumentul).

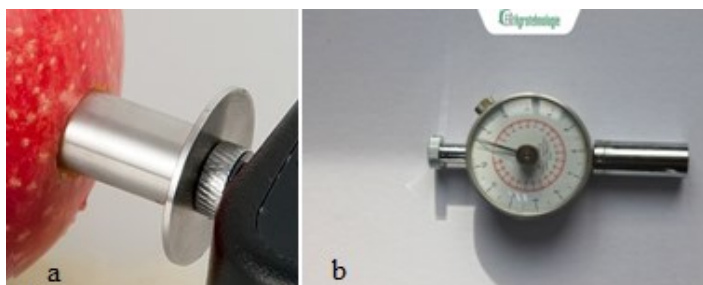


Figura 1.3. Penetrometru digital (a); analog (b) (net 1.1; net 1.2)

Penetrometrul este un dispozitiv portabil practic pentru controlul gradului de maturitate al diferitelor tipuri de fructe. Spre deosebire de un penetrometru analog varianta digitală oferă o precizie mai mare. Cu penetrometrul se obțin informații valoroase despre timpul optim de recoltare. În plus, calitatea în timpul depozitării, transportului și distribuției poate fi, de asemenea, monitorizată. Penetrometrul are o celulă de măsurare internă și este controlat de un microprocesor. Acest microprocesor permite citirea rapidă și precisă. Este prevăzut cu un dispozitiv de montare pentru un suport de testare și, dacă este prezent, poate fi montat pe acesta. Acest lucru minimizează erorile utilizatorului și permite măsurători în serie.

Când se vorbește despre procesul de maturare în fructe, este necesar să se facă distincția între maturitatea fiziologică și maturitatea pentru distribuție. Maturitatea fiziologică se realizează numai în mediul natural de creștere și corespunde celui mai bun timp de recoltare pentru distribuirea acestui soi de fruct. Scadența timpului de distribuție este obținută mai târziu și indică cel mai bun timp pentru consum (dacă culoarea, gustul și fermitatea sunt ideale pentru utilizatorul final). Fructele climacterice ajung mai târziu la maturitate pentru distribuție, deoarece continuă să se coacă după recoltare. În timpul maturității, se constată o schimbare internă intensă în fructe. Această schimbare se reflectă în

culoarea, forma și duritatea sa. Este necesar pentru evitarea erorilor și pierderilor prin depreciere, să se obțină valori obiective care să permită urmărirea evoluției maturității. Deci se fac măsurători corecte, pentru cel mai bun timp de recoltare și pentru următoarele procese (de exemplu, pentru determinarea calității fructelor, valoarea pentru distribuția pieței sau pentru consumatorul final) în special pentru fructele dependente de climă. Măsurarea rezistenței sau a durității fructului cu penetrometrul oferă informații despre gradul de maturitate, motiv pentru care este cea mai răspândită metodă de control.

Duritatea, măsurată cu penetrometrul scade odată cu procesul de maturare, dar trebuie să se țină cont de specia de fructe și zona de cultivare sau de temperatură și mărime. Fermitatea fructelor devine mai mică, cu cât acestea sunt mai mari și cu cât este mai mare temperatura.

Informații importante despre penetrometru

De exemplu, pentru o valoare specifică de 4.320 g măsurată cu penetrometrul, trebuie să se calculeze forța aplicată efectiv în funcție de vârful de penetrare. Această forță este egală cu valoarea în kg împărțită la suprafața selectată corespunzătoare vârfului de indentare:

- diametrul real al vârfului de tăiere (mm): 6,8; 11,3;
- suprafața reală a vârfului de tăiere (cm²): 0,28; 0,5; 1;
- forța aplicată: 15,43 kg/cm²; 8,64 kg/cm²; 4,32 kg/cm².

În literatură s-au obținut următoarele valori pentru fermitatea structo-texturală a unor soiuri de mere, folosind penetrometrul: *Golden Delicious* - 7,58 kg/cm²; *Florina* - 8,18 kg/cm²; *Idared* - 6,98 kg/cm²; *Renet Simirenko* - 7,28 kg/cm² (Nicuța, A, 2018).

Odată finalizată determinarea pentru un soi de măr se obține valoarea fermității. Este importantă valoarea medie a fermității astfel încât ea să fie relevantă pentru un lot de mere și calcularea unui coeficient de variație (CV) care definește omogenitatea lotului respectiv. Se recomandă pentru o

apreciere completă să se folosească o medie a măsurătorilor și coeficientului de variație și astfel se poate defini omogenitatea lotului astfel:

- $CV < 10\%$ - lotul este bun;
- $10\% < CV < 15\%$ - lotul este mediu din punct de vedere a omogenității;
- $CV > 15\%$ - lotul nu este bun din punct de vedere a omogenității.

1.5.3. Fructe pentru consum în stare proaspătă

Studiu de caz - STANDARD PENTRU MERE de consum
Acest standard se aplică fructelor din soiurile de mere comerciale, cultivate, *Malus domestica* din familia *Rosaceae*, care urmează să fie furnizate în stare proaspătă consumatorului, după pregătire specifică și ambalare. Merele pentru prelucrare industrială sunt excluse.

Cerințe minime privind calitatea

În toate categoriile, sub rezerva prevederilor speciale pentru fiecare categorie și a toleranțelor admise, mărul trebuie să fie:

- întreg, codița poate lipsi, cu condiția ca ruptura să fie curată și pieluța din jur să nu fie deteliorată;
- sănătos, produsul afectat de putrezire sau deteriorare de natură să îl facă impropriu consumului este exclus;
- ferm iar fermitatea în acest context este folosită pentru a indica un nivel adecvat de maturitate al fructului, mai degrabă decât un stadiu al maturării și se recunoaște că variază în funcție de soiurile de mere;
- curat, deci trebuie să fie lipsit de materiale străine de cultură, vizibile;
- practic lipsit de acțiunea rozătoarelor, păsări, animale care afectează aspectul general al produsului;
- fără umiditate exterioară anormală, excluzând condensul după scoaterea din depozitul frigorific;

- lipsit de orice miros și/sau gust străin;
- fără daune cauzate de temperaturi scăzute și/sau ridicate;
- practic lipsit de semne de deshidratare.

Merele trebuie să aibă o culoare caracteristică soiului și zonei în care sunt cultivate. Dezvoltarea și starea merelor trebuie să fie astfel încât să le permită:

- rezistența la transport și manipulare;
- să fie recepționate în stare bună la locul de depozitare.

Cerințe de maturitate

Merele trebuie să fie într-un stadiu de dezvoltare care să le permită să continue procesul de coacere și să atingă un stadiu de coacere cerut în raport cu caracteristicile de soi. Pentru a verifica cerințele minime de maturitate se urmăresc câțiva parametri precum: aspecte morfologice, fermitatea, indicele refractometric.

Clasificare

În conformitate cu defectele admise în *Anexa – Alocația maximă pentru defecte*, merele sunt clasificate în trei clase definite mai jos:

Clasa „Extra”

Calitatea fructelor din această clasă este superioară. Pulpa trebuie să fie sănătoasă. Ele trebuie să aibe caracteristicile soiului. Acestea trebuie să fie lipsite de defecte, cu excepția defectelor superficiale foarte ușoare, prevăzute care nu afectează în general aspectul produsului, calitatea păstrării și prezentarea în limitele definite în anexă.

Clasa I

Merele din această clasă trebuie să fie de bună calitate. Pulpa trebuie să fie sănătoasă. Ele trebuie să fie caracteristice soiului. Următoarele defecte ușoare pot fi totuși permise, cu condiția ca acestea să nu afecteze aspectul general al

produsului, calitatea, calitatea păstrării și prezentarea în ambalaj, adică defecte ale cojii și alte defecte nu trebuie să depășească limitele definite în anexă.

- un ușor defect de formă și dezvoltare;
- un ușor defect de colorare;
- ușoare defecte ale pielii sau alte defecte (tabelul 1.4).

Clasa II

Această clasă include merele care nu se pot califica pentru a fi corespunzătoare pentru clasele superioare, dar satisfac cerințele minime specificate în secțiunea de condiții minime necesare. Cu toate acestea, pot fi permise următoarele defecte, cu condiția ca merele să-și păstreze caracteristicile esențiale în ceea ce privește calitatea, calitatea de păstrare și prezentare:

- defecte de formă și dezvoltare;
- defecte de colorare;
- defecte ale pielii (tabelul 1.4).

Culoarea merelor

În toate clasele, în absența legislației naționale, se pot aplica următoarele coduri de culoare, cu excepția soiurilor de mere verzi și galbene:

| Cod | Procentul de culoare |
|------------|-----------------------------|
| A | 75 % sau mai mult |
| B | 50 % sau mai mult |
| C | 25 % sau mai mult |
| D | mai puțin de 25 % |

Dispoziții privind dimensionarea

Mărimea este determinată de diametrul maxim al secțiunii ecuatoriale sau de greutatea fiecărui măr. Pentru toate soiurile și toate clasele dimensiunea minimă este de 60 mm dacă măsurătorile sunt după diametru sau 90 g dacă este măsurată prin greutate (cântărire). Fructele de dimensiuni

mai mici pot fi acceptate cu condiția ca nivelul Brix al produsului să fie corespunzător sau depășește 10.5 °Bx și dimensiunea nu este mai mică de 50 mm sau 70 g.

Dispoziții privind toleranțele

Toleranțele de calitate și dimensiune sunt permise în fiecare lot pentru produsele care nu îndeplinesc cerințele clasei indicate.

Toleranțe de calitate

Aplicarea următoarelor toleranțe ar trebui să ia în considerare faptul că în etapele următoare exportului; produsele pot prezenta în raport cu cerințele standardului:

- lipsă ușoară de turgescență, proștețime, pentru produsele clasificate în alte clase decât clasa „*Extra*”.

Clasa „*Extra*”

Din numărul sau greutatea merelor, 5%, care nu îndeplinesc cerințele clasei, dar întrunesc cele din clasa I sau, în mod excepțional, care se încadrează în toleranțele acelei clase. Incluse în acestea nu se admite mai mult de 1.0 % pentru merele afectate de putregai sau afecțiuni interne.

Clasa I

Din numărul sau greutatea merelor, 10% care nu îndeplinesc cerințele clasei, dar le întrunesc pe cele din clasa a-II-a sau, în mod excepțional, care se încadrează în toleranțele acelei clase. Incluse în acestea nu se admite mai mult de 1% pentru merele afectate de putregai sau daune interne.

Clasa II

Din numărul sau greutatea de mere, 10%, care nu îndeplinesc nici cerințele categoriei, nici cerințele minime, cu excepția merelor afectate de descompunere sau deteriorări interne care nu ar trebui să fie mai mare de 2%.

Se admite, 2% maxim, din numărul sau greutatea fructelor care pot prezenta următoarele defecte:

- pete de plută (bitter pit);
- deteriorare ușoară sau pielică ruptă/crăpături nevindecate;
- prezența insectelor/dăunătorilor care se hrănesc intern sau deteriorarea pulpei cauzată de dăunători.

Toleranțe de mărime

Pentru toate clasele de fructe supuse regulilor de uniformitate, 10% din numărul sau greutatea merelor nu îndeplinesc dimensiunea indicată pe ambalaj. Această toleranță nu poate fi extinsă pentru a include produse cu o dimensiune mai mică de 50 mm sau 70 g dacă conținutul de substanță uscată solubilă este sub 10.5 °Bx.

Dispoziții privind prezentarea

Uniformitate

Conținutul oricărui pachet trebuie să fie uniform și numai cu mere de aceeași origine, calitate, dimensiune (dacă este dimensionată) și varietate. Pentru clasa „*Extra*”, culoarea trebuie să fie uniformă. Pachete de vânzare (cu o greutate netă nu mai mare de 5 kg) pot fi formate din amestecuri de soiuri și mărimi cu condiția ca acestea să fie uniforme ca și calitate, iar pentru fiecare soi în cauză, originea sa. Ceea ce se vede din conținutul pachetului trebuie să fie reprezentativ pentru întregul conținut, cu excepția dimensiunilor și a soiurilor mixte.

Uniformitatea merelor poate fi măsurată în conformitate cu una dintre următoarele opțiuni:

- A. După diametru: diferența maximă de diametru a merelor din același pachet se limitează la:
 - 5 mm dacă diametrul celor mai mici mere este mai mic de 80 mm.;

- 12 mm dacă diametrul celui mai mic măr este egal sau peste 80 mm.

sau

B. După greutate: diferența maximă de greutate între mere din același pachet se limitează la:

- 15 g dacă greutatea celui mai mic măr este de 90 g;
- 20 g dacă greutatea celui mai mic măr este de 90 g și peste, dar sub 135 g;
- 30 g dacă greutatea celui mai mic măr este de 135 g și peste, dar sub 200 g;
- 40 g dacă greutatea celui mai mic măr este de 200 g și peste, dar sub 300 g;
- 50 g dacă greutatea celui mai mic măr este peste 300 g.

Nu există o uniformitate de mărime pentru merele ambalate în vrac, în pachet sau pachet de vânzare.

Ambalare

Merele trebuie ambalate astfel încât să fie protejate corespunzător. Materialele folosite în interiorul ambalajului trebuie să fie noi (în sensul prezentului standard, acesta include materialul reciclat de calitate alimentară), curat și de o calitate care să evite cauzarea oricăror daune externe sau interne legumelor și fructelor. Este permisă utilizarea hârtiei sau a ștampilelor care poartă specificații comerciale, cu condiția ca imprimarea sau etichetarea să fi fost făcută cu cerneală sau clei netoxic. Merele vor fi ambalate în fiecare recipient în conformitate cu *Codul Internațional Recomandat al Practicii pentru ambalarea și transportul fructelor și legumelor proaspete* (CAC/RCP 44-1995).

Descrierea containerelor

Containerele trebuie să îndeplinească caracteristicile de calitate, igienă, ventilație și rezistență pe care trebuie să le asigure la manipularea, transportul și conservarea

corespunzătoare a merelor. Pachetele trebuie să fie lipsite de orice materie străină și miros.

Marcare sau etichetare

Pachete de consumator

În plus față de cerințele Standardului general Codex pentru etichetarea alimentelor preambalate (CODEX STAN 1-1985), se aplică următoarele prevederi specifice:

Natura produsului

Dacă produsul nu este vizibil din exterior, fiecare pachet trebuie să fie etichetat cu numele producătorului și poate fi etichetat cu denumirea soiului, clasei, codul culorii (dacă este utilizat) și mărimea/greutatea sau numărul de piese prezentate în rânduri și straturi.

Recipiente cu amănuntul

Fiecare pachet trebuie să conțină următoarele informații, în litere grupate pe aceeași parte, lizibil și marcat de neșters și vizibil din exterior sau în documentele care însoțesc expedierea. Pentru produse transportate în vrac, aceste indicații trebuie să apară pe un document care însoțește mărfurile.

Identificare

Denumirea companiei și adresa, numele ambalatorului și/sau expeditorului. Cod de identificare (optional) (Legislația națională a unui număr de țări impune declararea explicită a numelui și adresei). Dar când se utilizează o marcă de cod, referința „ambalator și/sau expeditor (sau echivalent abrevieri)” trebuie indicată în strânsă legătură cu marca de cod.

Natura produsului

Denumirea produsului dacă conținutul nu se vede bine din exterior. Denumirea soiului sau soiurilor (acolo unde este cazul).

Originea produsului

Țara de origine și, opțional, zona în care este cultivat sau denumirea națională, regională sau locală.

Identificarea comercială

- Clasa;
- Dimensiune (dacă este dimensionată);
- Cod de culoare (dacă este utilizat);
- Marca de inspecție oficială (opțional).

Contaminante

Prin prezentul standard se reglementează produse care trebuie să respecte nivelul maxim din Codexul General-Standard pentru contaminanți și toxine din alimente și furaje (CODEX STAN 193-1995). Prin prezentul standard produsele trebuie să respecte limitele maxime de reziduuri stabilite pentru pesticide de Comisia Codex Alimentarius.

Igiena

Se recomandă ca produsele acoperite de prevederile prezentului standard să fie pregătite și tratate în conformitate cu secțiunile corespunzătoare din Codul internațional de practică recomandat.

Codurile de practică.

Produsele trebuie să respecte orice criterii microbiologice stabilite în conformitate cu Principii pentru stabilirea și aplicarea criteriilor microbiologice pentru alimente (CAC/GL 21-1997).

Tabel 1.4. Descrierea claselor de mere conform Codex Stan 299

| Defecte | | Clasa „Extra” | Clasa I | Clasa II |
|--|-------------------|----------------------|---|--|
| Calici/cavitataea caliceală | netedă ca o plasă | 3% din suprafață | 20% din suprafață | 50% din suprafață |
| | netedă solidă | 1% din suprafață | 5% din suprafață | 33% din suprafață |
| acumulare pentru ambele tipuri de rumenirea nu trebuie să depășească următoarele | | 3% din suprafață | 20% din suprafață | 50% din suprafață |
| Pete și vânăți acumulate: | | | | |
| • -vânăți cu ușoară decolorare; | | | | |
| • -cicatrici cauzate de Scabs (<i>Venturia inaequalis</i>); | | 0,50 cm ² | 1,00 cm ² 0,25 cm ² 1,0 cm ² | 1,50 cm ² 1,00 cm ² 2,50 cm ² |
| • -alte defecte/pete inclusiv vindecate, urme de grindină | | | | |
| Crăpături ale tulpinii sau caliciului (vindecate sau bine vindecate) | | | 0,5 cm | 1 cm |
| Lungimea maximă de formă alungită defecte | | | 2 cm | 4 cm |

Rumenirea poate fi descrisă pur și simplu ca o „zonă rugoasă maronie sau dungi pe coaja mărului”. În setarea unor soiuri de mere este o caracteristică a soiului iar pentru altele un defect de calitate. Indemnizații pentru rumenire va fi aplicată soiurilor de mere pentru care rumenirea nu este o caracteristică.

1.5.4. Calibrarea folosind calibratorul de buzunar

Se folosește pentru obținerea valorii diametrului care este folosit la calibrare, gradarea fructelor și încadrarea în clase de calitate. Se pot folosi și dispozitivele prezentate în figura 1.4.



Figura 1.4. Calibratorul de buzunar, din aluminiu (stânga); calibre individuale de aluminiu configurabile în seturi conform cerințelor (dreapta) (net 1.4, 2023)

1.5.5. Analiza instrumentală a culorii

Determinarea caracteristicilor de culoare folosind metoda Hunter

Caracteristicile de culoare pot fi măsurate folosind un colorimetru. Există modele constructive dar în acest studiu se recomandă *MiniScan XE Plus 45001* (net 1.5,2024).

Sisteme de culoare (Spații de culoare)

Culoarea unui obiect poate fi descrisă prin mai multe culori, sisteme de coordonate (Hunter și Harold 1987; Minolta 1994). Unele dintre cele mai populare sisteme sunt RGB (roșu, verde și albastru), care este utilizat în monitoare video color; Hunter L a b, Comisia Internațională de l'Eclairage's, CIE $L^*u^*v^*$, CIE Yxy și CIE LCH, CIE XYZ, (CIE) $L^*a^*b^*$. Acestea diferă prin simetria spațiului de culoare și în sistemul de coordonate utilizat pentru a defini punctele din acel spațiu.

Hunter Lab s-a dezvoltat în 1948 pentru măsurarea fotoelectrică și CIE $L^*a^*b^*$ spațiul de culoare (figura nr.1.5) conceput în 1976 oferă diferențele de culoare în raport cu percepția umană a diferențelor. Un obiect, o sursă de lumină sau un iluminant și un observator sunt necesare pentru prezența culorii. O sursă de lumină poate fi pornită și oprită și poate fi folosită pentru a vizualiza un obiect. Cu toate

acestea, un iluminant este o descriere matematică a unei surse de lumină. În 1931, CIE a recomandat trei standarde iluminatoare. Iluminantul A definește lumina tipică de la o lampă incandescentă, iluminatorul B reprezintă lumina directă a soarelui, iar iluminatorul C reprezintă lumina zilnică medie de la cerul total. În 1966, CIE a propus o a patra serie D de iluminatoare. Acești iluminanți reprezintă lumina zilei mai complet și mai precis decât iluminanții B și C. Iluminanții D sunt de obicei identificați prin primele două cifre ale temperaturii lor de culoare. În 1986, CIE a recomandat utilizarea unei serii E de iluminatoare pentru lămpi fluorescente (MacDougall 2002).

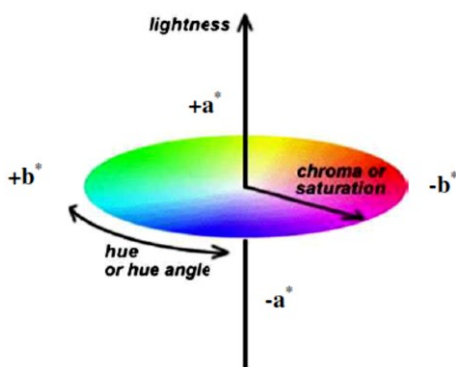


Figura 1.5. Spațiul de culoare CIELAB Cromaticitatea CIE diagramă (+a* -a*) - (-b* +b*)

Cuantificarea culorii

HunterLab L^* , a^* , b^* și sistemul CIE modificat sunt numite scale de culoare CIELAB. Erau sisteme de tip adversar utilizate în mod obișnuit în industria alimentară. Coordonatele CIELAB (L^* , a^* , b^*) au fost citite direct. A fost considerat CIELAB spațiu uniform în care se citesc două coordonate de culoare, a^* și b^* , precum și un indice psihometric de luminozitate, L^* .

Parametrul a^* are valori pozitive pentru culori roșiatice și valori negative pentru cele verzui, întrucât b^* are valori pozitive pentru culorile gălbui și valori negative pentru cele albastrii.

Parametrul L^* este aproximativ măsurarea luminozității, care este proprietatea conform căreia fiecare culoare poate fi considerată echivalentă cu un membru al scalei de gri, între alb și negru (Granato și Masson, 2010). $L^* = 100$ (lumina absolută) și $L^* = 0$ (întuneric).

Croma (C^*) este considerată atributul cantitativ al plinătății culorii. Este folosit pentru a determina gradul de diferență de nuanță în comparație cu o culoare gri cu aceeași lejeritate. Cu cât valorile cromatice sunt mai mari, cu atât este mai mare intensitatea culorii probelor, percepute de oameni. Croma a fost calculată folosind ecuația:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Unghiul de nuanță (h^*), considerat atributul calitativ al culorii, este atributul conform căruia au fost culorile definite în mod tradițional ca roșcat, verzui etc. și este folosit pentru a defini diferența unei anumite culori cu referire la culoarea gri cu aceeași lejeritate. Acest atribut este legat de diferențele de absorbantă la diferite lungimi de undă. Unghiul de nuanță mai mare reprezintă un caracter galben mai mic în teste.

$$h^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

Un unghi de 0° sau 360° reprezintă nuanța roșie, în timp ce unghiurile de 90° , 180° și 270° reprezintă nuanțe de galben, verde și respectiv albastru. A fost utilizat pe scară largă în evaluarea parametrilor de culoare în legumele verzi, fructe (Barreiro și alții. 1997; Lopez și alții. 1997).

Indici de culoare obiectivi generali derivați

Diferența totală de culoare

Modificările de culoare pot fi măsurate ca modulul vector de distanță între valorile inițiale de culoare și coordonatele reale ale culorii. Acest concept se numește diferență totală de culoare. Diferența totală de culoare indică mărimea diferenței de culoare între probe (Patras și alții. 2011). Diferența totală de culoare (ΔE) indică diferența de culoare față de placa standard, calculată ca ΔE^* (Rhim și alții. 1999).

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta L^{*2}}$$

Diferențele de culoare perceptibile pot fi analitic clasificate ca foarte distincte dacă $\Delta E > 3$, distincte dacă $1,5 < \Delta E < 3$ și o diferență mică dacă $1,5 < \Delta E$ (Adekunte și colab. 2010).

Diferența totală de culoare și croma au fost considerate cei mai sensibili parametri pentru măsurarea culorii la degradarea culorii căpșunilor în dulceața de căpșuni ca răspuns la tratamentul termic și în timpul depozitării (Patras și alții, 2011). Sonicarea în sucul de roșii a dus la o creșterea diferenței totale de culoare (Adekunte și alții. 2010; Tiwari și alții. 2008a). Dede și colab. (2007) au observat că tratamentul de înaltă presiune de 250 MPa/35 °C timp de 15 min a produs o diferență de culoare mai mică comparativ cu proba proaspătă decât prelucrată termic a sucurilor de morcovi și roșii. Modificările de culoare au fost minore (ΔE) pentru piureuri de căpșuni și mere tratate la presiune înaltă, dar diferențele erau puțin mai mari pentru convenționalele probe tratate termic (Patras și alții. 2009a).

Indicele de alb

Indicele de alb (WI) este calculat pe scară largă pentru a obține o valoare (număr) care se corelează strâns cu preferințele consumatorilor pentru culorile albe. Combină matematic galbenitatea – albăstreala într-un singur termen.

WI reprezintă totalul albului produselor alimentare care poate indica amploarea de decolorare în timpul procesului de uscare de exemplu (Hsu și alții. 2003). WI indică gradul de alb (Rhim și alții. 1999).

$$WI = \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^*^2 + b^*^2}$$

Indicele de galbenitate

Galbenul este asociat cu arsură, murdărie și degradarea generală a produsului expunerea la lumină, substanțe chimice și prelucrare. Indicele de galbenitate este utilizat în principal pentru cuantificarea acestor tipuri de degradare într-o singură valoare. El poate fi utilizat atunci când se măsoară lichide sau solide limpezi, aproape incolore conform transmitanței și solide aproape albe, opace în reflectanță. Indicele de galbenitate (YI) indică gradul de îngălbenire (Rhim și alții. 1999).

$$YI = \frac{142.86b^*}{L^*}$$

Indicele de galbenitate al orezului prefierat a crescut (Das și alții. 2004). Indicele de alb la ciuperci a scăzut în timp ce indicele de galbenitate a crescut în timpul procesului de uscare și a scăzut pe măsură ce rehidratarea a progresat (Kotwaliwale și alții. 2007).

Indici de culoare obiectivi specifici produsului

Mai mulți cercetători au propus indici de culoare care permit o corelare directă cu aspectul vizual al produselor alimentare și biomateriale specifice, inclusiv fructe și legume, făină, pâine, paste, piure de cartofi, carne, vin și sucuri (tabelul 1.5). Acești indicii se caracterizează prin prezentarea unei corelații ridicate cu culoarea vizuală externă a fructelor și poate fi utilizat în studiile de maturare, conservare sau depozitare (Carreno și alții. 1995).

Raportul a/b a fost folosit ca indice de culoare la mere, roșii, citrice (Campbell și alții, 1989; Medlicott și alții, 1992) au raportat o corelație semnificativă între scorul de culoare a cojii (la evaluarea vizuală) și raportul a/b al lui Hunter pentru mango, care este legată de maturitatea fructului.

Tabel 1.5. Caracteristici cromatice CIELAB ale unor soiuri de struguri (Carreno și alții, 1995)

| Colora vizuală | L* | a* | b* | H | C |
|----------------|-------|------|------|--------|------|
| Galben | 41,97 | 1,87 | 8,39 | 102,06 | 8,64 |
| Roz | 38,9 | 2,55 | 5,98 | 67,08 | 6,62 |
| Roșu | 34,66 | 5,36 | 3,10 | 30,4 | 6,23 |
| Violet | 30,94 | 4,62 | 0,91 | 10,96 | 4,71 |
| Violet închis | 29,86 | 2,43 | 0,05 | 0,24 | 2,44 |

Îmbrunarea vegetalelor

Rumenirea este un fenomen important care spune lucruri despre alimente, manipulare și prelucrare, inclusiv coacere, uscare și prăjire, deoarece afectează calitatea aspectului. De aceea măsurarea și cuantificarea rumenirii este importantă în cercetarea alimentară și practica industrială în timpul sortării și gradării pentru a satisface cerințele pieței. Modificarea culorii, îmbrunarea, se mai poate datora oxidării enzimatic și neenzimatic a compușilor fenolici. Odată ce pereții celulari și membranele celulare își pierd integritatea, oxidarea enzimatică are loc mult mai rapid. Îmbrunarea enzimatică este un rezultat indirect al acțiunii polifenoxidazei (PPO) asupra polifenolilor (Provost și alții, 2016; McLarin M.A. și alții, 2020). Îmbrunarea enzimatică a fructelor crude și legume din cauza rănirii mecanice în timpul recoltării manipularii și prelucrării este o cauză importantă a pierderii calității și a valorii mărfurilor (Sapers și Douglas, 1987).

Îmbrunarea enzimatică este benefică atunci când contribuie la culoarea și aroma dorite a unor astfel de produse precum stafide, prune uscate, cafea, ceai și cacao (Vamos-Vigyazo 1981). Această reacție rezultă din acțiunea

catalizantă a PPO asupra compușilor fenolici și transformarea în *o*-chinone care ulterior polimerizează formând pigmenți de culoare închisă. Formarea culorii în produsele de panificație în timpul coacerii este cunoscută sub numele de rumenire (Purlis 2010). Rumenirea neenzimatică este denumirea generală de închidere la culoare a produsului alimentar din cauza oricărei reacții care nu se datorează activității enzimatice (Quintas și alții, 2007). Rumenirea neenzimatică este asociată în principal cu reacții de degradare a carbohidraților, cum ar fi reacțiile Maillard și de caramelizare (BeMiller și Whistler 1996). Reacția Maillard are loc între zaharuri reducătoare și aminoacizi, la temperaturi ridicate, în timp ce caramelizarea este un termen pentru descrierea unui grup complex de reacții care apar datorită încălzirii directe a carbohidraților, în special zaharoza și zaharurile reducătoare (Fennema 1996).

Formarea unei culori maro a fost măsurată prin diferite tehnici experimentale, care pot fi împărțite în două categorii principale: tehnici directe și indirecte. Primul grupul implică metode chimice care au ca scop măsurarea concentrației produselor de reacție de îmbrunare (sau alternativ consumul de reactivi). Invers, indirect abordarea este axată pe înregistrarea variației de culoare produs de reacția Maillard și de caramelizare, adică ea are legătură cu aplicațiile tehnologice (Purlis 2010). Direct folosind tehnicile chimice se poate măsura concentrația de HMF (hidroxi metil furfural) și furfuralii în produsele alimentare în timpul tratamentului termic.

Indicele Browning

Indicele de rumenire (BI) este utilizat pentru a caracteriza ansamblul de culorii brune (Quitão-Teixeira și alții, 2008). Acesta este definit ca puritate de culoare maro și este unul dintre cei mai comuni indicatori de rumenire în produsele alimentare care conțin zahăr (Buera și alții. 1986). Pentru a efectua o caracterizare a culorii unui produs alimentar este

necesar să se știe valoarea culorii fiecărui punct al suprafeței sale (Leon și alții., 2006). Îmbrunarea enzimatică a fost cuantificată folosind indicatori de rumenire printr-un indice biochimic (Lunadei și alții, 2011). De exemplu, folosind activitatea polifenol oxidazei (Hosoda și alții, 2005; Osanai și alții, 2003) sau indicatori fizici cum ar fi culoarea suprafeței, se poate evalua calitatea culorii unui produs (Kang și colab., 2004; Lambrecht 1995).

Indicele Browning bazat pe coordonatele CIE, L*a*b*

În cazul indicatorilor fizici de îmbrunare, CIE spațiul de culoare L*a*b* a fost cel mai utilizat pe scară largă model de culoare datorită uniformității în distribuția culorilor în spațiu (Yam și Papadakis, 2004). Bazat pe Coordonatele CIE L*a*b*, în special pe valoarea L*, sau pe spațiul de culoare CIE XYZ, indicatorii de rumenire în fructe au fost dezvoltati (Lu și alții, 2007; Pristijono și alții, 2006). Pentru surprinderea acestei variații într-un singur indice care ar fi corelat la o culoare maro, BI se calculează folosind următoarele expresii (Mohapatra și alții, 2010):

$$BI = 100 \times \left(\frac{X - 0.31}{0.17} \right)$$

$$X = \frac{(a * + 1.75L)a}{(5.645L + a * - 3.012b *)}$$

Măsurarea culorii, instrumental

Transformarea spațiului de culoare este cea mai comună metodă de preprocesare pentru evaluarea calității alimentelor (net 1.5). RGB (red/green/blue), HSV și CIELAB sunt cele mai populare modele de culoare spațială utilizat în viziunea computerizată a alimentelor (Du și Sun 2004; Leon și alții. 2006; Dana și Ivo 2008;). De obicei, culoarea imaginilor este preluată de un dispozitiv digital și salvată într-un spațiu de

culoare RGB tridimensional. Cu toate acestea, spațiul RGB nu este uniform din punct de vedere perceptiv și nu reprezintă culorile percepute, foarte bine, în mod natural de oameni. Perceptual uniformitatea este proprietatea prin care asemănarea perceptivă a două culori se măsoară pe baza distanței dintre cele două puncte de culoare din spațiul de culoare (Jain 1989). CIELAB și spațiul de culoare HSV sunt preferate în alimente deoarece aceste spații de culoare reprezintă în mod eficient culorile percepute în mod natural de oameni (Quevedo și alții. 2010). O analiză amănunțită a conversiei fiabile RGB în $L^*a^*b^*$ este discutată de Leon și alții (2006). Tao și colab. (1995) au transformat culoarea din spațiu RGB la HSI pentru procesarea eficientă a imaginilor color a cartofilor și merelor de exemplu.

Studiu de caz

Se analizează culoarea merelor roșii. Se folosesc L^* , a^* , b^* pentru a vedea diferența dintre cele 2 probe de mere. De exemplu la mărul de control, proba 1 se obține: $L^* = 43,1$; $a^* = +47,3$; $b^* = +14,12$. Pentru mărul măsurat comparativ cu proba de control se obține $L^* = 47,34$; $a^* = +44,58$; $b^* = +15,16$. Diferența se vede în figura 1.6.

În diagrama din figura 1.7 este prezentată diferența de culoare în spațiul L^* , a^* , b^* mai ușor de vizionat. În spațiul de culoare L^* , a^* , b^* , diferența poate fi exprimată ca o valoare numerică ΔE^*_{ab} care indică mărimea diferenței de culoare dar nu în ce fel culorile sunt diferite.

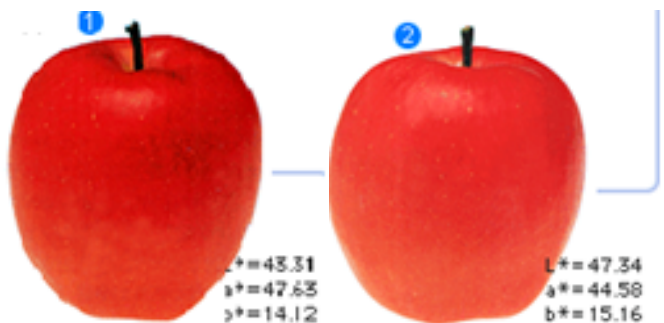


Figura 1.6. Analiza comparativă a culorii merelor roșii, folosind sistemul HunterLab

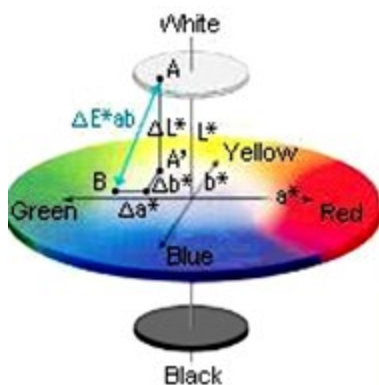


Figura 1.7. Diferența de culoare în spațiul L^* , a^* , b^* mai ușor de înțeles: A – culoarea țintă; B - culoarea specimenului; C- culoarea țintă la aceeași luminozitate cu cea a culorii specimenului analizat

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Dacă se înlocuiesc valorile se obține

$\Delta L^* = +4,03$; $\Delta a^* = -3,05$; $\Delta b^* = +1,04$ atunci rezultă conform ecuației $\Delta E^*_{ab} = 5,16$ care este valoarea arătată în colțul stâng al imaginii.

Pentru a măsura diferențele de culoare dintre 2 mere se calculează ΔH^* folosind formula:

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*_{ab})^2 + (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{1/2}$$

La mere dacă se obține valoarea $\Delta H^* = +1,92$ atunci conform figurii 1.8, aceasta este culoarea merelor iar dacă merge valoarea către axa b atunci culoarea devine galbenă (figura 1.8).

