Primjena kontrolirane atmosfere u procesima hlađenja namirnica

Bošnjaković, Zvonimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:018146

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Zvonimir Bošnjaković

Primjena kontrolirane atmosfere u procesima hlađenja namirnica

završni rad

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

PRIMJENA KONTROLIRANE ATMOSFERE U PROCESIMA HLAĐENJA NAMIRNICA

Nastavni predmet:

Procesi u prehrambenoj industriji

Predmetni nastavnik: izv.prof.dr.sc. Andrija Pozderović

doc.dr.sc. Anita Pichler

Student/ica: Zvonimir Bošnjaković (MB: 3576/12)

Mentor: dr. sc. Anita Pichler, docent

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena: **Potpis mentora:**

PRIMJENA KONTROLIRANE ATMOSFERE U PROCESIMA HLAĐENJA NAMIRNICA

Sažetak

Primjena kontrolirane atmosfere u procesima hlađenja namirnica jedna je od najvažnijih stavki u prehrambenoj industriji koja se počela razvijati već u ranim godinama 20. stoljeća. Osim toga, kontrolirana atmosfera je jedna od najpoznatijih ako ne i najpoznatija metoda konzerviranja namirnica. Najčešće se pomoću kontrolirane atmosfere konzerviraju namirnice poput voća i povrća, ali nisu strane i namirnice poput mesnih proizvoda, mliječnih proizvoda, ribe. Sastav atmosfere unutar komora za kontroliranu atmosferu u kojima se čuva voće i povrće, u odnosu na zrak, obično ima smanjeni udio kisika (s 21% na 3-4%) te povećani udio ugljikovog dioksida (s 0,03% na 2-4%) i dušika (sa 78% na 92-95%). Postoje više vrsta tehnologija kontrolirane atmosfere ; kontrolirana ventilacija, konvencionalna kontrolirana atmosfera, kontrolirana atmosfera sa niskim sadržajem kisika (LO) i ultraniskim sadržajem kisika (ULO), dinamička atmosfera, mikro kontrolirana atmosfera, modificirana atmosfera, nistkotlačna atmosfera i umjetno dozrijevanje. Sve te vrste kontroliranih atmosfera se razlikuju u sastavu atmosfere, koji naravno ovisi o proizvodu koji se skladišti jer on svojim svojstvima diktira određeni sadržaj kisika, ugljičnog dioksida, dušika. Takva atmosfera, izmijenjenog sastava, se za vrijeme čuvanja namirnica kontinuirano provjerava i održava unutar zadanih granica. U CA komori, kvaliteta proizvoda se isključivo promatra mjerenjem procesnih stanja plinova i temperature te se mjerenje kisika, ugljičnog dioksida, temperature ali i etilena i vlage mjeri pomoću točno predviđenih uređaja.

Ključne riječi: kontrolirana atmosfera, konzerviranje namirnica, voće i povrće, kisik, ugljični dioksid, dušik

APPLICATION OF CONTROLLED ATMOSPHERE IN THE PROCESS OF FOOD COOLING

Summary

Application of controlled atmosphere in the process of food cooling is one of the most important items in the food industry, which began to develop in the early years of the 20th century. In addition, the controlled atmosphere is one of the most if not the most popular methods of preserving food. Most often usage of controlled atmosphere is related to foods such as fruits and vegetables but also meat products, milk products, and fish. The composition of the atmosphere within the CA (controlled atmosphere) chambers in which are stored fruits and vegetables, in relation to air, usually is having a reduced oxygen content (from 21% to 3-4%) and an increased proportion of carbon dioxide (from 0.03% to 2-4%) and nitrogen (from 78% to 92-95%). There are many types of controlled atmosphere technnology; controlled ventilation, conventional controlled atmosphere, controlled atmosphere of low oxygen content (LO) and ultra-low oxygen content (ULO), dynamic atmosphere, modified atmosphere, low pressure atmosphere, artificial ripening. All these types of controlled atmosphere differ in the composition of the atmosphere, which of course depends on the product that is stored beaucase the product with his properties defines specific content of oxygen, carbon dioxide, nitrogen. During storage of foods that kind of atmosphere with altered composition of air is continuously checked and maintained within defined limits. Qualiti of product in CA chambers is only observed by measurement of gases and temperature but also the oxygen, carbon dioxide, ethylene and humidity are measured accurately by specified devices.

