

Ecodesign-ul ambalajelor pentru alimente

Unit 3: Concepte ale degradării alimentelor și metode de conservare

Gabriel Laslu, Dipl.-Ing. (IDT1), gabriel.laslu@gmail.com

3.1 Degradarea alimentelor	2
3.2 Principiile tehnologiilor de limitare a deteriorării alimentelor	8

După însușirea acestei unități, studentul va fi capabil să:

- Obiectivul 1. Să înțeleagă cauzele deteriorării alimentelor
- Obiectivul 2. Să cunoască principiile și metodele de conservare ale alimentelor.



3.1 Degradarea alimentelor

Cu privire la degradarea alimentelor se pot distinge mai multe situații:

- Impurificarea alimentelor – Prezența unor corpuri străine (ex. praf, păr, cioburi etc);
- Încechirea alimentelor – Proces care determină pierderea unor caracteristici nutritive și senzoriale pe care alimentele le au în stare proaspătă;
- Alterarea alimentelor - Proces care determină schimbarea aspectului și mirosului alimentelor, făcându-le necomestibile.

Alterarea se poate produce în urma acțiunii unor factori de natură fizică (lumină caldura), chimică (oxigen, apă) sau biologici (enzime și microorganisme) sau o combinație a acestora. De exemplu, unele enzime sunt factori interni de alterare ale produselor proaspete care sunt activate la lumină, fructele și sucurile naturale conțin enzime care în prezența oxigenului din aer provoacă mirosuri sau gusturi anormale.

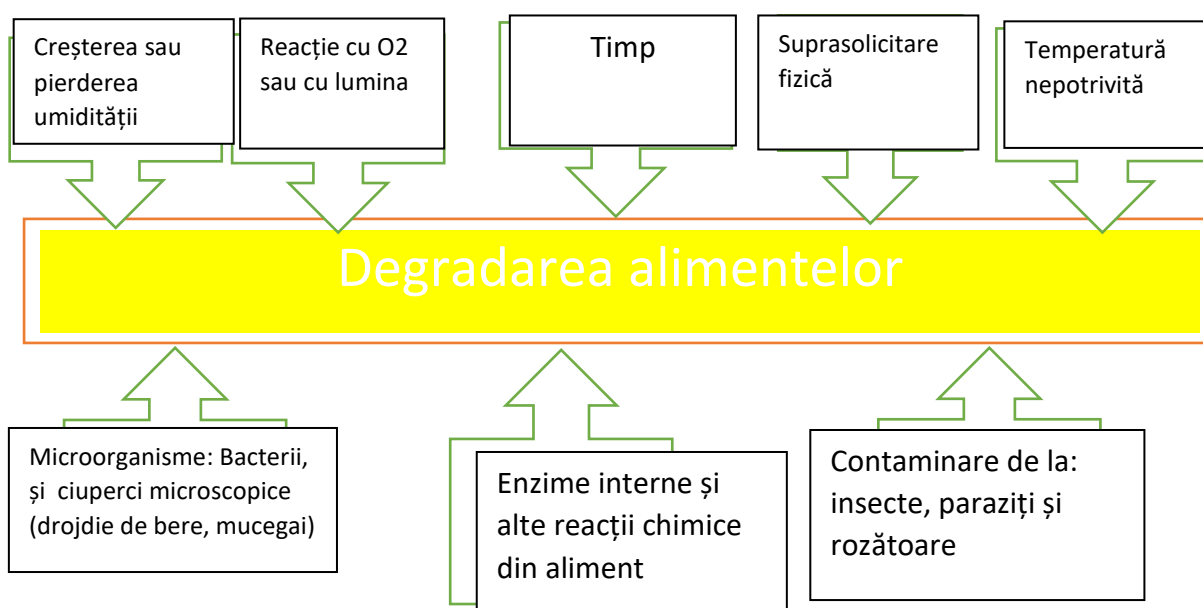


Fig. 1 Factori care contribuie la deteriorarea alimentelor, (prelucrare după <http://wiki.ubc.ca/Course:FNH200/lesson05>)

Enzimele

Enzimele, (de la grecescul "en zime" = drojdie), sunt proteine globulare complexe din organismele vii care catalizează accelerarea ratei reacțiilor biochimice. Fără ele fructele nu s-ar coace, semințele nu ar germina, nu am putea gândi, nu am putea digera alimentele și absorbi



substanțele nutritive prezente în acestea etc. Enzimele sunt implicate în mii de procese biochimice ce se desfășoară în organismul nostru.