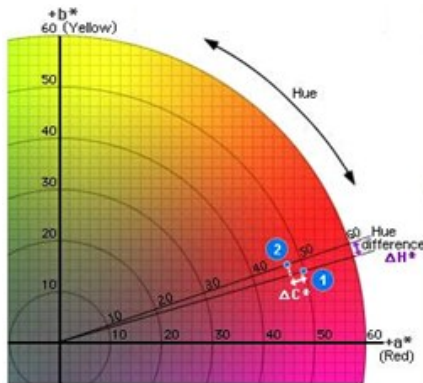


Figura 1.8. Prezentarea grafică a diferenței de culoare

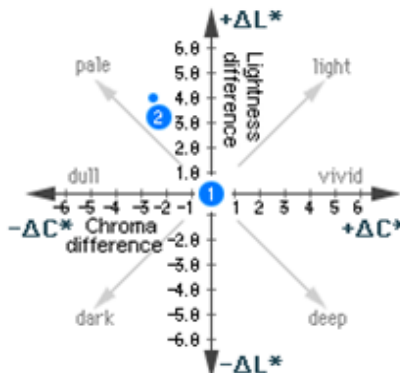


Figura 1.9. Semnificația distanțelor geometrice între 2 culori folosind cuvinte care descriu diferența de culoare

Prezentarea câtorva termeni folosiți în descrierea diferenței de luminozitate și croma sunt redați în figura 1.9. termenii prezentați în această figură indică direcția diferenței de culoare, dar cu excepția modificărilor adiționale (puțin, foarte puțin) utilizați. Ei nu indică diferența gradului de colorare. Dacă ne uităm la valorile plotate pentru cele 2 mere se va observa că, culoarea pentru mărul 2 este mai palidă față de mărul 1. Din moment ce diferența de cromă nu este foarte mare se pot adăuga modificări spuse la mărul 2.

1.5.6. Determinarea gradului de maturare, testul cu amidon

Aceasta este o metodă frecvent utilizată pentru determinarea gradului de maturitate, la majoritatea soiurilor de mere. În perioada ce precede maturarea, fructele semănătoare conțin o cantitate mare de amidon. Pe măsura avansării procesului de maturare, cantitatea de amidon scade prin transformarea în glucoză, proces care se manifestă începând de la centru către periferia fructului. Prezența amidonului, la momentul optim de recoltare, în secțiunea transversală a merelor, corelat cu intensitatea ritmului de maturare al acestora, este o caracteristică de soi.

Principiul metodei:

Amidonul are proprietatea de a se colora în albastru în prezența iodului dizolvat în soluția de iodură de potasiu (1 g iod + 4g IK și se aduce la 1000 cm³ cu apă distilată).

Testarea maturității:

Merele au fost secționare transversal cu un cuțit inoxidabil. Una din cele două jumătăți a fost imersată câteva minute, cu partea tăiată, într-o soluție de iod în iodură de potasiu.

Exprimarea rezultatului:

Se apreciază suprafața mezocarpului care este colorată de soluția de iod. Se folosesc scări punctuale ce exprimă gradul de hidroliză al amidonului.

Scara punctuală de la 1 la 5 se poate folosi astfel (figura 1.10):

- prezent pe întreaga suprafață (fructul este nematurat);
- început de hidroliză în jurul casei seminale (5-10 %);
- amidon în curs de hidroliză (30-35%), stadiu de maturitate de recoltare, moment valabil pentru soiurile târzii;
- grad de hidroliză avansat, stadiu de maturitate de consum, caracteristic soiurilor timpurii (50 %).

Întreaga cantitate de amidon a fost hidrolizată, când apare cel mult o zonă colorată în jurul epidermei conform figurii nr.1.10.

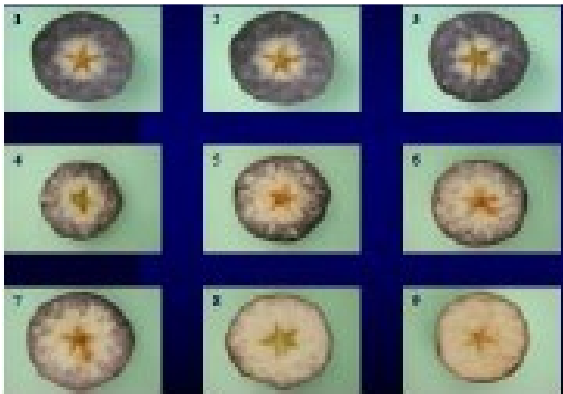


Figura 1.10. Diagramă utilizată pentru determinarea etapei de maturare a fructelor de măr

2.

Biologia și chimia legumelor și fructelor

Traducere din Joseph J. și alții, 2016

2.1. Plante comestibile

Lumea plantelor comestibile nu include doar fructele pe care le cunoaștem și le preferăm adică mere, banane, struguri, lămâi, roșii și toate fructele comestibile, dar și rădăcini, frunze, flori și semințe. Piersica moale, succulentă, pulpa densă și opacă a unui cartof și țesutul ferm al unei căpățâni de țelină sunt dovezi că plantele pot produce o varietate de molecule pentru multe utilizări. Moleculele mici de zahăr și moleculele de aromă volatilă fac piersica atrăgătoare pentru consum, în timp ce celulele dense umplute cu amidon ale unui cartof stochează energie care durează multe luni. Tulpina de țelină fibroasă dură este formată din polimeri lungi care țin planta în poziție verticală pe măsură ce crește. Ființele umane au consumat plante chiar de la început. Animalele depind de plante pentru a construi molecule complexe. Plantele formează molecule complexe din cele mai elementare materii prime: lumina soarelui, mineralele, aerul și apa. Energia moleculelor simple și lumina soarelui sunt stocate în moleculele mai complexe care alcătuiesc acel material vegetal. Alte organisme obțin energie consumând planta și energia moleculelor simple.

În plus, deoarece plantele nu pot fugi de prădători sau nu pot călători pentru a se reproduce, au devenit chimiști remarcabili, făcând molecule care interacționează cu analizatorul gustativ, olfactiv, tactil, optic, acustic în moduri

încântătoare sau neplăcute. Gândiți-vă când ați mușcat într-un fruct care încă nu s-a copt ce ați simțit, o banană care este densă și nu dulce sau poate un măr acru sau chiar amar. Fructele sunt supuse modificărilor chimice semnificative pe măsură ce se maturizează. Trebuie să înțelegem diferitele molecule care alcătuiesc structura plantei și modificările chimice pe care le suferă pentru a înțelege cum se vor coace anumite fructe precum bananele sau avocado culese fiind, în timp ce altele precum ananasul sau strugurii nu se coc după recoltare. În același mod, înțelegând știința culorilor plantelor și chimia plantei, structura peretelui celular se permite să se aleagă momentul culesului în funcție de scopul urmărit: depozitare, prelucrare imediată pe sortimente de producție, reproducere (Joseph, J. și alți, 2016).

2.2. Celula vegetală

Plantele sunt formațiuni vii care au rezolvat „problema vieții” într-un mod fundamental diferit de animale. Plantele se hrănesc prin construirea glucozei proprii din apă, aer și minerale și cu energia luminii solare. Animalele nu pot folosi lumina soarelui pentru energie și nu își pot construi propria glucoză din astfel de materiale simple. Organismul animal are nevoie de ajutor pentru a crea moleculele de bază ale vieții și astfel consumă plante sau alte animale.

Deoarece plantele sunt vii, ele sunt, de asemenea, construite din celule. Celula țesutului vegetal are o similaritate cu celula țesutului animal, adică ambele conțin un nucleu care deține materialul genetic și ambele conțin o barieră sau membrană care controlează fluxul de molecule în și din celulă. Cu toate acestea, într-o celulă vegetală, membrana celulară este însoțită de un perete celular gros și rigid care asigură planta cu suportul structural pentru a sta în poziție verticală.

Peretele celular primar înconjoară o celulă vegetală pe măsură ce crește și este responsabil pentru integritatea

structurală și rezistența mecanică. Este format dintr-un strat flexibil de proteine și carbohidrați complecși, inclusiv hemiceluloză, celuloză și pectine. Uneori, se adaugă un perete celular secundar mai puternic pentru a oferi rezistență suplimentară după ce celula vegetală a încetat să crească. De exemplu, pereții celulari secundari sunt componenta majoră a lemnului. În cele din urmă, un strat lipicios de pectină numit și lamele medii formează stratul exterior al peretelui celulei vegetale și ajută celulele adiacente să adere una la alta. Celuloza, hemiceluloza și pectinele sunt toți polimeri pe bază de carbohidrați.

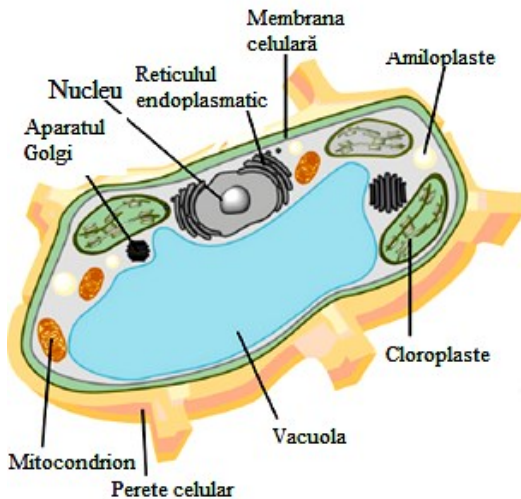


Figura 2.1. Anatomia celulei vegetale

(Joseph, J. și alți, 2016).

Cloroplastele

Cloroplastele sunt organele celulare care conțin clorofilă deci plantele sunt autotrofe. Ele pot lua energie din lumina soarelui și stochează acea energie în molecule de glucide. Verdele moleculelor de clorofilă nu numai că face plantele

verzi, ci este molecula care captează energia luminii și permite celulelor vegetale să facă fotosinteză. Celulele animale conțin mitocondrii pentru conducerea chimiei celulare, în timp ce la plante acest rol îl joacă cloroplastele (Figura nr.2.1).

Vacuole

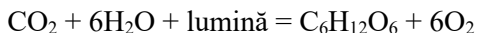
Peretele celular al plantei este un recipient ferm, dar flexibil, care reține mai ales apă. Când apa este abundentă, moleculele de apă se deplasează în vacuola celulei (prin perete și membrană), iar vacuola se mărește.

Fotosinteza versus respirație

Când plantele sunt la lumina soarelui, ele „respiră” dioxid de carbon (CO_2) și „expiră” oxygen (O_2) în timp ce utilizează energia luminii și enzimele pentru a produce glucoză ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) din carbon și apă (figura nr. 2.2). Moleculele de glucoză sunt apoi utilizate ca hrană proprie a plantei.

Glucoza este în esență modul în care planta stochează energia luminoasă. În același timp, moleculele de glucoză pe care le produce planta prin fotosinteză sunt respirate în metabolismul plantelor în același mod în care majoritatea organismelor (inclusiv oamenii) consumă glucoza pentru a rula metabolismul. Plantele iau O_2 și îl folosesc pentru a oxida glucoza prin intermediul mai multor enzime iar rezultatul final este eliberarea de CO_2 , apă și energie pentru metabolism.

La fotosinteză:



La respirație:



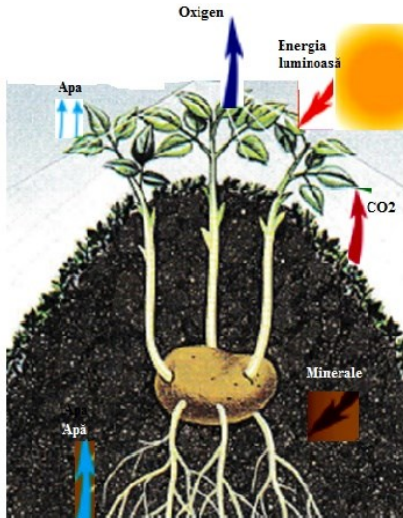


Figura 2.2. Fotosinteza și respirația în plante (cartof)
(Joseph, J. și alți, 2016)

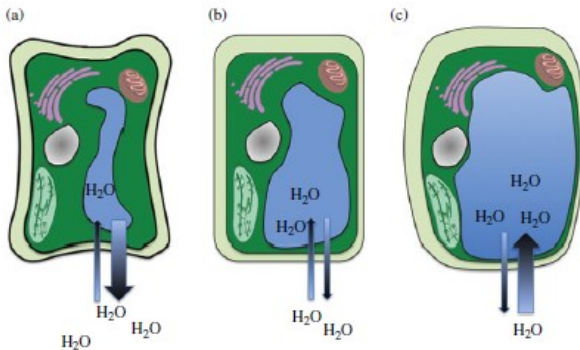


Figura 2.3. Celula țesutului plantelor, vacuola și schimbul de apă: (a) Celula plantei când apa este scăzută; apa părăsind celula. Conținutul celulei se micșorează pentru peretele celular. Celula devine limpede și flască; (b) Apa în echilibru; (c) Celula plantelor atunci când apa este abundentă. Apa care intră în celulă mărește vacuola. Celula devine fermă sau tulpure. Materialul vegetal este ferm și clar (Josep, J. și alții 2016).

Plantele nu necesită apă la fel de des ca animalele, datorită în mare parte vacuolei umplute cu apă care ocupă cea mai mare parte a spațiului din interiorul celulei. Unele legume conțin atât de multă apă că pot fi aproape considerate dispozitive de livrare a apei. Salata verde conține 98% apă în greutate, iar morcovii, chiar dacă rigizi și crocanți, sunt 88% apă, în greutate. Toată această apă este conținută în vacuola de tip balon. Când apa este abundentă iar vacuola se mărește, toate celelalte componente ale celulei sunt strânse de peretele celular, care se bombează sub presiune. Aceste celule umflate umplute cu apă fac o legumă crocantă, fermă, tulpure. Dacă celulele au puțină apă, vacuola se micșorează, presiunea dispare, iar celulele devin limpezi și flasce. Leguma bogată în apă este atât clară, cât și suculentă; cea deshidratată este mestecată cu greu și este mai puțin suculentă. Dacă o legumă a pierdut apă, se pot rehidrata celulele epuizate de apă prin înmuierea legumei în apă pentru câteva ore.

Amiloplastele

Amiloplastele conțin amidonul de rezervă stocat. Amidonul este un polimer lung de glucoză. Acest carbohidrat complex lung este modul în care plantele stochează glucoza pentru utilizare ulterioară, la fel cum oamenii stochează energie sub formă de molecule de grăsime. Plantele depun molecule de amidon ca o serie de straturi concentrice în granule microscopice solide care sunt colectate în amiloplaste (figura 2.4). Componentele amidonului sunt amiloza și amilopectina. Compoziția amidonului este de obicei 20-25% amiloză și 75-80% amilopectină, iar amidonul este ambalat în granule de diferite forme și dimensiuni în funcție de specia plantei (figura 2.4). Conținutul de amidon și mărimea granulelor influențează, de asemenea, calitățile de gătit ale plantei sau părților ei comestibile, organele unei plante, funcțiile acestora, materialele din plante și tipul de celule și exemple de părți comestibile sunt redate în tabelul 2.1

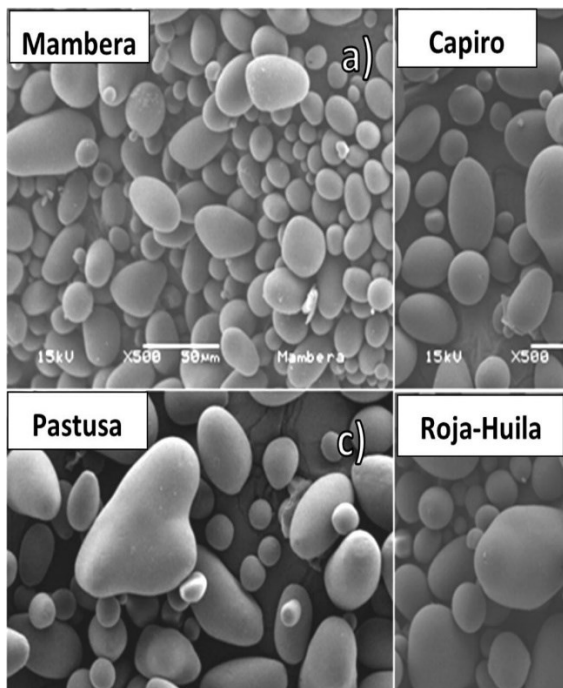


Figura 2.4. Granule de amidon cu amiloplaste, de diferite mărimi, de la diferite soiuri de cartofi (Gomez, P.P. și alții, 2021)

2.2.1. Carbohidrații din plante

Glucidele sunt molecule formate din unul sau mai multe zaharuri. Cel mai comun zahăr pe care îl găsim în alimente este glucoza ($C_6H_{12}O_6$). Amidonul este un carbohidrat și unul dintre polimerii glucozei pe care îl veți găsi în plante.

Glucoza este un zahăr simplu care conține un singur inel și este metabolizat rapid în organism pentru energie. Amidonul este format din lanțuri de molecule de glucoză. Pentru a utiliza amidonul ca sursă de energie, trebuie descompusă molecula mare de amidon în molecule de glucoză.

Tabel 2.1. Organe ale plantelor după funcție, țesut și tip de celule

| Organe | Funcții | Materiale din plăță și tipuri de celule | Exemple |
|----------|---|--|--|
| Vegetale | Rădăcini | Material fibros dur-celulele au grosime, bogate în celuloză pereții celulari Unele rădăcini se umflă cu celule de depozitare pline de amiloplaste | Necomestibile Morcovi, păstâmac, ridichi, cartofi dulci |
| | Tulpini | Material fibros (tulpini) - celulele au grosime, cu pereții celulari bogați în celuloză | Tulpini de sparanghel, tulpini de țelină |
| | Tuberculi, rizomi | Unele tulpini se umflă cu țesut de depozitare (tuberculi, rizomi) celulele sunt pline de amiloplaste | |
| | Frunze | Materialul vegetal este subțire, astfel încât gazele pot pătrunde/scăpa. Nu este suport structural – pereții celulari sunt subțiri și flexibili. Celulele au multe cloroplaste și punși mari de aer între ele pentru gaze | Cartofi, napi, ghimbir Lăptuci, spanac frunze |
| | Flori | Organele reproductive ale plantei | Strălucit colorate și parfumate. Celulele sunt pline de cloroplaste și cromoplaste (conțin și alte molecule colorate în afară de verde), iar vacuolele conțin molecule care dau miros florilor |
| Fructe | Înconjoară semințele; uncoeri sămânța este o „groapă” | Aproape în întregime țesut de depozitare. Celulele conțin pereți celulari mai subțiri. Există amiloplaste și vacuole de depozitare pline cu zaharuri și molecule cu miros/gust bun. | Mere, pere, piersici, mazăre |
| Semințe | Conțin embrionul plantei și furnizor de suplimente | Strat exterior dur - celulele au pereți celulari groși cu celuloză și lignină. Celulele de depozitare interioară conțin multe amiloplaste, precum și proteine și uleiuri eterice. | Germene de grâu, mazăre, porumb, fasole, nuci |

Carbhidrați pentru stocarea energiei

Ființele vii au nevoie de glucoză pentru energie, iar plantele nu fac excepție. Fructele și legumele sunt părți ale plantelor, iar plantele își păstrează glucoza sub formă de lanț până când este necesar pentru energie. Culturile de rădăcinoase și tuberculi sunt exemple deosebit de bune de conținut de amidon. Sfecla, morcovii și cartofii depozitează amidonul subteran pentru a supraviețui lunilor de iarnă.

Enzima α amilază este capabilă să descompună moleculele de amidon în unități individuale de glucoză. În plus corpul uman poate descompune amiloza și amilopectina în molecule individuale de glucoză folosind enzime numite glicozidaze. Diferitele forme ale amilozei și polimerul de amilopectină au impact asupra texturii alimentelor atunci când sunt tratate termic.

Carbhidrați pentru pereții celulari și adeziunea acestora

Peretele celular este responsabil pentru puterea celulelor individuale și în cele din urmă planta în sine. Peretele celular este format din carbhidrați complecși (cunoscuți și sub numele de polizaharide) care formează o coajă blindată în jurul conținutului celulei. Când este cuplat cu lipiciul celular format și din carbhidrați complecși se conectează pereții celulari ai multor celule. Puterea acestor numeroși pereți celulari conectați permite plantei să crească pe verticală împotriva forțelor gravitaționale. Toate cele trei straturi ale peretelui celular sunt formate din unele sau din următoarele patru componente: celuloză, pectine, hemiceluloză, toți polimerii carbhidrați numiți polizaharide și un polimer dur, lemnos numit lignină. Peretele celular primar este de obicei o matrice a polimerilor cu trei polizaharide (adică celuloză, hemiceluloză și pectine), care asigură structura și rezistența mecanică a celulei. Când construiți un zid de beton armat, barele de oțel sunt încorporate într-o matrice de beton

turnabil. În același fel, pereții celulelor vegetale au „bare” și „ciment” (McGee, 2001).

Barele sunt fibrele dure de celuloză care acționează ca un cadru structural. La unele celule vegetale în peretele celular, lignina, foarte rigidă, este de asemenea prezentă. De cele mai multe ori nu se consumă o anumită parte sau o zonă umflată a tulpinii specializată în depozitarea amidonului adică țesuturile lignificate (nu mestecați scoarța copacului, de exemplu). Se adaugă polimerul lignină dur pentru a crea peretele celular secundar numai după ce celula a încetat să crească. Pereții celulari lignificați sunt groși și rigizi și pot persista chiar și după moartea celulei. „Ciment” este un amestec semisolid, flexibil, care umple spațiul dintre fibrele de celuloză și este alcătuit în principal din componentele fibrei solubile, adică hemiceluloză și pectină. Când pereții celulari vecini sunt apropiați (ca în țesutul unei plante), un material lipicios de ciment ține celulele unite. Stratul de lipici celular sau lamelele medii sunt alcătuite în principal din pectină. Se întâlnește în pereții celulari ai plantelor și este considerată fibra din dietele noastre. Fibrele din tulpina de țelină, sâmburele care înconjoară o sămânță de piersică și semințele de fasole și mazăre sunt mai ales material de perete celular.

În general, fibra este definită ca material în alimentele vegetale pe care enzimele noastre digestive nu o poate descompune în substanțe nutritive absorbabile. Din punct de vedere nutrițional, se împart fibrele alimentare în solubile și insolubile. Fibrele solubile sunt dizolvabile în apă, în timp ce fibrele insolubile nu sunt.

Poate părea surprinzător faptul că peretele celular este nedigerabil, atunci când, de fapt este alcătuit din carbohidrați, la fel ca amidonul. După cum am aflat mai devreme, celuloza formează „barele” zidului din beton armat și prin urmare, ajută la formarea structurii care susține planta. Celuloza este unul dintre cei mai abundenți polimeri de glucoză de pe pământ, dar este și fibră insolubilă (glucide nedigerabile).

Deci, de ce nu putem digera celuloza? Celuloza este un alt polimer al glucozei, o polizaharidă la fel ca polimerii amidonului amiloză și amilopectină. Legăturile β (1 \rightarrow 4) ale polimerului celuloză sunt legături pe care enzimele umane nu le pot rupe și, prin urmare, oamenii nu digeră celuloza. De fapt, majoritatea animalelor nu pot digera celuloza, ci microorganismele ca bacteriile pot ataca (așa putrezește materialul vegetal în natură).

Lignina este o altă componentă a fibrelor insolubile, dar spre deosebire de celelalte componente ale fibrei, lignina nu este o polizaharidă, este un polimer al unuia dintre cele trei tipuri de monolignoli. Monolignolii sunt obținuți din aminoacidul fenilalanină, și așa structura lor este fundamental diferită de monomerul glucozei. Polimerul lignină este foarte puternic și dur și conferă rezistență mecanică peretelui celular, dar datorită acestuia are consistență dură, iar plantele lignificate nu sunt consumate de obicei.

Hemiceluloza și pectinele sunt fibre solubile iar aceasta înseamnă că se dizolvă în apă creând un semisolid clar, ca de jeleu. Hemicelulozele și pectinele sunt, de asemenea, polizaharide, însă unitățile monomerice ale acestor polimeri nu sunt formate din glucoză. Hemicelulozele sunt, de asemenea realizate din legături β (1 \rightarrow 4) de zaharuri precum xiloză. Din nou, legăturile β (1 \rightarrow 4) fac hemicelulozele nedigerabile.

Pectinele sunt în mare parte polimeri ai unui acid galacturonic modificat, un alt tip de glucid. Există atât de multă pectină în pereții celulari de fructe precum merele și portocalele, încât acestea sunt surse de extracție. Se poate, ulterior, purifica pectina sub formă de pulbere și refolosi la fabricarea de gem, jeleuri și marmeladă.

Atât fibrele insolubile (celuloza și lignina), cât și fibrele solubile (hemicelulozele și pectinele) contribuie la sănătatea noastră în diferite moduri. Fibrele insolubile ajută la deplasarea bolului alimentar mai ușor prin intestinul gros și

mai repede. Fibrele insolubile leagă, de asemenea, toxinele din alimentele noastre prevenind reabsorbția în intestine. Fibra solubilă face conținutul intestinal mai gros încetinind amestecarea și nutrienților și toxinelor și crescând viteza cu care se deplasează prin intestine. Conform *Food and Drug Administration (FDA)*: „A avea o dietă bogată în fibre dietetice favorizează funcția sănătoasă a intestinului. În plus, o dietă bogată în fructe, legume și produse din cereale care conțin fibre dietetice, în special fibre solubile și sărace în grăsimi saturate și colesterol poate reduce riscul bolilor de inimă” (net 2.1, accesat 2023).

Se recomandă un consum de 20-35 g de fibre pe zi. Valorile calorice ale principalelor elemente nutritive sunt:

- 1g proteină = 4 cal (16.7 kJ);
- 1g grăsime = 9 cal (37.7 kJ);
- 1g carbohidrați = 4 cal (16.7 kJ).

În timp ce carbohidrații digestibili ca amiloză și amilopectină dau 4 calorii/g, carbohidrații nedigestibili ca fibrele nu dau deloc calorii. Fibrele dietetice nu intră la conținutul total de calorii în eticheta nutrițională.

Fibrele insolubile nu se dizolvă literalmente în mediul apos al stomacului și intestinelor noastre. Fibrele solide de celuloză și lignină adaugă volum bolului alimentar. Fibrele solubile se dizolvă în mediul digestiv apos. Spargerea peretelui celular și destabilizarea lipiciului celular este un proces important în gătit și consumul de plante. După cum s-a văzut, peretele celular și adezivul celular dau plantei structura sa fibroasă și poate îngreuna consumul plantei. Unele legume precum salata verde și roșiile au țesut mai moale și se mănâncă ușor, în timp ce altele trebuie să fie gătite pentru a învinge peretele celular și a face acea parte din plantă mai comestibilă și mai gustoasă. Fructele, care sunt concepute pentru a atrage animalele să mănânce semințele de fructe, au slăbită deja structura peretelui celular în timpul maturării.

2.2.2. Culoarea și aroma vegetalelor

Ce este culoarea? De ce percepem că majoritatea plantelor și părților plantelor sunt verzi în timp ce unele sunt roșii, portocalii, galbene, violete și așa mai departe? Moleculile sunt sursa culorilor pe care le vedem. Când un fruct la maturare își pierde culoarea verde (gândiți-vă la merele verzi), aceasta este pierderea pigmentului clorofilic pe care îl vedem. Toate moleculele pe bază de carbon care au culoare au o caracteristică structurală comună, legături duble multiple (figura 2.6 și 2.7). Numărul și dispunerea acestor legături duble determină dacă molecula poate absorbi lumina vizibilă. Moleculile care pot absorbi lumina vizibilă au culoare. Moleculile colorate conțin numeroase legături duble conjugate (figurile 2.7 și 2.8). Nu este posibil să corelăm cu ușurință structura unei molecule cu culoarea ei exactă. Cu toate acestea, prezența a mai mult de cinci legături duble conjugate este un bun indicator că molecula va fi colorată. Majoritatea plantelor conțin toate tipurile de molecule colorate (clorofile, antocianine și carotenoide), dar în concentrații diferite.

Când o moleculă pe bază de carbon are mai mult de o legătură dublă între atomi de carbon, acele legături duble pot fi aranjate în unul din trei moduri (figura nr. 2.7.).

Antocianiele roșii ca: pelargonidina, cianidina, delfinidina se găsesc în zmeură coaptă, căpșuni, afine, prune, merișoare, rodii și cele mov se găsesc în struguri, mure, afine, cireșe, merișor, fructe de soc, fructe de acai, fasole roșie, varza roșie și ceapa roșie. Carotenoidele portocalii se găsesc în: morcovi, cartofi dulci, butternut, dovleac iar cele roșii portocalii în roșii, morcovi roșii, pepeni verzi și papaya.

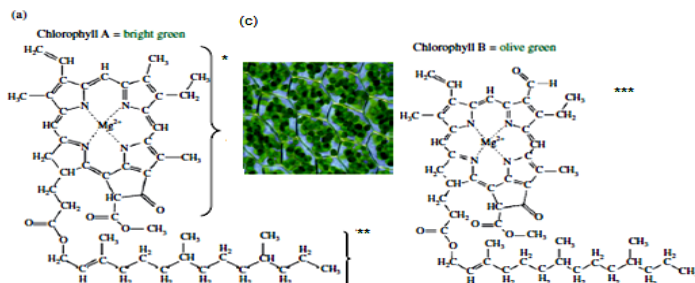


Figura 2.6. Structurile (a) clorofilei A și (b) B, pigmenți verzi din cloroplastele țesutului vegetal (c) Cloroplaste, care conțin organele vegetale clorofilă (c).

*Această structură de inel seamănă cu inelul hem al mioglobinei. Hemul este responsabil pentru roșu, culoarea cărnii. În hem, există un ion de fier (Fe^{3+}) la centru, care este înlocuit cu un ion de magneziu (Mg^{2+}) în clorofilă;

**Această „coadă” este hidrofobă. Acești atomi devin încorporați într-o membrană hidrofobă în cadrul cloroplastului și acționează ca ancoră pentru clorofilă;

***Clorofila este molecula folosită de plante pentru a capta energia luminii în procesul de fotosinteză. Acesta este motivul pentru care lumea naturală este în mare măsură vopsită în verde! Poate fi găsit în cloroplastele celulei vegetale pigmentul. Există două forme de clorofilă, A și B, care diferă ușor prin structurile lor și culoare. Majoritatea plantelor au un raport de 3:1 de clorofilă A:B, dar plantele care cresc la umbră au mai multă clorofilă B astfel încât raportul este mai degrabă de 1:1. (Provost și alții, 2016)

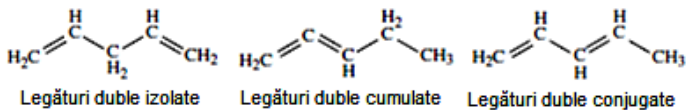


Figura 2.7. Legături duble. Aranjamentul legăturilor duble de carbon are un impact semnificativ asupra abilității componentilor de a absorbi lumină (Provost și alții, 2016).

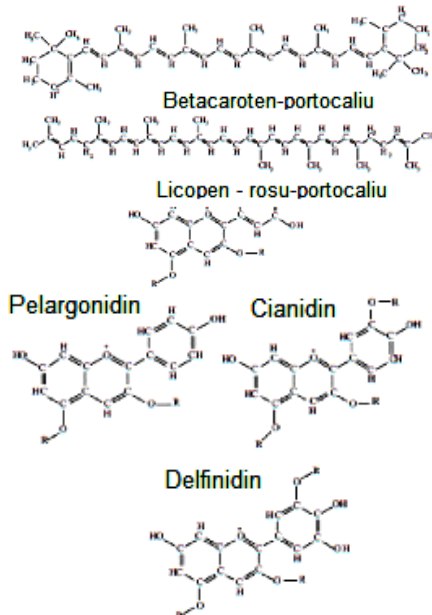


Figura 2.8. Moleculele de pigmenți din plante
(Provost și alții, 2016)

În timp ce toate moleculele colorate absorb lumina vizibilă, nu toate moleculele colorate îndeplinesc același scop în cadrul plantei (figura 2.8). Clorofila din cloroplaste este esențială pentru reacțiile de fotosinteză, în timp ce fructele colorate sunt strategia plantei de a face apel la animalele fătămânde care ar putea mânca fructele și împrăștia semințele. Alte molecule colorate ajută la apărarea plantei împotriva luminii intense, oxidarea dăunătoare sau prădători. Antocianinele sunt responsabile de culorile roșu, roz, albastru și violet ale florilor, frunzelor, fructelor și legumelor.

În timp ce toate moleculele colorate absorb lumina vizibilă, nu toate moleculele colorate îndeplinesc același scop

în cadrul plantei (figura 2.8). Clorofila din cloroplaste este esențială pentru reacțiile de fotosinteză, în timp ce fructele colorate sunt strategia plantei de a face apel la animalele flămânde care ar putea mânca fructele și împrăștiia semințele. Alte molecule colorate ajută la apărarea plantei împotriva luminii intense, oxidarea dăunătoare sau prădători. Antocianinele sunt responsabile de culorile roșu, roz, albastru și violet ale florilor, frunzelor, fructelor și legumelor.

Morcovii purpurii, varza roșie și căpșunile roșii au culori frumoase datorate antocianilor. În fructe, antocianinele se acumulează când fructul se coace. Acest lucru este evident în maturarea căpșunilor, murelor și afinelor. Acest lucru este în concordanță cu rolul primar al pigmentilor antocianici din plantă: pentru a atrage păsări, insecte și animale. Păsările și insectele sunt polenizatori tipici care ajută planta să răspândească polenul în jur, o parte necesară a reproducerii plantelor. Animalele ajută planta mâncând fructele, digerându-le și apoi dispersând semințele. Antocianinele au toate aceeași structură de bază prezentată în figura 2.8, dar pot să fie împărțite în trei tipuri principale: pelargonidine, cianidine și delphinidine. Cele trei tipuri variază în numărul de grupuri -O-H sau -O-R atașate la sistemul principal de inele și au culori ușor diferite. Majoritatea fructelor și legumelor au combinații ale acestor pigmenti în concentrații diferite, care produc varietatea de culoare pe care o vedem în natură.

Când un fruct se coace și își schimbă culoarea de la verde la roșu sau galben (coacerea roșiilor și bananelor), fructul încetează să producă clorofilă și începe să producă în schimb pigmenti carotenoizi. Absența verdelui clorofilă dezvăluie carotenoidele roșii și galbene prezente în fruct.

În plante, carotenoizii captează, de asemenea, energia luminii pentru fotosinteză (nu la fel de mult ca și clorofila), totuși, ajută la protejarea plantei prin absorbția excesului de energie luminoasă și stingerea speciilor reactive de oxigen

dăunătoare. Carotenoizii pot face același lucru pentru noi ca și consumatori ai acestor molecule.

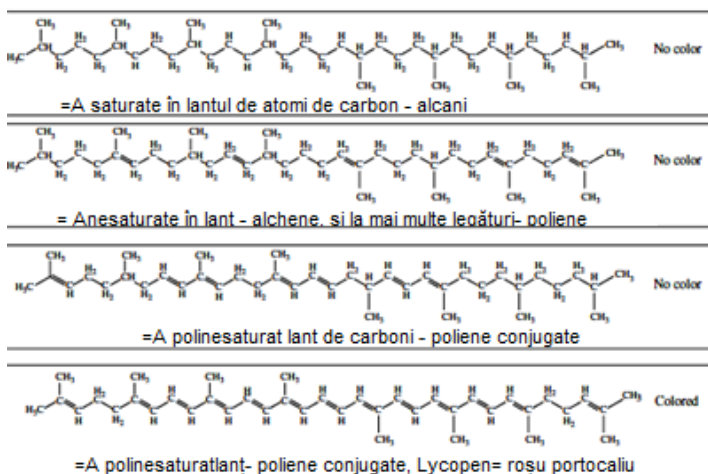


Figura 2.9. Impactul dublelor legături de carbon asupra absorbției luminii. Patru compuși diferiți de carbon nesaturați (Provost și alții, 2016)

2.2.3. Îmbrunarea în fructe și legume

O altă schimbare de culoare care apare în alimente este îmbrunarea fructelor, în special a merelor, avocado, pere, banane, cartofi și salată verde. Cu toate acestea, această îmbrunare apare numai atunci când fructul/leguma au fost tăiate sau altfel deteriorate (figura 2.10). Când celulele vegetale sunt deteriorate și țesutul vegetal se îmbrunează, schimbarea culorii se datorează oxidării compușilor fenolici într-un pigment maro. Acești compuși fenolici fac parte din apărarea chimică a plantei. Când țesutul vegetal este deteriorat, pigmentii maronii formează bariere și au proprietăți antimicrobiene care previn răspândirea infecției sau învinetirea în țesuturile plantelor.

Polifenol oxidaza (PPO) este enzima responsabilă de reacția de îmbrunare. PPO și fenolii se amestecă cu oxigenul când celula vegetală este deteriorată și vacuola se deschide și se produce scurgerea fenolilor în citoplasma celulei vegetale. Fenolii reacționează cu oxigenul într-o oxidare care formează molecule mari, polifenoli de culoare maro. Atunci când tăiați fructele pentru a le servi, pigmenții maro rezultați nu sunt atrăgători. Reacțiile de îmbrunare pot fi minimizate prin mai multe strategii:

- limitarea oxigenului prin scufundarea bucăților tăiate în apă rece;
- inactivarea enzimei PPO scufundând legumele în apă clocotită pentru 3 minute la 115°C și apoi răcire, acest lucru funcționând bine pentru salată, deoarece materialul este mai fibros și rezistă căldurii;
- încetinirea activității enzimelor prin refrigerare la mai puțin de 4 °C și condiții acide face ca enzima PPO, de exemplu să funcționeze mai lent (enzimele sunt inhibitate de condițiile acide și de aceea vegetalele se pot menține la frigider în condiții acide (în suc de lămâie);
- combaterea chimică a oxidării prin adăugarea unui antioxidant precum vitamina C care blochează reacțiile de oxidare pentru a produce pigmenții maronii, deoarece vitamina C este un antioxidant găsit sub formă de soluție de vitamina C care va încetini apariția de îmbrunare în fructele tăiate, dar vitamina C reacționează rapid cu oxigenul din aer și este distrusă de căldură.