Key words: controlled atmosphere, preserving foods, fruits and vegetables, oxygen, carbon dioxide, nitrogen

SADRŽAJ:

1. UVOD……5
2. GLAVNI DIO……6
   2.1. Kontrolirana atmosfera i vrste kontrolirane atmosfere……6
      2.1.1. Kontrolirana ventilacija……10
      2.1.2. Konvencionalna kontrolirana atmosfera……10
      2.1.3. Osjetljivost na koncentraciju O_2……13
      2.1.4. Osjetljivost na CO_2……14
      2.1.5. Osjetljivost na etilen……15
      2.1.6. Kontrolirana atmosfera s niskim i ultraniskim sadržajem kisika……17
      2.1.7. Dinamička kontrolirana atmosfera……18
      2.1.8. Mikro – kontrolirana atmosfera……19
      2.1.9. Modificirana atmosfera i pakovanje u MA……19
   2.2. Kontrola procesa u komorama sa kontroliranom atmosferom……21
      2.2.1. Mjerenje temperature……23
      2.2.2. Mjerenje sadržaja kisika……23
      2.2.3. Mjerenje ugljikovog dioksida……24
      2.2.4. Mjerenje etilena……25
      2.2.5. Mjerenje vlage……25
3. ZAKLJUČAK……26
4. LITERATURA……27

1.UVOD

Danas se sve više, u kombinaciji s hlađenjem, primjenjuju tzv. kontrolirana i modificirana atmosfera, prije svega za konzerviranje voća i povrća,. Na taj se način dodatno povećava kvaliteta i trajnost pojedinih prehrambenih proizvoda. Kontrolirana ili modificirana atmosfera (CA, MA) su pojmovi koji se odnose na dodavanje ili uklanjanje plinova iz prostorija, spremnika za transport ili ambalaže manjih dimenzija, kojim se regulira razina (udio) kisika, ugljičnog dioksida, dušika, etilena, itd., kako bi se postigao sastav atmosfere različit od onoga u normalnoj atmosferi (zraku). Osim promjene sastava atmosfere, trajnost ohlađene čvrste hrane (uglavnom voća i povrća) u industrijskim se uvjetima dodatno može produžiti i podešavanjem relativne vlažnosti. Pri smanjenom udjelu kisika kod plodova se reduciraju oksidacijski procesi, usporava inaktivacija osjetljivih vitamina (npr. E, B_9, C) te ublažava gubitak žute boje zbog usporene oksidacije karotenoida. Povećani udio ugljikovog dioksida reducira procese disanja i dozrijevanja plodova, usporava hidrolizu pektina, ublažava gubitak zelene boje (klorofil) te inhibira razvoj plijesni. Relativna vlažnost se najčešće održava između 85 i 95% primjenom uređaja za raspršivanje vode, ovlaživanje te odvlaživanje zraka. Kod nižih vrijednosti može doći do isušivanja, smežuravanja i gubitka na masi dok više vrijednosti pogoduju razvoju plijesni. Glavne prednosti ovih načina pakiranja su održavanje svježine i roka trajnosti te postizanje atraktivnijeg izgleda proizvoda što utječe na njegovu potrošačku vrijednost, dok je glavni nedostatak ovih metoda visoka cijena.

2.GLAVNI DIO

2.1. Kontrolirana atmosfera i vrste kontrolirane atmosfere

Kontrolirana (CA) i modificirana (MA) atmosfera koristi se u posljednjih sedamdeset do osamdeset godina za skladištenje, transport i pakiranje hrane. Čuvanje jabuka u CA razvijalo se od 1930. godine, pa sve do danas, do kad su se ovi sistemi usavršavali i poboljšavane su njihove mogućnosti. Prva kontrolirana atmosfera napravljena je u Engleskoj 1929. godine, a danas se više od 10 milijuna tona voća godišnje skladišti u CA u mnogim razvijenim i nerazvijenim zemljama. Vremenom se usavršavala tehnologija, pa je nastalo pakiranje u modificiranoj atmosferi (MA), transport svježeg voća i povrća u CA i korištenje CA tehnologija za sprečavanje djelovanja insekata (karantin sistem). Komercijalni razvoj i primjena modificirane i kontrolirane atmosfere nastao je kao posljedica istraživačkog rada. Komercijalna primjena CA skladištenja koristi se za: jabuke, kruške, kivi, luk i kupus, a može biti korištena za banane, kao i brojno drugo voće i povrće. Komercijalna primjena CA za brodski transport na dužim relacijama koristi se za: jabuke, avokado, banane, borovnice, višnje, smokve, kivi, mango, nektarine, breskve, kruške, šljive, lubenice, grejpfrut i jagode, ali i za neke vrste cvijeća. Komercijalna primjena CA za kontrolu insekata kod biljnih svježih proizvoda je odobrena od strane USDA.

Tablica 1 Povijest kontrolirane atmosfere (web 1)

R.br.	Godina	Događaji
1.	1929.	Kidd i West u Engleskoj počeli industrijsku primjenu;
2.	1929.	napravljena prva hladnjača, kasnije usavršavana od 1932 do 1950 godine;
3.	1934.	počelo CA skladištenje voća i povrća u Kanadi;
4.	1935.	počelo CA skladištenje voća i povrća u Južnoj Africi;
5.	1938.	počela primjena CA u Nizozemskoj;
6.	1940.	počelo CA skladištenje voća i povrća u New yorku;
7.	1948.	počela primjena CA u Danskoj;
8.	1950.	počinje ozbiljnija primjena CA načina skladištenja;
9.	1965.	uspostavljena prva LO hladnjača za jabuke sa CA od 2 % O_2;
10.	1970.	kupus, banana i luk počeli se čuvati u CA;
11.	1978.	uspostavljena prva ULO hladnjača sa 1,2 % O_2 ;
12.	1990.	dolazi do razvoja informativnih tehnologija, senzora, skrubera, generatora dušika i etilena;

Tijekom proteklih 50 godina upotreba kontrolirane i modificirane atmosfere imala je neprekidan porast zbog omogućavanja produženju roka trajanja i kvaliteta voća i povrća nakon berbe. Ovaj trend nastavio se i do danas jer kontrolirana atmosfera pruža bolji tretman proizvodu tijekom skladištenja i transporta, kao i distribucije u svježem stanju.