Acțiunea enzimelor¹ poate fi folosită cu efecte benefice în industria alimentară, de exemplu, la fabricarea brânzei. Cu toate acestea, pentru a se păstra și a se extinde termenul de valabilitate al alimentelor, de obicei, este necesar să se inactiveze enzimele prezente în produsele alimentare și pe suprafețele ambalajelor folosind căldura sau mijloacele chimice. Fructele și legumele, care reprezintă surse majore de enzime, oferă multe exemple ale naturii și ale acțiunii acestor agenți de distrugere a produselor alimentare. Unele dintre acestea pot fi inactivate prin tratamente termice moderate, în timp ce altele necesită câteva minute la temperaturile de sterilizare. Pe parcursul coacerii fructelor, activitatea unor enzime crește și, în consecință, provoacă o înmuiere a țesutului. În cartofi, inhibitorii enzimelor joacă un rol important în echilibrarea ratei reacțiilor biochimice legate de acumularea de zahăr. Acest lucru este important pentru depozitarea și condiționarea cartofilor înainte de prelucrare, unde prezența zaharurilor reducătoare este nedorită, deoarece acestea pot duce la intensificarea reacțiilor care provoacă decolorarea prin așa numita reacție „enzymic browning”. De asemenea, ea apare la legume și fructe datorită deteriorării sau tăierii suprafeței și expunerii la aer. Pentru inactivarea enzimei se folosește acid citric, malic, fosforic sau se evită contactul cu oxigenul din aer prin imersie în saramură sau prin ambalare.

Ambalarea fructelor într-o atmosferă care exclude aerul va reduce gradul de reacție de decolorare, dar poate duce la probleme de calitate și nu este o soluție viabilă. Enzimele sunt, de asemenea, produse în timpul alterării microbiologice a alimentelor și sunt deseori implicate în ruperea texturii. Multe dintre microorganismele care secretă enzime sunt mucegaiuri. Există și specii bacteriene care produc amilaze, enzime stabile la căldură. Amilaza degradează amidonul, cu efect de reducere a vâscozității. Ineficiența inactivării enzimelor reduce de multe ori durata de depozitare a alimentelor ambalate. Aceasta reprezintă mai rar o problemă pentru produsele alimentare conservate, dar este un factor de luat în considerare pentru fructele și legumele congelate la care se aplică numai un proces de albire înainte de congelare. Albirea, urmărește să inactiveze majoritatea enzimelor, fără a impune deteriorarea termică excesivă a alimentelor și, prin urmare, pentru aceasta se utilizează temperaturi moderate (90-100 ° C) și durate scurte de încălzire (1-10min). La dezghețare se poate constata o activitate enzimatică înnoită datorată probabil regenerării enzimelor interne.

Microorganismele

Termenul se folosește pentru denumirea tuturor ființelor vii care nu sunt vizibile cu ochiul liber și pentru a le vedea este nevoie să se folosească un microscop.

Există multe tipuri de microorganisme, de forme diferite și cu structuri mai mult sau mai puțin complexe. Bacteriile, mucegaiurile și drojdiile sunt, acelea despre care se vorbește cel mai mult privitor la alterarea alimentelor. În ceea ce privește bolile transmise prin intermediul alimentelor,

¹ FOOD PACKAGING TECHNOLOGY- Edited by RICHARD COLES- Consultant in Food Packaging, London, DEREK MCDOWELL Head of Supply and Packaging Division Loughry College, Northern Ireland and MARK J. KIRWAN Consultant in Packaging Technology, London - 2003 by Blackwell Publishing Ltd



putem spune că bacteriile sunt, principalele responsabile. Foarte mulți factori contribuie la prezența microorganismelor în alimente. Prezența agenților patogeni (microbi, virusuri, paraziți, prioni) și contaminarea încrucișată² se crede că sunt „surse” de microorganisme în alimente³.

Diverse tipuri de microorganisme pot provoca schimbări în caracterul alimentelor, care pot fi "pozitive" sau "negative".

- Produsele cu transformări microbiene "pozitive" cuprind brânza, iaurtul și vinul, la care poate fi și o creștere a valorii nutritive sau păstrarea calității produselor pentru o perioadă scurtă de conservare.
- Aspectele negative ale creșterii microbiene cuprind deteriorarea alimentelor prin degradare și intoxicații alimentare, cauzate în principal de bacterii diferite și mai puțin răspândite. Pe măsură ce cresc, microorganismele eliberează propriile enzime în lichidul care le înconjoară și absorb produsele digestiei externe. Aceasta este principala cauză a alterării microbiene a alimentelor, care scade valoarea nutritivă a acestora.

Reglarea temperaturii este cea mai frecvent utilizată metodă de a distruge sau de a controla numărul de microorganisme prezente în produsele alimentare și pe suprafețele ambalajului.

- Bacteriile pot avea diverse forme: Rotunde, numite coci, de forma unei vergele, numite bacili, de formă spiralată, numite spirocheți. Apa este esențială pentru creșterea bacteriilor, deoarece facilitează transportul moleculelor mici prin membrana citoplasmică exterioară a celulei bacteriene datorită presiunii osmotice. Bacteriile necesită un nivel mai ridicat de apă disponibilă decât drojdiile sau mucegaiurile. La 20% apă disponibilă, creșterea lor este bună, dar este limitată când este redusă la 10%, iar la 5% nu mai există o creștere bacteriană. Activitatea apei (apa disponibilă) – A_w , în domeniul alimentelor, este definită ca presiunea parțială a vaporilor în aliment raportată la presiunea parțială a vaporilor de apă pură, la aceeași temperatură. Folosind această definiție specială, apa distilată pură are o valoare a activității de o unitate. Pe măsură ce temperatura crește, de obicei A_w crește, (cu excepția unor produse ca sarea cristalină sau zahărul). Substanțele cu valori A_w mai mari au tendința de a întreține mai multe microorganisme. Bacteriile necesită de obicei cel puțin $A_w=0,91$, iar ciupercile cel puțin 0,7. Un tabel cu valorile de activitate a apei în alimente și cu cel suportat de diverse microorganisme, este prezentat în anexa 1.⁴
- Ciupercile, sunt un grup de microorganisme care se găsesc în natură pe plante, pe animale și ființele umane. Diferitele specii de fungi variază foarte mult în structura lor și metoda de reproducere. Ciupercile pot fi organisme unice, rotunde sau ovale sau structuri cu mai multe celule cu fir. Firele pot forma o rețea, vizibilă cu ochiul liber, sub formă de mucegai (de exemplu, pe pâine și brânză). Ciupercile sunt împărțite în drojdii și mucegaiuri.