2.2.4. Fructele și legumele surse de antioxidanți

Oxidarea este un proces chimic care este parțial cauzat de prezența oxigenului în aerul pe care îl respirăm. Oxigenul este esențial pentru o mare parte din viața de pe pământ. Animalele au nevoie de el, plantele au nevoie de el și multe

microorganismele au nevoie de el. Oxigenul este esențial pentru respirație, dar respirația de oxigen are consecințele sale. Pentru a face chimia respirației, celulele produc specii reactive de oxigen ca subproduse. Specii reactive de oxigen sunt numite uneori și radicalii liberi sau radicalii de oxigen. Speciile reactive de oxigen sunt atât de reactive încât sunt distructive pentru membranele celulare, proteine și materialul genetic (adică ADN).

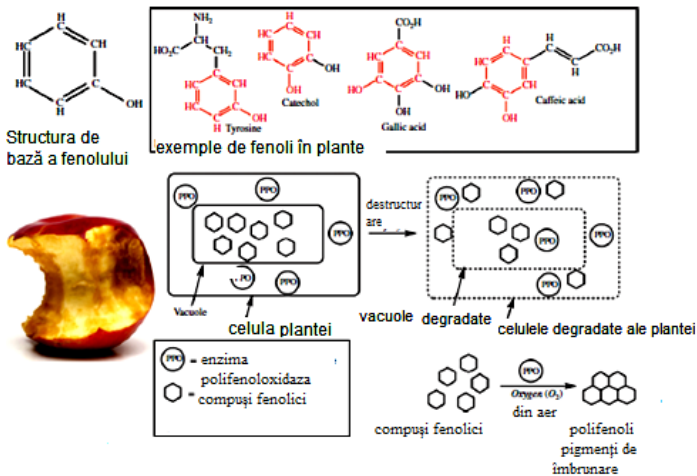


Figura 2.10. Componentii fenolici sunt oxidați de polifenoloxidaza (PPO), care brunifică țesutul vegetal, printr-un mecanism chimic defensiv (Provost și alții, 2016)

Această deteriorare oxidativă care se acumulează datorită speciei de oxigen reactiv nu numai că dăunează membranelor, proteinelor și materialului genetic, ci și în cele din urmă ucide celulele și țesuturile. Te face să te întrebi de ce respirăm oxigen că pare destul de periculos! Una dintre strategiile naturii pentru a combate daunele oxidative este utilizarea moleculelor antioxidante care reacționează inofensiv cu speciile reactive de oxigen și le împiedică să

facă acest lucru adică deteriorarea proteinelor și a altor componente celulare.

Organismul uman generează propriile molecule antioxidante și aceste molecule sunt foarte importante pentru sănătate. Plantele produc, de asemenea, molecule antioxidante ca parte a proprie apărări împotriva speciilor de oxigen reactive, fabricate în procesul de fotosinteză și le putem consuma dacă consumăm plante. Cu cât avem mai multe molecule antioxidante, cu atât arsenalul nostru este mai bine echipat în combaterea speciilor reactive de oxigen. Deci, cum putem ști dacă o plantă conține aceste molecule antioxidante benefice? Moleculele antioxidante conțin multe legături duble care sunt excelente pentru a reacționa cu specii reactive de oxigen (figura 2.11). După cum știm, de asemenea, moleculele care dau culorile fructelor și legumelor conțin, multe legături duble, putem înțelege care sunt cele mai bune pentru a fi utilizate în dieta noastră ca antioxidanți (tabelul 2.2). Prin urmare, plantele colorate sunt plante bogate în antioxidanți. După cum am văzut și mai devreme, o moleculă poate avea legături duble și nu poate fi colorată iar unii dintre acești antioxidanți incolori sunt de asemenea importanți.

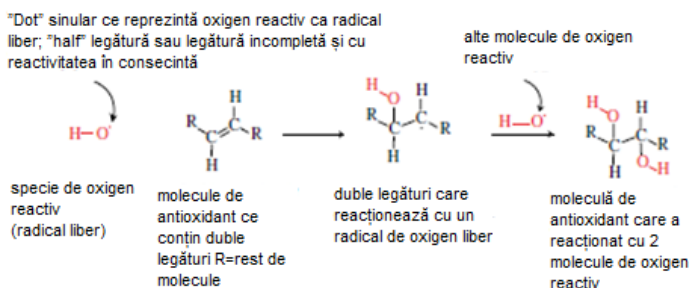


Figura 2.11. Legăturile duble sunt excelente pentru reacția cu (neutralizarea) radicalilor liberi reactivi de oxigen

(Provost și alții, 2016)

Fiecare moleculă antioxidantă protejează împotriva diferitelor tipuri de specii reactive de oxigen și daunele pe care le creează dar niciun antioxidant nu poate proteja împotriva tuturor tipurilor de daune oxidative. Prin urmare, cel mai bine este să se consume o varietate de fructe și legume colorate și, prin urmare o varietate de molecule antioxidante. Strugurii sunt foarte bogați în molecule antioxidante, iar beneficiile pentru sănătate sunt date de consumul moderat de vin roșu.

Antocianinele sunt responsabile pentru culoarea strugurilor roșii și a vinurilor. Acestea „au activitate antioxidantă, antimicrobiană și anticarcinogenă” și „exercită efecte protectoare asupra sistemului cardiovascular”. Antocianinele au funcții biologice diferite în țesuturile plantelor, cum ar fi protecție împotriva expunerii dăunătoare la soare, atacurilor de agenți patogeni, deteriorării oxidative. Polifenolii din struguri sunt în general responsabili pentru activitatea antioxidantă, dar resveratrolul un anumit compus fenolic prezent în struguri, care este caracterizat prin activitate anticancer, antioxidant, antiinflamator și cardioprotector. În viața de vie, resveratrolul apără planta și împotriva atacurilor prădătorilor și agenților patogeni (Tabelul 2.3)

Tabel 2.2. Molecule de antioxidanți cu potențial colorant și sursele vegetale

| | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|---|
| Carotenoide | β caroten | portocaliu | morcov, pepene galben, caise |
| | luteină | galben | porumb, kiwi, dovlecel, dovleac, spanac, varza furajeră, struguri roșii |
| | zeaxantină | galben | ardei galben, porumb |
| | licopen | roșu portocaliu | roșii, mere roșii |
| Clorofila | | verde | spanac, frunze de lăptuci |
| Tanin | | maron | struguri, ceai, scorțișoară, cuișoare, vanilie, busuioc |
| Vitamina C | | fără culoare | citrice, ardei, kiwi, struguri |
| Vitamina E | | fără culoare | semințe de floarea soarelui, spanac, salată verde, migdale |

Tabelul 2.3. Alte beneficii pentru sănătate ale moleculelor de pigment din plante

| Molecule | Beneficiile pentru sănătate | Surse |
|---------------------------|--|--|
| Antociane | dezvoltarea lentă a bolilor de inimă | struguri, fructe de pădure, prune |
| β caroten | precursor al vitaminei A esențial pentru vedere | spanac, salata romaneasca, broccoli, cartofi dulci, dovleac, morcovi, pepene galben si rosu, ardei grasi sau capia, caise, piersici, nectarine, mazare fasole verde și boabe |
| Luteină | dezvoltarea lentă a cataractei și a degenerării maculare | spanac, varza, morcovi galbeni |
| Compuși fenolici, terpeni | inhibarea creșterii celulelor canceroase | struguri, multe fructe și alte vegetale, secară |

Aroma

Plantele, în special fructele, pot avea gust și miros excelent. Se poate experimenta aroma ca gust folosindu-ne limba și ca miros folosindu-ne nasul. Ambii componenți contribuie la percepția umană despre aromă. Gustul este experimentat în cinci mari componente: dulce, sărat, acru, amar și savory. Gustul dulce al unui fruct copt se datorează glucozei, fructozei și altui zahăr, molecule care sunt eliberate din depozitele de amidon de către enzime în timpul procesului de maturare. Gustul amar al verdețurilor crucifere și frunze, cum ar fi sfecla, cicoare și andive este de fapt un semn că aceste legume sunt bune pentru consum uman. Moleculele care produc plantele atât de sănătoase de consumat sunt deseori numite fitonutrienți, iar acestea includ fenoli, flavonoide, izoflavone, terpeni și glucozinoși. Aceste molecule promovează sănătatea umană, dar sunt aproape întotdeauna amare, acre sau astringente. Acidul glutamic este un aminoacid a cărui concentrație este crescută la roșiile și ciupercile mature, conferind acestor alimente o aromă umami sau sărată. Acidul oxalic acru, ascorbic și acizii quinic sunt modificați în pere și alte fructe care se maturizează. Metabolismul glucozei în Ciclul *Krebs* și alte căi vor produce acizi: succinic, malic, citric și ketoglutaric. Fructele imature și unele legume au concentrații mari de acești acizi, făcând planta să aibă un gust acru. Pierderea acestor acizi organici însoțește scăderea conținutului de amidon în timpul maturării.

Moleculele aromatice (sau odorizante) sunt experimentate în nas, nu în gură, deci moleculele trebuie să se evapore și să călătorească printre moleculele de gaz din aer. Moleculele care călătoresc ușor în aer sunt numite volatile. Putem mirosi molecule volatile deoarece ele intră în nasul nostru cu aerul pe care îl respirăm și călătoresc în nasul nostru din pasaje când materialul vegetal este zdrobit în gură. Folosind o tehnică numită gaz cromatografia,

chimiștii pot măsura de fapt moleculele de aromă prezente în aer. Această metodă a fost utilizată pentru a demonstra că aroma florală și fructată a bananelor se datorează a peste 40 de molecule diferite. În timp ce acetatul de izoamil (sau „ulei de banane”) este un contribuitor semnificativ la buchetul de aromă de banane, nu este singurul responsabil pentru aroma complexă a bananei. Fiecare fruct și legumă are propriul său palat de molecule responsabile pentru mirosul și gustul caracteristic. Există peste 400 de molecule volatile responsabile de aroma unică a roșiilor. În timpul coacerii, enzimele produc un număr masiv de molecule mici care se volatilizează către receptorii mirosului din nasul nostru și face fructele atrăgătoare pentru consum. Moleculele aromelor sunt de obicei lichide volatile care se evaporă câte puțin odată și de aceea le putem mirosi. Deoarece moleculele de aromă se evaporă în aer, în timp, materialul vegetal proaspăt va avea un miros diferit (și un gust diferit) comparativ cu varianta care a fost gătită sau uscată.

Acest fapt explică de ce miroase a busuioc proaspăt și de ce are un gust atât de diferit de busuiocul uscat. Aroma ierburilor îmbuteliate și a condimentelor se poate schimba în timp, limitându-și durata de valabilitate utilă. Cu cât materialul vegetal stă mai mult, cu atât moleculele de aromă mai volatile se evaporă. Multe molecule de aromă sunt produse de metabolismul aminoacizilor și grăsimilor.

De exemplu, acizii grași liberi pot da naștere la compusul aromatic *cis*-3-Hexenal este un produs al acizilor grași liberi acid linoleic și linolenic și este molecula responsabilă pentru mirosul intens ierbos de verde al ierbii proaspăt tăiate, *cis*-3-Hexenal contribuie, de asemenea, la aroma roșiilor coapte, este oarecum instabil și se izomerizează ușor la *trans*-3-hexenal, care are un miros similar, dar este mult mai mult stabil (figura 2.12).

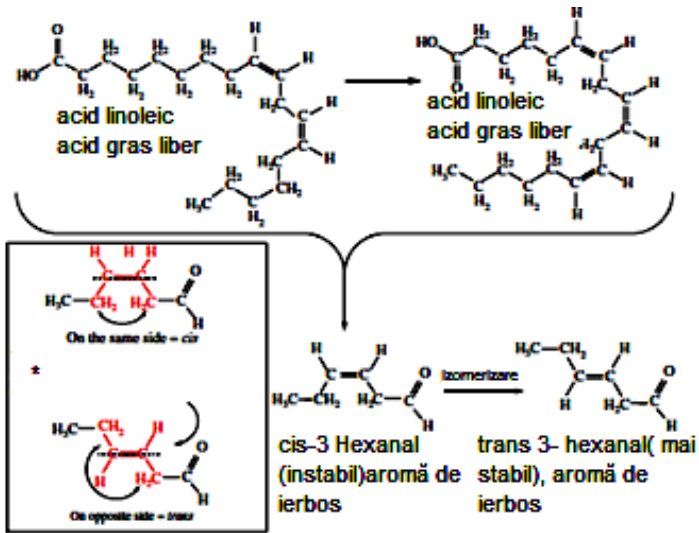


Figura 2.12. Mirosul verde ierbos al ierbii tăiate și al roșiilor coapte este cauzat de cis și trans-3 hexenal. cis -3-Hexenal este fabricat din acizi grași liberi (acizi linoleici și linolenici) de către enzime din plantă, dar este relativ instabilă. Forma cis se izomerizează la cea mai stabilă forma trans. *Legătura dublă are două laturi deoarece atomii nu se pot roti în jurul unei duble legături (Provost și alții, 2016).

Majoritatea moleculelor de aromă din punct de vedere structural se încadrează în două categorii: terpeni și compuși fenolici. Este aproape imposibil să se prezică exact cum va mirosi o moleculă pe baza structurii ei, dar moleculele cu structură similară dau în general arome conexe (tabelul 2.4). O plantă v-a avea de obicei multe molecule de aromă în diferite concentrații.

Terpenii oferă arome citrice, proaspete și florale (figura 2.13). Terpenii sunt foarte volatili și prin urmare, se evaporă rapid atunci când materialul vegetal este încălzit. Este cel mai bine să se adauge ierburi proaspete, suc de fructe după ce a fost gătit materialul pentru conservare sau consum.

Tabelul 2.4. Exemple de molecule care contribuie la fiecare aromă din plante aromatice, condimente, sau fructe

| Condi- mente/ fructe | Terpene | Fenoli | Condi- mente/ fructe | Terpene | Fenoli |
|----------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Busuioc | cineol, linalol | eugenol | Cuișoare | | eugenol |
| Mentă | pinene, mentol | | Ghimbir | cineol citral linalol | |
| Salvie | cineol pinene | | Lămâie | limonen, linalool, pinen | |
| Cimbru | pinene, linalol | timol | Scorțișoară | cineol, linalol | cinam aldehida, eugenol |
| Vanilie | linalol | eugenol vanilina | | | |

Fenolii au arome mai caracteristice, distincte, care sunt în general calde sau dulci (figura 2.13). Sunt mai puțin volatile și mai ales solubile în apă ceea ce înseamnă că persistă mai mult timp la gătit și se vor dizolva în apa alimentelor pe care le gătim și le consumăm și în saliva noastră în timp ce mestecăm. Combinația specială de molecule de aromă este cea care conferă mâncării calitatea sa unică.

Combinații ale moleculelor de aromă cu alte molecule de aromă (gust, astringență și picant) duc la obținerea aromei unice a unui anumit fruct sau legumă. Fenolii au toți structura de bază a fenolului, în timp ce terpenele sunt o combinație de unități izopentane.

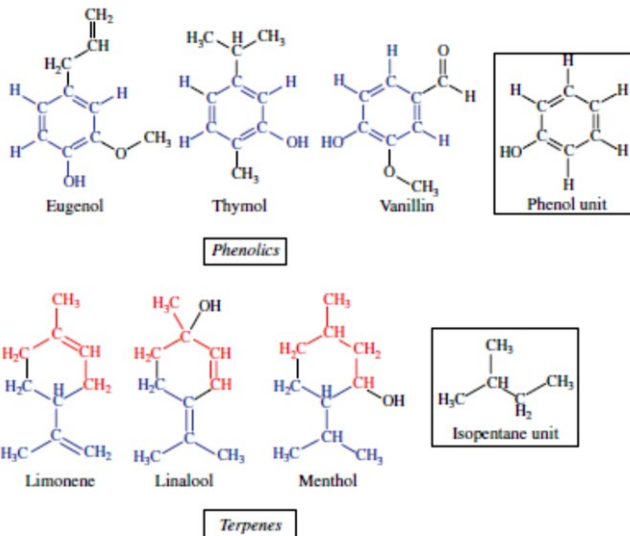


Figura 2.13. Exemple de molecule de aromă, de natură terpenică și fenolică găsite în plante (Provost și alții, 2016)

3.

Procese fiziologice post-recoltare în fructe și legume

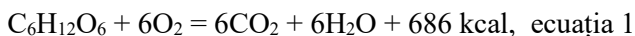
O gamă variată de țesuturi, tipuri de celule și structuri oferă vegetalelor, ca o clasă de produse perisabile, o varietate corespunzătoare de răspunsuri după recoltare, creând o gamă largă de potențial de depozitare. De exemplu, comparați natura extrem de perisabilă a legumelor cu frunze și durata de viață mai mare a părților morfologice de depozitare, cum ar fi cartofii (*Solanum tuberosum* L.). Cu toate acestea, odată recoltate, singurele resurse disponibile sunt cele din partea recoltată a plantei. Pe măsură ce celulele și țesuturile vii ale vegetalelor recoltate continuă să trăiască și să răspundă la mediu, procesele celulare și fiziologice care au loc epuizează aceste resurse, ducând la o decalare ireversibilă, ceea ce poate accelera scăderea calității. Corolarul acestor procese este acela că indicii de calitate ai vegetalelor au valorile cele mai mari la recoltare. Legumele și fructele pot fi grupate pe baza proceselor fiziologice majore care apar după recoltare.

3.1. Respirația

Respirația este un proces esențial în toate celulele vii. Prin respirație se eliberează energie, dioxid de carbon și apă prin descompunerea rezervelor stocate de compuși cu carbon (Kays, S.J., 1991). Două forme de respirație apar, aerobă și anaerobă, în vegetalele recoltate. Legumele sunt clasificate în cinci grupuri majore care experimentează procese similare după recoltare. Perioada de valabilitate a legumelor din cadrul fiecărui grup va fi diferită în funcție de specie, cultivare și condițiile de mediu utilizate în timpul

manipulării după recoltare. Glucoza din amidon, zaharoza sunt descompuse într-o succesiune de etape controlate enzimatic în interiorul celulei. Energia chimică eliberată din aceste zaharuri este pusă la dispoziția celulei sub formă de ATP (adenozin trifosfat), purtătorul universal de energie pentru celulele vegetale și animale.

Ecuția generală pentru oxidarea completă a glucozei în timpul respirației aerobe este (ecuația 1):



Dacă oxigenul este limitat, celulele încep un proces denumit respirație anaerobă. Un produs al respirației anaerobe este acetaldehida care se transformă în etanol, în vegetale. Acest lucru poate duce la dezvoltarea aromelor alcoolice denumite adesea arome în legume. Funcțiile principale ale respirației sunt eliberarea de energie din substanțele chimice stocate și formarea scheletelor de carbon utilizate în alte reacții de întreținere în celulă. Respirația necesită prezența unui substrat de carbohidrați, cum ar fi amidonul sau lipidele. Aceste molecule sunt descompuse în zaharuri simple pentru respirație. Prin urmare, respirația are ca rezultat epuizarea rezervelor de energie, reducând durata de valabilitate ulterioară a produsului și valoarea nutritivă totală prin conținutul redus de energie. Adesea, când rezervele normale de energie ale țesuturilor sunt epuizate, acizii organici sau proteinele sunt utilizate pentru respirație; accelerarea senescentei (Nilsson, T., 2000), în special a părților din plante care nu sunt resurse mari de carbon (frunze și părți de flori) (Kays, S.J., 1991). În timpul respirației există o pierdere netă de carbon (ecuația 1). Această pierdere netă de carbon reprezintă o greutate de vânzare din produs (Maguire, K.M. și alții, 2001). În acele vânzări de produse proaspete care se bazează în principal pe greutate, această pierdere netă de carbon reprezintă o valoare scăzută. Deoarece oxigenul este celălalt substrat în respirație

(ecuația 1), rata respirației depinde de concentrația de oxigen. O reducere a nivelului de O_2 din mediu (depozitare controlată în atmosferă sau ambalare în atmosferă modificată) este utilizată în manipularea post-recoltare pentru a reduce rata de respirație și a prelungi conservarea. Pe de altă parte, dacă nivelul de oxigen din jurul legumelor este redus excesiv, poate apărea respirația anaerobă cu posibila dezvoltare a aromelor neobișnuite sau a vătămării legumelor (Beaudry, R.M., 1999).

Dioxidul de carbon (CO_2) este produs în timpul respirației, astfel încât într-un mediu închis, respirația are ca rezultat un nivel ridicat de CO_2 . În timp ce nivelul crescut de dioxid de carbon poate fi eficient pentru a reduce viteza respirației, nivelul excesiv (mai mare de 2-5%) poate duce la rănirea multor legume stocate (Watkins, C.B., 2000).

Respirația este un proces ineficient și cea mai mare parte a energiei generate de respirație se pierde ca și căldură (aproximativ 60%), în timp ce energia rămasă este reținută în forme chimice de către celulă (Kays, S.J., 1991). Această adăugare a căldurii din respirație influențează echilibrul temperaturii fructelor și este adesea referință la căldura respirației.

3.2 Pierderea apei

Legumele proaspete eliberează continuu vapori de apă prin transpirație în atmosfera din jur. Transpirația este difuzia vaporilor de apă din partea plantei în mediul înconjurător. Difuzia este un proces spontan care duce la mișcarea netă a unui material dintr-o regiune într-una adiacentă, de la concentrație ridicată la concentrație scăzută (Nobel, P.S. 1991). Această pierdere de apă difuzivă poate fi reprezentată de o soluție la starea de echilibru.

Rata pierderii de apă depinde de proprietățile de barieră ale suprafeței legumelor (permeabilitatea vaporilor de apă), suprafața legumelor și forța motrice pentru transferul

vaporilor de apă (diferența presiunilor parțiale dintre fructe și mediu). Orice diferență în rata pierderii de apă a legumelor se referă la schimbarea unuia sau mai multora dintre acești factori. La fel ca pierderea netă de carbon în timpul respirației, pierderea continuă a vaporilor de apă din legume, fructe reprezintă o pierdere netă de masă sau greutate de vânzare în timp, care, în produsele livrate pe bază de greutate reprezintă o pierdere de valoare. Cu toate acestea, pe lângă pierderea în greutate comercializabilă, pierderea unei cantități mici de apă (3-10%) poate avea un efect grav asupra altor parametri de calitate (Ben-Yehoshua, S.,1987). De exemplu, transpirația duce la o reducere a conținutului de umiditate al țesutului. Inițial celulele din tesuturile legumelor și fructelor pierd presiune turgentă (presiunea exercitată pe peretele celular de conținutul celulei), ducând la o pierdere a crocanței și la dezvoltarea unei texturi cauciucate. Pierderea continuă de apă duce la apariția altor simptome, cum ar fi decolorarea sau pierderea verdeții sau a aromelor (Ben-Yehoshua,S.,1987). În plus, legumele stresate cu apă sunt mai susceptibile la rănirea prin răcire (Paull, R.E.,1999) și infecția patologică (Sommer, NF.,1992). În avocado (*Persea Americana* Mill.) s-a demonstrat că pierderea de apă încurajează maturarea (Hruschka, H.W.,1977), iar în alte legume, senescența este accelerată (Lazan, H și alții, 1987; Ben-Yehoshua și alții, 1983). În cele din urmă, pierderea excesivă de apă are ca rezultat un aspect ofilit sau șubrezit (Hruschka, H.W.,1977), atunci când reducerea volumului produsului depășește elasticitatea pielii.

Pierderea de apă este o cauză majoră a pierderilor post-recoltare la legumele cu frunze, cum ar fi salata verde (*Lactucasativa L.*) și spanacul (*Spinacea oleracea L.*) și este importantă în fructele imature, cum ar fi castravetele (*Cucumis sativus L.*), vinete (*Solanum melongena L.*) și fasole (*Phaseolus vulgaris L.*) (Ezell, B.D., și Wilcox, M.S.,

1959). Pierderea de apă este mai puțin importantă în fructele mature, cum ar fi roșiile (*Lycopersicon esculentum* Mill) și legumele rădăcinoase, cum ar fi cartofii (*Solanum tuberosum* L.), cartofii dulci (*Ipomoea batatas* L. Lam.) și este o caracteristică a structurilor vegetale de suprafață. Cuticula este stratul exterior al unor legume și acționează ca o barieră pentru a preveni pierderea excesivă de apă prin evaporarea de la plantă la mediul (Holloway, P.G., 1982). Sub cuticulă se află epiderma, un strat strâns de celule regulate. Cuticulele se găsesc pe frunze, tulpini primare, flori, pețiole, fructe, fire de perișori și chiar glande (Lendzian și alții, 1991) și conțin cutine și ceruri cristaline, care oferă bariere substanțiale în calea mișcării gazelor (O_2 , CO_2 și vapori de apă). Unele vegetale au un periderm. Un periderm constă dintr-un strat de felogen sau plută cambium din care provin celulele felogen sau celulele plute. Celulele felem sunt moarte la maturitate, iar pereții celulari sunt suberizați. Suberina este o substanță acidă grasă, ca o ceară în pereții celulari (Kays, S.J., 1991), care oferă o anumită barieră în calea mișcării apei și a invaziei agenților patogeni. Peridermul se formează ca răspuns la rănirea oricărei părți a plantei la majoritatea speciilor. În unele legume, de exemplu, păstârnacul (*Pastinaca sativa*, L.) și morcovii (*Daucus carota* L.), peridermul constă doar din câteva celule felemice vii, în timp ce cartoful (*Solanum tuberosum* L.) are 5-15 straturi de celule felem mature (Burton, W.G., 1982). Uneori, peridermul nu este pe deplin dezvoltat la recoltare și este necesară o perioadă de maturare pentru a încuraja dezvoltarea peridermului.

În timp ce straturile exterioare ale legumelor prezintă bariere considerabile în mișcarea gazelor, acestea trebuie să fie suficient de permeabile pentru a schimba oxigenul și dioxidul de carbon pentru a avea loc o respirație aerobă normală (Lendzian, K.J., 1991). Stomatele, lenticelulele și cicatricile tulpinilor asigură porii de schimb de gaze pentru

oxigen și dioxid de carbon, dar aceste structuri sunt permeabile și vaporilor de apă. Acest lucru influențează atât cantitatea, cât și localizarea transpirației. În legumele cu frunze, cea mai mare parte a apei se pierde prin numeroasele stomate (92% la varza de Bruxelles, *Brassica oleracea* L.; varza furajeră)(Denna, D.W., 1970). În comparație, pentru acele vegetale care sunt structuri botanice de fructe sau rădăcini, majoritatea apei se pierde prin cuticulă sau periderm (3% prin lenticile din cartofi, *Solanum tuberosum* L.) (Burton, W.G., 1982).

Se știe că mulți factori influențează permeabilitatea la vaporii de apă sau susceptibilitatea la pierderi (Ben-Yehoshua, S., 1987).), cultivare (Burton, W. G., 1982), maturitate (Burton, W. G., 1982), coacere și senescență, deteriorări mecanice în timpul manipulării (Sastri, S. K., 1985), aplicarea cerurilor artificiale (Ben-Yehoshua, S., 1987) și prezența structurilor de suprafață, cum ar fi perișorii (Hoffman, J. C., 1967). Cu toate acestea, întrucât pierderea de apă este exprimată în mod obișnuit pe o unitate de greutate (% pierdere în greutate), trebuie luat în considerare și raportul suprafață/volum.

Vegetalele mari vor avea o suprafață mare, dar o suprafață mai mică în raport cu volumul decât cele mai mici. Acest lucru duce la o rată mai mare de pierdere a apei pe vegetală exprimată pe bază de greutate pe unitate. În general, micile legume vor dezvolta mai devreme simptome de ofilire sau micșorare a pierderii excesive de apă decât cele mari, datorită raportului lor de suprafață mare la volum. Forța motrice pentru transpirația din legume este diferența de conținut de umiditate dintre spațiile intercelulare și aerul din jur, exprimată ca presiuni parțiale. Cantitatea de vaporii de apă din aer poate fi descrisă în diferite moduri. Umiditatea relativă (HR) este probabil cel mai cunoscut termen pentru cuantificarea cantității de vaporii de apă din aer. HR este un raport, de obicei exprimat în procente, dintre presiunea

parțială a vaporilor de apă efectiv în aer și presiunea parțială de saturare la temperatura mediului. Cu toate acestea, trebuie remarcat faptul că presiunea parțială de saturare depinde de temperatură, adică cantitatea de umiditate din aer la 100% RH și 20 °C este considerabil mai mare decât cea din aer la 100% RH și 5 °C. RH la o temperatură reprezintă o cantitate diferită de umiditate decât RH la o altă temperatură. Presiunea parțială a vaporilor de apă în spațiile intercelulare poate fi presupusă a fi foarte aproape de saturație la temperatura fructului (Burton, W.G., 1982). Cantitatea de vapori de apă din aer în mediile tipice de depozitare este în general mai mică decât presiunea parțială a vaporilor de apă în spațiile intercelulare. Mărimea acestei diferențe depinde de temperatura și umiditatea relativă a aerului, astfel încât factorii principali care influențează forța motrice pentru pierderea de apă sunt temperatura fructelor, umiditatea relativă și temperatura

3.3. Rata de respirație

Când o plantă este culeasă, recoltată sau separată în alt mod de sol, apă sau lumina soarelui, fotosinteza se oprește. Cu toate acestea, atunci când o plantă este culeasă sau recoltată, respirația continuă.

Respirația este esențială pentru maturare, deoarece oferă energia necesară pentru a conduce la multe dintre acțiuni și modificări. Planta continuă să respire o perioadă de timp (tabelul 3.1).

Într-adevăr, dacă respirația este inhibată, coacerea este, de asemenea, inhibată (Ben-Yehoshua, S., 1964; Marks, J.P., 1957). Bacteriile, drojdiile și mucegaiurile pot accelera, de asemenea, deteriorarea atacând celulele slăbite ale plantei și consumând conținutul lor celular.

Vegetalele care sunt fructe pot fi împărțite în fructe climacterice și neclimacterice. La fructele neclimacterice, rata relativ scăzută și consistentă de respirație este menținută în

timpul coacerii. Aceste fructe de multe ori nu au carbohidrați simpli, iar coacerea are loc în timp ce sunt atașate de plantă. Castravetele (*Cucumis salivus* L.) (Biale, J.B., 1960) măslinele (*Olea europaea* L.) (Maxie, E.C. și alții, 1960) sunt legume care nu sunt climacterice. În schimb, în fructele climacterice rata respirației scade în ultimele etape de maturare (minim preclimacteric). Pe măsură ce se coace vegetala, rata de respirație crește, atingând rapid un vârf (adesea denumit vârf climacteric), după care există o scădere ulterioară a respirație.

Tabel 3.1. Rata de respirație postrecoltare (CO₂ ml/kg/h la 15°C)
(Agricultural Research Service Agriculture Handbook Number 66
Revised February 2016)

| | | | |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Cartofi | 17 | Pere | 16, după 1 zi de păstrare |
| Struguri | 16 | Pere <i>d Anjou</i> | 9, după o zi de păstrare |
| Portocale sau lămâi | 18-19 | Lăptuci | 39 la capațână, 63 la frunze |
| Mere | 15 toamna, 25 vara | Varza de <i>Brussels</i> | 200 |
| Varză | 28 | Banane | 140 |
| Morcovi cu frunze | 40 | Sparanghel | 235 |
| Piersici | 87 | Căpșuni | 114 |

Tomatele (*Lycopersicum escaletum* Mil.) și pepenele amar (*Momordica charantia* L.) prezintă coacere climacterică (Kays, S.J., 1991). Momentul relației climacterice cu calitatea optimă a alimentației, viteza de maturare și rata maximă de respirație diferă pentru fiecare specie de fructe.

Celulele vegetale sunt mai rezistente decât celulele animale și pot supraviețui mai mult (uneori săptămâni sau luni), dar odată ce nu mai poate fotosinteza substanțele nutritive, planta va respira în cele din urmă toată energia stocată și va acumula produse reziduale, iar celulele vor muri în cele din urmă. Noi percepem acest lucru ca o pierdere de aromă și modificări ale

texturii care apar odată cu deteriorarea produselor și cât de repede respiră după recoltare.

Cu cât o vegetală este mai perisabilă, cu atât va fi mai rapidă rata de respirație. Plantele cu rate mari de respirație vor consuma toată energia stocată disponibilă (glucoza și polimerii glucozei, amidon) mai repede și mor mai repede. Cheia pentru păstrarea duratei de viață a produsului este de a încetini rata respirației (cât de repede celulele vegetale absorb oxigen și eliberează dioxid de carbon).

Cele mai eficiente strategii pentru încetinirea respirației sunt menținerea plantei reci (la temperaturi scăzute) și limitarea acesteia la alimentarea cu oxigen. Pungile de plastic pot limita oxigenul, dar pot prinde și umezeală și încurajează creșterea mucegaiului. Furnizorii de alimente înțeleg impactul respirației la coacere și vor depozita și transporta alimente la un nivel scăzut de oxigen (care limitează respirația) și temperaturile reci care să încetinească respirația fructelor și legumelor. Din păcate, multe fructe și legume tropicale și subtropicale nu pot tolera temperaturile scăzute, rezultând fructe învinețite, maronii care pot să nu se coacă deloc. Cu toate acestea, există multe plante, inclusiv banane, fructe de pădure, varză, avocado, pere și ceapă care supraviețuiesc la niveluri foarte scăzute de O_2 (gazul este adesea înlocuit cu CO_2 sau un gaz inert precum azotul) permițând transportul comercial la nivel mondial (atmosfera modificată).

3.4. Maturarea

Maturarea reprezintă o serie de transformări calitative și cantitative ireversibile care au loc spre sfârșitul fazei de creștere a fructelor. Există două clase generale de vegetale în care se încadrează fructele: fructe cărnoase (parenchimatice) cum ar fi roșiile (*Lycopersicon esculentum* Mill.) și ardeiul gras (*Capsicum annuum* L.) și vegetalele uscate (sclerenchimatice) precum mazărea (*Pisum sativum* L.) sau porumbul (*Zea mays* L.). Maturarea fructelor cărnoase este distinctă și dramatică, în timp ce este mai puțin definită pentru fructele uscate (Kays, S.J. 1991).

Există o variație considerabilă a comportamentului de coacere între fructele cărnoase. Fructele au durate necesare diferite pentru a se coace, capacitatea de a se coace odată desprinse de planta mamă necesită timp după inițierea maturării înainte de senescență (Kays, S.J., 1991). În cadrul fructelor cărnoase, există o distincție între fructele climacterice și cele neclimacterice. Fructele climacterice pot fi recoltate necoapte și vor suferi o maturare normală atunci când sunt desprinse din plantă, în timp ce fructele neclimacterice nu se vor mai coace odată detașate și vor avea tendința de a intra în senescență după ce au fost recoltate. Este important de reținut că unele vegetale care sunt de exemplu castraveți (*Cucumis sativas* L.) și dovleceii (*Cucurbita pepo* L.) sunt comercializate și utilizate în starea lor, necoapte. Modificările care apar în timpul maturării au, prin urmare, uneori, efecte nedorite asupra atributelor de calitate pentru aceste legume. Astfel, inhibarea procesului de coacere poate fi de interes în timpul manipulării post-recoltare a acestor legume. Există multe procese biochimice care pot apărea în timpul procesului de coacere (tabelul nr.3.2). Aceste procese pot fi grupate după influența pe care o au asupra celor trei atribute principale ale vegetalei proaspete: textura, aspectul și aroma.

Consumul de fructe imature nu este o experiență plăcută. Fructul este dens, dur și nu are gust dulce. Maturarea este o fază intenționată, dramatică și finală a vieții pentru fructe. Este procesul care face un fruct comestibil. Prin acest proces fructele tari se înmoaie și se îndulcesc. Pe măsură ce un fruct se coace, enzimele transformă o parte din amidon (un polimer de glucoză fără gust) în molecule de glucoză liberă. O parte din glucoză este metabolizată în continuare în fructoză și alte monozaharide cu alte enzime metabolice. Conversia amidonului în aceste zaharuri mai mici (adică monozaharide) conferă fructului matur gustul său caracteristic dulce. Alte enzime descompun pectina în peretele celular primar, înmuind structura rigidă. Când mușcați din fructele coapte de exemplu, o piersică coaptă pulpa fructului este ușor de zdrobit și „sukul” stropește și picură peste tot. Când un fruct este copt, pereții celulari slăbiți lasă loc presiunii dinților și vacuolele umplute cu apă și zahăr pleznesc (adică „sukul”).

Schimbările de culoare ale coacerii includ degradarea clorofilei verzi care dezvăluie pigmenții carotenoizi portocalii și roșii care dau fructelor culoarea lor caracteristică și formarea pigmenților antocianici care conferă culorile roz, roșu, violet și albastru, fructelor precum căpșunile și afinele.

Aromele plăcute asociate maturării sunt rezultatul moleculelor produse de plantă în timpul maturării și includ: aldehide, cetone, alcooli, esteri și terpeni. Aceste molecule de aromă volatilă sunt fabricate dintr-o varietate de proteine, carbohidrați, lipide și vitamine prezente în plantă. Fiecare specie de plantă are un amestec caracteristic de molecule de aromă care îi conferă o aromă unică. Energia necesară pentru aceste reacții chimice provine din ATP produs în respirație.