Tehnologija skladištenja u kontroliranoj atmosferi može se podijeliti na: kontroliranu ventilaciju, konvencionalna kontrolirana atmosfera, kontrolirana atmosfera sa niskim sadržajem kisika (LO) i ultraniskim sadržajem kisika (ULO), dinamička atmosfera, mikro kontrolirana atmosfera, modificirana atmosfera, nistkotlačna atmosfera i umjetno dozrijevanje.

Sve vrste tehnoloških postupaka čuvanja voća i povrća u kontroliranoj atmosferi polaze od činjenice da je potrebno upravljati procesima promjena, odnosno smanjiti degradaciju voća i povrća na minimalno moguću mjeru. Kao što je pokazano u prethodnim poglavljima, postoji nekoliko osnovnih procesa koji se odvijaju poslije berbe voća i povrća.

To su procesi transpiracije, respiracije i zrenja, odnosno biokemijske transformacije sastojaka plodova. Priroda procesa koji se odvijaju u tkivima i stanicama takvih plodova nakon branja, te brzina biokemijskih transformacija, može biti različitim tehnološkim postupcima stimulirana i destimulirana. Te stimulacije i destimulacije podrazumijevaju promjene režima uvjeta čuvanja. Tako se promjenama temperature, relativne vlažnosti i tlaka zraka, kao i upotrebom bioloških aktivnih plinova kao što su: etilen, CO_2, O_2; može utjecati na brzinu biokemijskih promjena u voću i povrću tijekom skladištenja.

U početku, kada su otkriveni fenomeni utjecaja bioloških aktivnih plinova na procese respiracije i transpiracije što omogućava produženje čuvanja voća i povrća u svježem stanju, koristio se termin „plinsko skladištenje“ ili „plinska atmosfera“. Ovaj termin je kasnije dobio primjereniji naziv: tehnologija skladištenja u kontroliranoj atmosferi (CA). Tehnički napredak u konstrukciji CA komora, kao i inovativna rješenja, rezultirali su boljim upravljanjem zrakom i drugim plinovima koji ulaze ili izlaze iz CA komore tijekom skladištenja. Raspoloživost više efikasnije opreme za kontrolu nivoa O_2 i CO_2 u skladišnoj atmosferi omogućila je implementacija automatskih sistema za upravljanje i kontrolu procesnih stanja. Tada je postalo evidentno da je niži nivo kisika u prednosti, te je počeo napredak fokusiran na održavanju niskog nivoa O_2 tolerantnog za svježe voće i povrće. Tako se mijenjala i terminologija CA skladištenja pa su se počeli koristiti različiti nazivi za različite režime, kao što je LO (nizak O_2) ili ULO (ultraniski O_2), a kasnije dinamička CA (DCA) ili dinamička kontrola sistema (DCS). (web 1; Koprivnjak O. 2014.)

Tablica 2 Prikaz granične vrijednosti tlaka kisika, ugljikovog-dioksida i dušika unutar komore za različite tehnologije skladištenja voća i povrća (web 1)

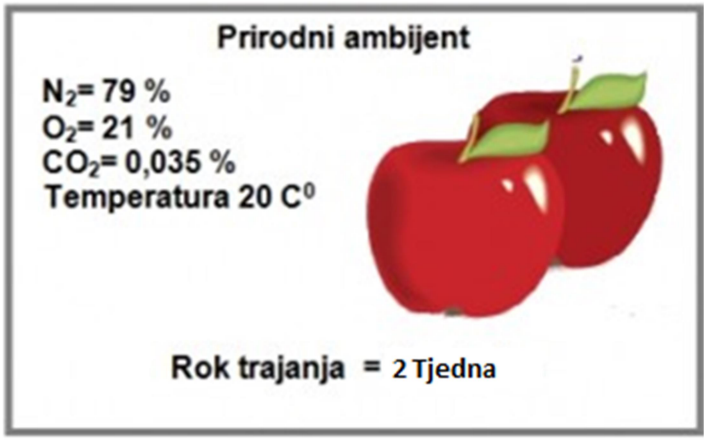
R.br.	Metoda/ vrsta tehnologije	O_2 (kPa)	CO_2 (kPa)	N_2 (kPa)
1.	Klasično hlađenje (normalna atmosfera)	21	0,03	79
2.	Kontrolirana ventilacija	6-18	3-15	79
3.	Konvencionalna kontrolirana atmosfera (CA)	2-5	2-5	90-92
4.	LO	1,5-2	1-3	95-97
5.	ULO	0-1,2	0,5-2	96,8-98,7
6.	DCA ili DCS	Manje od 0,8	Manje od 1,5	Manje od 98