² Contaminarea încrucișată reprezintă trecerea directă sau indirectă a microbilor patogeni de la alimentele contaminate crude la alte alimente.

³ Microorganismele și intoxicațiile alimentare – Lifelong learning programme Leonardo da Vinci

⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Water_activity



- Drojdiile pot avea dimensiuni cuprinse între 2-100 μm . Se reproduc prin înflorire, care este un proces asexuat. În timpul înfloririi, un mic mugur se dezvoltă pe peretele celular al celulei mame, având citoplasma comună cu mama, după care mugurul va fi despărțit de aceasta printr-un perete dublu. Noua celulă nu se separă întotdeauna de mama ei, ea poate rămâne atașată, în timp ce se formează muguri noi de către aceasta. Celula nou formată poate forma, la rândul ei, muguri. În final, pot să rezulte grupuri mari de celule atașate una de alta. Drojdiile pot forma spori care pot fi distruși relativ ușor prin procese tehnologice la temperatură moderată și de pe suprafețele ambalajelor cu temperatură moderată sau sterilizare.

- Mucegaiurile aparțin unei categorii mari de ciuperci cu fibre multicelulare. Ele se atașează alimentelor, folosind fire lungi care sunt partea vegetativă a mucegaiului. Reproducerea poate fi asexuată și rezultă în producerea unui mare număr de spori sau sexuată, - care poate fi un răspuns la schimbările de mediu - cu producerea unor spori mult mai rezistenți, care la fel ca sporii bacterieni, pot să stea în stare latentă pentru un timp.
Sporii fiind foarte mici și ușori, putând fi transportați într-un număr uriaș pe suprafețele înconjurătoare, ei fiind cheia contaminării ambalajelor alimentelor. Tratarea cu aburi a capacului, răsturnarea vasului imediat după etanșare sau un proces de pasteurizare, poate preveni deteriorarea alimentului conservat. Unul dintre cele mai importante medicamente pentru tratarea infecțiilor bacteriene, penicilina, este derivat din mucegaiul *Penicillium*.

Apariția formării de spori ai acestui mucegai este indicată de formarea unui tufiș verde miniatural. Familia de mucegaiuri *Penicillium* produce enzime transformate în grăsimi și proteine, care sunt agenți cheie în maturarea brânzeturilor albastre (*Penicillium roquefort*) și Camembertul (*Penicillium camembert*)⁵.

Alți factori, care afectează creșterea microorganismelor:

- Factorii interni:
 - Conținutul de umiditate, Activitatea apei – A_w
 - pH
 - Nutrienți disponibili
 - Structura fizică a alimentelor
 - Potențialul de oxidare-reducere (redox)
 - Prezența agenților antimicrobieni. Unele alimente conțin în mod intrinsec compuși antimicrobieni naturali care le transmit un anumit nivel de stabilitate microbiologică. Există un număr de constituenți antimicrobieni pe bază de plante,

⁵ FOOD PACKAGING TECHNOLOGY- Edited by RICHARD COLES- Consultant in Food Packaging, London, DEREK MCDOWELL Head of Supply and Packaging Division Loughry College, Northern Ireland and MARK J. KIRWAN Consultant in Packaging Technology, London - 2003 by Blackwell Publishing Ltd



inclusiv multe uleiuri esențiale, tanini, glicozide și rășini, care se găsesc în anumite alimente. Exemple specifice cuprind cuișoarele, usturoiul, scorțișoara, muștarul, salvia și oregano. Unele alimente pe bază de animale conțin, de asemenea, elemente constitutive antimicrobiene (exemplele cuprind laptele de vacă, ouăle, carnea proaspătă, păsările de curte și fructele de mare) . Concentrația obișnuită a acestor compuși în alimentele formulate este relativ scăzută, astfel încât efectul antimicrobian singur este slab. Cu toate acestea, acești compuși pot produce o stabilitate mai mare în combinație cu alți factori și procedee ce sunt indicate la pct.3.2.