Tabel 3.2. Modificările chimice și fizice care apar în timpul coacerii la fructele cărnoase (Kays, S.J., 1991)

| Caracteristici | Modificări | Specificații ale modificărilor |
|------------------------------|-------------------------------------|---|
| Culoarea | Pigmentația | pierderea de clorofilă, sinteza de carotenoide, sinteza de antociani |
| Textura | Înmuierea | modificarea compoziției pectinei, alterarea componentelor structurali ai pereților celulari, hidroliza componentelor de rezervă |
| Aroma | Compoziția carbohidraților | conversia amidonului în zaharuri introversia zaharurilor |
| | Acizi organici | descreșterea conținutului de acizi organici |
| Energia | Aroma volatilă | creșterea sintezei de componente volatili |
| | Rata de respirație | atingerea unui maxim în respirație pentru fructele climacterice declinul gradual pentru fructele nonclimacterice |
| Metabolismul etilenei | Producția de etilenă | atingerea unui maxim de producție pentru fructele climacterice producția constantă pentru fructele nonclimacterice |
| | Sensibilitatea țesutului la etilenă | creșterea sensibilității țesutului la etilenă |

Aceste modificări sunt în contrast puternic cu unele legume care nu se coc la fel ca fructele. După recoltare, respirația vegetală este lentă și în cele din urmă se estompează la niveluri foarte scăzute. Deoarece legumele nu se înmoaie și eliberează molecule aromatice singure, se folosește gătitul pentru a înmuia pereții celulelor plantei și a rupe celulele care eliberează molecule aromatice.

Maturarea fructelor are loc prin unul din cele două mecanisme. Acele fructe pentru care respirația crește dramatic după ce se desprinde de planta mamă sunt considerate climacterice. Banane, mere, mango, pere, piersici, avocado și roșiile sunt toate exemple de coaceri climacterice. Nu uitați, o banană verde se poate face galbenă în timp ce vă aflați în bucătăria proprie departe de bananierul din care fructul a fost recoltat.

Alte fructe mențin aceeași rată de respirație metabolică după recoltare, iar acestea sunt numite non-climacterice. Fructele non-climacterice includ afine, castravete, pepene verde, mazăre, lămâie, ananas, căpșuni, portocale, struguri și grapefruit. Aceste fructe nu se vor coace odată ce au fost recoltate.

Creșterea producției de CO_2 observată pentru fructele climacterice se datorează respirației crescută dramatic după recoltare. Această modificare a respirației este asociată cu producerea unui gaz simplu numit etilena (figura 3.1). Nu numai că etilena a fost primul hormon vegetal descoperit vreodată, a fost, de asemenea, primul gaz descoperit care acționează ca un hormon, în esență, etilena este produsă într-o locație, călătorește prin plantă pentru a acționa asupra fructului. Etilena este produsă în cadrul uzinei de la descompunerea aminoacidului metionină și induce o maturare dramatică.

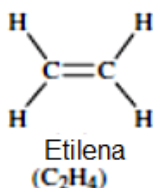


Figura 3.1. Etilena, hormonul de coacere al plantelor
(Kays,S.J., 1991)

Odată stimulat de etilenă, fructul își va crește rata de respirație de câteva ori, iar culoarea, textura și gustul se vor schimba rapid.

Coacerea coordonată a cantităților mari de fructe odată atrage și încurajează animalele să ingere fructele și să răspândească semințele găsite în fruct. Fermierii au găsit că fructele climacterice pot fi recoltate în timp ce sunt încă necoapte („verzi”) și se vor coace mai departe prin producerea propriului gaz etilenic. Dacă etilena este prinsă

în jurul fructului, sau planta este expusă intenționat la etilenă, se va coace mult mai repede. Pentru exemplu, o recomandare comună pentru a accelera maturarea fructelor este plasarea lor într-o pungă de hârtie maro sigilată. Acest truc funcționează numai pentru fructele climacterice și depinde de prinderea gazului etilenic în jurul fructului pentru a accelera maturarea acestuia. În felul acesta, bananele sunt cultivate în America Centrală și de Sud și expediate în America de Nord în magazinele alimentare fiind încă verzi. Expunerea acestor banane verzi la etilena gazoasă produce maturarea rapidă înainte ca bananele să fie plasate în magazinul alimentar pe rafturi. Din păcate, aceste strategii nu vor funcționa pe fructele non-climacterice care nu se coc după recoltare.

Pe lângă maturare etilena controlează și alte aspecte ale creșterii plantelor, dezvoltarea, răspunsurile la rănire și îmbătrânirea celulară. Hormonul semnalizează activarea multor gene din plantă responsabile de producerea de enzime și alte componente ale plantei implicate în metabolismul și reglarea acestuia. Multe dintre aceste gene modifică metabolismul grăsimilor și proteinelor precum și al carbohidraților.

3.4.1. Modificări care apar în timpul maturării

Textura

Textura fructelor cărnoase este influențată de compoziția pereților celulari, a constituenților celulari și a stării de turgescență. În timpul coacerii, regiunea lamelelor medii bogate în pectină devine mai solubilă, iar componentele structurale ale pereților celulari sunt defalcate enzimatic (Kays, S. J., 1991; Tucker, G. A., 1993). Aceste modificări influențează aderența dintre celule și rezistența pereților celulari ducând la înmuiere. Biochimia acestor modificări nu este clar înțeleasă, dar modificările sunt susceptibile de a fi

mediatizate de interacțiunile complexe ale enzimelor (Tucker, G. A., 1993).

Aspect

Cea mai vizibilă schimbare în timpul maturării este cea a culorii. Schimbările de culoare sunt adesea folosite ca indice pentru gradul de coacere sau pentru a indica timpul de recoltare adecvat pentru unele fructe cărnose (Kays, S. J., 1991). În general, modificarea pigmentilor constă în pierderea clorofilei pentru formarea pigmentilor colorați mai devreme în dezvoltare și sinteza ulterioară a carotenoizilor și antocianinelor (Tucker, G. A., 1993).

Aroma

Zaharurile, acizii și compușii volatili determină aroma și gustul vegetalelor. În timpul maturării, există adesea o creștere a conținutului de zaharuri (Whiting, G. C., 1970) prin translocare din planta mamă în timp ce fructele sunt atașate sau din hidroliza rezervelor de amidon din fructele recoltate. În multe fructe, există și o scădere a conținutului de acizi organici în timpul maturării, deoarece acești acizi sunt utilizați pentru respirație (Ulrich, R., 1970). În plus, aromele caracteristice multor fructe se schimbă în timpul maturării. Mulți volatili contribuie la aroma caracteristică a fructelor. În timpul coacerii, sinteza acestor substanțe volatile crește, dar și selecția volatilelor se schimbă (Kays, S. J., 1991).

3.4.2. Producția de etilenă și rolul său în reglarea maturării

Așa cum se amintește mai sus etilena este un hormon vegetal cu multe roluri în procesele de dezvoltare a plantelor (Abeles, F.B. și alții, 1992). Etilena se sintetizează și evoluează din celulele tuturor fructelor în timpul creșterii și dezvoltării lor. Atât fructele nonclimacterice, cât și cele climacterice produc un nivel de etilenă. Etilena stimulează,

de asemenea, sinteza antocianinei și pierderea clorofilei în fructe (Saltveit, M.E.,1999). Mărimea răspunsurilor depinde de concentrația de etilenă. Rata de respirație, sinteza antocianinei și pierderea clorofilei vor reveni la normal atunci când expunerea la etilenă este întreruptă (Kays,S.J., 1991). În schimb, fructele climacterice răspund mai dramatic. În timpul maturării, există o creștere substanțială a producției de etilenă în timpul perioadei climatice respiratorii (Pech, J., și alții, 1994) (figura 3.2).

Fructele climacterice pot fi stimulate spre coacere prin expunerea la o sursă externă de etilenă. Fructele sunt deosebit de sensibile la etilenă chiar înainte de creșterea climacterică a respirației. Coacerea a fost inițiată (Saltveit, M.E.,1999), deoarece este ireversibilă. Concentrațiile mai mari de etilenă vor stimula maturarea mai rapidă până la atingerea unui prag, peste care nu mai există niciun efect.

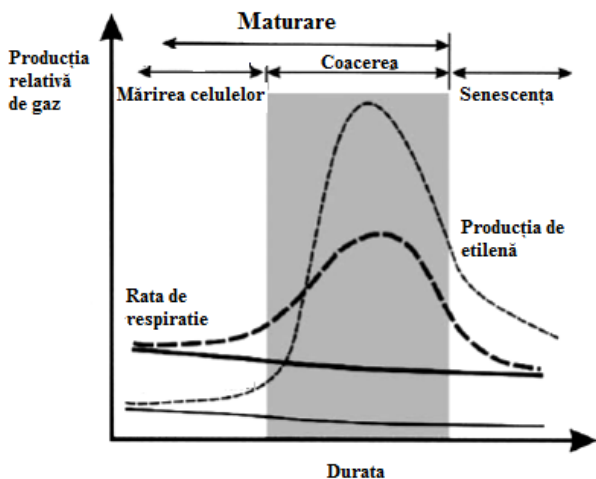


Figura 3.2. Respirația relativă și producția de etilenă pentru fructele climacterice și non climacterice după recoltare (Pech, J. și alții, 1994, Maguire și alții, 2004)

Senescenta

Senescenta reprezintă modificările degradante care apar pe măsură ce toate plantele și părțile recoltate ale plantelor mor în cele din urmă. Multe dintre modificările care apar în timpul senescentei provoacă modificări dăunătoare în calitatea produsului. Senescenta este o secvență programată genetic (Buchnan-Wollaston, V. 1997) care apare ca o parte naturală a dezvoltării plantelor. În vegetalele recoltate, senescenta este un proces prematur indus prin detașarea vegetalei de la planta mamă (Nilsson, T., 2000). Senescenta în vegetalele recoltate este cel mai probabil declanșată de incapacitatea țesutului de a menține homeostazia (Romani, R.J., 1987) sau de a-și menține stabilitatea internă prin răspunsuri coordonate la întreruperile funcției normale (Kays, S.J., 1991). Reacțiile de reparație sunt necesare pentru a menține homeostazia. În legumele recoltate, poate exista o lipsă de substrat pentru respirație (Kays, S.J., 1991). Această situație poate duce la dezmembrarea componentelor celulare neesențiale pentru a obține substrat pentru menținerea homeostaziei, ducând în final la demontarea componentelor celulare esențiale (mitocondrii, nucleu, membrană plasmatică), ceea ce duce la moartea celulei. Degradarea clorofilei este cel mai evident simptom al senescentei, în legumele recoltate.

Condițiile de depozitare pot deteriora componentele și procesele celulare, punând legumele recoltate sub stres, ceea ce accelerează și mai mult senescenta. Stresul cunoscut pentru accelerarea creșterii este dat de temperatura ridicată sau scăzută (Paull, R.E., 1999; Marangoni, A.G., și alții, 1996), atmosfera de gaze (Kader, A.A., 1992), deficitul de apă (Ben-Yehoshua, S., 1987), agenții patogeni, deteriorarea mecanică și dezechilibrul mineral (Kays, S.J., 1991).

Expunerea la etilenă favorizează pierderea clorofilei, în frunze (Saltveit, M.E., 1999). Întârzierile în senescentă prin tratarea cu 1-metilciclopropenă (1-MCP), (Ku, V.V.V. și

alții, 1999) și oxid nitric și oxid azotat (Lesham, Y. Y. și alții, 1998; Bouble, B., și alții, 1995), ambii inhibitori ai activității etilenei (Serek, M. și alții, 1995), indică faptul că etilena joacă un rol esențial în senescență. Substratul pentru respirație poate iniția senescența în legumele care cresc rapid și respiră înainte de recoltare (Nilsson, T., 2000).

3.4.3. Repausul germinativ și răsărirea

Repausul germinativ este o perioadă de creștere în suspensie, care permite creșterea și răsărirea să apară atunci când condițiile de mediu sunt favorabile (Kays, S.J., 1991). În timpul repausului, rata de respirație și alte modificări fiziologice sunt foarte scăzute în comparație cu alte legume recoltate. Acest lucru face ca vegetalele în repaus germinativ să fie deosebit de potrivite pentru stocarea pe termen lung. Durata de viață a depozitelor vegetale latente este în general limitată de întreruperea duratei, ceea ce duce la recreștere și germinare (Nilsson, T., 2000). Acest tip de repaus este prezentat de morcovi (*Daucus carota* L.) și sfeclă roșie (*Beta vulgaris* L.). Înmușurirea și răsărirea din aceste legume latente pot fi evitate prin menținerea nivelurilor adecvate de temperatură și umiditate în timpul depozitării. Ceapa (*Allium cepa* L.) și varza (*Brassica oleracea* L.) prezintă acest tip de repaus. Aceste legume vor începe în cele din urmă să crească și să încolțească, indiferent de condițiile de depozitare. În aceste legume, compușii de reproducere și antiîncolțire sunt folosiți pentru extinderea stocării (Nilsson, T., 2000).

3.4.4. Influența condițiilor de mediu asupra maturării **Temperatura**

Temperatura este cel mai important factor de mediu care influențează conservarea legumelor recoltate. Deteriorarea este mediată prin efectul temperaturii asupra proceselor fiziologice și biochimice care apar în legumele recoltate. Scăderea temperaturii influențează toate procesele

metabolice catalizate de enzime. Temperatura va influența activitatea enzimelor care catalizează reacțiile biochimice menținând homeostazia în celule. Cu toate acestea, aceste sisteme enzimatică pot fi afectate diferențial de temperatură. Acest lucru poate duce la dezechilibre în metabolism; un exemplu adesea citat în acest sens este îndulcirea la temperatură scăzută a cartofilor (*Solanum tuberosum* L.) (Nilsson, T., 2000). Respirația fiind o serie de reacții biochimice catalizate și controlate de enzime va fi influențată de temperatură. Pe măsură ce temperatura crește, respirația crește dramatic (figura 3.3), deși amploarea acestei creșteri variază pentru fiecare specie și soi (Burton, W.G., 1982). Rata creșterii respirației încetinește, iar apoi rata respirației scade, deoarece temperaturile cresc peste 25-35 °C. Acest efect de temperatură ridicată se poate datora unei denaturări a enzimelor respiratorii sau din cauza lipsei de oxigen datorată unei rate limitate de difuzie. Rata de deteriorare a legumelor recoltate crește în general odată cu creșterea temperaturii (Kader, A.A., 1992). Pe măsură ce temperatura este redusă, durata de valabilitate relativă a legumelor crește în general (Kader, A.A., 1992).

Cu toate acestea, toate legumele recoltate suferă leziuni ale țesuturilor dacă sunt congelate. Unele specii de legume, în principal de origine tropicală sau subtropicală, sunt rănite de temperaturi de îngheț și mai mici de 20 °C (Saltveit, M.E., și alții, 1992). Aceste vegetale, depozitate sub temperatura lor optimă, dezvoltă simptome de rănire care includ decolorarea, scobirea suprafeței, defalcarea internă, pierderea capacității de maturare, ofilirea și degradarea (Kays, S.J., 1991). Vătămarea cauzată de răcire este cauzată de modificările fizice inițiale ale lipidelor din membrană (Wang, C.Y., 1982), care duc la răspunsuri secundare, inclusiv o creștere a ratei respirației și a producției de etilenă, pe măsură ce celulele încearcă să mențină homeostazia.

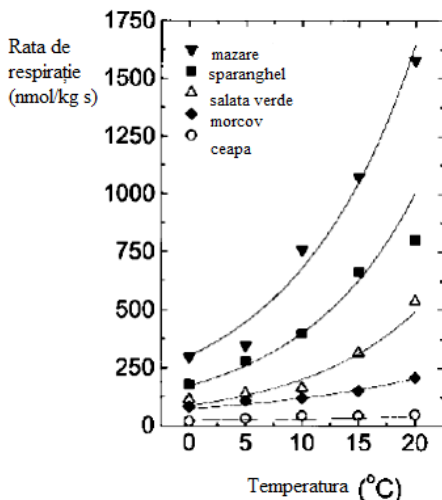


Figura 3.3. Efectul temperaturii asupra ratei de respirație pentru: mazăre (Pisum sativum L.), sparanghel (Asparagus officinalis L.), salată (Lactuca sativa L.), morcovi (Daucus carota L.) și ceapă (Allium cepa L.)(Burton, 1982).

Legumele care au fost rănite de temperatură scăzută arată o rată accelerată de senescentă (Marangoni, A.G., și alții, 1996), o calitate mai slabă asociată și o perioadă de valabilitate redusă. Pentru unele legume, expunerea la temperaturi ridicate a provocat o senescentă redusă (Wang, C.Y., 1982), cel mai probabil prin inhibarea biosintezei etilenei (Yu, Y.B. și alții, 1980) și prin reducerea susceptibilității și severității leziunilor cauzate de răcire atunci când sunt plasate ulterior la temperaturi scăzute. Recoltarea, maturitatea sau calitatea optimă a alimentației apare atunci când sunt coapte; calitatea depinde de momentul și echilibrul diferitelor procese controlate enzimatic implicate în maturare. Deoarece fiecare sistem enzimatic este influențat diferențiat de temperatură, temperaturile fructelor în timpul maturării vor influența

calitatea maturității finale. Temperaturile optime de coacere sunt cuprinse între 15 și 25°C (Reid, M.S. 1992). Sub aceste temperaturi maturarea este încetinită și este posibil să nu apară aspecte ale modificărilor de textură, culoare și aromă necesare pentru o calitate optimă. Peste 30°C, coacerea poate fi, de asemenea, inhibată (Reid, M.S.1992). Producția de etilenă și o serie de reacții catalizate enzimatic (Saltveit, M.E.,1999), sunt influențate de temperatură. Scăderea temperaturii reduce producția de etilenă și, prin urmare, întârzie maturarea și senescența într-o oarecare măsură. În plus, reducerea temperaturii influențează, de asemenea, sensibilitatea țesutului plantelor la etilenă (Kader, A.A., 1992), adică sunt necesare cantități mai mari de etilenă pentru a induce aceeași magnitudine a răspunsului obținut la o temperatură mai caldă.

Cu toate acestea, scăderea temperaturii sub pragul de temperatură scăzută pentru produsele susceptibile de a fi rănite prin răcire poate induce un răspuns grozav, o rată crescută de respirație și producția de etilenă, ducând la o durată de viață redusă. În consecință reducerea temperaturii și cererea ulterioară de substrat respirator este esențială pentru menținerea calității post-recoltare. Efectele temperaturii asupra ratei senescenței prin intermediul efectelor sale asupra metabolismului etilenei indică faptul că temperatura este cel mai important factor de mediu pentru păstrarea calității legumelor după recoltare. Temperatura influențează și conservarea prin efectele sale asupra pierderii de apă. Presiunea parțială saturată a vaporilor de apă în aer este foarte dependentă de temperatură. Aceasta influențează forța motrice pentru pierderea apei, diferența dintre cantitatea de apă cu fructe și cea din aer. Reducerea forței motrice pentru pierderea apei este cel mai manipulabil dintre factorii care guvernează pierderea apei. Reducerea temperaturii legumelor recoltate este eficientă în reducerea forței motrice și, prin urmare, a pierderii de apă (Maguire și alții, 2004).

Umiditatea relativă

Umiditatea relativă este cel mai comun mod de exprimare a cantității de umiditate din aer. Diferența în cantitatea de umiditate dintre aerul din vegetală și în jurul plantei determină forța motrice pentru pierderea de apă din legumele recoltate. Când este la o temperatură mare, umiditatea relativă a aerului din jurul legumelor crește, forța motrice este redusă rapid. Cu toate acestea, chiar și la 100% HR (condiții saturate), poate exista o anumită pierdere de apă, deoarece temperatura vegetalelor este puțin probabil să fie egală cu temperatura aerului datorită încălzirii respirației. În plus, cantitatea maximă de umiditate reținută în aer depinde de temperatură. Acest lucru provoacă condens atunci când legumele reci sunt plasate în medii calde.

Când aerul cald vine în contact cu leguma rece, acesta se răcește rapid și nu mai poate reține la fel de multă umiditate. În consecință, aerul depune excesul de apă ca condens pe suprafața vegetală. Apa liberă pe suprafața legumelor încurajează agenții patogeni atunci când temperaturile sunt favorabile (Sommer, N.F.1992). Condensarea apei pe ambalajele de hârtie poate duce la pierderea rezistenței și la prăbușirea ambalajului, provocând alte daune mecanice produselor (Marcondes, J.A.1992). Încorporarea legumelor recoltate în ambalaje poate genera umidități relative ridicate prin reducerea fluxului de aer trecut de legume.

Unele materiale de ambalare acționează, de asemenea, ca bariere în calea mișcării vaporilor de apă, de exemplu, pelicule de plastic care permit generarea unei umidități relative chiar mai mari în pachete. Odată generate astfel de medii cu umiditate ridicată, fluctuațiile de temperatură ar trebui prevenite pentru a evita condensarea. Pentru majoritatea vegetalelor, umiditatea relativă ar trebui să fie de aproximativ 90-95%, cu excepția celor menționate în legumele individuale.

Fluxul de aer

Fluxul de aer din jurul vegetalelor afectează umiditatea relativă, temperatura și compoziția gazelor. Fluxul de aer neuniform sau inadecvat va avea ca rezultat o răspândire largă a temperaturii produsului pe toată suprafața unităților (adică pachete sau paleți de produs), inducând variații spațiale în calitatea produsului și durata de valabilitate ulterioară. Este necesară o mișcare suficientă a aerului pentru a elimina căldura respirației și pentru a minimiza gradientii de temperatură. Cu cât debitele sunt mai mari, cu atât sunt mai mari ratele de pierdere a apei din produs (prin HR redus). Fluxul optim de aer va constitui un compromis între îndepărtarea căldurii și menținerea apei în legumele recoltate.

Compoziția atmosferică

Aerul este compus în mod normal din 78% N₂(azot), 21% O₂(oxigen) și 0,03% CO₂(dioxid de carbon). Menținerea legumelor la atmosferă alterată (scăderea concentrațiilor de O₂ și creșterea concentrațiilor de CO₂) ca și în atmosferă controlată (stocare în CA-control atmosfere) și ambalare cu atmosferă modificată (MAP-*Modified atmosphere packaging*), poate fi utilizată pentru a menține calitatea pe perioade mai lungi. Depozitarea în atmosferă modificată este doar un supliment la condițiile optime de temperatură și umiditate relativă) (Kader, A.A., 1992).

Compoziția atmosferei poate fi modificată utilizând epuizarea naturală a O₂ și producția de CO₂ prin respirația legumelor în timpul MAP sau prin modificarea activă și controlul concentrațiilor de gaz în timpul stocării CA. Reglarea concentrației de O₂ și CO₂ în atmosfera de stocare va avea ca rezultat reacții diverse ale organului vegetal stocat, în funcție de compoziția efectivă a gazului din interiorul țesutului. Ne vom referi la concentrațiile de O₂ și

CO₂ din atmosfera care înconjoară vegetala, mai degrabă decât atmosfera rezultată din produs.

Manipularea gazelor în atmosfera de stocare a făcut obiectul unui număr enorm de studii (Beaudry, R.M., 1999; Watkins, C.B., 2000; Nanos, G.D. și alții, 1994; Solomons, T., 1997; Makhoulf, J. și alții, 1989; Beaudry, R.M., 2000; Matheis, J., și alții, 2000; Salveit, M.E., 1997). Oxigenul este un substrat necesar pentru respirație, rata respirației depinde de concentrația de O₂ în legumele recoltate. Reducerile majore ale concentrației de oxigen ale respirației nu apar adesea până când oxigenul nu este mai mic de 10% (Nanos, G.D. și alții, 1994).

În funcție de produs, respirația anaerobă începe în jurul valorii de 2% O₂, deoarece oxigenul devine limitativ în interiorul produsului. Energia pentru menținerea și stimularea metabolismului este obținută prin respirația anaerobă mult mai puțin eficientă (Beaudry, R.M., 1999). Respirația anaerobă produce o cantitate excesivă de CO₂ și arome neobișnuite din metabolismul ulterior al acetaldehidei. Efectul CO₂ asupra respirației legumelor nu este la fel de clar ca pentru O₂. (Watkins, C.B., 2000; Hitara, T. și alții, 1996). Inhibarea respirației la un conținut ridicat de CO₂ se explică prin îngreunarea activității unei enzime în ciclul Krebs (Pierre, R. și alții, 1994) și scăderea pH-ului sevei celulare (Nilsson, T., 2000). Stimularea respirației se datorează probabil unui răspuns la stres la vătămare (Watkins, C.B., 2000).

Conținutul redus de O₂ sau crescut de CO₂ reduce sensibilitatea la acțiunea etilenei (Nanos, G.D. și alții, 1994; Salveit, M.E., 1997; Aharoni, Y. și alții, 1979) și inhibă enzimele din calea biosintetică a etilenei, reducând producția (Salveit, M.E., 1999; Salveit, M.E., 1997; Robertson, T.R., 1997). Efectul O₂ redus la producția de etilenă și sensibilitatea țesuturilor este adesea considerată cea mai utilă aplicație a atmosferei modificate (Emond, J.P. și alții,

1998). Atmosfera modificată (MA) influențează modificările metabolismului pigmentar. Reducerea cantității de O_2 și creșterea CO_2 pot duce la o pierdere redusă de clorofilă (Beaudry, R.M., 1999; Fishman, S. și alții, 1996; Robertson, G.L. 1993), care este asociată cu esența legumelor cu frunze și coacerea nedorită a vegetalelor care sunt fructe imature. În general, efectul reducerii O_2 și creșterea CO_2 asupra fiziologiei legumelor poate duce la o inhibare a maturării și o întârziere a senescenței.

Nivelul de O_2 scăzut inhibă reacția de îmbrunare catalizată de polifenol oxidază (PPO) (Watkins, C.B. 2000, Robertson, G.L. 1993). Suprimarea activității PPO este deosebit de utilă pentru aplicațiile cu legume minim prelucrate (legume tăiate, felii, cuburi sau mărunțite) care au expus suprafețe tăiate. O_2 redus și CO_2 crescut are un anumit efect asupra producției de substanțe volatile la legume (Tanner, D.J., 1998). Când parametri atmosferei sunt în afara limitei de toleranță și respirația anaerobă crește, acumularea de acetaldehidă și etanol va influența aroma vegetalelor. Producția altor substanțe volatile este suprimată de O_2 scăzut și CO_2 ridicat, sau nu are efect, fie pare să reducă sinteza (Beaudry, R.M. 1999). Toate modificările depind de substanțele volatilele de interes, de cultivare și de condițiile de depozitare. Atmosfera modificată are un efect asupra texturii prin efectul asupra producției de etilenă și sensibilitatea țesutului la etilenă, dar și prin modificări ale metabolismului peretelui celular. O_2 scăzut și CO_2 ridicat, ambele, scad acțiunea enzimelor asociate cu degradarea peretelui celular (Beaudry, R.M., 1999; Watkins, C.B., 2000; Robertson, G.L., 1993; Salveit, M.E. 1997) și prin urmare, reduc pierderea texturii vegetalei depozitate (Maguire și alții, 2004).

Brocoli și ceapa (*Brassica oleracea Allium cepa* L.) vor tolera aproximativ 1% O_2 în comparație cu mazărea (*Pisum sativum* L.) și sparanghelul (*Asparagus officinalis* L.), care

pot tolera doar 5% O₂ sau salata verde (*Lactuca sativa* L.) și țelina (*Apium graveolens*), care poate tolera 2% CO₂, comparativ cu porumbul dulce (*Zea mays* Bonaf.) și spanacul (*Spinacea oleracea* L.), care poate tolera până la 15% CO₂.

Intensitatea procesului de respirație pentru salată a scăzut cu 65% dacă pentru păstrare se folosește o compoziție a aerului de 3% CO₂, 2.5% O₂ și temperatura de 0 °C. Pentru conopidă scade cu 21% dacă este păstrată la 6% CO₂ și 4% O₂ și 8°C. Dacă în aceste condiții scade temperatura la 0 °C intensitatea proceselor respiratorii scade cu 29.5 °C. S-a înregistrat scăderea metabolismului și la cireșe, pere, piersici.

Unele dintre cele mai păstrate și depozitate fructe, în România sunt merele. Influența compoziției modificate a aerului contribuie la modificarea intensității respirației (Tabel nr. 3.3.). Toleranțele pentru fiecare gaz depind de temperatură, timpul de expunere și concentrația reciprocă (Nanos, G.D. și alții, 1994; Robertson, G.L., 1993; Watkins C.B., 2000).

Dezavantajele atmosferei modificate

Când O₂ este redus sub sau CO₂ este crescut peste nivelurile de toleranță pentru acel produs, pot apărea efecte nocive.

Inducerea respirației anaerobe poate duce la producerea de arome neobișnuite, dar poate duce la acumularea de CO₂, care poate provoca leziuni ale țesutului. Diferite simptome caracterizează vătămarea dată de CO₂: tulburări de rumenire internă, colorarea maro a suprafeței și o creștere ulterioară a susceptibilității la degradare (Robertson, G.L. 1993).

Trebuie avut grijă să se evite expunerea legumelor la niveluri de CO₂ dăunătoare, deoarece aceste simptome vor reduce calitatea și durata de valabilitate a legumelor. S-a demonstrat că atmosfera alterată are efecte insecticide și fungicide (Robertson, G.L., 1993; Beaudry, R.M., 1999; Nanos, G.D. și alții, 1994; Tanner D.J. și alții, 1999). Au fost utilizate niveluri ridicate de CO₂ (10-15%) pentru controlul

agenților patogeni fungici pe unele fructe (Nanos, G.D. și alții, 1994) și, în funcție de toleranțele la CO₂, ar putea fi extinse și la unele legume (figura 3.4 și 3.5).

Tabel 3.3. Intensitatea respirației la păstrarea merelor în atmosfera modificată (Burzo, I. 1986)

| Compoziția aerului [%] | | Descrescerea respirației (%) | Compoziția aerului [%] | | Descrescerea respirației (%) |
|------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------|
| O ₂ | CO ₂ | | O ₂ | CO ₂ | |
| 3 | 0 | 49,6 | 7 | 5 | 50,2 |
| 3 | 2 | 46,7 | 7 | 10 | 43,8 |
| 3 | 5 | 43,0 | 8 | 0 | 60,4 |
| 3 | 10 | 37,5 | 8 | 2 | 56,8 |
| 4 | 0 | 51,7 | 8 | 5 | 52,3 |
| 4 | 2 | 48,6 | 8 | 10 | 45,6 |
| 4 | 5 | 44,8 | 10 | 2 | 61,4 |
| 4 | 10 | 39,1 | 10 | 5 | 56,5 |
| 7 | 0 | 58,0 | 11 | 10 | 51,3 |
| 7 | 2 | 54,6 | 21 | 0 | 100,0 |

Condiții modificate de transport

Pentru a inhiba dezvoltarea ciupercilor parazite și maturarea vegetalelor la păstrarea de scurtă durată sau pe timpul transportului se pot folosi concentrații mari de CO₂ (25%). Bune exemple pot fi aceste condiții pentru transportul la: căpșuni, cartofi, ardei, pepeni, conopidă, ciuperci (Burton, 1982). Condițiile pentru păstrarea fructelor, cele mai populare în România, sunt redată în tabelul nr.3.4.

3.4.5. Radiațiile gama

Radiațiile gama sunt folosite pentru modificarea intensității proceselor fiziologice din produsele recoltate. Acestea sunt radiații electromagnetice care sunt emise în cursul unui proces de tranziție nucleară sau de anihilare de particule cu lungimea de undă sub 1Å (Angstrom).

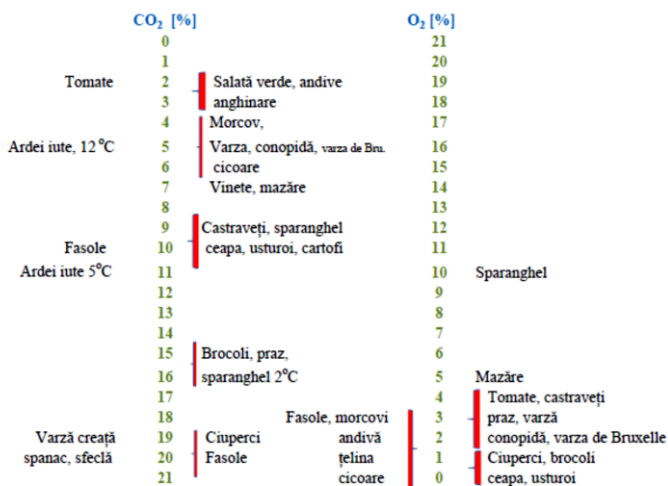


Figura 3.4. Toleranțele la CO₂ și O₂ pentru diferite specii de legume (Burzo, I., 1986)

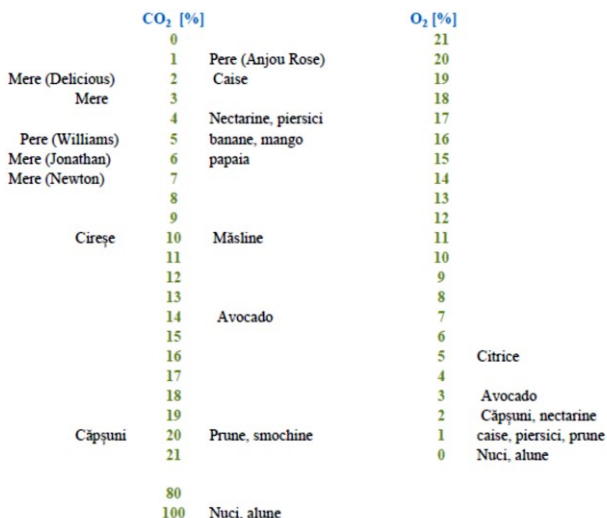


Figura 3.5. Toleranțele la CO₂ și O₂ pentru diferite specii de fructe (Burzo, I., 1986)

Efectul asupra vegetalelor este influențat de: doză (de stimulare sau inhibare) de specia de vegetale, de gradul lor de maturare și de momentul efectuării tratamentului. Sub influența acestor radiații se pierde controlul asupra procesului de fosforilare oxidativă în lanțul transportor de electroni. Vegetalele climacterice tratate cu radiații gamma în perioada de preclimacteric sunt stimulate să respire. Cercetătorii au constatat că odată cu creșterea dozei crește și respirația, dar după pragul de 600 krad intensitatea procesului de respirație se diminuează.

Tabel 3.4. Parametri de atmosfera controlată pentru păstrarea fructelor (Burzo, I., 1986)

| Specia biologică | Temperatura [°C] | Umezeala relativă [%] | CO ₂ [%] | O ₂ [%] | Durata de păstrare [zile] |
|------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|
| Mere soi <i>Jonathan</i> | 3-4 | 90-95 | 3-4 | 3-4 | 180-200 |
| Mere soi <i>Red delicios</i> | 0 | 90-95 | 3 | 3 | 180-240 |
| Pere | 0 | 90-95 | 3-4 | 3-12 | 160-210 |
| Caise | 0 | 90-95 | 5 | 3 | 50-60 |
| Piersici | 0 | 90-95 | 5 | 3 | 60 |
| Prune | 0 | 95 | 5 | 3 | 40-80 |
| Struguri | 0 | 90-95 | 5 | 3 | 160-180 |
| Cireșe | 0 | 90-95 | 5 | 3 | 15-30 |

Activitatea enzimatică la iradiere în doze mici nu este modificată imediat ci după mai multe zile (8 zile la 20 °C). S-a constatat o creștere a activității catalazei și peroxidazei în citrice, a pectinmetilesterazei la pere, cireșe, piersici, a polifenoloxidazei la cartofi. La vegetalele tratate cu radiații gamma pentru inactivarea enzimelor hidrolitice și oxidative este nevoie de doze mari dar care pot detiora țesutul vegetal. S-a constatat că doze de 11.2-12.1 krad nu au inhibat depunerea suberinei și formarea stratului de suber, dar au inhibat diviziunea celulară și regenerarea peridermei. De aceea la unele specii de rădăcinoase, cartofi se recomandă

păstrarea timp de 10-15 zile în condiții normale pentru a permite cicatrizarea rănilor (Menniti, 1977).

Radiațiile gamma contribuie la scăderea fermității țesuturilor datorită reducerii conținutului de protopectină și creșterea conținutului de pectine solubile. Compoziția chimică a vegetalelor se modifică. Ele conțin cel puțin 80% apă iar acesta este primul component chimic care formează radicali liberi cu viață scurtă: H_2 , H_2O_2 , H^+ , OH^- . Aceștia au proprietăți reducătoare sau oxidative și reacționează cu substanțele chimice care sunt dizolvate în apă ca glucide, lipide și favorizează descompunerea acestora. Astfel proteinele sunt descompuse cu intensitate mai mare comparativ cu glucidele. Compușii care rezultă din radioliza glucidelor (glucozei), vegetalelor sunt: dihidroxiacetonă, glioxal, glicolaldehide, gliceroaldehide. Conținutul de glucide reducătoare scade, aciditatea titrabilă scade iar acidul ascorbic nu a prezentat modificări. Aminoacizii și proteinele se descompun sub influența produsului de radioliză a apei, scade conținutul de ARN și ADN, substanțele fenolice cresc în conținut iar de exemplu perele, piersicile și caisele iradiate au prezentat o intensificare a colorației roșii (Burzo, I., 1986). Conținutul de etilenă este în creștere. Se intensifică procesul de sinteză a etilenei la o doză de 100-400 krad (Clarke I.D, 1972). Pentru pere și banane tratamentul cu radiații gamma în preclimacteric grăbește maturarea acestora dar dacă se aplică într-un stadiu mai avansat acestea nu mai au același efect. La mere poate avea loc o brunificare a țesuturilor interne. Folosirea radiațiilor gamma poate inhiba încolțirea legumelor la ceapă și cartofi.