Tijekom skladištenja u CA plinovi se dodaju ili oduzimaju da bi se stvorila atmosfera drugačija od okolne atmosfere, što u velikoj mjeri zavisi od samog proizvoda koji se skladišti. Obično ovo uključuje redukciju kisika i podizanje koncentracije ugljikovog-dioksida ili obrnuto. Paralelno se razvijao i koncept modificirane atmosfere, a razlika između kontrolirane i modificirane atmosfere je u stupnju kontrole. Kontrolirana atmosfera je točnija.

Voće se često čuvalo, a i danas se čuva u običnim prostorijama, gdje uvjeti nisu baš najbolji za skladištenje. U takvim uvjetima povišena temperatura i kisik iz zraka ubrzavaju procese promjena i u prirodnim uvjetima, pa je rok trajanja takvih proizvoda znatno kraći nego kad se čuvaju na sniženoj temperaturi.

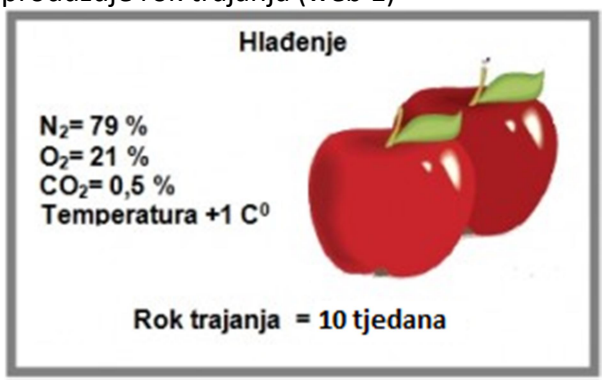
Rok upotrebe voća i povrća nakon branja može varirati. U pogledu roka trajanja pri dnevnim uvjetima čuvanja i skladištenja naročito je osjetljivo: jagodasto, koštuničavo i bobičasto voće. Kod jabuka, krušaka i dunja vrijeme čuvanja znatno ovisi o sorti. Orah, lješnjak, badem i kesten bolje podnose vanjske faktore kvarenja. Što se tiče povrća, postoje vrste sa slabom trajnošću (manje od dvije sedmice), a to su: salata, šparoga, špinat, paradajz, grašak, mahuna i paprika. Neke vrste traju duže, kao npr.: cvjetača, kelj pupčar, keleraba i drugi. Dobru trajnost upotrebe imaju: krumpir, kupus, mrkva, celer, luk itd. Intenzitet respiracije ovisi o trajnosti, a u izravnoj vezi je sa mogućnošću čuvanja povrća i voća. (web 1)

Slika 1 Čuvanje jabuka u prirodnim uvjetima je kraće nego kad se čuvaju na sniženoj temperaturi (web 1)



Poboljšanje roka trajanja uz održavanje kvalitete kod čuvanja voća i povrća postiže se u konvencionalnim hladnjačama, gdje se smanjuje temperatura skladištenja. Na taj način se smanjuje brzina respiracije i usporavaju biokemijski procesi. (web 1)

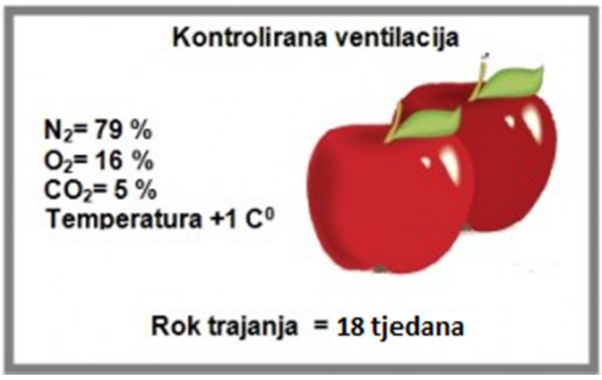
Slika 2 Hlađenjem se smanjuje brzina respiracije, usporavaju biokemijski procesi i tako produžuje rok trajanja (web 1)