- Factorii externi (vezi pct 3.2):
 - • Temperatura
 - • Umiditatea relativă
 - • Dioxidul de carbon sau oxigenul
 - • Tipuri și numere de microorganisme în alimente

- În anexa 1 se indică câteva valori ale A_w . Cele mai multe alimente proaspete, cum ar fi carne proaspătă, legume și fructe, au valori apropiate de nivelul optim de creștere al majorității microorganismelor (0,97 - 0,99). Influența conținutului de umiditate poate fi redusă prin:
 - Reducerea A_w - inhibarea creșterii microbiene prin uscare sau prin adăugarea de substanțe dizolvate (zaharuri, condimente sau săruri).
 - Uscarea prin frig - extragerea apei din alimentele congelate sub vid.
 - Îmbogățirea soluțiilor - Zahăr pentru fructe și săruri pentru carne și pește.

- În anexa 2, se prezintă influența pH-ului în dezvoltarea microorganismelor pentru diferite alimente, astfel: Tab. 1, Nivelul pH⁶-ului pentru dezvoltarea unor microorganisme, Tab. 2, Nivelul aproximativ al pH-ului pentru anumite alimente. În general, microorganismele nu cresc, sau cresc foarte încet la pH<4,6.

- Nutrienți disponibili. Microorganismele necesită anumite substanțe nutritive de bază pentru creșterea și menținerea funcțiilor metabolice. Cantitatea și tipul nutrienților necesari variază în funcție de microorganisme. Aceste elemente nutritive includ apă, o sursă de energie, azot, vitamine și minerale. Cantitățile variabile ale acestor substanțe nutritive sunt prezente în alimente. Carnea are proteine abundente, lipide, minerale și vitamine. Majoritatea alimentelor musculare au niveluri scăzute de carbohidrați. Alimentele vegetale au concentrații ridicate de diferite tipuri de carbohidrați și niveluri diferite de proteine, minerale și vitamine. Alimente precum laptele și produsele lactate și ouăle sunt bogate în nutrienți. Microorganismele alimentare pot obține energie din

⁶ pH-ul (potențialul de hidrogen) indică caracterul acid sau bazic al unei soluții.



carbohidrați, alcooli și aminoacizi. Majoritatea microorganismelor vor metaboliza zaharuri simple, cum ar fi glucoza.

Altele pot metaboliza carbohidrați mai complexi, cum ar fi amidonul sau celuloza, găsite în alimentele vegetale sau glicogenul găsit în alimentele musculare. Unele microorganisme pot folosi grăsimile ca sursă de energie. Aminoacizii servesc drept sursă de azot și energie și sunt utilizați de majoritatea microorganismelor. Minerale necesare pentru creșterea microbiană cuprind, fosforul, fierul, magneziul, sulful, manganul, calciul și potasiul. În general, sunt necesare cantități mici din aceste minerale, astfel că o gamă largă de alimente pot servi drept surse bune de minerale.

- Structura fizică a alimentelor. Alimentele derivate din plante și animale, în special în stare brută, au structuri biologice care pot împiedica intrarea și creșterea microorganismelor patogene. Exemple de astfel de bariere fizice includ coaja semințelor și fructelor, pielița de pe legume, coaja la nuci, pielea la animale, coaja la ou etc. Daunele fizice datorate manipulării în timpul recoltării, transportului sau depozitării, precum și invazia insectelor pot permite penetrarea microorganismelor. În timpul preparării alimentelor, procese precum felierea, tăierea, măcinarea decojirea, vor distruge barierele fizice. Astfel, interiorul hranei poate deveni contaminat și poate să apară o creștere a microorganismelor în funcție de timpul și temperatura de păstrare.
- Reacțiile de reducere-oxidare (redox). Reacțiile care au loc cu acceptare sau cedare de electroni se numesc reacții de oxido-reducere. Reducerea are loc prin acceptare de electroni, iar substanța se numește agent oxidant. Oxidarea are loc cu pierdere de electroni, iar substanța se numește agent reducător. Deoarece în soluție nu există electroni liberi, întotdeauna electronii cedați de o specie sunt acceptați de o alta și de aceea o reacție de oxidare este întotdeauna urmată de una de reducere.

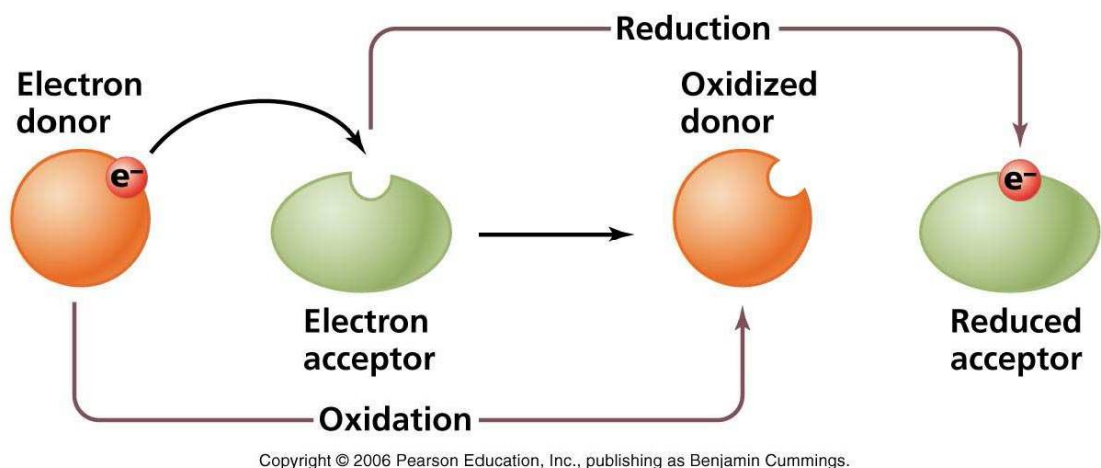


Fig. 2 Ilustrarea reacției redox dintr-o soluție.