Reglementări de utilizare a radiațiilor

Standardul global pentru folosirea dozelor de iradiere a produselor alimentare este *Codex alimentarius*, în special în cadrul statelor semnatare ale acordului *Organizației*

Mondiale a Sănătății (net 3.1). Indiferent de sursa de iradiere, toate instalațiile de prelucrare trebuie să respecte standardele de siguranță stabilite de către AIEA (Agenția Internațională pentru Energie Atomică) (net 3.2.) Codex-ul de bune practici pentru prelucrarea produselor alimentare prin iradiere, Comisia de Reglementare Nucleară, (ISO) (Organizația Internațională pentru standardizare) (Robert, P. 2016). ISO 14470 și ISO 9001 oferă informații amănunțite cu privire la siguranța în unitățile de iradiere.

Toate facilitățile comerciale de iradiere prezintă sisteme de siguranță în scopul prevenirii expunerii personalului la iradieri nedorite. Sursa de radiații este ecranată în mod constant de către un strat de apă, beton și/sau metal. Facilitățile de iradiere sunt proiectate astfel încât să existe un număr de măsuri de siguranță complementare, cu rolul de a preveni expunerea accidentală la radiații (FIPA, 2018).

Etichetarea vegetalelor care au fost supuse la iradiere

Codex Alimentarius prevede că orice produs de „primă generație” trebuie etichetat ca atare, la fel ca orice produs direct derivat dintr-o astfel de materie primă; regula generală pentru ingrediente furnizate este aceea că și ultima moleculă a unui produs iradiat trebuie menționată ca atare, chiar dacă ingredientele neiradiate nu sunt menționate pe etichetă. Utilizarea logo-ului Radura este opțională, mai multe țări folosesc o versiune grafică, diferită de cea din Codex (figura 3.6) (net 3.1 - Radura).

Regulile propuse pentru etichetare sunt publicate în CODEX-STAN-1(2005) (net 3.2 - Radura) și includ utilizarea simbolului Radura pentru toate produsele care conțin elemente iradiate. Acest simbol nu este un indicator de calitate. Cantitatea de agenți patogeni remanentă se bazează și pe conținut inițial și doza aplicată, care poate varia de la produs la produs (CFR code, accesat în 2022).

Uniunea Europeană urmează dispoziția Codexului pentru a eticheta ingredientele iradiate, până la ultima moleculă în produsele alimentare. Comunitatea Europeană nu prevede utilizarea logo-ului Radura și se bazează exclusiv pe etichetarea corespunzătoare în limbile oficiale ale statelor membre. Uniunea Europeană își întărește legislația referitoare la etichetarea alimentelor iradiate prin solicitări adresate țărilor membre de a efectua teste transversale asupra produselor alimentare aflate pe piață și să raporteze orice abatere Comisiei Europene. Rezultatele sunt publicate anual în jurnalul oficial al Comunităților Europene (FIR, accesat 2023). Se definesc produsele alimentare iradiate, în Statele Unite ale Americii (USA) ca fiind acele alimentele în care iradierea provoacă o schimbare materială a produsului, sau o schimbare materială a consecințelor ce pot rezulta din utilizarea acestor alimente. Prin urmare, produsele alimentare rezultate în urma procesării alimentelor iradiate sunt scutite de etichetarea corespunzătoare, conform cerințelor SUA.



Figura 3.6. Radura, simbolul folosit pentru produsele alimentare iradiate (net 3.1 -Radura)

Toate alimente iradiate trebuie să includă vizibil simbolul Radura, alături de textul „tratată cu radiații” sau „tratată prin iradiere” (Kunstadt și alții, 1989). Alimente vrac trebuie să fie etichetate individual cu simbolul și textul

respectiv; în mod alternativ, aceste elemente pot fi așiate pe containerul utilizat pentru vânzarea alimentelor (net. 3.3).

3.4.6. Substanțe pro maturare

Etilena este folosită ca substanță stimulantă a procesului de maturare (subcapitolul 3.4). Se poate aplica la maturarea bananelor, perelor, tomate, mere. Concentrația folosită este de 0,1% și determină maturarea în 2-5 zile. Se folosesc celule speciale postmaturare care sunt etanșe și sunt prevăzute cu butelii de etilenă, reglatoare de presiune și dozatoare. Pentru a stabili cantitatea de etilenă se folosește formula:

$$C = V \times R_p \times K, [\text{kg}]$$

În care:

- C - cantitatea de etilenă, kg;
- V- volumul total al încăperii, m³;
- R_p–raportul procentual de etilenă ce revine la concentrația recomandată (0,1% = 0,0001);
- K-corespondentul în kg pentru 1m³ de etilenă la 18°C, K = 1,165.

Altă substanță folosită este acid 2 *clor-etilfosforic* sau *ethrelul* care se mai folosește în tratamentul post maturare la ardei, tomate, gogoșar. Această substanță stimulează intensificarea procesului de colorare. Este indirectă acțiunea acestei substanțe deoarece ea stimulează producția endogenă de etilenă care la rândul ei stimulează procesul de maturare. Concentrația folosită este de 500 ppm (1 ppm = 0,0001%).

3.4.7. Substanțe care inhibă maturarea

Pentru a inhiba procesul natural de maturare se folosesc: 2,2 –*dimetil-hidrazida acidului succinic*(alar). Clorura de 2-*cloretil-trimetil-amoniu* (clormequantul) și giberelinele.

Alarul se poate aplica într-un tratament de 7-25 zile, în doză de 4.5 kg/ha, înainte de înflorit deoarece întărește fermitatea merelor și capacitatea lor de păstrare. La

ciupercile comestibile a determinat inhibarea procesului de brunificare a țesuturilor. La cartofi inhibă formarea solaninei datorită influenței sale asupra conversiei acidului mevalonic în precursori ai solaninei.

Cloromequantul (CCC) are efect retardant asupra procesului de maturare care se datorează inhibării sintezei giberelinelor și auxinelor la păstrarea salatei și andivelor de exemplu.

Giberelinele dacă sunt folosite în concentrație de 5-10 ppm (1ppm = 0,0001%) și dacă se efectuează cu 3 săptămâni înainte de recoltate, întârzie maturarea vișinelor, maturarea prematură a perelor (Burzo, I., 1986).

4.

Depozitarea post-recoltare a vegetalelor

Aprovizionarea pe timpul iernii cu legume și fructe poate fi posibilă prin depozitarea pe termen lung a unor soiuri rezistente de vegetale. Producerea acestora este condiționată de sezonalitate, zonele ecologice și tehnologia aplicată la cultură. Pentru satisfacerea nevoilor de consum în afara perioadei de recoltare trebuie să se organizeze în mod temeinic spațiile pentru păstrarea unor cantități mari de cartofi, ceapă, rădăcinoase, fructe.

4.1 Bolile cartofului

Pentru că în România este una dintre vegetalele cele mai depozitate peste iană am ales să scriu despre bolile acestei tuberculifere.

Cartoful poate fi afectat de climă, de condițiile pedoclimatice, poate suferi atacuri din partea unor microorganisme care produc boli grave. Acestea produc slăbirea rezistenței la păstrare a cartofului și chiar distrugerea tuberculilor.

Mana este produsă de *Phytophthora infestans* (Mont). Se distruge frunzele și vreji, care se usucă. Tuberculii nu mai ajung la maturitate și au o slabă rezistență la păstrare. Boala se manifestă la nivelul tuberculilor ca niște pete de culoare închisă care în timp se adâncesc în pulpă și aceasta se întărește. În acest stadiu boala poate fi înfrântă prin păstrarea în condiții de uscăciune și temperatură joasă de 10 °C. Dacă prin leziunile de la nivelul cojii pătrund și alte

microorganismele atunci se produce descompunerea și putrezirea tuberculilor.

Putregaiul umed este produs de bacteriile din genul *Erwinia* ca: *Erwinia carotovora* Jenison, *Erwinia aroideae* Holland, *Erwinia carotova* Holland (figura 4.1). Este una dintre cele mai păguboase boli. Agentul patogen pătrunde prin lenticelile mărite din coajă, distruge pulpa complet iar coaja rămâne intactă până ce întreaga pulpă se descompune și se transformă într-o masă păstoasă și care are un miros respingător. La manipulare acești tuberculi se sparg, amestecul se scurge și infectează toată masa de cartofi din jur (Hafiz F.A. și alții. 1997).

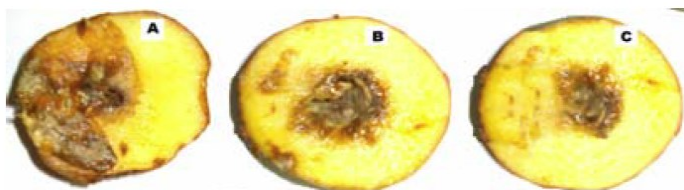


Figura 4.1. Macerarea țesutului la cartof, produsă de: *Erwinia caratova* (A); *Erwinia caratova* subspecia *astroseptica* (B); *Erwinia chrysanthemi* (C) la 24 de ore după inocularea în jumătatea de cartof (Hafiz F.A. și alții. 1997)

Alternarioza (părtarea brună) este tipică în anii ploioși. Microorganismul care produce această boală la cartofi este *Alternaria solani*. Pe tuberculi apar niște pete brun plumburii cu reflexe metalice care sunt puțin adânci. Afectează numai coaja și nu pătrunde în profunzime ca la mană. Evoluează lent la temperatura de păstrare de +4...+ 7°C (figura nr.4.2).

Putrezirea apoasă este produsă de *Rhizopus*, *Phytophthora Pythium*, o ciupercă microscopică. Pe coaja tuberculilor apar pete neregulate de culoare roz plumburiu întunecat. Într-un stadiu avansat aceste pete devin negre iar dacă tuberculul se secționează, din el țâșnește un lichid gălbui sau brun care miroase respingător.



Figura 4.2. Pătarea brună la cartof (net 4.1)

Putregaiul uscat este produs de microorganismele din genul *Fusarium*. Se mai numește parazit de rană (figura 4.3). La debutul bolii apar pete brune care au mărimi diferite și pe măsură ce boala avansează se formează o masă brună, fibroasă și uscată care se acoperă de un praf albicios. Cu cât temperatura în depozit este mai mare (peste 15 °C) cu atât se creează condiții propice pentru acțiunea sa distrugătoare. Temperatura de +5 °C până la +6 °C încetinește evoluția bolii. La un procent de 10% de materie primă infectată se recomandă resortarea cartofilor.



Figura 4.3. Putregaiul uscat la cartof (net 4.2)

În general pentru a preveni toate aceste boli și efectul distrugător al acestora se recomandă:

- recoltarea cartofilor să se facă mecanizat la maturitate optimă iar dacă au fost atacați de mană recoltarea să se facă imediat după uscarea tulpinilor aeriene;
- să se urmărească ca după recoltare să se folosească toate căile de zvântare rapidă a tuberculilor ca primă urgență iar apoi scăderea temperaturii și depozitarea cu folosirea ventilației mecanice;
- manipularea tuberculilor și sortarea după recoltare și să se efectueze cu mare grijă;
- în spațiile de depozitare se recomandă mai ales în prima parte o menținere a umidității scăzută până la stabilirea echilibrului între tuberculi și atmosferă, de 85% și de aceea se folosește astfel praful de cretă în cantitate de 10-12 kg/tonă iar alt tip de depozitare este contraindicată (de exemplu îngroparea în pământ).

4.2. Zvântarea, sortarea, CFF și transportul cartofilor

O bună organizare a acestor operații de zvântare, sortare în controlul fabricației pe faze (CFF) și transportul cartofilor, foarte importante pentru depozitare. Astfel se împarte pe rampe frontul de descărcare, pe sectoare și se numerotează iar responsabilii repartizează echipele de lucru. O echipă are un șef și 18-20 sortatori, câte 2 la un coș sau sac. Există 2 controlori de calitate C.T.C, 4 încărcători în mijloacele auto (mecanizat) și 6 dacă nu este mecanizat. Cartofii se sortează folosind mașini de sortat.

Categoriile de sortare a cartofilor

Pentru desfacerea către consumator conform STAS 9127/6-82. Se face și ambalarea acestora.

Pentru depozitare în siloz se sortează cartofii din loturile cele mai bune ca *Desiree*, *Bintje*, *Ostara* care, s-a

constatat că prezintă un grad mai redus de infecții. Se elimină din masa de cartofi cei tăiați, mici, atacați de rozătoare, neajunși la maturitate, striviți.

Pentru prelucrare sau furajare se depozitează cartofii care mai prezintă importanță economică dar care nu se încadrează în alte categorii datorită procentului mare de defecte. Sunt cartofii considerați „resturi” de la sortare.

Cartofii pentru aruncare, cu forme legale, sunt cei stricați, pământul și alte corpuri străine.

CFF la sortarea cartofilor

La CFF (controlul fabricației pe faze) șeful de echipă conduce, răspunde și ține evidența cantitativă pentru fiecare muncitor, sortatorii au fiecare un front de lucru de 1 m în fața grămezilor de cartofi și sortează cartofii pe 4 categorii. Controlorii de calitate (CTC-ul) verifică prin răsturnare „din coș în coș”, cărătorul stivuitor cară și stivuește lotizat coșurile sau sacii cu cartofi și aprovizionează sortatorii cu saci și coșuri goale iar încărcătorii încarcă manual sau mecanizat folosind un elevator cu bandă, mijloacele de transport cu ambalaje pline sau cu cartofi în vrac. Există câte un muncitor la fiecare echipă care face curățenie pe frontul de lucru al echipei adică: adună cartofii risipiți, recuperează ambalajele goale ca lăzi, coșuri, saci, împachetează și depozitează prelatele pentru a fi folosite la acoperirea pe timpul nopții și în caz de ploaie. Acoperirea cu prelate se face numai peste suportii de lăzi goale astfel încât între prelată și suprafața cartofilor să se creeze o „saltea de aer” necesară pentru a se preveni efectul negativ al condensului, scurgerea apei pe produse și ulterior deteriorarea lor din acest motiv.

Transportul cartofilor

Transportul cartofilor la diferite destinații se face astfel:

Pentru păstrare în siloz se face în coșuri, rogojini iar la depozitarea în vrac direct peste sistemul de aerisire, iar dacă

distanța este mai mare se transportă cartofii ambalați în saci de iută în camioane acoperite cu prelate.

Pentru unitățile de desfacere și piețe, cartofii se transportă conform STAS 11229-80, iar valorificarea pentru consum curent se face din loturi inapte pentru păstrare și care trebuie cu prioritate valorificate, iar pentru cartofii care au vătămări mecanice, sunt noroiți se vor organiza puncte de spălare mecanizată cu sortare după spălare prin răsturnarea din coș în coș, zvântarea, ambalarea în saci de plasă și expedierea urgentă către consum curent, dar se spală o cantitate de cartofi care poate fi cumpărată în 48 de ore.

Pentru prelucrarea prin deshidratare, în secțiunile de valorificare sunt transportați cartofii care sunt considerați a fi „resturi” de la sortare și care nu se încadrează în primele categorii și care trebuie să fie transportați în timp util pentru a preveni deteriorările, să fie depozitați cu o aerisire bună și protejați de intemperii. Se poate recupera din ei o cantitate de 25-30% după o păstrare de 10-15 zile.

Pentru aruncare sunt dirijați cartofii stricați, pământul care se îndepărtează zilnic pentru a nu bloca spațiile și ambalajele și se face numai după îndeplinirea formelor legale.

4.3. Pregătirea pentru depozitare a vegetalelor

Depozitarea se face la capacitatea depozitului. Se execută diferite lucrări astfel încât depozitarea să se facă fără vătămări și deriorări ale masei de cartofi.

Astfel se face recepția cantitativă și calitativă la transmiterea gestiunii conform STAS și se întocmește fișa de basculă, se descarcă cartofii din mijloacele de transport cu mare grijă pentru a nu produce vătămări, separat pe: soiuri, clase de calitate, stare de umezire, stare de noroire. Obligativ se zvântă cartofii, se resortează pentru a elimina ultimele exemplare necorespunzătoare pentru păstrare, se așează cu grijă peste sistemele de aerisire astfel încât cei mai puțin zvântați să fie direct în jurul sistemului de aerisire, se

aplică praful de cretă 10 kg/tonă folosind aparate de prăfuit. Se așează apoi probele martor adică cartofii, câte 10 kg în saci de plasă pescărească, sigilați, în diferite puncte ale silozului, care sunt necesare pentru a înregistra fidel scăzămintele în greutate și deprecierile calitative ale întregului lot. Apoi se nivelează cartofii la suprafața vracului, cu atenție, pentru a supune întreaga masă la aceleași condiții de mediu. Se acoperă cu paie într-un strat de 10 cm, masa de cartofi pentru a se evita formarea zonei de condens în stratul superior al cartofilor, iar în caz de umezire paiele se înlocuiesc. Se instalează aparatura de control ca termometre și higrometre și se trec observațiile în caietele de lucru. Aceste observații se referă al evoluția factorilor de mediu, starea vremii, în toate punctele din depozit.

Asigurarea și amenajarea spațiilor necesare pentru păstrare

Principii generale

Este important să se cunoască aspecte care sunt legate de însușirile fizice, procesele fiziologice și biochimice, importanța fiecăruia și legătura reciprocă dintre ele. Exită tehnici de construcție a unor depozite moderne, cu un înalt grad de mecanizare a operațiilor tehnologice, în flux, cu citire centralizată a evoluției factorilor de mediu și cu atmosferă modificată. Vegetalele care sunt supuse depozitării au o mare cantitate de apă de 70-80% iar după recoltare își mențin funcțiile vitale ca respirația, transpirația (vezi capitolul 3) iar acest aspect poate fi o problemă în păstrarea fructelor și legumelor. Trebuie analizată cu atenție starea sanitară și trebuie creat spațiul de păstrare la parametri optimi în funcție de natura și cerințele materiei prime.

Identificarea spațiilor pentru depozitare

Se pot construi depozite speciale pentru vegetale sau se pot amenaja diverse spații în apropierea rampelor, spații de mare

capacitate ca: hale industriale, pavilioane din complexe expoziționale, grajduri de vite, baracamente, silozuri semi-îngropate de mare capacitate sau supraterane. Se pot elabora sisteme simple de amenajare folosind materiale ieftine care sunt ușor de procurat, iar cheltuielile se calculează pe tonă.

Izolarea termohidrică a spațiilor de păstrare

Au evoluat mult aceste materiale în ultimii ani. Dar s-a început prin folosirea unor rogojini și a cartonului ondulat în spațiile închise ca hale, pavilioane, izolarea cu folie, cu baloți de paie, cu paie vrac dacă este vorba de șoproane, umbrare. Se poate folosi un amestec de paie și pământ sau folie la depozitarea sub cerul liber.

Dacă spațiile sunt închise atunci pentru protejarea împotriva umezelei și gerului se pregătesc saltele de paie, panouri de rogojini pentru astuparea ușilor, ferestrelor și căptușirea acestora.

Izolarea pereților exteriori se face împotriva înghețului în condițiile în care cartofii se sprijină direct pe pereți exteriori. Izolarea se face cu o rogojină și un strat de paie de 5 cm. La depozitarea merelor s-au folosit reșouri electrice care sunt montate din 3m în 3 m și cu ajutorul lor se creează o perdea de aer cald. Se pot crea pereți din lăzi P care sunt pline cu produse sau izolanți termici, treptat pe măsura coborârii temperaturii. Izolarea la partea superioară a vracului dar și a stivelor se poate face cu paie uscate uniform pe toată suprafața, într-un strat de 10 cm pentru început dar care poate ajunge la 20-30 cm pe măsură ce temperatura scade, pentru a menține căldura biologică.

Amenajarea sistemului de aerisire

Este importantă aerisirea și se face folosind:

- prisme tip din șipci de 2 m așezate pentru admisia aerului și se pun în dreptul perforărilor făcute deasupra soclului la construcțiile din zid și aceleași

prisme pot fi folosite drept coșuri verticale de aerisire care s-au fixat la încrucișarea canalelor orizontale;

- pot fi folosite lăzi vechi, curate și dezinfectate pentru canale, lăzi grătar sau tip P așezate cap la cap, răsturnate cu gura în jos.

Curățenia în spațiile de depozitare

Pentru o bună igienizare a spațiilor de păstrare acestea se deratizează, se curăță și se dezinfectează.

Deratizarea se face de către persoane autorizate, specializate, cu mare grijă. Se face și în împrejurimi (pe o rază de 100 m) la gurile de admisie a aerului rece unde se fixează plase de sârmă.

Curățenia se efectuează după ce s-au efectuat toate reparațiile și amenajările. Se spală pardoselile din beton cu substanțe de igienizare și neutralizare a mirosurilor. Se poate adăuga la pardoseală un strat de 1 cm de praf de cretă.

Dezinfecția constă în dezinfecția spațiilor de aerisire ca prisme, coșuri, grătare, după metode recomandate și cu luarea măsurilor de securitate a muncii.

Indicații tehnologice la depozitarea vegetalelor

Există condiții de depozitare speciale, pe termen lung a vegetalelor. În România cele mai găzduite vegetale pentru păstrarea pe termen lung sunt cartofii și rădăcinoasele, mere, varză albă, ceapă arpagic.

Așa cum se observă din tabelul nr. 4.1 vegetalele sortate sunt depozitate în condiții de păstrare de temperatură, cu zvântare rapidă cu aerisire la predepozitare și păstrare pentru îndepărtarea aerului viciat care poate conține CO₂, etilenă și alți produși care rezultă din respirație și fără lumină. Aceasta din urmă, adică lumina contribuie la supramaturare, ieșirea din repausul germinal (repausul fiziologic vegetativ), modificări ale compoziției chimice, texturale care se

manifestă ca și caracteristici macroscopice ca: înverzirea cojii, încolțirea, lăstărire, veștejire.

Tabel 4.1. Condiții de păstrare a vegetalelor pe timpul iernii

| Specia | Temperatura [°C] | | | Umiditatea [%] | | Umiditatea relativă predepozitare, % |
|------------------|------------------|------------|-----------------|-----------------|----------|--------------------------------------|
| | îngheț | depozitare | păstrare optimă | depozitare | păstrare | |
| Cartofi | -1,4 | 10-14 | +3...+5 | 98-100 | 85-95 | 80-85 |
| Rădăcinoase | -1,0 | 8-10 | 0...-1 | 97-98 | 90-95 | 80-85 |
| Varză albă | -2,0 | 5-7 | 0...+1 | 98-100 | 90-97 | 85-90 |
| Ceapa de arpagic | -3,0 | 16-18 | -1...+1 | 75-85 | 75-80 | 70-75 |
| Mere | -2,0 | 10-12 | +2...+3 | 95-96 | 90-95 | 85-90 |

Deci lumina trebuie să fie împiedicată să pătrundă prin aplicarea la ferestre și uși a unor perdele opace din folie sau rogojini fără a împiedica circulația aerului.

Îngrijirea în timpul păstrării

Îngrijirea produselor în timpul păstrării se asigură prin menținerea factorilor de mediu folosind diverse mijloace. Astfel se înregistrează zilnic la ora 7⁰⁰ și la ora 13⁰⁰ temperatura și umezeala relativă și se trec aceste rezultate într-un registru. Menținerea unei stări sanitare satisfăcătoare iar pentru aceasta se fac observații și verificări prin sondaj pentru a cunoaște starea de păstrare (veștejire, încolțire, lăstărire, umezire) și apariția bolilor și determinarea frecvenței atacurilor. Trebuie stabilite din timp măsurile necesare ca resortare- redepozitare, prioritatea de valorificare (ordinea) în funcție de soi mai mult sau mai puțin rezistent la păstrare, repausul fiziologic, starea sanitară. Aceste grafice se trasează zilnic și lunar pe acestea se punctează limitele minime și maxime de temperatură și

umiditate relativă pe faze tehnologice ca: zvântare, prerăcire, răcire, păstrare. Aceste înregistrări influențează durata și intensitatea ventilației. În aceste documente se notează și condițiile de climă, se ține cont de prognoza vremii. Ele sunt vizate dimineața de tehnicienii, inginerii.

Valorificarea produselor în depozit

Valorificarea este o preocupare permanentă și de aceea se vor avea în vedere următoarele:

- desfacerea la consum curent după spălare și preambalare;
- valorificarea produselor depozitate expuse;
- valorificarea la prețuri mai mari pentru produsele condiționate într-un depozit conform normelor de calitate.

4.3.1. Materiale și utilaje pentru depozitul clasic

Materiale termohidroizolante se folosesc pentru menținerea temperaturii aproape de limitele optime. Se asigură și protecția împotriva umidității. Acestea sunt:

- rogojina care este o împletitură de papură de 160 x 250 cm, care este folosită la izolarea pereților din lăzi P a stivelor de lăzi cu fructe din spații acoperite, a pereților exteriori și protejarea de soare și ploi a produselor în vrac;
- cartonul ondulat poate proteja de ger și se aplică direct pe peretele din geam al unor depozite (pavilioane care depozitează rădăcinoase);
- folia de masă plastică poate fi opacă sau transparentă de 8 x 4 m cu marginile întărite și este folosită pentru protejarea la umezeală, învelirea produselor vrac, dar nu se aplică direct pe produse ci peste un strat intermediar de lăzi goale lăsând loc pentru gurile de aerisire;
- prelată cauciucată se folosește în același scop;

- paiele sub formă de baloți sunt un bun material termoizolant ieftin, ușor dar care trebuie să fie uscate și curate;
- pământul care a fost scos de la săparea rigolelor poate fi folosit ca material termoizolant.

Pentru sortarea și calibrarea cartofilor pe cale uscată dacă se folosește o instalație specială randamentul de producție este de 4 tone/h; cu o precizie de calibrare de 90% fără striviri, 9 muncitori, consum de energie electrică de 0,7 kW h/tonă. Față de varianta manuală eficiența acestei instalații este cu o economie și o reducere a duratei de muncă de 18 ore.

După depozitare se prelucrează cartofii în vederea comercializării și astfel se pot folosi utilaje de prelucrare mai avansată.

Mașina de spălat rădăcinoase

Este folosită pentru spălarea cartofilor înnoroșiți și cu procent ridicat de boli ca mană și fusarium în faze incipiente. Se organizează puncte de spălare acolo unde sunt condiții de canalizare și surse de apă. Indicatorii tehnico-economici sunt pentru această operație dacă este folosită această mașină care are o greutate de 485 kg: randament de 1000 kg/h și un procent de îndepărtare a corpurilor străine de 99%, strivire 0,25%, consum de energie de 0,6 kW h/tonă, consum de apă potabilă de 2,5 m/tonă, este nevoie de 4 muncitori (net 4.3, accesat 2024)

Elevator

Banda elevator cu cap distribuitor reglabil este des folosită în industria conservelor și are un randament de 20 tone/h, un procent de vătămare mai mic de 1%, un consum de energie electrică de de 1kW h/tonă, are o greutate de 15 kg și este nevoie de 4 muncitori pentru exploatare. Acest utilaj se manevrează cu ușurință și se folosește la încărcarea cartofilor, la depozitarea vrac.

Substanțele dezinfectante din dotarea depozitelor

Aceste substanțe dezinfectante și ustensilele sunt necesare în orice tip de depozit prezentat în acest material.

Aceste substanțe se folosesc după ce a fost făcută curățenie. Se folosesc cu 1-2 săptămâni înainte de depozitarea vegetalelor.

Acestea sunt:

- laptele de var, concentrație de 20% aplicat după dezinfecția cu sulfat de cupru;
- arderea sulfurii, 40 g la 1m³;
- aldehida formică 1 litru formaldehidă 40 % la 750 m spațiu gol;
- sulfat de cupru 5% folosit la dezinfecția spațiilor, a prismelor și coșurilor de aerisire, a rogojinilor și a uneltelor.

Substanțe folosite la tratarea cartofilor

Praful de cretă se folosește în doze de 10 kg/tonă (cartofi), 15 kg/t la rădăcinoase. Cartofii se folosesc pentru înfrânarea încolțirii. El conține talc 95% și 5% esterul metilic al acidului α naftil acetic.

Ustensilele din dotarea depozitelor

Ustensilele dintr-un depozit de păstrarea vegetalelor pe termen lung sunt: termometru de cameră, termometru de acvariu, higrometru necesar pentru măsurarea umidității relative. Se recomandă de asemenea ca în apropierea surselor de admisie aer să se monteze vase cu apă, din loc în loc astfel încât să se observe dacă apare aburirea pereților (Murtaza, Al., 1974).

4.3.2. Ambalarea

Alegerea ambalajelor pentru produsele vegetale este influențată de o gamă largă de factori, inclusiv conținutul produsului, protecția împotriva deteriorării, păstrarea

calității produsului și prezentarea. Ambalajul trebuie să includă ventilație atât pentru a permite răcirea, cât și pentru a preveni acumularea de gaze nedorite, păstrând în același timp rezistența în mediul de stocare, astfel încât o serie de factori de proiectare trebuie să fie echilibrați.

Funcțiile de bază ale ambalajului

Funcțiile de bază ale ambalajului sunt prezentate mai jos, dar trebuie recunoscut faptul că, costurile de mediu și de achiziție sunt încă criterii majore în selectarea ambalajelor pentru produse vegetale. Funcția de bază a ambalajului este de a conține produsul. Această funcție este adesea ignorată sau importanța sa nu este apreciată, (Robertson, G.L.,1993). Pachetul, indiferent dacă este vorba despre o sticlă de suc de morcovi prelucrat (*Daucus carota* L.) sau un coș de export de cartofi în vrac (*Solanum tuberosum* L.), trebuie să conțină produsul pentru a funcționa cu succes.

Protecție și conservare

Protecția este adesea considerată drept funcția principală a ambalajului. Se așteaptă ca pachetul să își protejeze conținutul de efectele exterioare asupra mediului, cum ar fi praf, microorganisme, modificări ale temperaturii și umidității, gaze (oxigen, dioxid de carbon și etilenă), șocuri, vibrații și forțe de compresie care pot învinși și marca legumele recoltate (Robertson, T.R.,1997). Ambalajul trebuie să aibă suficiente proprietăți de barieră pentru a proteja legumele de contaminarea microbiană, chimică și fizică, reducând astfel pierderile de calitate din produs. Ambalajul primar trebuie să îndeplinească cerințe precum o rată scăzută de transmitere a vaporilor de apă, pentru a reduce pierderile de apă, menținerea rezistenței și performanțele la temperatura de depozitare, proprietăți care încurajează îndepărtarea căldurii de câmp (în cazul în care leguma este ambalată la cald) și eliberarea de miros. O altă

cerință esențială a pachetului este că acesta nu interacționează negativ cu produsul.

Prezentare

Pachetul, dacă este utilizat la punctul de vânzare, prezintă legumele consumatorului. Apariția pachetelor de vânzare cu amănuntul (atracția consumatorului) poate avea o influență considerabilă asupra vânzării unui produs. Imprimarea și grafica de înaltă calitate sunt necesare în multe țări.

Cerințe privind materialele de ambalare

Un exemplu de o mare varietate de materiale, cum ar fi coșurile de plastic și cutii de carton ondulat, sunt utilizate în sistemele de ambalare primare (în contact direct cu produsul) și secundare (denumite și transport exterior) pentru legume. Ambalarea primară a legumelor proaspete în folii de plastic a fost o practică obișnuită pentru a le prelungi durata de valabilitate. Ambalarea în folii de plastic permite modificări ale compoziției, umidității relative și a atmosferei care influențează fiziologia de bază a vegetalelor recoltate.

Ambalaje perforate

Nivelul excesiv de umiditate în ambalaj poate stimula creșterea microbiană, în timp ce nivelul scăzut de umiditate din ambalaj ar spori pierderea în greutate a vegetalelor proaspete. Trebuie să fie conceput pentru a asigura nivelul optim de vapori de apă în ambalaj. Reglarea schimburilor de gaze din ambalaj, în special a vaporilor de apă, poate fi realizată prin utilizarea perforației. Un exemplu de astfel de studii a folosit un model generalizat de simulare matematică pentru dezvoltarea unui pachet perforat corespunzător pentru cartof dulce (un cartof dulce nativ din Noua Zeelandă, *Ipomoea batatas* (L.) Lam). Zona de perforație optimă va compromite, echilibrând calitatea îmbunătățită (scăderea în greutate redusă) cu riscul redus de condensare (Tanner, D.J.,

1998; Maguire și alții, 2004). Au fost efectuate o serie de studii pentru a analiza efectele perforațiilor asupra schimbului de CO₂ și O₂ în special (Emond, J.P. și alții 1991; Pierre, R. și alții 1994; Hitara T., și alții, 1996; Emond, J.P. și alții, 1998) și într-o măsură mai mică la mișcarea vaporilor de apă (Fishman, S., și alții, 1996; Tanner, D.J., și alții, 1998). Sunt prezentate în figura 4.4 câteva modele de ambalaje pentru depozitare cele mai folosite. Sacul de iută (STAS 6023-66) este folosit doar pentru vegetalele zvântate și are o capacitate de 50 kg.



Figura 4.4. Lada de lemn de tip P (a), lada tip export (b) și coș nuiete cu capacitatea de 30 kg(c)

Se mai folosesc:

- Lada tip P (STAS–4624-59) cu dimensiuni de 600 x 400 x 336 mm.;
- Lada tip grătar 600x 400 x 336 mm.;

- Lada tip C 600 x 400 x 188 mm.;
- Lada tip export 570 x 350 x 136 mm.;
- Coșurile de nuiele folosite pentru manipularea a nu mai mult de 30 kg de material vegetal.

Sacul de plasă este folosit la ambalarea cartofilor în special și a cepei care merge către unitățile de desfacere. Are avantajul că se expune produsul la vedere, aerisire, zvântare și are o greutate de 20-25 kg. Variantele moderne sunt exemplificate în figura 4.5. Capacitatea de ambalare este de 0,500-3 kg (a-varianta clasică), 1 kg (b-varianta supra) și 1 kg (c-varianta suprem). Diferența constă în metoda de formare a sacului.

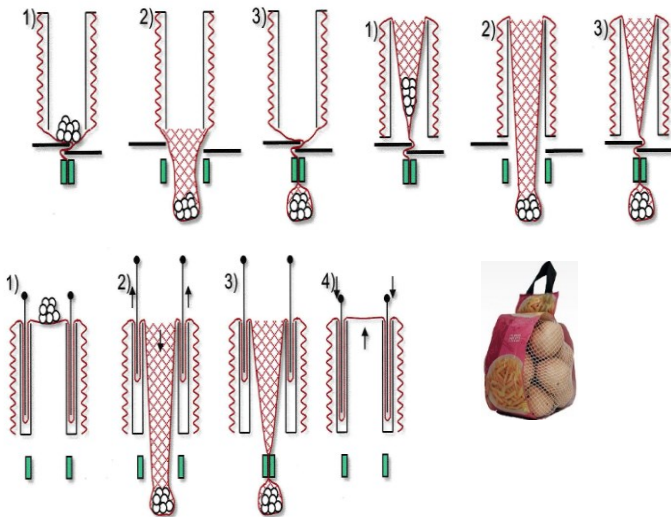


Figura 4.5. Ambalarea la plasă a vegetalelor
(net 4.4, accesat 2024)

Sacul de iută este folosit doar pentru vegetalele zvântate și are o capacitate de 50 kg.



Figura 4.6. Sacul iută cu capacitate de 50 kg, (net 4.5, 2024)

Pentru păstrarea rădăcinoaselor și a cartofilor, în timpul iernii se folosea și încă se mai folosește un depozit de celule fort care este format din: pardoseala, zid exterior, zid interior, ușa interioară, fereastră, culoar interior; canal orizontal din lăzi P, coș de aerisire din lăzi C, perete din lăzi P pline $\frac{3}{4}$ cu cartofi, strat de paie de 5cm, cartofi în vrac, rădăcinoase în lăzi, culoar pentru control (Murtaza, A.L 1974). Aceste celule care pot fi folosite pentru păstrarea cartofilor și nu numai au fost destinate inițial depozitării diverselor materiale. Dimensiunea unei celule este de 10 m x 8 m cu o capacitate totală de 60 tone pentru cartofi și 25 tone pentru rădăcinoase. Încărcarea este de 1000 kg/1m² la cartof și la rădăcinoase de 350 kg/1m².

Modul de depozitare în acest tip de siloz este în vrac la cartofi iar la rădăcinoase în stive de lăzi P. Sistemul de aerisire este natural prin uși, ferestre la cartofi, coșuri, canale din prisme tip, la rădăcinoase iar stiviurea se face obținând culoare. Izolația împotriva umezelei se face folosind un spațiu închis și praf de cretă. Izolația contra înghețului se face cu saltele de paie la ferestre. Durata de păstrare la cartofi este de la 1 noiembrie până la 1 martie iar la rădăcinoase de la 15 octombrie la 1 martie.