2.1.1. Kontrolirana ventilacija

Kontrolirana ventilacija je prvo poboljšanje u odnosu na konvencionalno hlađenje. Ova metoda je osnovni tip kontrolirane atmosfere i korišten je u početku, kada su otkriveni fenomeni utjecaja respiracije na dužinu čuvanja voća i povrća, i još uvijek se koristi. Kod kontrolirane ventilacije atmosfera CO_2 se stvara prirodnim putem, tokom procesa respiracije. Udio CO_2 u ukupnom udjelu plinova može biti 5 do 10%. Zbroj zastupljenosti plinova CO_2 i O_2 u tom slučaju iznosi 21%, a ostatak je dušik. Uslijed disanja se vremenom narušava prvobitni sastav kontrolirane atmosfere, a povećava se udio CO_2 i smanjuje udio O_2. Kontrolirana ventilacija, u odnosu na konvencionalne hladnjače, uvodi ventilaciju i komora se drži zatvorenom. Tada dolazi do smanjenja nivoa kisika u prostoru, a povećava se nivo CO_2 respiracijom. Ova metoda ima brojne nedostatke. Mnoge vrste jabuka i krušaka su osjetljive na CO_2, pri čemu se stvaraju opekotine i tamnjenja unutar plodova. Održavanje potrebnog nivoa CO_2 i niskog nivoa kisika je nemoguće postići samo ventilacijom. Međutim, višnje, trešnje i jagodasto voće su vrste manje osjetljive na CO_2 , pa se ova metoda može koristiti za produženje njihovog čuvanja u svježem stanju, uz ventilaciju i monitoring CO_2.

Slika 3 Kontrolirana ventilacija omogućava duži rok trajanja u odnosu na konvencionalno hlađenje (web 1)



Kod kontrolirane ventilacije komora treba biti zatvorena i izolirana. Komora se hladi rashladnim postrojenjem, a mjere se i procesna stanja, kao što su sadržaj O2 i CO2. (web 1)

2.1.2. Konvencionalna kontrolirana atmosfera

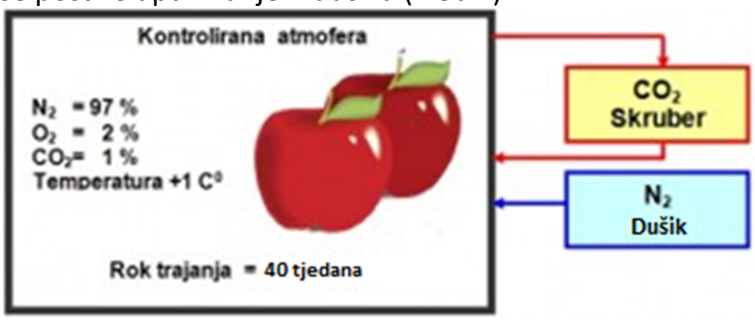
Ako bi se voće i povrće skladištili u izoliranim i hermetički zatvorenim komorama bez ventilacije, onda se u njima kao produkt respiracije vremenom akumulira CO_2. U tom slučaju, količina CO_2 se podiže na nivo koji šteti plodovima, pa ga je potrebno eliminirati. To se vrši pomoću različitih metoda za uklanjanje CO_2. Danas su najčešće u upotrebi skruberi koji kemijskim ili fizičkim postupkom eliminiraju CO_2 iz skladišne atmosfere. Također se u kontroliranoj atmosferi smanjuje sadržaj O_2, a to se može postići upuhivanjem dušika (plina koji je inertan). U usporedbi sa komorama sa kontroliranom ventilacijom, komore CA su bolje hermetički zatvorene i opremljene pouzdanijim uređajima za kontrolu temperature sa minimalnom tolerancijom i regulacijskim odstupanjem od zadanog stanja od ± 0,5°C. Također nivo CO_2 i O_2 se regulira sa minimalnim kolebanjem od ± 0,5 %.

Kapacitet rashladnih komora za skladištenje u CA je najčešće od 100 do 200 tona, uz visinu pri primjeni paletizacije 8,5 m. Površina isparivača mora biti najmanje 15 m2 za 10 tona voća, dok razlika između temperature isparavanja rashladnog sredstva i temperature prostorije ne bi smjela prelaziti 3°C.

Kod kontrolirane atmosfere postavljaju se ključni zahtjevi koje treba zadovoljiti, a to su:

- izolirana i izuzetno dobro brtvljena komora;
- hlađenje;
- opskrbljivanje plinovima za održavanje atmosfere;
- mjerenje i kontrola procesnih stanja plinova O_2, CO_2, vodene pare, a u nekim slučajevima i etilena. (web 1)

Slika 4 Kao produkt respiracije vremenom se u hermetički zatvorenoj komori (CA) akumulira CO2, a njegov višak se najčešće eliminira upotrebom skrubera; smanjenje koncentracije O_2 se postiže upuhivanjem dušika (web 1)



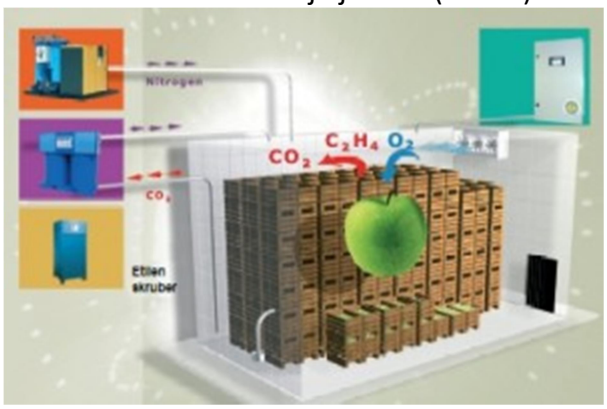
Kod kontrolirane atmosfere uklanja se kisik i podiže koncentracija CO_2 do preporučenog nivoa karakterističnog za čuvanje određene vrste ili sorte voća i povrća. U pripremi skladištenja definira se i odgovarajuća skladišna ambalaža, što zavisi od vrste voća i povrća koje se skladišti. Također, funkcije pojedinih uređaja za održavanje atmosfere se razlikuju u ovisnosti od proizvoda koji se skladišti. Ako se skladište jabuke, sistem bi se sastojao od generatora dušika, skrubera za CO_2 i uređaja za dodavanje zraka. Uklanjanje etilena značajno je kod čuvanja kivija, a dodavanje CO_2 kod skladištenja jagoda i višanja.