Potențialul redox Eh, reprezintă diferența de potențial între un electrod inert și o soluție ce conține cele două forme ale sistemului redox studiat (oxidată și redusă). Valoarea absolută a potențialului nu poate fi măsurată.

Se măsoară valoarea relativă față de un electrod de referință al cărui potențial este definit ca fiind egal cu 0. Valorile sunt exprimate în milivolți – mV. Valorile cuprinse între 0 și -800 mV sunt cele care pot fi considerate ca binefăcătoare sau nedăunătoare. Peste valoarea de -800mV, Eh-ul este considerat prea puternic pentru organismul uman deci nu este indicat a se consuma alimente sau băuturi cu valoarea Eh peste această limită. Dacă această valoare este pozitivă (+) soluția are proprietăți oxidante. Valoarea negativă (-) indică o soluție reducătoare. Un electrod de oxidare, standard, complet oxidat va avea un Eh de +810 mV la pH 7.0, 30 ° C, și în aceleași condiții, un electrod de hidrogen, standard, complet redus va avea un Eh de -420 mV. Eh depinde de pH-ul substanței. Măsurătorile Eh pot fi utilizate în combinație cu alți factori pentru a evalua potențialul de creștere a patogenului. În anexa 3, se dau câteva valori ale Eh și pH-ul corespunzător pentru mai multe alimente. În general, intervalul la care pot crește microorganismele, este: aerobice + 500 -+300 mV; anaerobe facultative +300 - -100 mV; și anaerobe +100 la mai puțin de -250 mV⁷

3.2 Principiile tehnologiilor de limitare a deteriorării alimentelor

Principalele tehnologii de limitare a deteriorării alimentelor sunt prezentate în UNIT I, pct 1.2.

Principiile care stau la baza tehnologiilor de limitare a deteriorării alimentelor sunt prezentate în continuare.

Procesarea termică:

- Cele mai multe bacterii sunt distruse la 82-93 °C, dar sporii nu sunt distruși.
- Pentru a asigura sterilitatea este necesară o încălzire umedă la 121 °C timp de 15 minute.
- Alimentele acide, vezi anexa 2, necesită mai puțină căldură.

Pasteurizarea

- Distruge agenții patogeni și reduce substanțial numărul de microorganisme
- Diferite proceduri de pasteurizare termice, pentru perioade diferite de timp sunt descrise în cap.1 impuls de încălzire mai scurt are ca rezultat îmbunătățirea aromei alimentelor.

Conservare prin frig

- Alimentele congelate (-10 °C) de obicei nu mai au apă în stare liberă (se reduce Aw)

⁷ Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods - Chapter 3. Factors that Influence Microbial Growth – US Food & Drug Administration



- Congelarea poate distruge unele microorganisme, dar nu pe toate
- A apărut metoda care folosește temperaturi sub -10°C
- Odată congelate, alimentele nu trebuie recongelate.

Uscarea

- Deshidratarea alimentelor deshidratează de asemenea microorganismele, care conțin aprox. 80% apă.
- Uscarea prin frig (liofilizarea) este cea mai eficientă metodă de uscare a alimentelor

Adăugare de zahăr sau sare

- Una dintre cele mai vechi metode de conservare
- Fiecare dintre ele pot fi adăugate la un produs alimentar pentru a crește afinitatea alimentelor pentru apă
- Scade A_w în alimente
- Îndepărtează apa din microorganisme prin osmoză.

Fumul

- Conține formaldehidă și alți conservanți.
- Încălzirea în timpul afumării ajută la reducerea populațiilor microbiene și usucă alimentele.
- Fumul poate fi toxic pentru om

Utilizarea fumului de lemn pentru conservarea alimentelor este aproape la fel de veche ca uscarea în aer liber. Deși, este folosit pentru a reduce conținutul de umiditate al alimentelor datorită căldurii asociată cu generarea fumului, de asemenea, are ca efect uscarea. Fumul este folosit, în principal, pentru carne și pește. Fumul nu numai că dă de aroma dorită și culoarea anumitor alimente, dar unii dintre compușii formați în timpul afumării au de asemenea efect conservant (bactericid și antioxidant).

Atmosfera

- Se elimină aerul pentru controlul microorganismelor aerobice;
- Se asigură aer pentru controlul microorganismelor anaerobice;
- Se adaugă dioxid de carbon și azot;
- Majoritatea fructelor și legumelor emit etilenă; etilena accelerează procesul de coacere; pentru prelungirea termenului de valabilitate, etilena ar trebui să fie îndepărtată.
- Ambalajele cu atmosferă controlată⁸ (MAP - Modified atmosphere packaging), sunt folosite în general în combinație cu refrigerarea pentru a prelungi termenul de valabilitate al alimentelor proaspete, perisabile (carnea, peștele și fructele tăiate, precum și diferitele produse de panificație, snack-uri și alte alimente uscate).