4.4. Schema tehnologică de păstrare a rădăcinoaselor și cartofilor în spații cu aerisire natura

| Faza tehnologică | Operația tehnologică Modul de realizare | Condiția tehnologică care se urmărește |
|--------------------------------------|--|---|
| Livrare de către fumizor | Recepția calitativă și recepția cantitativă | Preluarea de produse apte pt. păstrare, prin R și ambalare |
| Transport | Încărcare în mijlocul de transport, ambalate Expedierea prin mijloace de transport la depozite | prevenirea depreciilor calit. prin manipulări și pe durata transportului idem |
| Preluare la destinație | Recepția calitativă și cantitativă, descărcare | identificarea calității produselor spre a fi dirijate pe destinații: păstrare, desfacere, prelucrare |
| Predepozitare la punctul de păstrare | Depozitare temporară la adăpost de intemperii | zvântarea produselor ude, noroite cicatrizare răni, frânarea evoluției bolilor |
| Condiționare și Ambalare | Sortare manuală Ambalare pe destinație păstrare, desfacere, prelucrare | separarea rădăcinilor apte pt. păstrare, valorificarea restului pe destinație |
| Depozitate pentru păstrare | Transportul la punctul de păstrare, resortarea +tratament praf cretă, dep. manuală | evitarea vătămarilor mecanice extragerea rădăcinilor bolnave crearea unor condiții bune de păstrare |
| Condiții de păstrare | Crearea condițiilor optime de păstrare ($T=+1 - 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $O=85-90\%$) aerisire bună, întuneric | prevenirea și reducerea depreciilor calitative (stricare încoțire) pierderi în greutate |
| Îngrijiri în timpul păstrării | Urmărire evoluție factori și corectarea, controlul sanitar (sondaaj) resortare | intervenție la timp spre a preveni și reduce deprecierea și pierderile |
| Pregătiri pentru valorificare | Condiționare conf. STAS Ambalare-preambalare după spălare, lotizare | stabilirea ordinii și urgenței de valorificare și punerea în evidență a calității |
| Valorificare | Livrarea pe destinație Desfacere CTC, conf. STAS, N.I.) Prelucrare | valorificare % cât mai mare la consum (calitate, ambalaj) aspect comercial |

Lucrările care se execută la nivelul acestui tip de depozit sunt de:

- curățenie, deratizare și în zonă, dezinfecție;
- se trasează culoarele necesare pentru aerisire și controlul stivelor la rădăcinoase;
- la cartofi se montează sistemul de aerisire, culoar cu pereți din lăzi P, pline $\frac{3}{4}$ cu cartofi, canale orizontale, coșuri de aerisire din prisme de șipci;
- așezarea produselor se face pentru cartofi în stive de 1,5 m înălțime iar la rădăcinoase în lăzi P care sunt stivuite perpendicular (cruciș) pe 7-8 rânduri, se face un tratament cu praf de cretă, se așează probele martor, se nivelează cartofii în vrac, și se așează aparatura de control;
- se fac lucrări de îngrijire cum ar fi: controlul sanitar, temperatura, umezeala relativă, încolțirea, lăstărirea, se face corectarea condițiilor de mediu, resortări, redepozitari;
- valorificarea vegetalelor depozitate se face conform standardelor, se ambalează în saci sau plase și se livrează.

4.5. Depozitarea folosind atmosfera controlată (CA)

Pentru a echilibra fluctuațiile ofertei de produse și a cererii de pe piață, legumele proaspete necesită adesea depozitare pe termen scurt sau lung. În unele cazuri, depozitarea pe termen lung este necesară pentru a extinde aprovizionarea cu aceste legume dincolo de sfârșitul sezonului de recoltare. Potențialul de depozitare al legumelor depinde foarte mult de fiziologia lor, precum și de condițiile de depozitare. Înțelegerea interacțiunii dintre legume și mediu este crucială pentru a obține condițiile cele mai potrivite pentru prelungirea termenului de valabilitate. O bună gestionare a condițiilor de stocare este esențială pentru încetinirea și întârzierea pierderii calității.

4.5.1. Sisteme de pre-răcire

Proiectarea unui sistem de răcire depinde în mare măsură de cerințele specifice pentru fiecare situație particulară. Pentru a proiecta sisteme de răcire eficiente ar trebui să fim conștienți de mulți factori care afectează rata de răcire și costul de răcire. Proprietățile fizice ale vegetalei (adică forma și dimensiunea), proprietățile termice, configurația (adică vrac, cutii de carton, neambalate), temperatura inițială și temperatura finală dorită influențează rata de răcire. O serie de factori suplimentari trebuie luați în considerare la proiectarea unui sistem de răcire rentabil. Acestea includ costurile pentru spațiul de răcire, echipamentele frigorifice, forța de muncă și electricitatea. Un număr de compromisuri posibile pot apărea la selectarea variabilelor de proiectare pentru un sistem de răcire (Baird, C.D. și alții, 1988). De exemplu, în timp ce răcirea rapidă în sistemele de răcire cu aer forțat poate fi realizată prin aplicarea unor viteze de aer mai mari, cerința de putere a ventilatorului este, de asemenea, crescută. Mai mult, scăderea temperaturii accelerează procesul de răcire cu cheltuiala suplimentară a unui consum mai mare de energie. Așadar, alegerea sistemului de răcire ar trebui să fie adaptată în funcție de mai multe considerente, cum ar fi limitările legumelor și cerințele de temperatură și costurile de funcționare.

4.5.2. Metode de răcire

Toate vegetalele sunt materiale alimentare perisabile, iar menținerea prospețimii lor cât timp este posibil este o provocare majoră. Temperaturile ridicate ale produsului cresc rata de deteriorare. Răcirea rapidă a legumelor imediat după recoltare pentru a reduce temperatura la nivelul recomandat, împreună cu o bună întreținere a temperaturii în timpul depozitării și transportului ulterior, este în esență importantă pentru a maximiza durata de depozitare a legumelor recoltate. Există o serie de tehnici disponibile pentru răcirea produselor

proaspete. Majoritatea acestor tehnici pot fi utilizate pentru legume, în funcție de cerințele pieței. Selecția dintre metode se bazează pe costul capitalului, costul de funcționare, timpul de răcire necesar, volumul de legume care trebuie răcite și caracteristicile legumelor.

Folosirea gheții

Această metodă se aplică în mod obișnuit la cutiile de vegetale prin plasarea unui strat de gheață zdrobită deasupra legumelor sau amestecarea directă cu legumele. Răcirea se realizează pe măsură ce gheața se topește și apa rece curge printre vegetale. Se poate aplica și nămol de gheață, care este obținut în mod obișnuit din 60% gheață mărunțită fină, 40% apă și de obicei, 0,1% clorură de sodiu pentru a reduce punctul de topire a gheții (Thompson, A.K., 1996). Acest lucru are ca rezultat o răcire mult mai rapidă decât glazura superioară din cauza contactului mai mare între vegetale și gheață. Metoda de înghețare este utilizată în principal pentru transportul rutier și poate fi aplicată și pe câmp imediat după recoltare. Cu toate acestea, pachetele utilizate trebuie să poată rezista expunerii la apă liberă. Gheața trebuie, de asemenea, să fie ușor disponibilă în diferite puncte, pentru re aprovizionare în timpul transportului pe distanțe lungi (figura 4.7).



Figura 4.7. Brocoli răcit prin folosirea gheții
(Maguire și alții, 2004)

Răcirea cu apă

Răcirea cu apă este utilizată pentru rădăcini și tulpini. Majoritatea legumelor cu frunze pot fi răcite hidro, dar sunt de obicei răcite cu vid, deoarece această metodă nu necesită o cutie rezistentă la apă (Thompson, J.F. și alții, 1998). În acest fel, legumele sunt răcite rapid prin contactul cu apă rece. Apa poate fi un mediu eficient de schimb de căldură atunci când este dispersată corespunzător și curge rapid peste legume. O răcire eficientă necesită astfel apele care se mișcă deasupra suprafeței în contact direct cu legumele. Hidrocoolarea cauzează pierderi de apă mai mici sau nule din legume și poate chiar să revigoreze legumele ușor ofilite. Răcirea poate fi realizată fie prin pulverizarea apei reci peste legume, fie prin scufundarea lor în apă rece. În prima metodă, legumele se mișcă încet și continuu prin duș. Imersiunea legumelor în apă rece le aduce în contact cu toate suprafețele. Pentru răcirea rapidă, apa trebuie să circule activ pe lângă fiecare legumă individuală. Deoarece mișcarea legumelor din rezervor este lentă, pompele sau elicele sunt instalate de obicei pentru a circula apa. Scufundarea în apă rece este cea mai potrivită pentru legumele care sunt mai dense decât apa; acest lucru le permite să rămână complet scufundate. În general, scufundarea legumelor în apă rece tinde să fie mai puțin eficientă deoarece este destul de dificil să menții apa în mișcare rapidă prin vegetalele scufundate (figura 3.8.)

Răcirea sub vid

Răcirea sub vid este cea mai eficientă pentru răcirea vegetalelor cu rapoarte ridicate suprafață-volum, cum ar fi legumele cu frunze. Se bazează pe principiul că punctul de fierbere al apei scade odată cu reducerea presiunii. Legumele sunt plasate într-o cameră etanșă și presiunea redusă se obține cu o pompă de vid. Apa de pe suprafața legumelor fierbe și se transformă în vapori de apă. Pe măsură ce

presiunea scade, apa se evaporă din legume. Evaporarea apei de pe suprafață determină răcirea legumelor. Rata de răcire este în mare măsură influențată de ușurința cu care legumele pierd apă. Pierderea în greutate poate fi minimizată prin pulverizarea legumelor cu apă înainte de a le închide în camera de vid sau spre sfârșitul funcționării (Wills, R. B. H. și alții 1989). Cu toate acestea, acest proces necesită o cantitate mare de energie, iar costul ridicat al echipamentului de răcire cu vid limitează adecvarea sa la o aplicație mai largă (figura 4.9.).

Răcirea cu aer forțat

Răcirea cu aer forțat este utilizată pentru răcirea rapidă a recipientelor cu vegetale ambalate. Răcirea este realizată prin forțarea aerului rece să treacă prin containere și printre ambalajele individuale de vegetale (Thompson, J. F. și alții, 1998). Această metodă funcționează astfel: un ventilator împrăștie aer refrigerat printre vegetalele ambalate, permițând contactul strâns între vegetalele calde și aerul rece. Datorită gradientului de presiune, aerul traversează recipientele și transportă căldura produsului prin fluxul în jurul vegetalelor individuale. Viteza de răcire poate fi reglată prin reglarea debitului de aer.



Figura 4.8. Hidrocooler folosit la răcirea vegetalelor care se păstrează(a) (Graham Thorpe, 2008)

Metoda are avantajul de răcire rapidă a paleților cu vegetale în comparație cu răcirea camerei, deși, de obicei, este mai lentă decât celelalte metode (răcire, răcire cu vid). Poate provoca pierderea excesivă a apei în unele vegetale. Răcirea eficientă cu aer forțat necesită astfel ambalaje cu proprietăți de barieră împotriva umezelii concepute pentru a preveni pierderile excesive de umiditate.



Figura 4.9. Cooler cu vacuum folosit la răcirea vegetalelor care se păstrează după recoltare (Tompson, J... și alții, 1998) (Photo courtesy of Intercoast ExpressPty. Ltd., Werribee South, Victoria, Australia)

Răcirea camerei ca metodă, este cea mai frecvent utilizată tehnică de răcire. Răcirea se realizează prin expunerea vegetalelor la aerul rece depozitat în frigider. Aerul rece este evacuat orizontal într-o cameră rece, chiar sub tavan. Aerul trece prin exteriorul coșurilor, paleților sau

containerelor spațiate individual, stivuite pe podea. Sistemul de tratare a aerului trebuie să fie proiectat astfel încât să se distribuie uniform în aer în toată camera de depozitare. Acest lucru necesită stivuirea la distanță a produsului paletat pentru a permite curgerea aerului prin goluri. Răcirea camerei are mai multe avantaje, inclusiv simplificarea designului și funcționării infacilității și mai puține manipulări, deoarece legumele pot fi răcite sau depozitate în același loc. Limita majoră a acestei metode este că răcirea este lentă și poate fi inadecvată pentru vegetalele mai sensibile.



Figura 4.10. Răcire forțată la tiraj de vegetale recoltate în ambalaje ventilate (net 4.6, accesat 2024)

4.5.3 Facilități de depozitare

Controlul strâns al condițiilor de depozitare este esențial pentru a optimiza durata de depozitare a vegetalelor. Menținerea condițiilor optime de depozitare în intervalul prescris depinde de mai mulți factori de proiectare. Sistemul frigorific ar trebui să fie proiectat astfel încât să suporte sarcina maximă de căldură. Temperatura aerului care iese din bobinele de refrigerare ar trebui să fie cât mai aproape posibil de temperatura dorită pentru a preveni fluctuații mari pe măsură ce sistemul de refrigerare activează și oprește (Thompson, J. F., 2001). Ar trebui asigurate, de asemenea, circulația aerului, precum și izolații adecvate de perete și tavan, pentru a minimiza variația temperaturii. Echipamentul frigorific ar trebui, de asemenea, să fie

proiectat pentru a permite controlul condițiilor de umiditate ridicată. Progresul tehnologiei computerelor și îmbunătățirea componentelor electronice și de detectare permit monitorizarea continuă și controlul precis al condițiilor de depozitare ale sistemelor mari de refrigerare.

4.5.4. Transportul vegetalelor recoltate în condiții controlate

Este important ca, condițiile necesare pentru depozitarea vegetalelor să fie menținute pe tot parcursul transportului. Cei mai importanți factori (temperatura, umiditatea relativă, fluxul de aer și compoziția atmosferică) au fost deja menționați. Diferite mărfuri necesită condiții de transport diferite și trebuie transportate separat (de exemplu, produs respirator, produs care nu respiră, produs care produce niveluri ridicate de etilenă, produse care necesită temperaturi diferite).

Sistemele moderne de transport oferă căi pentru o distribuție largă a legumelor proaspete în zonele în care nu pot fi cultivate. Există o serie de factori importanți care trebuie luați în considerare pentru a asigura un nivel ridicat de întreținere a calității în lanțul de distribuție. Acestea includ minimizarea daunelor mecanice, menținerea temperaturilor adecvate și asigurarea compatibilității produsului. Aceste considerații sunt influențate de tipul de sistem de transport utilizat (de exemplu, aerian, rutier sau maritim). Alegerea unui anumit tip de transport este, de obicei, destul de simplă, deoarece cerințele de transport la vegetale și costul transportului variază în sistemele post-recoltare.

Pentru transport pe cale aeriană legumele sunt de obicei ambalate în cutii și plasate în containere închise acoperite special concepute pentru a se încadra în aeronavă (Thompson, A. K., 1996). Acest mod de transport este folosit pentru deplasare rapidă a vegetalelor foarte perisabile pe distanțe mari. Transportul aerian de marfă este de obicei expus la compartimente sub presiune cu facilități pentru a

asigura controlul temperaturii și alte gaze. În mod normal, tarifele de transport aerian sunt mult mai mari decât alte sisteme de transport (transportul maritim), prin urmare costul transportului este o problemă majoră de luat în considerare. De asemenea, este necesară o îngrijire specială pentru legume perisabile transportate pe calea aerului, deoarece nu există energie electrică în timpul zborurilor. O bună izolație este esențială, precum și răcirea adecvată a produsului. Răcirea în tranzit poate fi asigurată de gheață de apă sau gheață uscată acolo unde este necesar.

Transportul rutier este adecvat pentru deplasarea rapidă a legumelor proaspete pe distanțe scurte, de exemplu de la câmp la piață sau direct către consumator. Acest mod de transport pare a fi simplu și relativ ieftin, dar poate duce la pierderi datorate daunelor fizice dacă nu se iau măsuri adecvate. Pericolele suplimentare care trebuie evitate în timpul transportului rutier includ daune fizice datorate vibrațiilor legumelor. Ambalajele adecvate trebuie utilizate pentru a preveni acest lucru oferind o amortizare adecvată.

Întreruperea refrigerării în unitățile frigorifice pentru camioane ar trebui să rămână alimentate continuu până la livrarea vegetalelor. Încărcături mixte. Sistemele frigorifice pentru camioane nu sunt capabile să răcească eficient produsul cald.

Transportul maritim nu este utilizat în general pentru vegetale din cauza vieții lor de stocare relativ scurte și a nevoii lor de tranzit rapid către piețe. În cazurile în care acest lucru este utilizat distanța dintre piețe este scurtă sau produsul are o durată de viață mai mare, de exemplu, ceapa (*Allium cepa* L.) și cartofii (*Solanum tuberosum* L.). Refrigerarea și ventilația (acolo unde este necesar) trebuie să fie neîntrerupte. Cel mai important este ca vegetalele să fie răcite corespunzător înainte de încărcare, deoarece recipientele frigorifice nu sunt concepute pentru a îndepărta căldura de pe câmp. Dunnage (materiale ieftine folosite pentru securizarea mărfurilor, air

bag-uri) trebuie utilizate acolo unde este necesar pentru a preveni scurtcircuitarea fluxului de aer prin depozit și menținerea unui depozit „strâns”.

În concluzie sistemele de manipulare și depozitare după recoltare influențează calitatea legumelor recoltate afectând fiziologia legumelor recoltate. Schimbările în fiziologia legumelor recoltate sunt mediate prin influența condițiilor de mediu create de sistemul de manipulare și depozitare. Fiziologia legumelor recoltate, condițiile de mediu și sistemele de manipulare și depozitare toate interacționează și prin urmare, nu pot fi considerate izolare atunci când se păstrează și depozitează cu succes vegetalele recoltate de înaltă calitate.

4.6. Depozitarea vegetalelor în condiții moderne.

Studii de caz

Astăzi există depozite moderne pentru diferite legume și fructe unde ele se pot păstra pe termen lung. Sunt dotate, aceste depozite, cu instalații de condiționare și control. Aceste detalii pot fi vizualizate la adresa ([net. 4.7, 2024](#)).

4.6.1. Depozitare în atmosferă controlată și modificată, începuturi

Depozitarea în atmosferă controlată (CA) cu modificări ale compoziției aerului (MAP) ar trebui utilizată ca un supliment și nu ca un substitut pentru gestionarea adecvată a temperaturii și a umidității relative. Câteva metode simple de modificare a compoziției aerului în mediul de depozitare sunt enumerate mai jos (Kader,A.A., 2002). Aerul care intră în magazie sau este recirculat în încăpere trebuie să treacă printr-un sistem de monitorizare și control.

Se poate folosi var hidratat (0,6 kg var hidratat) pentru tratarea aerului folosit pentru ventilarea a 100 kg fructe. Aerul poate fi direcționat să treacă printr-o cutie, situată în interiorul sau în exteriorul depozitului C.A (figura nr.4.11.).

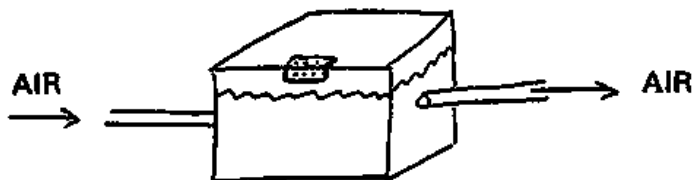


Figura 4.11. Cutie pentru tratarea aerului
(Vigneault, C. și alții, 1994)

Pentru a regla nivelul de CO_2 într-o încăpăre CA, una dintre cele mai simple metode este cu „scrubber” de var hidratat. Scruberul este construit folosind o cutie de placaj izolată și etanșă, situată în afara încăperii CA. Cutia trebuie să conțină suficient var pentru întreaga perioadă de depozitare, dar se poate adăuga var nou dacă absorbția CO_2 scade. CO_2 și varul hidratat reacționează într-un raport de 1:1 pentru a forma calcar (CaCO_3) și apă. Varul cu particule de dimensiuni mai mici este mai eficient la reacția cu CO_2 decât varul cu o plasă grosieră (cu particule de dimensiuni mai mari). Varul trebuie ambalat în saci de 25 kg care nu au căptușeală din polietilenă. Fiecare pungă trebuie umplută doar parțial (50%) pentru a evita întărirea stratului exterior și pentru a reduce eficiența în timp. Sacii de var trebuie stivuiți pe un palet echipat cu rafturi care permit un spațiu de 10 cm între straturi pentru a maximiza circulația aerului. 50% din varul recomandat pentru perioada de depozitare anticipată poate fi așezat pe paleți pe podeaua încăperii de depozitare (aceasta va consuma CO_2 inițial din vegetale). Pentru a menține CO_2 sub 2%, se recomandă aproximativ 12 kg de var pe tonă metrică de mere pentru 3-4 luni de depozitare.

Depozitarea în atmosferă controlată (CA) a încărcăturilor de produse pe paleți este de asemenea posibilă folosind o configurație semi-permanentă pentru crearea unei etanșări cu gaz. Orice număr de paleți poate fi găzduit în interiorul unui cort din plastic realizat folosind folii de polietilenă de 7-8 mm. O barieră de gaz mai bună la podea

(comparativ cu metoda tradițională a tubului în jgheab ilustrată în figura 4.11) poate fi obținută prin așezarea unei foi de polietilenă de 4-5mm pe podea și acoperirea acesteia cu panouri de lemn. Sigilarea se face apoi prin unirea plasticului cortului cu plasticul podelei (folosind bandă).

O altă practică simplă care poate fi utilizată pentru depozitarea produselor în condiții de atmosferă controlată implică construirea de corturi de plastic folosind foi de 20 mm clorură de polivinil (PVC) suspendate peste rafturi tradiționale pentru paleți în interiorul unui depozit frigorific. Diagrama de mai jos prezintă două corturi cu C.A. Cortul superior a fost sigilat prin închiderea fermoarelor de pe ambele părți ale ușii și scufundarea părții inferioare a ușii și a panoului de podea adiacent într-un jgheab cu apă. Jgheabul este realizat folosind o țevă din PVC cu diametrul de 6 inch (cu 1/3 din țevă tăiată), care permite, de asemenea, conductelor de alimentare și prelevare de probe și cablurilor sondei de temperatură să treacă în cort

Toate cusăturile și îmbinările corturilor sunt sudate termic. Cortul din figura 4.12 este prezentat cu ușa rulată deschisă și un palet de produse încărcat în cort.

Cortul din figura 4.13 este prezentat cu ușa rulată deschisă și un palet de produse încărcat în cort. Un cort din plastic ieftin, realizat din folii de polietilenă transparentă, poate fi folosit pentru depozitarea în atmosferă controlată a ciorchinilor de banane verzi. Un mic ventilator servește la circulația aerului de depozitare (2% O₂ și 5% CO₂) printr-o cameră de permanganat de potasiu pe oxid de aluminiu (*Purafil*). Maturarea este întârziată deoarece etilena este curățată din aerul de depozitare. Perioada de valabilitate a bananelor în aceste condiții este de 4-6 săptămâni la temperatura ambiantă.

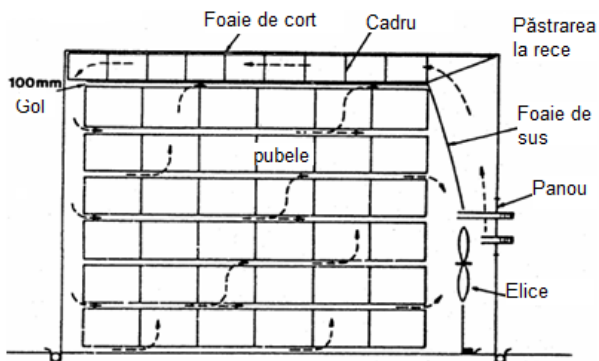


Figura 4.12. Corturi de plastic cu atmosferă modificată (McDonald, B. 1982)

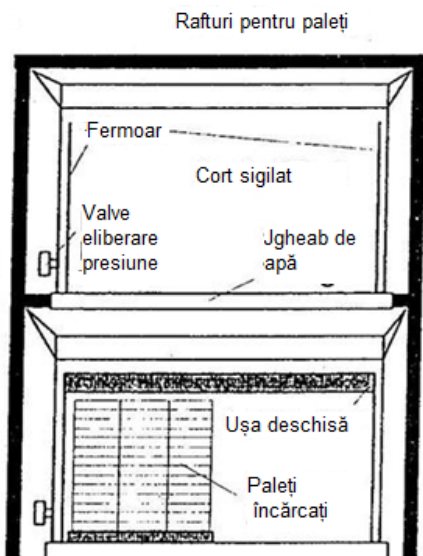


Figura 4.13. Cort pentru păstrarea în atmosferă controlată a vegetalelor în stare proaspătă (Leyte, J.C. și Forney, C.F. 1999)

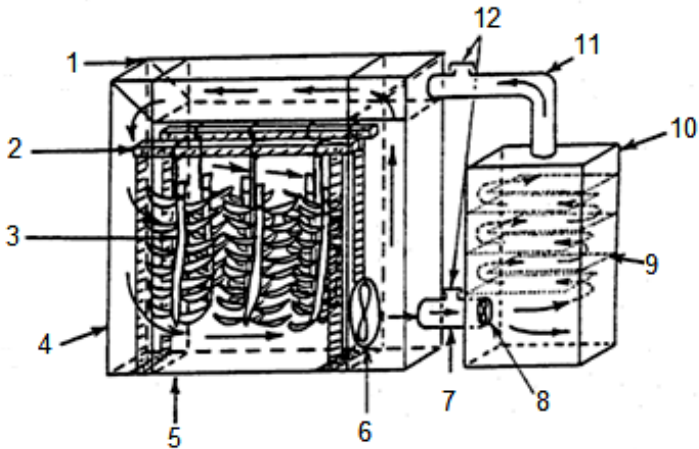


Figura 4.14. Păstrarea bananelor în ciorchini în atmosferă controlată la temperatura ambientală: 1-suport PVC; 2- trepane de lemn; 3-buchete de banane; 4-folie polietilenă transparentă; 5-cort plastic volum 5780 l; 6-ventilator cu diametrul de 300 mm; 7- îmbinare PVC; 8-ventilator cu diametrul de 140 mm diametru; 9-tăvi înclinate(24 bucăți), susținere Purafil (19,2 kg); 10-dulap din lemn volum 540 l; 11-îmbinare PVC 160mm diametru; 12 prelevare gaz (Shorter, A.J. și alții, 1987).

Următoarele tabele sunt un rezumat al cerințelor și recomandărilor pentru atmosferă controlată (CA) și atmosferă modificată (MA) pentru mere. Astfel sunt prezentate în continuare niveluri optime medii de condiții de CA și timp de depozitare ale unor soiuri populare de mere (tabel nr. 4.2). Un rezumat al cerințelor și recomandărilor CA pentru 34 de legume și fructe recoltate (tabel 4.3. și 4.4). Un rezumat al recomandărilor CA și MA pentru legume proaspete, selectate (tabel 4.5) și un rezumat al recomandărilor CA și MA pentru fructe proaspete selectate (tabel 4.6).

Tabel 4.2. Nivelul optim mediu de condiții de AM (atmosferă modificată) și timp de depozitare al unor soiuri populare de mere (Kuprferman, E. 1997)

| Soiuri de mere | O ₂ % | CO ₂ % | Temperatura (°C) | Depozitare (luni) |
|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Braeburn | 1.8 | 1.0 | 0.7 | 6-9 |
| Fuji | 1.4 | 1.0 | 0.3 | 7-11 |
| Gala | 1.7 | 1.6 | 1.3 | 2-9 |
| Golden Delicious | 1.6 | 2.3 | 0.5 | 7-11 |
| Granny Smith | 1.4 | 2.0 | 0.6 | 7-11 |
| Idared | 2.1 | 2.5 | 1.9 | 7-10 |
| Jonagold | 1.4 | 2.7 | 0.9 | 5-10 |
| McIntosh | 2.1 | 2.9 | 2.5 | 5-10 |
| Red Delicious | 1.6 | 1.8 | 0.0 | 6-11 |
| Royal Gala | 1.7 | 1.8 | -0.2 | 5-8 |

Tabel 4.3. Un rezumat al cerințelor și recomandărilor AM pentru alte fructe (net 4.8)

| Vegetale | Domeniul de temperatură °C ¹ | AM ² | | Utilizare comercială |
|---------------------|---|------------------|-------------------|---|
| | | % O ₂ | % CO ₂ | |
| Caisă | 0-5 | 2-3 | 2-3 | |
| Pere asiatice | 0-5 | 2-4 | 0-1 | utilizare limitată la unele soiuri |
| Avocado | 5-13 | 2-5 | 3-10 | folosită în timpul transportului maritim |
| Banană | 12-16 | 2-5 | 2-5 | folosită în timpul transportului maritim |
| Mure | 0-5 | 5-10 | 15-20 | folosit în husele de paleți în timpul transportului |
| Coacăze | 0-5 | 2-5 | 12-20 | utilizare limitată în timpul transportului |
| Pară cactus | 5-10 | 2-3 | 2-5 | |
| Cherimoya & Atemoya | 8-15 | 3-5 | 5-10 | |
| Cireșe dulci | 0-5 | 3-10 | 10-15 | folosit în huse de paleți sau containere maritime în timpul transportului |
| Merisor | 2-5 | 1-2 | 0-5 | |
| Durian | 12-20 | 3-5 | 5-15 | |
| Smochin | 0-5 | 5-10 | 15-20 | utilizări limitate în timpul transportului |
| Strugurii | 0-5 | 2-5 sau | 1-3 | incompatibil cu fumigația cu SO ₂ |

| | | | | |
|----------------|-------|---------|-------|---|
| | | 5-10 | 15-20 | utilizare limitată în locul SO ₂ pentru controlul degradării în timpul transportului până la 4 săptămâni |
| Grapefruit | 10-15 | 3-10 | 5-10 | |
| Guava | 5-15 | 2-5 | 0-1 | |
| Kiwi | 0-5 | 1-2 | 3-5 | extinderea utilizării în timpul transportului și depozitării; C ₂ H ₄ trebuie menținut sub 20 ppb |
| Lămâie | 10-15 | 5-10 | 0-10 | |
| Lămâie verde | 10-15 | 5-10 | 0-10 | |
| Loquat | 0-5 | 2-4 | 0-1 | |
| Lichi (litchi) | 5-12 | 3-5 | 3-5 | |
| Mango | 10-15 | 3-7 | 5-8 | creșterea utilizării în timpul transportului maritim |
| Nectarine | 0-5 | 1-2 sau | 3-5 | utilizare limitată în timpul transportului maritim |
| | | 4-6 | 15-17 | folosit pentru a reduce leziunile cauzate de frig (defalcarea internă) ale unor soiuri |
| Măsline | 5-10 | 2-3 | 0-1 | utilizare limitată pentru extinderea sezonului de procesare |
| Portocale | 5-10 | 5-10 | 0-5 | |
| Papaya | 10-15 | 2-5 | 5-8 | |
| Piersică | 0-5 | 1-2 | 3-5 | utilizare limitată pentru extinderea sezonului de procesare |
| Piersică | 0-5 | 1-2 sau | 3-5 | utilizare limitată în timpul transportului maritim |
| | | 4-6 | 15-17 | folosit pentru a reduce leziunile cauzate de frig (defalcarea internă) a unor soiuri |

| | | | | |
|--------------------------|-------|------|-------|--|
| Curmal japonez | 0-5 | 3-5 | 5-8 | utilizare limitată a ambalajului MA |
| Ananas | 8-13 | 2-5 | 5-10 | ceruire este folosit pentru a crea MA și pentru a reduce petele maronii endogene |
| Prună | 0-5 | 1-2 | 0-5 | utilizare limitată pentru depozitarea pe termen lung a unor soiuri |
| Rodie | 5-10 | 3-5 | 10-15 | |
| Rambutan | 8-15 | 3-5 | 7-12 | |
| Zmeură | 0-5 | 5-10 | 15-20 | folosit în husele de paleți în timpul transportului |
| Căpșuni | 0-5 | 5-10 | 15-20 | folosit în husele de paleți în timpul transportului |
| Sweet sop (mar cu solzi) | 12-20 | 3-5 | 5-10 | |

¹ Gama uzuală recomandată; se recomandă o umiditate relativă de 90-95%.

² Combinația specifică de CA depinde de soi, temperatură și durata de depozitare

Aceste recomandări sunt pentru transport și depozitare peste 2 săptămâni. Expunerea la concentrații mai scăzute de O₂ și mai mari de CO₂ pentru durate mai scurte poate fi utilizată pentru controlul unor tulburări fiziologice, patologice și insecte.

Tabel 4.4. Un rezumat al cerințelor și recomandărilor AM pentru 34 de legume recoltate (Saltveit, M.A. 2001)

| Vegetale ³ | Temperatura °C ¹ | | Compoziția atmosferei ² | | Aplicații ³ |
|--------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------------------|---------------------|------------------------|
| | Optim | Interval | O ₂ , % | CO ₂ , % | |
| Anghinare | 0 | 0 - 5 | 2 - 3 | 2 - 3 | ++ |
| Sparanghel | 2 | 1 - 5 | Aer | 10 - 14 | +++ |
| Fasole, snap verde | 8 | 5 - 10 | 1 - 3 | 3 - 7 | + |
| Prelucrare | 8 | 5 - 10 | 8 - 10 | 20 - 30 | ++ |
| Brocoli | 0 | 0 - 5 | 1 - 2 | 5 - 10 | +++ |
| Varză de Bruxelles | 0 | 0 - 5 | 1 - 2 | 5 - 7 | + |
| Varză | 0 | 0 - 5 | 2 - 3 | 3 - 6 | +++ |
| Varza chinezească | 0 | 0 - 5 | 1 - 2 | 0 - 5 | + |
| Cantalupi | 3 | 2 - 7 | 3 - 5 | 10 - 20 | ++ |
| Conopidă | 0 | 0 - 5 | 2 - 3 | 3 - 4 | + |
| Telină | 0 | 0 - 5 | 2 - 4 | 2 - 3 | + |
| Telină | 0 | 0 - 5 | 1 - 4 | 3 - 5 | + |
| Castraveți proaspeți | 12 | 8 - 12 | 1 - 4 | 0 | + |
| Murarea | 4 | 1 - 4 | 3 - 5 | 3 - 5 | + |
| Ierburi ⁴ | 1 | 0 - 5 | 5 - 10 | 4 - 6 | ++ |
| | 0 | 0 - 5 | 1 - 2 | 2 - 5 | + |
| Praz | 0 | 0 - 5 | 1 - 3 | 0 | ++ |
| Salată verde (crisphead) | 0 | 0 - 5 | 1 - 5 | 5 - 20 | +++ |
| Tăiate sau mărunțite | 0 | 0 - 5 | 1 - 3 | 0 | ++ |
| Salata verde (frunza) | 0 | 0 - 5 | 3 - 21 | 5 - 15 | ++ |
| Ciuperci | 10 | 7 - 12 | Aer | 4 - 10 | + |
| Bame | 0 | 0 - 5 | 1 - 2 | 0 - 10 | + |
| Ceapa (bulb) | 0 | 0 - 5 | 2 - 3 | 0 - 5 | + |
| Ceapa (strângerea) | 0 | 0 - 5 | 8 - 10 | 8 - 10 | + |
| Pătrunjel | 8 | 5 - 12 | 2 - 5 | 2 - 5 | + |
| Ardei roșu gras | 8 | 5 - 12 | 3 - 5 | 0 - 5 | + |
| Ardei iute | 5 | 5 - 10 | 3 - 5 | 10 - 20 | ++ |
| Prelucrare | 0 | 0 - 5 | 1 - 2 | 2 - 3 | + |
| Ridiche (supra) | 0 | 0 - 5 | 7 - 10 | 5 - 10 | + |
| Spanac | 0 | 0 - 10 | 2 - 3 | 2 - 3 | + |
| Mazăre dulce | 0 | 0 - 5 | 2 - 4 | 5 - 10 | + |
| Porumb dulce | 12 | 12 - 20 | 3 - 5 | 2 - 3 | + |

| | | | | | |
|---------------|----|---------|-------|-------|----|
| Roșii (verzi) | 10 | 10 - 15 | 3 - 5 | 3 - 5 | ++ |
| Roșii coapte | 0 | 0 - 5 | 3 - 4 | 4 - 5 | + |

¹ Optim și interval de temperaturi uzuale și/sau recomandate. De obicei, se recomandă o umiditate relativă de 90% până la 95% (cu excepția cepei cu bulb).

² Recomandările specifice CA ce depind de soi, temperatură și durata de depozitare.

³ Potențialul de aplicare poate fi ridicat (+++), moderat (++) sau ușor (+).

⁴ Ierburi: cervil, arpagic, coriandru, marar, macris și nasturel.