Danas kontrolirana atmosfera podrazumijeva skladištenje pri niskim koncentracijama kisika O_2 (1,0-1,5%), niskim koncentracijama etilena (utemeljene na optimalnom nivou O_2 i CO_2), ili programiran princip (gdje se voće čuva od 2-6 tjedana pri koncentracijama O_2 od 1%, a poslije pri koncentracijama od 2-3% za ostatak perioda skladištenja).

Način skladištenja u CA uključuje i upravljanje parametrima kao što su sastav plinova, temperatura, relativna vlažnost i tlak. Potencijalne prednosti, kao i rizici skladištenja, ovise o fiziološkoj starosti proizvoda, sastavu atmosfere, temperaturi i trajanju skladištenja. Pravilnim skladištenjem i poznavanjem karakteristika u kontroliranoj atmosferi mogu se izbjeći kvantitativni i kvalitativni gubici kod voća i povrća.

Kod kontrolirane atmosfere usporavanje zrenja događa se skupa sa biokemijskim i fiziološkim promjenama, kao što su usporeno disanje i sinteza etilena. Smanjenje osjetljivosti voća na djelovanje etilena događa se kada je koncentracija O_2 ispod 8% ili kada je nivo CO_2 iznad 1%. Tijekom skladištenja u CA umanjuju se fiziološke promjene na voću i povrću izazvane hlađenjem. Također, CA može zaustaviti razvoj određenih patogena koji izazivaju truljenje i oporost voća i povrća poslije berbe. Tako se npr. povećanjem koncentracije CO_2 od 10-15% inhibira razvoj truleži koji izaziva Botrytis na jagodama, višnjama i drugom voću.

Slika 5 CA za skladištenje jabuke (web 1)



Modificirana atmosfera, gdje su koncentracije O_2 manje od 1% ili koncentracije CO_2 od 40-60 %, može biti korisna za kontrolu insekata. (web 1)

Tablica 3 Primarne prednosti pri kratkotrajnom transportu i skladištenju svježeg voća i povrća u CA (web 1)

R.br.	Primarne prednosti	Vrsta voća i povrća
1.	odgoda zrenja i izbjegavanje oštećenja izazvanih hladnoćom	avokado, banana, mango, dinja, nektarina, papaja, breskva, šljiva, paradajz
2.	kontrola truljenja voća i povrća	kupina, ribizl, višnja, grejp, jagoda
3.	odgoda starenja i nepoželjne promjene kao što je diskoloracija tkiva	asparagus, brokule, kukuruz šećerac, svježi začini, minimalno procesirano voće i povrće

Svježe voće i povrće mijenja svoju rezistentnost pri niskim koncentracijama kisika i visokom sadržaju ugljikovog-dioksida i za očekivati je da će doći do fizioloških promjena ako se granice pomjere. (web 1)

Tablica 4 Moguća dužina skladištenja za pojedino svježe voće i povrće u CA (web 1)

R.br.	Dužina skladištenja (mjeseci)	Vrsta voća i povrća
1.	> od 12 mjeseci	badem, brazilski orah, lješnjak, pistacije, orah, suho voće i povrće
2.	od 6 – 12	neke kultivirane vrste jabuka i europske kruške
3.	od 3 – 6	kupus, kineski kupus, kivi, neke kultivirane vrste azijske kruške
4.	od 1 – 3	avokado, banana, višnja, grejp, mango, maslina, breskve, nektarine, šljive, šipak

2.1.3. Osjetljivost na koncentraciju O_2

Pri skladištenju u CA različit je nivo osjetljivosti koncentracija O_2 za različite vrste (pa i sorte) voća i povrća. Po svojoj prirodi – kisik je reaktivan plin, a u zraku se nalazi u količini od 20,9%. Najčešće je u formi molekule O_2 ali se može naći u formi ozona O^3. Kisik u atomskom stanju prisutan je u svim organskim molekulama, posebno u ugljičnim hidratima. Može formirati spojeve s većinom kemijskih elemenata. Topiv je u vodi (4,89 cm3 na 100ml, a na 0°C). Njegova topivost u vodi raste s porastom temperature. U većini reakcija s hranom (pa i u voću i povrću) sudjeluje u degradacijskim reakcijama, odnosno oksidacijskim procesima. Zbog toga se u mnogim metodama pakiranja kisik isključuje iz dodira s hranom (vakuum i MA). Mnogi mikroorganizmi koji kvare hranu trebaju kisik za svoj rast i razvoj, pa često uz njegovo djelovanje nastaju različiti mirisi koje stvaraju mikroorganizmi zbog viška kisika.