⁸ FOOD PACKAGING TECHNOLOGY- Edited by RICHARD COLES- Consultant in Food Packaging, London, DEREK MCDOWELL Head of Supply and Packaging Division Loughry College, Northern Ireland and MARK J. KIRWAN Consultant in Packaging Technology, London - 2003 by Blackwell Publishing Ltd



Multe alimente MAP sunt ambalate în folii transparente pentru a permite clientului cu amănuntul să vadă produsele alimentare. Fructele și legumele neprelucrate continuă să respire după ce au fost împachetate, consumă oxigen și produc dioxid de carbon. Folosind ambalaje cu caracteristici specifice de permeabilitate, nivelurile acestor două gaze pot fi controlate în timpul perioadei de valabilitate a alimentelor.

Alternativ, poate fi utilizat un ambalaj activ, în care sunt încorporați adsorbanți chimici, (de ex. pentru a îndepărta gazele sau vaporii de apă din ambalaj). De asemenea, o alternativă este ambalarea în vid, unde tot gazul din ambalaj este îndepărtat. Aceasta este o metodă foarte eficientă pentru a întârzia modificările chimice, (de ex. râncezeala), dar trebuie prevenită, prin pasteurizare, creșterea patogenului, *C. botulinum*, care crește în condiții anaerobe.

Conservarea prin acidifiere

Întâlnim acidifiere naturală (murare) sau artificială (marinare). Fructele, legumele și carnea sunt conservate prin utilizarea de acizi. Acidul este în general suplimentat cu sare sau zahăr. Pentru aromă și pentru acțiunea lor antiinfecțioasă sunt adăugate condimente (ceapa, usturoiul, ardeiul, cuișoarele, frunzele de dafin etc.). Adăugarea uleiului în murături formează un strat de ulei impermeabil, care ajută la împiedicarea contactului cu aerul. Castraveții, carnea de vită, ardeii și unele legume pot fi conservate prin imersare în lichide special preparate. Această tehnică implică scufundarea alimentelor într-o anumită substanță chimică lichidă, care împiedică creșterea microorganismelor, dar în același timp menține alimentele comestibile. Lichidele de conservare utilizate sunt oțet, saramură, alcool și unele uleiuri.

- Conservarea alimentelor prin murare are la bază crearea de condiții optime de fermentare a glucidelor sub acțiunea bacteriilor lactice, rezultând acidul lactic care are proprietatea de a inhiba bacteriile dăunătoare și care catalizează procesele biochimice de maturație. Conservarea alimentelor prin murare se aplică la obținerea produselor lactate acide (iaurt, lapte bătut, brânză de vacă) și la conservarea legumelor și a fructelor (varză, castraveți, gogonele, măslina), dar și unele sucuri de legume și fructe din care se obțin produse terapeutice.

Pentru a mări gradul de aciditate se utilizează adaos de sare de bucătărie (NaCl). pH-ul saramurii se va păstra în intervalul 3,4-4,1. În acirea prin fermentare, agentul de conservare este produs de către alimentul în sine în timpul procesului de fermentare. Mulți acizi organici slabi, lipofili (cu afinitate pentru substanțele grase), acționează pentru obținerea unui pH scăzut și a inhiba astfel creșterea microbiană. Astfel, acizii propionici, sorbici și benzoici sunt conservanți alimentari foarte utili. Acizii organici sunt mai eficienți la conservare, în starea nedisociată.



Scăderea pH-ului unui produs alimentar mărește eficiența unui acid organic la conservare. Tabelul 3, anexa 2, prezintă proporția acidului total nedisociat⁹ la diferite valori ale pH-ului pentru acizii organici selectați. Tipul de acid organic utilizat poate influența esențial calitatea menținerii microbiologice și siguranța alimentului.

- Conservarea alimentelor prin marinare (acidifere artificială) este o metodă de conservare artificială la care se folosește oțetul (acidul acetic). Concentrația mare de oțet în mediu distruge microorganismele. Mucegaiurile și drojdiile au o rezistență la acizi mai mare și de aceea suplimentar se folosește NaCl și zahăr și eventual se suplimentează cu conservarea prin pasteurizare/sterilizare termică.
- Conservarea alimentelor cu substanțe antiseptice - substanțe care au proprietatea de a opri dezvoltarea și acțiunea unor microorganisme (deci au proprietăți bacteriostatice) sau le pot distruge (proprietăți bactericide). Se folosesc:
 - o acidul benzoic și sărurile acestuia – se folosesc la conservarea icrelor negre, sucurilor de fructe, produselor de cofetărie, măslinelor în saramură.
 - o dioxidul de sulf, metabisulfitul de sodiu, se folosesc la conservarea dulcețurilor, siropurilor naturale, bulionului, vinurilor.
 - o formiatul de sodiu – se folosește pentru conservarea icrelor de pește
 - o acidul sorbic și sărurile sale pentru, pastă de tomate, legume și fructe congelate, produse zaharoase.
- Metode moderne de conservare a alimentelor: conservarea cu radiații, conservarea cu ajutorul câmpului magnetic (static sau pulsatoriu), conservarea prin filtrare sterilizată (ultrafiltrare) pentru unele sucuri de fructe, conservarea sub presiune de dioxid de carbon (la conservarea fructelor, ouălelor, produselor din carne și a sucurilor de fructe, păstrate în rezervoare ermetic închise) și conservarea cu ajutorul microundelor (se aplică la pasteurizarea, sterilizarea produselor ambalate ermetic, liofilizarea cărnii, peștelui, fructelor, uscarea pastelor, cartofilor prăjiți, morcovilor, a cepei etc.).¹⁰ Unele dintre acestea au fost prezentate în UNIT I, pct.1.2.
- Aspecte generale ale tehnologiei Hurdle¹¹ - Stabilitatea și siguranța microbiană a majorității alimentelor se bazează pe o combinație a mai multor factori (obstacole), care nu trebuie depășite de microorganismele prezente. Acest lucru este ilustrat de așa-numitul efect hurdle (de obstacol), (Leistner, 1978, Leistner și colab., 1981). Leistner și