Tabel 4.5. Recomandări pentru CA și MA pentru legume proaspete selectate (Gornny, J.R. 2001)

| Vegetale proaspăt tăiate | Temperatura (°C) | Atmosfera | | Eficacitatea |
|---|------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| | | O ₂ ,% | CO ₂ ,% | |
| Sfecla roșie, rasă, cuburi sau curățată | 0-5 | 5 | 5 | Moderată |
| Broccoli, florete | 0-5 | 2-3 | 6-7 | Bună |
| Varză, mărunțită | 0-5 | 5-7.5 | 15 | Bună |
| Varză (chineză), mărunțită | 0-5 | 5 | 5 | Moderată |
| Morcovi, mărunțiți, bețișoare sau feliați | 0-5 | 2-5 | 15-20 | Bună |
| Jicama, bețișoare | 0-5 | 5 | 5-10 | Bună |
| Praz, feliat | 0-5 | 5 | 5 | Moderată |
| Salată verde (Butterhead), Tocată | 0-5 | 1-3 | 5-10 | Moderată |
| Salata verde (Frunza Verde), Tocata | 0-5 | 0.5-3 | 5-10 | Bună |
| Salată verde (Aisberg), mărunțită | 0-5 | 0.5-3 | 10-15 | Bună |
| Salata verde (frunza roșie), tocata | 0-5 | 0.5-3 | 5-10 | Bună |
| Salata verde (Romaine), Tocata | 0-5 | 0.5-3 | 5-10 | Bună |
| Ciuperci, feliate | 0-5 | 3 | 10 | Nu se recomandă |

| | | | | |
|--------------------------------------|-----|--------|-------|----------|
| Ceapă, feliată sau tăiată cubulețe | 0-5 | 2-5 | 10-15 | Bună |
| Ardei, tăiați cubulețe | 0-5 | 3 | 5-10 | Moderată |
| Cartofi, feliți sau întregi cu coajă | 0-5 | 1-3 | 6-9 | Bună |
| Dovleac, Cuburi | 0-5 | 2 | 15 | Moderată |
| Rutabaga, feliat | 0-5 | 5 | 5 | Moderate |
| Spanac, curățat | 0-5 | 0.8-3 | 8-10 | Moderate |
| Roșii, feliate | 0-5 | 3 | 3 | Moderate |
| Dovlecel, feliat | 5 | 0.25-1 | - | Moderate |

Tabel 4.6. Recomandări de CA și MA pentru fructe proaspete, selectate (Gornny, J.R. 2001)

| Produce proaspăt tăiate | Temperatura (°C) | Atmosfera | | Eficacitatea |
|-------------------------|------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| | | O ₂ , % | CO ₂ , % | |
| Măr, feliat | 0-5 | < 1 | 4-12 | Moderată |
| Cantalup, Cuburi | 0-5 | 3-5 | 6-15 | Bună |
| Grapefruit, felii | 0-5 | 14-21 | 7-10 | Moderată |
| Pepene galben, cuburi | 0-5 | 2 | 10 | Bună |
| Kiwi, felii | 0-5 | 2-4 | 5-10 | Bună |
| Cuburi de mango | 0-5 | 2-4 | 10 | Bună |
| Portocală, feliată | 0-5 | 14-21 | 7-10 | Moderată |
| Piersică, feliată | 0 | 1-2 | 5-12 | Slabă |
| Pară, feliată | 0-5 | 0.5 | <10 | Slabă |
| Curmal, feliat | 0-5 | 2 | 12 | Slabă |
| Rodie, Arils | 0-5 | - | 15-20 | Bună |
| Căpsuni, feliate | 0-5 | 1-2 | 5-10 | Bună |
| Cuburi de pepene verde | 0-5 | 3-5 | 10 | Bună |

4.6.2. Depozite moderne pentru păstrare vegetale

Dacă păstrarea în stare proaspătă a unor vegetale a fost redată mai sus așa cum a început, continuarea urmează prin redarea unor variante moderne de clădiri și echipamente de păstrare în stare proaspătă. Pentru cartof și ceapă acest depozit este prevăzut cu diverse dispozitive care sunt reprezentate în figura 4.15.

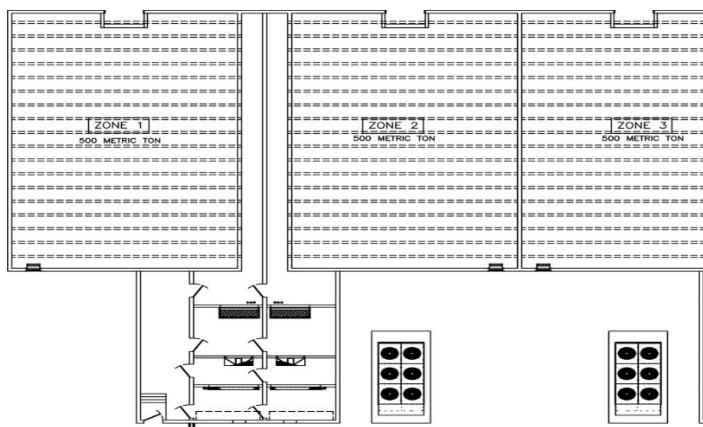
Există producători în lume care oferă soluții moderne necesare pentru păstrarea vegetalelor pe termen lung. Astfel

sunt prezentate mai jos câteva soluții care sunt oferite de depozitele de vegetale, la cutie, cu ventilație laterală.

Prin „ventilație laterală” se înțelege deplasarea aerului în jurul boxelor de depozitare (deschise), mai degrabă decât forțarea acestuia să intre cartofi și ceapă. Acest tip de ventilație este potrivit pentru cartofi, fructe, roșii dar nu este potrivit pentru ceapă. Ceapa necesită ventilație forțată între bulbi, deoarece au multe foi, ceea ce îngreunează ventilația omogenă cu un sistem lateral.

Pentru depozitarea cepei pentru iarnă se folosesc depozite frigorifice și cu uscarea (figura 4.15) care este asemănător cu cel de la cartofi. Este dotat cu senzori pentru temperatură, umiditate, CO₂, sistem de uscarea, refrigerare, ventilație.

Cum funcționează un sistem de depozitare cu ventilație laterală și Combivents? Aerul este aspirat spre interior de trapa Combiventului. Combivent împinge aerul prin țevile sau coșurile de fum deasupra cutiilor până când se ciocnește de peretele opus. De acolo, aerul coboară și trece între cutii, motiv pentru care cutiile trebuie așezate la 10-15 cm una de cealaltă, apoi aerul pleacă prin trapele de ieșire. În funcție de caracteristicile produsului și de timpul petrecut în afara instalației, acest sistem poate avea: trape de ieșire și de intrare ale unei cutii de depozitare a cartofilor, folosind combivente. Partea din spate a unui depozit cu combivente are: ventilație numai cu aer extern, răcind sau încălzind instalația de depozitare, ventilație numai cu aer intern, răcind sau încălzind instalația de depozitare, ventilație cu un amestec de aer extern și intern, răcind sau încălzind instalația de depozitare.



STORAGE PLAN VIEW

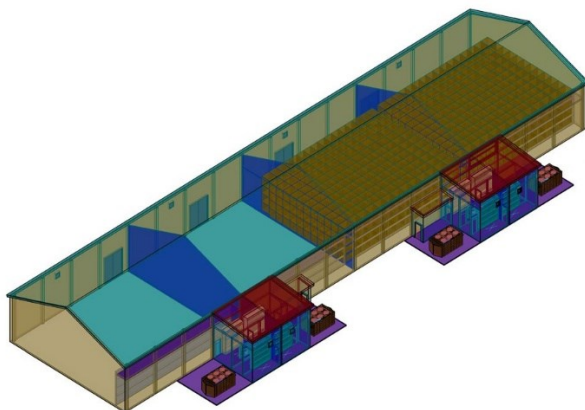


Figura 4.15. Depozit pentru păstrarea cartofilor pe timp de iarnă, vedere de ansamblu 3D și amplasare (FRIGO MEKANIK) (net.4.9, 2024)

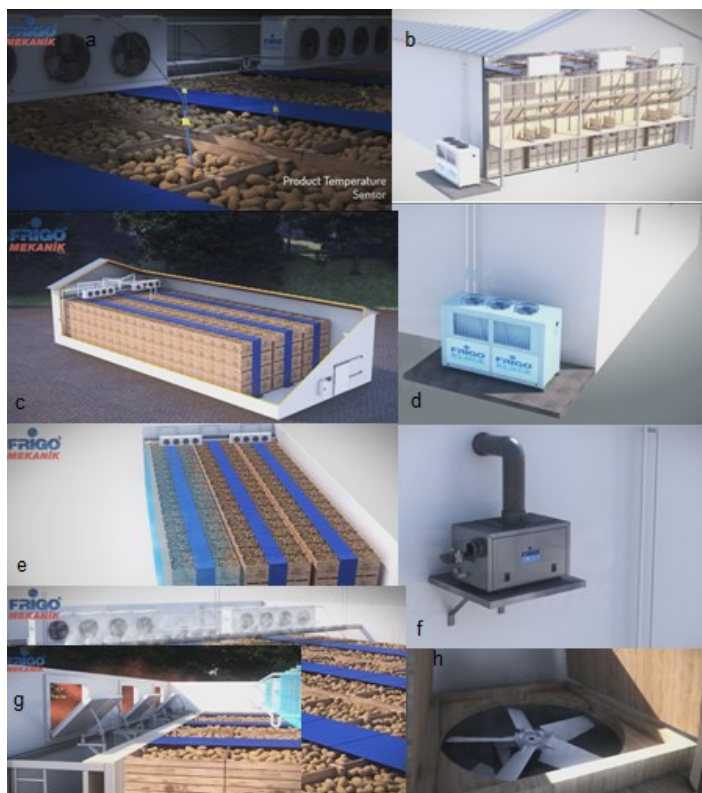


Figura 4.16. Dotările depozitului cu refrigerare de păstrarea a cartofilor: senzori pentru umiditate și temperatură (a,b); canale de colectare a informațiilor și răcire (c,d); procesul ultrasonic de umidificare (e,f); ventilație (g,h).

În plus, Combivent poate fi echipat cu evaporatoare încorporate pentru răcirea depozitului și încălzitoare pentru încălzirea depozitului și un sistem de umidificare (dacă se depozitează cartofi). Un sistem de depozitare care utilizează ventilație laterală cu Combivent este redat în figura 4.17. Datorită greutateii și întreținerii lor, Combiventele sunt așezate pe podeaua spațiului de depozitare (figura 4.17 b).

Cu toate acestea, aerul este necesar aproape de tavan, motiv pentru care au coșuri de fum (figura 4.17.c). Ieșirile coșurilor de fum ale unui Combivent. Aerul este suflat peste cutii, se ciocnește de peretele frontal al depozitului, coboară și este aspirat între cutii spre spate. La ieșirile coșurilor de fum ale unui Combivent. Aerul este suflat peste cutii, se ciocnește de peretele frontal al depozitului, coboară și este aspirat între cutii spre spate (figura 4.17.). Pentru a asigura o ventilație adecvată, este foarte important să existe cel puțin 1,8 m spațiu liber deasupra cutiilor, pentru a garanta un flux uniform de aer.

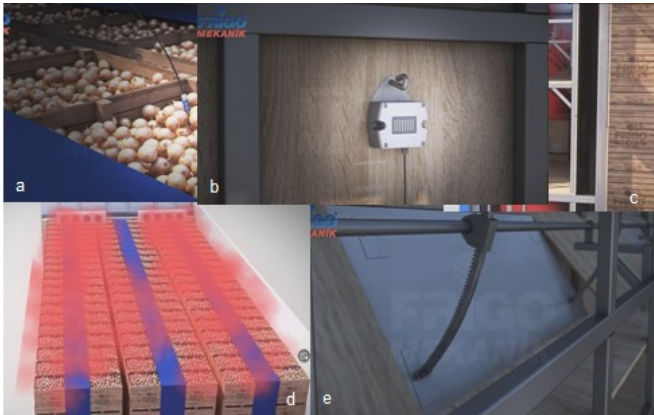


Figura 4.17. Depozit pentru păstrarea cepei pe timp de iarnă: senzori pentru temperatură, umiditate, CO₂(a,b), sistem de uscare (c), refrigerare (d) ventilație (e). (net 4.10, 2024)

Amenajarea modernă a unui depozit de stocare folosind boxpaletă

Dacă se folosește răcirea, evaporatoarele sunt plasate în partea din spate, în fața trapei de intrare. Compressoarele și condensatoarele pot fi amplasate în spate într-un loc convenabil.



Figura 4.18. Depozit de cartofi (a); Combivente așezate pe podea (b); coșuri de fum (c)(net 4.11, 2024)



Figura 4.19. Capetele coșurilor de fum la depozitul de ceapă și ieșirile în exterior (net 4.12, 2024)

Păstrarea la cartof și ceapă

Cum funcționează un sistem de stocare în bloc (figura 4.20). Aerul este aspirat prin trapele de intrare, trece apoi prin turbine și supapele sale de retur, intrând în camera de presiune. În camera de presiune, aceasta este egalizată în conductele de sub podeaua de depozitare. Aerul trece prin produs și apoi părăsește depozitul prin trapele de ieșire.

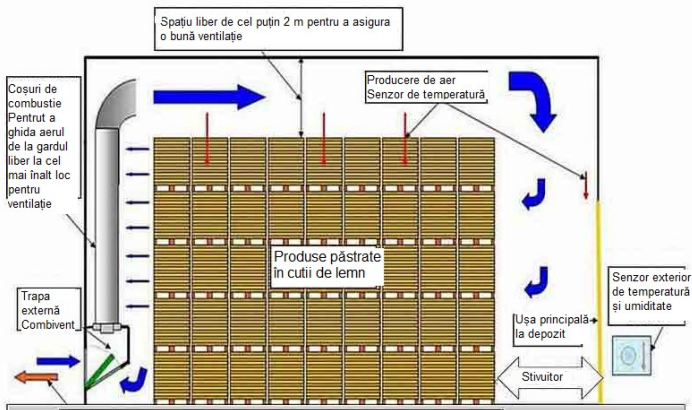


Figura 4.20. Amenajarea modernă a unui sistem de stocare în bloc pentru cartofi în boxpaieți (cutii de lemn) (net 4.13, 2024)

Supapele de reținere sunt necesare în cazul în care una dintre turbine încetează să funcționeze, altfel aerul sub presiune ar reveni prin turbina care nu funcționează. Acest sistem poate ventila cu 100 % aer extern, 100 % aer intern sau orice amestec necesar de aer extern și intern, în funcție de poziție. Trapa de intrare și ieșire este complet gestionată de Multiserver (creierul sistemului).

Dacă acest sistem are încălzitoare, evaporatoare (partea de răcire a unui sistem de răcire) și un sistem de umidificare instalat, toate gestionate de un Multiserver, atunci condițiile de uscare, întărire și depozitare necesare pentru cartofi, ceapă sau orice alte produse în vrac pot fi îndeplinite

complet. În figura 4.21 este o reprezentare schematică al unui sistem de stocare în vrac pentru ceapă sau cartofi.

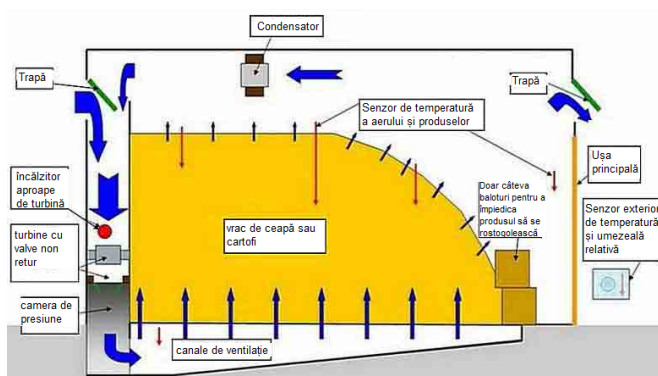


Figura 4.21. Sistem de stocare în vrac pentru ceapă sau cartofi
(net 4.13, 2024)

Avantaje

- când nu există recoltă de păstrat, depozitul poate fi utilizat pentru alte nevoi, deoarece canalele metalice pot fi colectate și stivuite în lateral;
- o investiție mai mică în lucrări civile;
- canale sub podea;
- control complet al climatului în interiorul depozitului;
- cartofii și ceapa, potrivite pentru depozitare, pot fi stocate timp de mai multe luni;
- întreținere cu costuri mici.

Dezavantaje

- distribuția aerului nu va fi întotdeauna optimă;
- un sistem de depozitare în vrac necesită o investiție considerabilă în depozitul propriu-zis și în echipamentele necesare pentru a umple și a goli instalația de depozitare;
- umplerea unui depozit în vrac de 10.000 de tone de cartofi.

4.6.3. Păstrarea în atmosfera cu refrigerare

Este un exemplu pentru unul dintre cele mai mari spații de stocare pentru cartofi, din lume, situat în India. S-au luat în considerare numeroasele probleme legate de depozitarea și conservarea cartofilor. Prima problemă a fost despre consumul ridicat de energie necesar pentru funcționarea centralei. O altă problemă importantă se referea la necesitatea de a rămâne într-un interval de temperatură foarte restrâns, referitor la condițiile specifice de depozitare a cartofilor. În plus, diferitele utilizări ale cartofilor necesită temperaturi diferite (+4 °C...+10 °C) și acest lucru duce la necesitatea unui punct de referință. În cele din urmă, a existat necesitatea dezvoltării unei plante capabile să controleze schimbările bruște de temperatură cauzate de diferite condiții, cum ar fi: variațiile climatice externe; intervenții în cadrul depozitului (deschiderea/închiderea ușilor) tendința tuberculilor de a vegeta sau fermenta. A existat, de asemenea, necesitatea de a considera că avem de-a face cu produse perisabile și comestibile și, prin urmare, era necesar să se respecte reguli stricte de conservare.

Se folosesc, compresoarele cu agent frigorific R 717(amoniac) propilen glicol, microprocesor „microsmart” pentru controlul și reglarea unității Geoclima care a fost, de asemenea, în măsură să furnizeze clientului o aplicație cu niveluri de zgomot reduse și să își adapteze dimensiunea la locul de instalare, asigurând nu numai o eficiență foarte ridicată, ci și o performanță consecventă. S-a proiectat sistemul de răcire împreună cu constructorul depozitului, dezvoltând astfel o mașină capabilă să satisfacă cerințele specifice ale clientului, cu o atenție deosebită la problemele legate de sectorul specific. Această soluție poate fi aplicată la nivel mondial (figura 4.22).

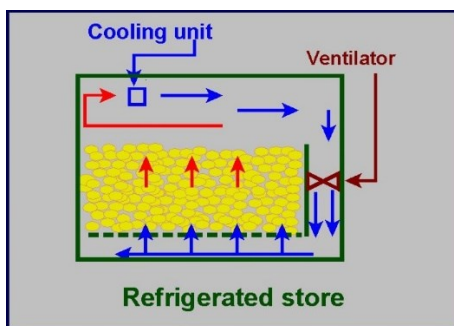


Figura 4.22. Schema unui depozit de stocare cu refrigerare pentru rădăcinoase, India (net 4.14, 2024)

4.6.4. Păstrarea în atmosferă modificată (AM) cu refrigerare

Pentru exemplificare este redat pe larg un model de depozitare a merelor care sunt destinate consumului de fructe proaspete. Păstrarea este pe termen lung. Se folosește de aceea depozitarea merelor în atmosfera controlată și modificată.

Păstrarea merelor se face în depozite frigorifice cu atmosfera normală sau controlată, precum și în depozite cu ventilație naturală. Depozitarea merelor începe într-un timp cât mai scurt de la recoltare și se păstrează în loturi din același soi. Merele se depozitează în lăzi ce se stivuiesc pe 8-9 nivele, până la înălțimea de 5-7 m, spațiul dintre tavan și ultima ladă fiind de 80 cm. Se lasă și spații de aproximativ 20-30 cm între pereți și rândurile de stive pentru ca aerul să poată circula. Umplerea unei celule nu trebuie să dureze mai mult de 2 săptămâni, în această perioadă fiind asigurată ventilația.

Temperatura de păstrare este în funcție de soi. Astfel merele se păstrează la temperaturi cuprinse de 0 °C și +1 °C. Merele care sunt mai sensibile la frig se păstrează la temperaturi de +3°C...+4°C. Umiditatea relativă a aerului este de 90 - 95 %.

În depozitele frigorifice cu atmosferă modificată (2-3 % O₂ și 1-3% CO₂) temperaturile de păstrare vor fi mai ridicate cu 0,5 °C...+1 °C, în funcție de soi.

Durata de păstrare diferă și ea în funcție de soi, merele din grupele *Golden* și *Red delicious*, de exemplu, putând fi păstrate 5-6 luni în depozite frigorifice cu atmosfera normală și 7-8 luni în depozite frigorifice cu atmosfera modificată. Crearea unui depozit de fructe, la cheie, pentru mere constă în crearea unui sistem de microclimat pentru depozitarea pe termen lung a folosind tehnologia ULO și DCA. Merele se depozitează într-un mediu cu o anumită concentrație de oxigen și dioxid de carbon de către tehnologia ULO (*Initial Low Oxygen Stress*) și DCA (*Dynamic Controlled Atmosphere*).

Mărul este depozitat în recipiente de plastic în 6 camere de dimensiunea 14 x 7.5 m. În fiecare cameră există 6 seturi de sisteme de eliminare a CO₂.

Astfel depozitele sunt dotate cu:

- circuitul de izolare termică a panourilor tip sandwich PIR;
- uși ermetice specializate;
- sistem de răcire și umidificare;
- iluminatul interior.

Se folosește o singură stație de răcire pe mai multe compresoare cu piston pentru toate încăperile de depozitare. Se prevede utilizarea stației frigorifice bazate pe compresoare *Bitzer* (Germania). Este controlat de controlerul, în care au fost programați o serie de parametri specializați pentru depozitarea merelor. Pentru exemplificare se pot urmări prezentările din figura 4.23. Se folosește pentru depozitare celula de refrigerare cu atmosferă modificată care are o suprafață alocată de aproximativ 105 m². În acest ansamblu (suprafață) intră și spațiul necesar pentru instalația de ventilație, umidificare și eliminare a CO₂. Înălțimea depozitului este de 7 m. Stivele se așează astfel încât între ele și între stivă și perete să fie o distanță de minim 80 cm. Aceeași distanță se recomandă a se respecta și între plafon suprafața merelor din stivă. Stivele se așează

astfel încât între ele și între stivă și perete să fie o celulă care este construită din panouri îmbinate etanș, sisteme de absorbție a CO₂ și a etilenei, generatoare de azot și comandă computerizată. Umplerea celulei durează maxim 2 săptămâni.



Figura 4.23. Celula cu atmosferă modificată și refrigerare pentru depozitarea vegetalelor: pereți de construcție specială (a); depozitarea merelor în containere de plastic (b); celule de depozitare cu atmosferă modificată care au o suprafață alocată de 105 m² (c); generatorul de atmosferă modificată cu multiserver; celule pline(d,e); sistemul de eliberare a atmosferei modificate (f), sistem de generare a CO₂ (g) (net 4.15, 2024)

și lung. Fluxul merge în două direcții și anume: una de prelucrare directă și pregătire pentru livrare cu amănuntul în comerț, iar celălaltă redă succesiunea operațiilor de pregătire pentru depozitare cu refrigerare și atmosferă modificată, pe termen lung de aproximativ 240 zile, apoi ambalarea pentru piața de desfacere cu depozitare temporară la rece timp de 24 h maxim.

Recoltarea

În vederea culegerii corecte a merelor, pentru a nu le afecta calitatea, trebuie avute în vedere mai multe aspecte. Recoltarea trebuie făcută doar în zilele în care nu plouă, iar temperatura nu trebuie să depășească 15°C (ideal ar fi ca merele să se culeagă dimineața sau după-amiaza). În cazul în care merele au apă pe ele, riscul de îmbolnăvire este mai mare, de aceea se evită culegerea merelor când acestea sunt ude. În cazul în care mărul este copt, se va desprinde ușor de creangă, printr-o rotire în jurul codiței. Pentru a prevenii deteriorarea, merele trebuie culese manual și așezate cu grijă în lădițe pe maxim 5 rânduri. Recoltarea începe de la baza coroanei mărului spre vârf, din exterior spre interior pentru a evita căderea merelor pe pământ.

Recepția cantitativă a merelor se realizează prin măsurarea gravimetrică a cantității de mere care ajunge la depozit. Măsurarea gravimetrică se realizează prin cântărirea autovehiculului plin, pe un cântar auto, iar din această sumă se scade masa autovehiculului după golire.

Recepția calitativă este o operație importantă, deoarece randamentul producției depinde foarte mult de calitatea materiei prime. Recepția calitativă se realizează în mare parte vizual de către CTC-ist, care inspectează cu atenție materia primă. Aspectele care se iau în considerare la recepția calitativă a merelor, sunt: culoarea merelor, gradul de coacere, conținutul de substanță uscată solubilă, caracterizarea tehnologică (mărimea, forma, cavitatea

pedunculară, culoarea pieluței, cavitatea subcaliceală, inima fructului, logiile seminale, semințele, pulpa, culoarea pulpei, stabilirea raportului părților componente ale fructului), starea de sănătate a merelor și dacă sunt intacte. Pentru mai multe determinări și gradarea merelor se folosesc investigațiile descrise la capitolul 1.

Sortarea merelor se realizează pentru a separa merele intacte de merele deteriorate sau bolnave și pentru a îndepărta impuritățile prezente în masa de mere. Sortarea se va realiza pe banda de sortare manual de către muncitori, care vor îndepărta merele deteriorate și impuritățile. Această operație este deosebit de importantă, deoarece prezența merelor bolnave va conduce la îmbolnăvirea merelor sănătoase. Soiurile de mere nu trebuie amestecate, deoarece fiecare soi de mere necesită parametrii diferiți de procesare și depozitare.

Spălarea merelor se realizează pentru a îndepărta materiile organice de pe mere, cum ar fi frunzele și pământul. Spălarea se va realiza cu ajutorul mașinii de spălat cu bandă și ventilator. Apa folosită pentru spălare trebuie să corespundă cerințelor pentru apa potabilă. Apa reziduală care rezultă în urma spălării va fi epurată. Se recomandă ca pentru spălarea merelor să se folosească mașina de spălat cu bandă și ventilator.

Calibrarea merelor se realizează pentru a separa merele în funcție de dimensiuni. Calibrarea se va realiza cu ajutorul triorului cu benzi perforate. Triorul are patru benzi de cauciuc perforate. Merele sunt antrenate pe benzi, pe prima bandă se separă merele de dimensiuni mici, diametrul găurilor crescând în timp ce merele înaintază către ultima bandă.

Ambalarea merelor în vrac se va realiza tot manual în boxpaleți. Merele mai pot fi vor fi așezate și în lădițe de plastic pe maximum cinci rânduri, iar lădițele se vor așeza pe paleți.

Etichetarea se va realiza manual. Pe fiecare unitate de ambalaj se va lipi o etichetă cu denumirea produsului, denumirea soiului, lotul, data recoltării și locul de origine.

Depozitarea cu refrigerare în atmosferă controlată se face asistat în mare parte de către muncitori, în flux discontinuu a merelor vrac în boxpaleți și a celor ambalate în unități de ambalare și lădițe etichetate corespunzător. Vor fi transportate în depozitul cu refrigerare cu atmosferă controlată. Temperatura depozitului nu trebuie să depășească 4°C, iar umiditatea aerului trebuie să fie de 90%. Merele vor sta în depozit până în momentul livrării. Sistemul de atmosferă modificată are rolul de a menține nealterate caracteristicile organoleptice ale merelor și de a reduce pierderile cauzate de agenții patogeni. Merele păstrate în atmosferă controlată se pot depozita pentru mai multe luni fără a se altera (200 zile). Instalația de atmosferă modificată asigură 2-3% O₂ și 1-3% CO₂. Sistemul este accesat de un computer. Instalația frigorifică are rolul de a menține temperatura aerului între +1.. +4°C pentru fructele păstrate în stare refrigerată.



Figura 4.25. Depozit frigorific (net 4.16, 2024)

Livrarea pentru consum se va realiza cu autovehicule cu răcire pentru a păstra calitatea merelor.

Ambalarea finală pentru livrare directă a merelor se va face în pungi de 2 kg sau în plase de până la maxim 5 kg. Ambalarea se va realiza automat la mașina de ambalat prin cântărirea merelor, introducerea lor în pungi și termosudarea acestora (net 4.17, 2024) (vezi subcapitolul 4.3.2).

Etichetarea pungilor se va realiza automat de către mașina de etichetat din cadrul mașinii de ambalat.

Depozitare cu refrigerare

Merele ambalate și etichetate vor fi transportate în depozitul frigorific în vederea depozitării lor 24 de ore. În depozit temperatura va fi de maximum 4°C, iar umiditatea aerului de 90%.

Livrarea la market se va realiza cu autovehiculele răcoroase pentru a păstra calitatea merelor.

4.6.7. Model experimental de depozitare a merelor

Este în general pentru materia primă, merele care se consumă în stare proaspătă și care sunt depozitate într-un depozit cu posibilitatea de reglare a condițiilor de staționare, cu atmosferă controlată cu instalații de ventilație mecanică și frigorifice, cu utilități tehnologice de performanță, cu o capacitate de 164 tone și stocare pe cel mult 180 zile /an și cu o încărcare specifică de 360 kg/m², de ambalaj.

În sectorul de recepție există un spațiu care este alocat pregătirii merelor pentru depozitare cu refrigerare și atmosferă modificată și care se consideră a fi 40% din suprafața depozitului principal (cel cu refrigerare). Există și un depozit de temperare, intermediar între cel cu refrigerare și cel de produs finit pentru livrare și ambalare la săculeți sau cutii cu capac de folie termocontractibilă, care are o capacitate de ½ raportată tot la depozitul frigorific. Calitatea produsului finit depinde de depozitarea în condiții corespunzătoare a materiei prime care este utilizată. Scopul depozitării materiei prime este:

- adăpostirea de agenți care ar putea să o influențeze până la degradare;
- asigurarea stocului necesar pentru producție.

Materia primă trebuie depozitată în anumite condiții. În amenajarea acestor condiții și întreținerea lor trebuie să se pună accentul pe:

- aspectul constructiv, pardoseala trebuie să fie din beton sau asfalt cu înclinație pentru scurgerea apelor de spălare și să fie prevăzute cu găurile de colectare necesare;
- panta pardoseli nu trebuie să depășească 1%;
- denivelările trebuie reduse la ± 10 mm pentru a nu produce dificultăți în circulația utilajelor pentru transport și stivuire;
- pardoseala trebuie să prezinte rezistență mecanică la uzură și solicitări dinamice, rezistență chimică la acțiunea acidă și să se întrețină ușor (spălare, reparare);
- acoperișul trebuie să se facă din materiale care nu transmit căldura (benzi metalice cu învelitoare din azbociment);
- trebuie prevăzut cu guri de alimentare cu apă care este necesară pentru igienizare.

Dacă lăzile sau boxpaleții sunt depozitate în stive acestea se montează astfel încât să se asigure o ventilație naturală cât mai bună. Alegerea modului de depozitare se face având la bază următoarele criterii:

- caracteristicile speciale ale produsului;
- protejarea, astfel încât să fie asigurată integritatea produselor depozitate iar pierderile cantitative și calitative să fie cât mai reduse;
- printr-o organizare judicioasă a depozitului să se realizeze un consum minim de muncă.

Condițiile de depozitare trebuie alese în funcție de perisabilitatea vegetalelor și să fie considerate economice.

Temperaturile joase ($0 \dots +1^{\circ}\text{C} \dots +5^{\circ}\text{C}$ dacă atmosfera este modificată) reduc procesele de metabolism; se

prelungeste durata până la apariția îmbătrânirii; se reduc pierderile de apă (evitându-se astfel veștejirea) iar deprecierea calitativă datorată atacurilor ciupercilor și bacteriilor apar în proporție mult mai mică.

Umiditatea relativă variază între limitele de 70–90%; umiditatea mai redusă produce zbârcirea produselor ca urmare a pierderilor de apă iar umiditatea ridicată favorizează dezvoltarea ciupercilor (mucegai) și bacteriilor. Pentru realizarea condițiilor de microclimat optime, elementele de închidere a depozitelor de legume și fructe se proiectează astfel încât să se asigure o izolație termică eficientă.

Instalațiile și utilajele prevăzute în depozitele de legume și fructe sunt determinate de procesul tehnologic adoptat și permit climatizarea aerului interior, iluminarea artificială, transportul și manipularea produselor depozitate cât și condiționarea lor. Instalațiile de climatizare interioară asigură microclimatul în celulele frigorifice prin menținerea în limitele optime a temperaturii, umidității și compoziției aerului (2-3% oxigen; 1-3% CO₂). Instalațiile de răcire se folosesc pentru depozitarea pe durate mai îndelungate și mențin la parametri optimi temperatura, umiditatea, presiunea și conținutul de gaze. Instalațiile de umidificare a aerului au rolul de a menține umiditatea necesară în celulele de depozitare. Instalația de atmosferă controlată se proiectează pentru menținerea tuturor factorilor de climă în interior, specifici merelor. Se pot folosi instalații de circulație a aerului pe verticală, cu răcire, multiservere cu control wireless, ventilatoare pentru eliminarea și modificarea aerului. Halele de sortare sunt prevăzute cu iluminat natural și artificial dar depozitul cu refrigerare nu. Utilajele care sunt cel mai adesea întâlnite sunt cele pentru stivuit, transportatoare mobile, graifere, lopeți mecanice, electrocar cu braț ridicător, motostivuitoare, cărucioare care sunt acționate manual sau mecanic.

4.6.8. Alegerea și justificarea suprafețelor construite

Criteriile care se iau în considerare la întocmirea amplasării sunt: debitul de materii prime și auxiliare, a semifabricatelor și produselor manipulate și deplasate, distanța la care se transportă și se manipulează acestea, amplasarea construcțiilor și instalațiilor, făcute în conformitate cu cerințele fluxului tehnologic, împărțirea în zone a terenului și suprapunerea clădirilor trebuie făcută astfel încât să se asigure o folosință judicioasă a terenului, o exploatare accesibilă a instalațiilor și o circulație rațională între clădiri, instalațiile energetice de forță și termice să fie amplasate în centrul de greutate al solicitărilor, secțiile auxiliare și de servire să fie amplasate cât mai aproape de secțiile de bază servite, reducerea la strictul necesar a dimensiunilor terenului și întinderii fluxului de producție în scopul reducerii cheltuielilor de construcție, de organizare și de exploatare a întreprinderii respectarea formei regulate a clădirilor, gruparea corespunzătoare a acestora astfel încât să se obțină un ansamblu arhitectural armonios.

Amplasarea grupului arhitectonic este influențat și de condițiile naturale, tehnico-economice și sociale. O subapreciere a acestora poate conduce la crearea unor greutăți de organizare și funcționare a viitorului obiectiv. Pentru depozite, la amplasare se va ține cont de faptul că ea reprezintă prima fază a studierii planului general sau doar al secției de fabricație.

O atenție deosebită trebuie acordată amplasării utilajelor, în secția de producție (fabricație), astfel încât să se asigure raporturile de funcționalitate cele mai eficiente economic.

Dacă amplasarea este necorespunzătoare, poate avea loc o creștere considerabilă a costurilor antrenând deplasări inutile ale materialelor și produselor, muncitorii depunând eforturi suplimentare. Echipamentele, instalațiile și utilajele sunt supuse și ele la ore de funcționare suplimentare și pierderi de producție, teoretic nejustificate.

4.7. Calcularea suprafeței depozitului de păstrare în stare proaspătă a merelor

Cantitatea de mere pentru depozitare este de 163296 kg. Timpul de depozitare este de 6 luni sau 180 zile în medie. Depozitarea nu este un proces tehnologic continuu.

M_a – masa merelor de depozitat, kg

$$M_a = 163296 \text{ kg}$$

Numărul de boxpaleți

Ambalarea fructelor se face în boxpaleți de 300 kg/ boxpalet

$$N_B = M_a/300, \text{ boxpaleți}$$

Dimensiuni boxpalet: 1200 [L] × 1000 [l] × 600 [h], mm

În care:

N_B – număr boxpaleți

M_a – masa merelor de depozitat, kg

$$N_B = 163296/300$$

$$N_B = 544,32 \text{ boxpaleți}$$

$$N_B = 545 \text{ boxpaleți}$$

Boxpaleții se așează în stive a câte 10 boxpaleți suprapuși.

Numărul de stive

$$N_S = N_B/10, \text{ stive}$$

În care:

N_S – număr de stive

N_B - număr boxpaleți

$$N_S = 545/10$$

$$N_S = 54,5 \text{ stive}$$

$$N_S = 55 \text{ stive}$$

Suprafața ocupată de o stivă

$$S_S = L \times l, [m^2]$$

În care:

S_S – suprafața unei stive

$$S_S = 1,2 \times 1$$

$$S_S = 1,2 [m^2]$$

Suprafața ocupată de stive, [m²]

$$S_{st} = N_S \times S_S$$

În care:

S_{st} – suprafața ocupată de stive,N_S – numărul de stive,

$$S_{st} = 55 \times 1,2$$

$$S_{st} = 66 \text{ m}$$

Suprafața depozitului de mere pentru refrigerare, [m²]

Se consideră că suprafața ocupată trebuie să fie 40% din spațiul ocupat.

$$S_{totală} = \frac{40}{100} \times S_{st}$$

$$S_{totală} = \frac{40}{100} \times 66$$

$$S_{totală} = 26,4 \text{ [m}^2\text{]}$$

Suprafața totală

$$S_t = S_{st} + S_l, \text{ [m}^2\text{]}$$

În care:

S_t – suprafața totală a depozitului, [m²]S_{st} – suprafața ocupată de materia vegetală, [m²]S_l – suprafața liberă, [m²]

$$S_t = 66 + 26,4$$

$$S_t = 92,4 \text{ m}^2, \text{ aproximativ } 93 \text{ m}^2$$

Se folosește pentru depozitare 1 celulă de refrigerare cu atmosferă modificată care are o suprafață alocată de 105 m².