Potreban je za normalan respiratorni metabolizam kod svježeg voća i povrća, a nakon procesa zrenja i dozrijevanja izaziva senescenciju i degradaciju kvalitete plodova. Brzina mnogih metaboličkih procesa je ovisna o osjetljivosti na koncentraciju kisika. Smanjenje koncentracije kisika ispod 10 % u okolini, kod većine vrsta ubranog svježeg voća i povrća usporava intenzitet respiracije, a indirektno smanjuje brzinu dozrijevanja, starenja i truljenja. Smanjenje koncentracije kisika u nekim slučajevima reducira reakcije oksidativnog tamnjenja, koje su često važne kod lisnatog povrća. Smanjenje kisika reducira kemijske promjene kao što su omekšavanje, gubitak boje, kao i razvoj arome. Pravilna kombinacija kisika, temperature i vremena može biti vrlo efikasna kod nekih problema vezanih za kontrolu insekata. Isto tako, kisik je potreban za normalan metabolizam živih bića. Njegova koncentracija ispod 1-2 % može voditi ka anaerobnoj oksidaciji (fermentaciji). Ovi procesi su vezani za stvaranje etanola i acetal aldehida, gubitak arome, nastajanje nepoželjnih mirisa i ukupno smanjenje kvalitete. Pravilna koncentracija kisika ovisi od vrste voća i povrća i njegovih tolerancija na kisik na određenoj temperaturi.

Tablica 5 Voće i povrće klasificirano prema minimalno podnošljivoj koncentraciji O_2 (web 1)

R.br.	Minimalno podnošljiva koncentracija O_2 (%)	Vrsta voća i povrća
1.	0,5	lješnjaci, suho voće i povrće
2.	1,0	određene sorte jabuka i krušaka, brokula, gljive, luk, minimalno procesirano voće i povrće
3.	2,0	većina sorti jabuka i krušaka, kivi, kajsija, višnja, nektarina, breskva, šljiva, jagoda, papaja, ananas, maslina, dinja, kukuruz šećerac, grašak, celer, zelena salata, kupus, karfiol, brokulice
4.	3,0	avokado, paradajz, artičoke, krastavac, peršin
5.	5,0	limun, zeleni grašak, asparagus, krumpir, slatki krumpir

Osjetljivost na kisik varira u ovisnosti od vrste i sorte, kao i od stupnja zrelosti. Prilikom dostizanja zrelosti nekog sezonskog voća ono može biti izloženo kisiku u koncentracijama od 30-80%, ali njihovo zrenje može se usporiti ako koncentracije kisika pređu 80%, te pri takvim uvjetima može doći do fizioloških poremećaja. Podizanjem koncentracije kisika u atmosferi povećava se i količina etilena koji izaziva različite efekte, kao što su crveno-smeđe točke na salati, gorčina u mrkvi i sl. Limit tolerancije za visoku koncentraciju O_2 ovisi od temperature skladištenja i vremena, jer se aerobna respiracija tkiva povećava sa povećanjem temperature. (web 1; Lovrić T. 2003.)

2.1.4. Osjetljivost na CO_2

Pri skladištenju u CA različit je nivo osjetljivosti koncentracija CO_2 kod različitih vrsta voća. Pri koncentraciji od 1 do 2 % CO_2 smanjuje osjetljivost biljnog tkiva na hormon zrenja – etilen. U koncentraciji većoj od 10% sprečava razvoj mnogih gljiva i bakterija. Kod koncentracije 15 do

20% rutinske primjene u transportu jagoda sprečava razvoj plijesni Botrytis cinerea. Ova koncentracija ipak ne uništava neke humane patogene kao što su Cllostridium botulinum i Listeria monocitogenes.

Ugljikov dioksid je nezapaljiv bezbojni plin. To je plin bez mirisa i okusa, teži od zraka te se u zatvorenim prostorima nalazi na dnu prostorije.

Maksimalno podnošljiva koncentracija CO_2 može biti različita na različitoj temperaturi iznad ili ispod preporučene temperature za svaki proizvod. Također, određeni proizvod može tolerirati kratkotrajnu izloženost visokoj koncentraciji ugljikovog-dioksida ili niskom sadržaju kisika. Ugljični-dioksid u tkivima može rasti ili opadati sa porastom temperature.