⁹ Disocierea în chimie și biochimie este un proces general în care moleculele (sau compușii ionici, cum ar fi sărurile) se separă sau se împart în particule mai mici, atomi, ioni sau radicali, de obicei în mod reversibil.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Dissociation_\(chemistry\)#Acids_in_aqueous_solution](https://en.wikipedia.org/wiki/Dissociation_(chemistry)#Acids_in_aqueous_solution)

¹⁰ <http://proalimente.com/conservarea-alimentelor-metode-conservare-alimentelor/>

¹¹ EUROPEAN COMMISSION, FOOD PRESERVATION BY COMBINED PROCESSES, Final Report, FLAIR Concerted Action No. 7, Subgroup, Lothar LEISTNER Federal Centre for Meat Research, GERMANY, Leon G.M. GORRIS, Agrotechnological Research Institute (ATO-DLO), THE NETHERLANDS, 1997



colegii săi au recunoscut că acest concept de obstacol ilustrează doar bine-cunoscutul fapt că interacțiunile complexe dintre, temperatură, activitatea apei, pH-ul, potențialul redox etc. sunt semnificative pentru stabilitatea microbiană a alimentelor.

Din înțelegerea efectului de obstacol, a fost derivată tehnologia hurdle (obstacolului) , ceea ce permite îmbunătățiri în ceea ce privește siguranța și calitatea, precum și proprietățile economice ale alimentelor, printr-o combinație inteligentă de obstacole (de ex. cât de multă apă într-un produs este compatibilă cu stabilitatea sa) (Leistner 1985; 1987; 1992; 1994).

Aplicarea acestui concept (în mod sinonim numit, metode combinate, procese combinate, conservare combinată, tehnici de combinare, barieră tehnologică sau tehnologie de obstacol) s-a dovedit de succes, deoarece o combinație inteligentă de obstacole asigură stabilitatea microbiană și siguranța, precum și proprietățile senzoriale, nutritive și economice, ale unui produs alimentar.



Anexa 1: Selected A_w values – Valori selectate pentru activitatea apei, A_w , conform https://en.wikipedia.org/wiki/Water_activity

Food		
Substance	a_w	Source
Distilled Water – Apă distilată	1.00	[5]
Tap water – Apă de la robinet	0.99	[citation needed]
Raw meats – Carne	0.99	[5]
Milk – Lapte	0.97	[citation needed]
Juice - Suc	0.97	[citation needed]
Salami - Salam	0.87	[5]
Cooked bacon – Șuncă gătită	< 0.85	[citation needed]
Saturated NaCl solution – Soluție de NaCl saturată	0.75	[citation needed]
Point at which cereal loses crunch – Cereale pentru breakfast	0.65	[citation needed]
Dried fruit - Fructe uscate	0.60	[5]
Typical indoor air – Aerul interior	0.5 - 0.7	[citation needed]
Honey - Mierea	0.5 - 0.7	[citation needed]
Microorganisms		
Microorganism Inhibited	a_w	Source
Clostridium botulinum A, B	0.97	[citation needed]
Clostridium botulinum E	0.97	[citation needed]
Pseudomonas fluorescens	0.97	[citation needed]
Clostridium perfringens	0.95	[citation needed]
Escherichia coli	0.95	[citation needed]
Salmonella	0.93	[6]
Vibrio cholerae	0.95	[citation needed]
Bacillus cereus	0.93	[citation needed]
Listeria monocytogenes	0.92, (0.90 in 30% glycerol)	[7]
Bacillus subtilis	0.91	[citation needed]
Staphylococcus aureus	0.86	[8]
Most molds – Cele mai multe mucegaiuri	0.80	[8]
No microbial proliferation – Dezvoltare microbiană exclusă	0.50	[citation needed]



Tab. 1 Nivelul pH¹²-ului pentru dezvoltarea unor microorganisme

conform „Microorganismele și intoxicațiile alimentare – Lifelong learning programme Leonardo da Vinci”