În acest ansamblu (suprafață) intră și spațiul necesar pentru instalația de ventilație, umidificare și eliminare a CO₂.

Înălțimea depozitului este de 7 m.

Stivele se așează astfel încât între ele și între stivă și perete să fie o distanță de minim 80 cm. Aceeași distanță se recomandă a se respecta și între plafon și suprafața merelor din stivă. Celula este construită din panouri care sunt îmbinate etanș, sisteme de absorbție a CO₂ și a etilenei,

generatoare de azot și comandă computerizată. Umplerea celulei durează maxim 2 săptămâni.

Calcularea suprafeței depozitului intermediar de temperare

Se consideră că acest depozit este 40 % din suprafața depozitului cu refrigerare.

$$S_{dt} = (40/100) \times S_{dr}, m^2$$

În care:

S_{dt} —suprafață depozit intermediar de temperare, m^2

S_{dr} —suprafață depozit refrigerare, m^2

$$S_{dt} = 0,4 \times 105$$

$$S_{dt} = 42 m^2$$

Calcularea suprafeței halei de recepție și procesare a merelor în vederea livrării cu amănuntul

Se calculează pornind de la o producție de 200 kg mere/h care se prelucrează și durată de stocare de 24 ore.

$$M_p = M_p \cdot \mathcal{G}$$

În care:

M_p = cantitatea orară de mere, 200 kg/h

\mathcal{G} = durată de păstrare, 24 h

$$M_p = 200 \cdot 24$$

$$M_p = 4800 \text{ kg}$$

Calcularea numărului de lădițe

Ambalarea merelor se va face în lădițe de plastic de 6 kg cu dimensiunile de 55 x 35 x 110 cm.

$$N_L = M/6$$

$$N_L = 4800/6$$

$$N_L = 800 \text{ lădițe}$$

Lădițele se așează în stive de 10 bucăți suprapuse.

Calcularea numărului de stive

$$N_s = N_L/10$$

$$N_s = 800/10$$

$$N_s = 80 \text{ stive}$$

Suprafața acoperită de o stivă [m²]:

$$S_S = L \cdot l$$

$$S_S = 0,55 \cdot 0,35$$

$$S_S = 0,19 \text{ m}^2$$

$$S_S = 0,2 \text{ m}^2$$

Suprafața ocupată de stive [m²]:

$$S_{st} = S_S \cdot N_s [\text{m}^2]:$$

$$S_{st} = 0,2 \cdot 80$$

$$S_{st} = 16 \text{ m}^2$$

Suprafața liberă a halei de recepție și procesare a merelor

Se consideră că suprafața liberă trebuie să fie 40% din spațiul ocupat de stive.

$$S_l = (40/100) \cdot S_{st}, \text{ m}^2$$

$$S_l = 0,4 \cdot 16$$

$$S_l = 6,4 \text{ m}^2$$

Suprafața totală a halei de recepție și procesare a merelor:

$$S_t = S_{st} + S_l, \text{ m}^2$$

$$S_t = 16 + 6,4$$

$$S_t = 22,4 \text{ m}^2$$

Calcularea suprafeței depozitului de produs finit

Dacă cantitatea orară de mere ambalate este de: $M_p = 200$ kg/h și depozitarea se face pentru cel mult 24 de ore ($\mathcal{C} = 24$ h) atunci:

$$M_p = M_p \cdot \mathcal{C}, \text{ m}^2$$

$$M_p = 200 \cdot 24$$

$$M = 4800 \text{ kg}$$

În care:

M_p – materia primă, kg/h

G – timpul de depozitare, h

Calcularea numărului de lădițe

Ambalarea merelor în pungi se va face în lădițe de plastic de 6 kg cu dimensiunile de 55 x 35 x 10 cm.

$$N_L = M/6, \text{ lădițe}$$

$$N_L = 4800/6$$

$$N_L = 800 \text{ lădițe}$$

Lădițele se așează în stive de 10 bucăți suprapuse.

Calcularea numărului de stive

$$N_S = N_L/10, \text{ stive}$$

$$N_S = 800/10$$

$$N_S = 80 \text{ stive}$$

Suprafața acoperită de o stivă [m^2]:

$$S_S = L \cdot l$$

$$S_S = 0,55 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m}$$

$$S_S = 0,2 \text{ m}^2$$

Suprafața ocupată de stive, m^2

$$S_{st} = S_S \cdot N_S, \text{ m}^2$$

$$S_{st} = 0,2 \cdot 80$$

$$S_{st} = 16 \text{ m}^2$$

Suprafața liberă a depozitului de produs finit

Se consideră că suprafața liberă trebuie să fie 40% din spațiul ocupat de stive.

$$S_l = 40/100 \cdot S_{st}$$

$$S_l = 0,40 \cdot 16$$

$$S_l = 6,4 \text{ m}^2$$

Suprafața totală a depozitului

$$S_t = S_{st} + S_l$$

$$S_t = 6,4 + 28,8$$

$$S_t = 35,2 \text{ m}^2 \approx 36 \text{ m}^2$$

Aceste spații de depozitare și prelucrare vor fi însoțite de acelea ale grupurilor sociale destinate bărbaților și femeilor, separat, laborator de analize primare cu magazie de reactivi și ustensile specifice, atelier mecanic, depozite de echipamente, magazie de substanțe dezinfectant

5.

Bibliografie

- Abeles, F. B., P. W. Morgan, M. E. Saltveit. Ethylene in Plant Biology, Vol. 15. 2d ed. San Diego, Ca: Academic Press, 1992.
- Adekunte, A., Tiwari, B., Cullen, P., Scannell, A., & O'Donnell, C. (2010). Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice. *Food Chemistry*, 122(3), 500–507.
- Agricultural Research Service Agriculture Handbook Number 66 Revised February 2016, The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks, United States Department of Agriculture.
- Aharoni, Y., P Hartsell, JK Stewart, DK Young. Control of western flower thrips on harvested strawberries with acetaldehyde in air, 50% carbon dioxide or 1% oxygen. *J Econ Entomol* 72:819–822, 1979.
- Asad Ali, Shaukat Hussain, Shah Alam and Sartaj alam, Characterization of the causal organism of blackleg and soft rot of potato, and management of the disease with balanced fertilization, *pak. j. bot.*, 46(6): 2277-2284, 2014.
- Baird, C. D., J. J. Gaffney, M. T. Talbot. Design criteria for efficient and cost effective forced-air cooling systems for fruits and vegetables. *ASHRAE Trans* 94:1434–1454, 1988.

- Barreiro, J., Milano, M., & Sandoval, A. (1997). Kinetics of colour change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. *Journal of Food Engineering*, 33(3–4), 359–371.
- Bautista, O. K. și Mabesa, R. C. (eds). 1977. *Producția de legume*. Universitatea din Filipine din Los Banos. Indicii de maturitate suplimentari detaliați pentru fructe, legume și flori tăiate pot fi găsiți online la <http://postharvest.ucdavis.edu> pe o gamă largă de fișe informative despre produse.
- Beaudry, R. M. Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. *Postharvest Biol Technol* 15:293–303, 1999.
- Beaudry, R. M., Responses of horticultural commodities to low oxygen: limits to the expanded use of modified atmosphere packaging. *HortTechnology* 10(3):491–500, 2000.
- BeMiller, J. N., & Whistler, R. L. (1996). Carbohydrates. In O. R. Fennema (Ed.), *Food chemistry* (pp. 157–224). New York: Marcel Dekker.
- Ben-Yehoshua, S., Respiration and ripening of discs of the avocado fruit. *Plant Physiol* 17:71–80, 1964.
- Ben-Yehoshua, S., B Shapiro, Z Even-Chen, S Lurie. Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. *Plant Physiol* 73:87–93, 1983.
- Ben-Yehoshua, S. Transpiration, water stress and gas exchange. In: J Weichmann, ed. *Postharvest Physiology of Vegetables*. New York: Marcel Dekker, 1987, pp. 113–170.
- Biale, J. B., Respiration of fruits. In: W Ruhland, ed. *Encyclopaedia of Plant Physiology*, Vol 12(2). Berlin: Springer-Verlag, 1960, pp. 536–592.
- Bouble, B., D Fath, P. Soudain. Nitrous oxide inhibition of ethylene production in ripening and senescing climacteric fruits. *Postharvest Biol Technol* 5(4):311–321, 1995.

- Buchnan-Wollaston, V., The molecular biology of leaf senescence. *J Exp Bot* 48:181–189, 1997.
- Buera, M., Lozano, R., & Petriella, C. (1986). Definition of colour in the non-enzymatic browning process. *Die Farbe*, 32, 318–322.
- Burton, W. G. Post-harvest physiology of food crops. London: Longman, 1982.
- Burzo Ioan, Fiziologia și tehnologia păstrării produselor horticole., Editura tehnică, 1986.
- CAC/RCP 44-1995, Codul Internațional Recomandat al Practicii pentru ambalarea și transportul fructelor și legumelor proaspete.
- CAC/PCP 53-2003, Code of hygienic practice for fresh fruits and vegetables.
- CAC/PCP 1-1969, Rev.4-2003, Recommended international code of practice general principles of food hygiene.
- Campbell, C., Huber, D., & Koch, K. (1989). Postharvest changes in sugars, acids, and color of carambola fruit at various temperatures. *HortScience*, 24(3), 472–475.
- Carreno, J., Martinez, A., Almela, L., & Fernández-López, J. (1995). Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. *Food Research International*, 28(4), 373–377.
- Clarke, I. D., Effects of Radiation Treatments., Biochemistry of the fruit and their products. London and New York, Academic Press, 1972.
- „CFR – Code of Federal Regulations Title 21”. *Accessdata.fda.gov*. 09. October.2023.
- CODEX STANDARD FOR APPLES-CODEX STAN 299-2010.
- Dana, W., & Ivo, W. (2008). Computer image analysis of seed shape and seed color for flax cultivar description. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61(2), 126–135.

- Das, I., Das, S. K., & Bal, S. (2004). Specific energy and quality aspects of infrared (IR) dried parboiled rice. *Journal of Food Engineering*, 62(1), 9–14.
- Dede, S., Alpas, H., & Bayındırlı, A. (2007). High hydrostatic pressure treatment and storage of carrot and tomato juices: antioxidant activity and microbial safety. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(5), 773–782.
- Denna, D. W., Transpiration and the waxy bloom in *Brassica oleracea* L. *Aust J Biol Sci* 23:27–31, 1970.
- Du, C. J., & Sun, D. W. (2004). Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science & Technology*, 15(5), 230–249.
- Emond, J. P., F Castaigne, C. J. Toupin, D Desilets. Mathematical modelling of gas exchange in modified atmosphere packaging. *Trans ASAE* 34(1):239–245, 1991.
- Emond, J. P., KV Chau, J. K. Brecht, M. O. Ngadi. Mathematical modelling of gas concentration profiles in modified atmosphere bulk packages. *Trans ASAE* 41(4):1075–1082, 1998.
- Ezell. B. D. and M. S. Wilcox. Loss of vitamin C in fresh vegetables as related to wilting and temperature. *J Agric Food Chem* 7:507–509, 1959.
- FAO. 1989. Prevention of Post-Harvest Food Losses: Fruit. Vegetables and Root Crops. A Training Manual. Rome: UNFAO. 157 pp.
- Fennema, O. R. (1996). *Food chemistry* (3rd ed.). New York: Marcel Dekker.
- FIPA, Food Irradiation Processing Alliance (2018). „Food Irradiation Q and A”, *Nutrition, Center for Food Safety and Applied*. „Irradiated Food & Packaging - Food Irradiation: What You Need to Know”. www.fda.gov. Accesat în 14 aprilie 2018.
- Fishman, S., V. Rodov, S. Ben-Yehoshua. Mathematical model for perforation effect on oxygen and water vapor

- dynamics in modified-atmosphere packages. *Journal of Food Science* 61(5):956–961, 1996.
- Gomez Posidia Pineda, Nathalia Mutis González, Brenda Contreras-Jimenez, Mario E. Rodriguez-Garcia, Physicochemical Characterisation of Starches from Six Potato Cultivars Native to the Colombian Andean Region, *Potato Research* (2021) 64:21–39, <https://doi.org/10.1007/s11540-020-09462->
- Gorny, J. R. 2001. A summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. pp 95-145. *Postharvest Horticulture Series No. 22A*, University of California, Davis.
- Graham Thorpe, 2008, The design and operation of hydrocoolers: a Smart Water funded project, Institute of Sustainability and Innovation School of Architectural, Civil and Mechanical Engineering PO Box 14428, Victoria University Melbourne 8001, pag.21-27.
- Granato, D., & Masson, M. L. (2010). Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions: a response surface approach. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(4), 1090–1096
- Grierson, W. 1987. *Postharvest Handling Manual, Commercialization of Alternative Crops Project*. Belize Agribusiness Company/USAID/Chemonics International Consulting Division, 2000 M Street, N.W., Suite 200, Washington, D.C. 20036.
- Hafiz Farhad Ali, Ayesha Bibi, Musharaf Ahmad, Muhammad Junaid, Hertog, M.L.A.T.M., LMM Tijskens, PS Hak. The effects of temperature and senescence on the accumulation of reducing sugars during storage of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers: a mathematical model. *Postharvest Biol Technol* 10:67–79, 1997
- Hirata, T., Y. Ishikawa, S. Katsuura, Y. Hasegawa. A theoretical model for designing modified atmosphere

- packaging with perforation. *Trans ASAE* 39(4):1499–1504, 1996.
- Hoffman, J. C., Morphological variations of snap bean pods associated with weight loss and wilting. *Proc Am Soc Hort Sci* 91:294–303, 1967.
- Holloway, P. J. Structure and histochemistry of plant cuticular membranes: an overview. In: DF Cutler, KL Alvin, CE Price, eds. *The Plant Cuticle*. London: Academic Press, 1982, pp. 1–32.
- Hosoda, H., Inoue, E., Iwahashi, Y., Sakaue, K., Tada, M., & Nagata, T. (2005). Inhibitory effect of sulfides on browning of apple slice. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 52(3), 120–124.
- Hruschka, H. W. Postharvest weight loss and shrivel in five fruits and five vegetables. *Agricultural Marketing Service, U.S. Dept. of Agr., Marketing Res. Rep.* 1059. 1977.
- Hsu, C. L., Chen, W., Weng, Y. M., & Tseng, C. Y. (2003). Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chemistry*, 83 (1), 85–92.
- Hunter, R. S., Harold, R. W. (1987). *The measurement of appearance*. Hoboken, NJ: Wiley-Interscience.
- ISO 9001, Managementul calității
- ISO 14470:2011, Food irradiation, Requirements for the development, validation and routine control of the process of irradiation using ionizing radiation for the treatment of food
- Jain, A. K. (1989). *Fundamentals of digital image processing*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Joseph J. Provost, Keri L. Colabroy, Brenda S. Kelly, and Mark A. Wallert. 2016, *The Science of Cooking: Understanding the Biology and Chemistry Behind Food and Cooking*, First Edition, John Wiley & Sons, Inc. Published 2016 by John Wiley & Sons, Inc. Companion website: ww.wiley.com/go/provost/science_of_cooking.

- Kader, A. A., Postharvest biology and technology: an overview. In: AA Kader, ed. Postharvest Technology of Horticultural Crops. 2d ed. Publication 3311. Oakland, Ca: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1992, pp. 15–20.
- Kader, A. A. Modified atmospheres during transport and storage In: AA Kader, ed. Postharvest Technology of Horticultural Crops. 2d ed. Publication 3311. Oakland, Ca: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1992, pp. 85–95.
- Kader, A. A., 1993. Postharvest Handling. In: Preece, J.E. and Read, P. E., The Biology of Horticulture- An Introductory Textbook. New York : John Wiley & Sons. pp. 353-377.
- Kader, A.A. 1999. Fruit maturity, ripening and quality relationships. *Acta Hort* 485: 203-208.
- Kader, A. A. 2001, A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. pp 29-70. Postharvest Horticulture Series No. 22A, University of California, Davis.
- Kader, A. A. (ed). 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops (3rd Edition). UC Publication 3311. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California 94608. 535 pp.
- Kang, K., Oh, G., Go, Y., Kim, Y., Park, D., & Kim, H.(2004). Inhibition of enzymatic browning in *Paeonia radix rubra* by citric acid. *Food Science and Biotechnology*, 13, 119–125.
- Kays S. J. Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. Postharvest Preservation and Storage 61 Copyright 2004 by Marcel Dekker, Inc. All Rights Reserved.
- Kotwaliwale, N., Bakane, P., & Verma, A. (2007). Changes in textural and optical properties of oyster mushroom during hot air drying. *Journal of Food Engineering*, 78(4), 1207–1211.

- Ku, V. V. V., RBH Wills. Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli. *Postharvest Biol Technol* 17(2):127–132, 1999.
- Kunstadt et al., USDA (1989). Safety Factors Influencing The Acceptance Of Food Irradiation Technology, Report Of A Task Force Meeting On Public Information Of Food Irradiation Convened By The International Consultative Group On Food Irradiation And Held In Cadar.
- Kuprferman, E. (1997). Controlled atmosphere storage of apples. CA '97 Proceedings, Vol. 2, pp 1-30. *Postharvest Horticulture Series*No. 16, University of California, Davis.
- Lambrecht, H. (1995). Sulfite substitutes for the prevention of enzymatic browning in foods. In *Enzymatic Browning and its Prevention*. ACM Symposium Series No. 600, pp 313–324.
- Lazan, H. Z. M. Ali, A Mohd, GB Ong. Influence of water stress on cold induced sweetening in leafy vegetable *Brasica juncea* L. *J Food Sci* 52:1289–1292, 1987.
- Lenzian, K. J., G. Kerstiens. Sorption and transport of gases and vapors in plant cuticles. *Rev Environ Contam Toxicol* 121:65–128, 1991.
- Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F., & Leon, J. (2006). Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Research International*, 39(10), 1084–1091.
- Lesham, Y. Y., RBH Wills. Harnessing senescence delaying gases nitric oxide and nitrous oxide: a novel approach to postharvest control of fresh horticultural produce. *Biologia Plantarum* 41(1):1–10, 1998.
- Leyte, J. C. and Forney, C.F. 1999. Controlled atmosphere tents for storing fresh produce in conventional refrigerated rooms. *HortTechnology* 9 (4) 672-675.
- Lopez, A., Pique, M., Boatella, J., Romero, A., Ferran, A., & Garcia, J. (1997). Influence drying conditions on the hazelnut quality. III. Browning. *Drying Technology*, 15(3–4), 989–1002.

- Lu, S., Luo, Y., Turner, E., & Feng, H. (2007). Efficacy of sodium chlorite as an inhibitor of enzymatic browning in apple slices. *Food Chemistry*, 104 (2), 824–829.
- Lunadei, L., Galleguillos, P., Diezma, B., Lleó, L., & Ruiz-Garcia, L. (2011). A multispectral vision system to evaluate enzymatic browning in fresh-cut apple slices. *Postharvest Biology and Technology*, 60, 225–234.
- MacDougall, D. B. (2002). *Colour in food: Improving quality*. Boca Raton: CRC.
- Maguire, K. M., NH Banks, L Opara. Factors affecting weight loss of apples. *Hort Reviews* 25: 197–234, 2001.
- Maguire, K. M., Amos, Kelly, D., 2004, Influence of storage temperature and at-harvest maturity on incidence of chill-related disorders in 'hort 16a' kiwifruit, *ISHS Acta Horticulturae* 687: International Conference Postharvest Unlimited Downunder 2004, 10.17660/ActaHortic. 2005.687.5
- Marangoni, A. G., T. Palma, DW Stanley. Membrane effects in postharvest physiology. *Postharvest Biol, Technol* 7(3):193–217, 1996.
- Marcondes, J. A. Cushioning properties of corrugated fiberboard and the effects of moisture content. *Trans Am Soc Agr Eng* 35:1949–1953, 1992.
- Makhlouf, J., C Willemot, J. Arul, F. Castaigne, J. P. Emond. Long-term storage of broccoli under controlled atmosphere. *HortScience* 24:637–639, 1989.
- Marks, J. P., R Bernlohr, JP Varner. Esterification of phosphate in ripening fruit. *Plant Physiol* 32:259–262, 1957
- Matheis, J., J. K. Fellman. Impacts of modified atmosphere packaging and controlled atmospheres on aroma, flavor and quality of horticultural commodities. *Hort Technology* 10(3):507–510, 2000.
- Mathooko, F. M. Regulation of respiratory metabolism in fruits and vegetables by carbon dioxide. *Postharvest Biol Technol* 7:1–26, 1996. *Postharvest Preservation and*

- Storage 63 Copyright 2004 by Marcel Dekker, Inc. All Rights Reserved.
- Maxie, E. C., PB Catlin, HT Hartman. Respiration and ripening of olive fruits. *Proc Am Soc Hort Sci* 75:275–291, 1960.
- Mayer, A. M., & Harel, E. (1979). Polyphenol oxidases in plants. *Phytochemistry*, 18(2), 193–215.
- McDonald, B. 1982. Controlled atmosphere storage using plastic tents. International Institute of Refrigeration.
- McGee, H. (2001), *On food and cooking the science and lore of the kitchen*, scribne, New York London Toronto Sydney.
- McLarin, Mark-Anthony; Leung, Ivanhoe K. H. (2020). „Substrate Specificity of Polyphenol Oxidase”. *Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol.* 55 (3):274–308, doi: 10.1080/10409238.2020.1768209. PMID 32441137. S2CID 218831573.
- Medlicott, A., Semple, A., Thompson, A., Blackbourne, H., & Thompson, A. (1992). Measurement of colour changes in ripening bananas and mangoes by instrumental, chemical and Menniti, A.M. (1977). Biopathological effects of ionizing radiation on onions. *Hort. Abstr.*, 48 (7): 6467. Visual assessments. *Tropical Agriculture*, 69(2), 161–166.
- Minolta, K. (1994). *Precise color communication*. Ramsey, NJ: Minolta Co.
- Mitchell, F. G., Guillon, R. A., Parson. 1972. *Commercial Cooling of Fruit and Vegetables*. U.C. Extension Manual 43, University of California, Division of Agricultural Science, Oakland, California 94608.
- Mohapatra, D., Bira, Z. M., Kerry, J. P., Frías, J. M., & Rodrigues, F. A. (2010). Postharvest hardness and color evolution of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Journal of Food Science*, 75(3), E146–E152.
- Murtaza, Al., 1974, *Metode de amenajare a spațiilor pentru păstrarea catofilor, legumelor și fructelor*, redacția revistelor agricole, București.

- Nanos, G. D., J. Romani, A. A. Kader. Respiratory metabolism of pear fruit and cultured cells exposed to hypoxic atmospheres: associated change in activities of key enzymes. *J Amer Soc Hort Sci* 119(2):228–294, 1994.
- Nicuța Alexandru, *Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători*, Ediția 7, Vol.1. 2018. Chișinău, Republica Moldova. ISBN 978-9975-108-45-4
- Nilsson, T. Postharvest handling and storage of vegetables. In: RL Shewfelt, B Brućkner, eds. *Fruit and Vegetables Quality: An Integrated View*. Lancaster, Pa: Technomic, 2000, pp. 96–122.
- Nobel, P. S. Cells and diffusion. In: *Physicochemical and environmental plant physiology*. San Diego, Ca: Academic Press, 1991, pp. 1–46.
- Osanai, Y., Motomura, Y., & Sakurai, N. (2003). Effect of methyl bromide on the internal browning, firmness and elasticity of flesh in un-bagged apple ‘Fuji’ fruit. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 50(5), 254–258.
- Pantastico, Er. B. 1980. *FAO/UNEP Expert Consultation on Reduction of Food Losses in Perishable Products of Plant Origin*. (6 May 1980, FAO., Rome). 54 pp.
- Patras, A., Brunton, N. P., Da Pieve, S., & Butler, F. (2009a). Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry purées. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(3), 308–313.
- Patras, A., Brunton, N. P., Tiwari, B., & Butler, F. (2011). Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 1245–1252.
- Paull, R. E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biol Technol* 15:263–277, 1999.

- Pech, J., C. Balague, A. Latche, M. Bouzayen. Postharvest physiology of climacteric fruits: recent developments in the biosynthesis and action of ethylene. *Science Des Aliments* 14:3–15, 1994
- Pierre, R., M Souty, Y Chambroy. Gas exchange in modified atmosphere packaging. 1: A new theoretical approach for micro-perforated packs. *International Journal of Food Science and Technology* 29:365–387, 1994.
- Pineda-Gomez Posidia & Nathalia Mutis González & Brenda Contreras-Jimenez & Mario E. Rodriguez-Garcia, Physicochemical Characterisation of Starches from Six Potato Cultivars Native to the Colombian Andean Region, *Potato Research* (2021) 64:21–39 <https://doi.org/10.1007/s11540-020-09462-0>
- Pristijono, P., Wills, R., & Golding, J. (2006). Inhibition of browning on the surface of apple slices by short term exposure to nitric oxide (NO) gas. *Postharvest Biology and Technology*, 42(3), 256–259.
- Provost J. Joseph, Keri L. Colabroy, Brenda S. Kelly, and Mark A. Wallert. *The Science of Cooking: Understanding the Biology and Chemistry Behind Food and Cooking*, First Edition. 2016 John Wiley & Sons, Inc. Published 2016 by John Wiley & Sons, Inc. Companion website: www.wiley.com/go/provost/science_of_cooking.
- Purlis, E. (2010). Browning development in bakery products – a review. *Journal of Food Engineering*, 99(3), 239–249.
- Reid, M. S. Ethylene in postharvest technology. In: AA Kader, ed. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 2d ed. Publication 3311. Oakland, Ca: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1992, pp. 97–108.
- Roberts, Peter ,2016 „*Food Irradiation: Standards, regulations, and world-wide trade*”. *Radiation Physics and Chemistry*. 129: 30–34.

- Robertson, G. L., *Food Packaging Principles and Packaging*. New York: Marcel Dekker, 1993.
- Robertson, T. R., *Why Packaging? The Orchardist of New Zealand* 70(11):46–48, 1997.
- Romani, R. J., *Senescence and homeostasis in postharvest research*. *HortScience* 22:865–868, 1987.
- Quevedo, R., Aguilera, J., & Pedreschi, F. (2010). Color of salmon fillets by computer vision and sensory panel. *Food and Bioprocess Technology*, 3(5), 637–643.
- Quintas, M. A. C., Brandão, T. R. S., & Silva, C. L. M. (2007). Modelling colour changes during the caramelisation reaction. *Journal of Food Engineering*, 83(4), 483–491.
- Quitão-Teixeira, L. J., Aguiló-Aguayo, I., Ramos, A. M., & Martín-Belloso, O. (2008). Inactivation of oxidative enzymes by highintensity pulsed electric field for retention of color in carrot juice.
- Rhim, J., Wu, Y., Weller, C., Schnepf, M. (1999). Physical characteristics of a composite film of soy protein isolate and propyleneglycol alginate. *Journal of Food Science*, 64(1), 149–152.
- Saltveit, M. E., *Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables*. *Postharvest Biol Technol* 15:279–292, 1999.
- Saltveit, M. E., Jr, Morris, L.L., *Overview on chilling injury of horticultural crops*, Ch. 1. In: CY Wang, ed. *Chilling Injury of Horticultural Crops*. Boca Raton, Fla: CRC Press, pp. 2–15.
- Saltveit, M. E., *A summary of CA and MA requirements and recommendations for harvested vegetables*. *Proceedings Seventh International Controlled Atmosphere Research Conferences. CA'97. Vol 4. Vegetables and ornamentals*. Davis, California, 1997, pp. 98–117
- Saltveit, M. A. 2001. *A summary of CA requirements and recommendations for vegetables*. pp 71-94. *Postharvest Horticulture Series No. 22A*, University of California, Davis.

- Sapers, G. M., & Douglas, F. W., Jr. (1987). Measurement of enzymatic browning at cut surfaces and in juice of raw apple and pear fruits. *Journal of Food Science*, 52(5), 1258–1285.
- Sastry, S. K., Factors affecting shrinkage of fruits in refrigerated storage. *Am Soc Heat Refrig Aircond Eng Trans* 91:683–689, 1985.
- Serek, M., E. C. Sisler, MS Reid. 1-Methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants. *Acta Horticulturae* 394:337–345, 1995.
- Shorter, A. J. et al. 1987. Controlled atmosphere storage of bananas in bunches at ambient temperatures. *CSIRO Food Research Quarterly* 47:61-63.
- Solomos, T. Effect of hypoxia on the senescence of horticultural crops. *Proceedings Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference. CA'97. Vol 4. Vegetables and Ornamentals. Davis, California, 1997, pp. 138–148.*
- Sommer, N. F. Principles of disease suppression by handling practices. In: AA Kader, ed. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 2d ed. Publication 3311. Oakland, Ca: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1992, pp. 109–116
- STAS 9127/6-82, Cartofi de toamnă pentru consum alimentar, Păstrare,
<https://lege5.ro/gratuit/gmzdomjw/standardele-pentru-legume-si-fructe-in-stare-proaspata-ordin-293-2001?dp=gezdkmzzgyzdo>
- STAS 11229-80. Cartofi pentru industrie,
<https://magazin.asro.ro/ro/standard/10296>
- Tanner, D. J., Mathematical modelling for design of horticultural packaging. PhD thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand, 1998.

- Tanner, D. J., AC Cleland, TR Robertson, LU Opara. A generalised mathematical model for prediction of mass loss from packaged horticultural produce during storage. *Acta Hort* 476:113–120, 1998.
- Tanner, D. J., AC Cleland, PD King. Design of apple packaging using a mathematical modelling methodology: a technology transfer case study. *Proc 20th Int Congr Refrig* 6:511–518, 1999.
- Tao, Y., Heinemann, P., Varghese, Z., Morrow, C., & Sommer, H. (1995). Machine vision for color inspection of potatoes and apples. *Transactions of ASAE*, 38(5), 1555–1562.
- Thompson, J. F., FG Mitchell, T. R. Rumsey, R. F. Kasmire, CH Crisosto. *Commercial Cooling of Fruits, Vegetables and Flowers*. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Publication 21567, 1998.
- Thompson, A. K., *Postharvest Technology of Fruit and Vegetables*. London: Blackwell Science, 1996.
- Thompson, J. F. et al. 2001. Effect of cooling delays on fruit and vegetable quality. *Perishables Handling Quarterly* Issue No. 105 : 2-5.
- Tiwari, B., Muthukumarappan, K., O'Donnell, C., & Cullen, P. (2008a). Effects of sonication on the kinetics of orange juice quality parameters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(7), 2423–2428.
- Tucker, G. A., Introduction. In: GB Seymour, JE Taylor, GATucker, eds. *Biochemistry of Fruit Ripening*. London: Chapman and Hall, 1993, pp. 1–52.
- Ulrich, R., Organic acids. In: AC Hulme, ed. *The Biochemistry of Fruits and Their Products*, Vol 1. London: Academic Press, 1970, pp. 89–118.
- Vamos-Vigyazo, L. (1981). Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 15, 49–127.

- Vigneault, C., Raghavan, V.G.S., and Prange, R. 1994. Techniques for controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Technical Bulletin 1993-18E.
- Wang, C. Y. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. *HortScience* 17:173–186, 1982
- Watkins, C. B. Responses of horticultural commodities to high carbon dioxide as related to modified atmosphere packaging. *HortTechnology* 10(3):501–506, 2000.
- Whiting, G. S., Sugars. In: AC Hulme, ed. *The Biochemistry of Fruits and Their Products*, Vol 1. London: Academic Press, 1970, pp. 1–31.
- Wills, R. B. H., WB. McGlasson, D. Graham, TH. Lee, EG Hall. *Postharvest. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruits and Vegetables*. Sydney: NSW University Press, 1989.
- Yam, L. Kit, Spyridon E. Papadakis, 2004, A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces, *Journal of Food Engineering* 61(1):137-142, DOI:10.1016/S0260-8774(03)00195-X
- Yu, Y.B., D.O. Adams, S.F. Yang. Inhibition of ethylene production by 2,4 dinitrophenol and high temperature. *Plant Physiol* 66:286–290, 1980.

Bibliografie Web

- net 1.1: <http://www.amex-lab.ro/echipamente>
- net 1.2: <https://s.cdnmpro.com/559506470/p/m/2/aparat-pentru-determinare-duritate-fructe-legume~8334242.jpg>
- net 1.3: http://files.foodmate.com/2013/files_925.html,
Codex 299 accesat în 2023
- net 1.4: https://romtech.ro/online/index.php?route=product/product&product_id=562
- net 1.5: https://www.google.com/search?q=MiniScan+XE+Plus+4500I&rlz=2C1OPRB_enRO

0537RO0537&oq=MiniScan+XE+Plus+45001+&aqs=chrome..69i57j0i512i546.1720j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8#vhid=uHPA8ubSdRTqRM&vssid=1

net 2.1: <http://www.fda.gov>

net 3.1: <https://www.who.int/>), radura

net 3.2: www.iaea.org

net 3.3: <https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/food-irradiation-what-you-need-know>

net 3.7: a, 2022, www.inokat.gr,

https://www.youtube.com/watch?v=Nwudp_Ju6jw

net 3.7: b, 2022. Gropak Paltmerson North, NZ,

<http://www.gropak.co.nz/sunlite-potatoes>, pentru fructe și legume C 1000

net 4.1: accesat 24 august 2022

<https://www.glissando.ro/product/patarea-bruna-la-cartof-alternarioza-cartofului/>

net 4.2: <https://www.glissando.ro/product/putregaiul-uscatal-tuberculilor-de-cartof/>

net 4.3: [https://www.duijndam-](https://www.duijndam-machines.com/en/categories/washing-machines/?gclid=CjwKCAiAlJKuBhAdEiwAnZb7IYEUMDr4cjBvGYScFSGjnZIwv30S0ssaos1o_MkgfhfSEE_r8U9LxzBoC2koQAvD_BwE)

[machines.com/en/categories/washing-](https://www.duijndam-machines.com/en/categories/washing-machines/?gclid=CjwKCAiAlJKuBhAdEiwAnZb7IYEUMDr4cjBvGYScFSGjnZIwv30S0ssaos1o_MkgfhfSEE_r8U9LxzBoC2koQAvD_BwE)

[machines/?gclid=CjwKCAiAlJKuBhAdEiwAnZb7IYEUMDr4cjBvGYScFSGjnZIwv30S0ssaos1o_MkgfhfSEE_r8U9LxzBoC2koQAvD_BwE](https://www.duijndam-machines/?gclid=CjwKCAiAlJKuBhAdEiwAnZb7IYEUMDr4cjBvGYScFSGjnZIwv30S0ssaos1o_MkgfhfSEE_r8U9LxzBoC2koQAvD_BwE)

net 4.4: <https://xactpack.co.uk/product/prepack/net-pack-styles/girsac>

net 4.5: [https://agroverde.ro/sac_iuta_50x100_340_](https://agroverde.ro/sac_iuta_50x100_340_g_bucata?gclid=CjwKCAjwmK6IBhBqEiwAocMc8uuFZNZlgRYaB6nw9rkvGMOIQLVBwur1GGNGcJUv3ysUax8h71_DxoC348QavD_BwE)

[g_bucata?gclid=CjwKCAjwmK6IBhBqEiwAocMc8uuFZNZlgRYaB6nw](https://agroverde.ro/sac_iuta_50x100_340_g_bucata?gclid=CjwKCAjwmK6IBhBqEiwAocMc8uuFZNZlgRYaB6nw9rkvGMOIQLVBwur1GGNGcJUv3ysUax8h71_DxoC348QavD_BwE)

[9rkvGMOIQLVBwur1GGNGcJUv3ysUax8h71_DxoC348QavD_BwE](https://agroverde.ro/sac_iuta_50x100_340_g_bucata?gclid=CjwKCAjwmK6IBhBqEiwAocMc8uuFZNZlgRYaB6nw9rkvGMOIQLVBwur1GGNGcJUv3ysUax8h71_DxoC348QavD_BwE)

net 4.6: accesat 2024:

<http://www.lantecind.ro/frig2.php#util>

net 4.7: accesat 2024 <https://frigotherm.ro/Blog/depozite-legume-fructe/>

- net 4.8: <https://www.fao.org/3/ae075e/ae075e19.htm#1>,
accesat 2024
- net 4.9: accesat 2024
<http://www.frigomekanik.com/movie/potato-refrigeration-humidification-ventilation.mp4>
- net 4.10: <http://www.frigomekanik.com/movie/frigo-ventilation.mp4>, ceapă, accesat 2024
- net 4.11: 2024-02-12, <https://www.onionspotatoes.com/storage/systems/combivent.php>
- net 4.12: <https://www.onionspotatoes.com/storage/systems/combivent.php>,
- net 4.13: 2024-02-12 <https://www.onionspotatoes.com/storage/systems/combivent.php>
- net 4.14: accesat 2024-02-12,
<https://www.geoclima.com/pro/india-potatoes-storage/>
- net 4.15: accesat 2024-02-12,
<https://agrovent.com/en/projects/>
- net 4.16: accesat 2024,
<https://www.imobiliare.ro/inchirieri-spatii-industriale/cluj-napoca/aeropot/spatiu-industrial-de-inchiriat-X0911426I>
- net 4.17: 2022-09-14 <https://all.biz/ro-ro/linii-automatizate-de-sortat-si-ambalat-legume-si-g21090>