Microorganism	pH minimum	pH optim	pH maxim
Mucegai	1,5 - 3,5	4,5 - 6,8	8 - 11
Drojdie	1,5 - 3,5	4 - 6,5	8 - 8,5
Bacterii (majoritatea)	4,5 - 5,5	6,5 - 7,5	8,5 - 9
Bacteriile Lactice	3 - 5	5,5 - 7,5	6,5 - 8

Tab. 2 Nivelul aproximativ al pH-ului pentru anumite alimente

conform „Microorganismele și intoxicațiile alimentare – Lifelong learning programme Leonardo da Vinci”

Produce	pH	Produce	pH
Albuș de ou	7,5 - 9	Porumb	7 - 7,5
Gălbenuș de ou	6,1	Cartofi	5,3 - 5,6
Scoici	6,8 - 8,2	Morcovi	5,2 - 6,2
Pește (majoritatea)	6,3 - 6,8	Ceapă	5,3 - 5,8
Lapte proaspăt	6,3 - 6,5	Roșii	4,2 - 5,8
Unt	6,1 - 6,4	Portocale	3,6 - 4,3
Pui	6,2 - 6,4	Struguri	3,4 - 4,5
Carne de porc	5,3 - 6,4	Mere	2,9 - 3,3
Carne de vită	5,1 - 6,2	Lămâi	1,8 - 2,4

¹² pH-ul (potențialul de hidrogen) indică caracterul acid sau bazic al unei soluții.



Limite pH:

$0 \leq \text{pH} < 7 \Rightarrow \text{pH acid} \mid \text{soluție acidă}$

$\text{pH} = 7 \Rightarrow \text{pH neutru} \mid \text{soluție neutră}$

$7 < \text{pH} \leq 14 \Rightarrow \text{pH bazic (alcalin)} \mid \text{soluție bazică (alcalină)}$

Mai multe despre pH - <https://ro.wikipedia.org/wiki/PH> sau <https://en.wikipedia.org/wiki/PH>

Tab.3 Proporția de acid nedisociat în procente pentru diferite valori

Acizi organici Organic Acids	Valori pH pH Values				
	3	4	5	6	7
Acetic acid	98.5	84.5	34.9	5.1	0.54
Benzoic acid	93.5	59.3	12.8	1.44	0.144
Citric acid	53.0	18.9	0.41	0.006	<0.001
Lactic acid	86.6	39.2	6.05	0.64	0.064
Methyl, ethyl, propyl parabens	>99.99	99.99	99.96	99.66	96.72
Propionic acid	98.5	87.6	41.7	6.67	0.71
Sorbic acid	97.4	82.0	30.0	4.1	0.48

Source: Table 7.3 in ICMSF 1980, p 133.

pH¹³

¹³ [ICMSF] International Commission on Microbiological Specification for Foods. 1980. Microbial ecology of foods. Volume 1, Factors affecting life and death of microorganisms. Orlando: Academic Pr. p 311.



Anexa 3. Potențialul redox (Redox potential)

Potențialul redox Eh pentru câteva alimente. Redox potentials on some foods.

FOOD	Alimentul	Presence of air	Eh (mV)	pH		
Milk	Lapte	+	+300 to +340	NR		
Cheese Brânza	Cheddar	+	+300 to -100	NR		
	Dutch	+	-20 to -310	4.9-5.2		
	Emmenthal	+	-50 to -200	NR		
Butter serum	Unt	-	+290 to +350	6.5		
Egg (infertile after 14 d)	Oua (nefertile dupa 14 zile)	+	+500	NR		
Meats Carne	Liver, raw minced	Ficat tocat	-	-200	~7	
	Muscle Muschi	Raw, post-rigor	Dupa taiere	-	-60 to -150	5.7
		Raw, minced	Tocata	+	+225	5.9
		Minced, cooked		+	+300	7.5
	Cooked sausages and canned meat	Carnati prajiti si conserve de carne	-	-20 to -150	~6.5	
Cereals Cereale	Wheat (whole grain)	Grau (bob intreg)	-	-320 to -360	6.0	
	Wheat (germ)	Grau (germinat)	-	-470	NR	
	Barley (ground)	Orz	+	+225	7	
Potato tuber	Cartofi tuberculi	-	~-150	~6		
Plant juices Suc de plante	Grape	Grapefruit	-	+409	3.9	
	Lemon	Lamaie	-	+383	2.2	
	Pear	Mazare	-	+436	4.2	
	Spinach	Spanac	-	+74	6.2	
Canned foods Fructe conservate	"Neutral"	Neutre (neacide)*	-	-130 to -550	>4.4	
	"Acid"	Acide	-	-410 to -550	<4.4	

*- Lămâile, avocado și kiwi sunt clasificate ca fructe foarte alcaline și, prin urmare, sunt neacide. Alte fructe neacide sunt, bananele, cantalupul, merele, nuca de cocos, grape-fruit, strugurii, portocalele și pepenele verde.

- NR - Fără valori raportate

Preluată din: Mossel DAA, Corry JEL, Struijk CB, Baird RM. 1995. Essentials of the microbiology of foods: a textbook for advanced studies. Chichester (England): John Wiley and Sons.