Dakle, fiziološki efekt koji bi mogao izazvati CO_2 ovisi o temperaturi. Limit tolerancije za podizanje ugljikovog-dioksida smanjuje se sa redukcijom nivoa kisika i obratno – limit tolerancije za redukciju kisika raste sa rastom koncentracije ugljikovog-dioksida. Što je nivo kisika manji, to je i granična vrijednost CO_2 manja i obratno. (web 1)

Tablica 6 Voće i povrće klasificirano prema maksimalno podnošljivoj koncentraciji CO_2 (web 1)

R.br.	Maksimalno podnošljiva koncentracija CO_2 (%)	Vrsta voća i povrća
1.	2	jabuka (zlatni delišes), azijska kruška, europska kruška, kajsija, grejpfruit, kajsija, maslina, paradajz, kupus, celer, artičoka, krumpir
2.	5	većina sorti jabuka, breskvi, nektarina, dinja, narandži, avokado, banana, mango, papaja, kivi, brusnica, grašak, patlidžan, karfiol, kupus, brokulice, radić, mrkva
3.	10	grejpfrut, limun, limeta, peršin, ananas, krastavac, šparoge, brokule, poriluk, luk, krumpir
4.	15	jagoda, kupina, ribizle, borovnice, višnja, smokva, dinja, kukuruz šećerac, gljive, špinat, kelj

2.1.5. Osjetljivost na etilen

Jasno je da je etilen hormon zrenja – kemijska supstanca proizvedena u tkivima voća sa specifičnim biološkim fenomenom ubrzanja normalnog procesa sazrijevanja voća i njihove senescencije. Etilen djeluje na veću aktivnost oksido-redukcijskih enzima, što se odražava bržim dozrijevanjem plodova. Dragocjen zbog svoje sposobnosti da pokrene proces

dozrijevanja voća, s druge strane, može biti vrlo štetan za mnoge vrste voća, povrća, cvijeća; ali i biljaka kod kojih ubrzava proces starenja i time smanjuje tržišnu kvalitetu proizvoda kao i trajnosti. Stupanj štetnosti ovisi o koncentraciji etilena, duljini kontakta i temperaturi proizvoda. Proizvode kao što su: jabuke, avokado, banane, dinje, breskve, kruške i paradajz treba skladištiti odvojeno od etilen osjetljivih proizvoda kao što su brokula, kupus, cvjetača, lisnato zeleno povrće, salata itd. Etilen emitiraju motori na propan-butan, dizel i benzinski pogon, pa i ovaj utjecaj može biti dovoljno velik da uzrokuje štetu na etilen-osjetljive proizvode.

Uklanjanje etilena iz CA komore za skladištenje nije uvijek neophodno, iz razloga što etilen utječe na zrenje svježeg voća i povrća na nižoj temperaturi od 0-5 °C. Međutim, prisustvo etilena u određenoj koncentraciji u CA komori može izazvati omekšavanje voća i povrća kod dugotrajnog skladištenja. Zbog toga je uklanjanje etilena preporučeno prilikom dugotrajnog skladištenja jabuka i krušaka u CA. Na etilen su ekstremno još osjetljivi i avokado, kivi i još neko voće i povrće.

Etilen promovira zrenje i dozrijevanje: paradajza, banana, limuna, ananasa, datule, kruške, jabuke, dinje, manga, avokada, papaje; što je jasan znak da je djelovanje etilena opće raširenо i među brojnim plodovima.

Tablica 7 Brzina biosinteze etilena kod različitih vrsta voća (web 1)

R.br.	Brzina biosinteze etilena	Voće
1.	Vrlo mala	Trešnje, citrusi, grožđe, jagode, šipak
2.	Mala	Borovnica, brusnica, maslina, oskoruša, kupina, ananas, malina
3.	Umjerena	Banana, smokva, mango,
4.	Visoka	Jabuka, kajsija, avokado (zreli), nektarina, papaja, breskva, kruška, šljiva

Etilen uzrokuje starenje zelenih listova, gubitak klorofila, proteina, mogućnost sušenja i izumiranje. Uzrokuje pojavljivanje žute boje na listovima lisnatih biljaka (špinat), svježih biljaka i ostalog zelenog povrća. Cvjetanje cvijeća je stimulirano veoma malim koncentracijama etilena. Ovakvi efekti se javljaju kod nekih vrsta cvijeća gdje se povećanje aktivnosti etilena javlja kao prirodna pojava (npr. kod karanfila i kod slatkog graška), a negdje ne (npr. kod ruža).

Etilen je koristan za dozrijevanje, ali može biti nepoželjan kao npr. preranog pojavljivanja žute boje na krastavcu. Većina klimakterijskog voća odgovara etilenu u atmosferi, čak i temperatura u skladištu, pa etilen i u tom prostoru reducira život (npr. čvrstoća kivija u hladnoj komori se drastično mijenja ako je koncentracija etilena veća od 20 ppb).

Kod mnogih biljaka, izloženost etilenu uzrokuje taman list ili odumiranje listova kod biljaka. To se obično vidi na lišću biljke salate gdje etilen uzrokuje poremećaj poznat kao „crvene mrlje“. U salati dolazi do kolapsa i smrti određenih stanica zbog povećane sinteze fenolnih spojeva, kao posljedica utjecaja etilena. (web 1)

Etilen u mrkvi uzrokuje biosintezu kumarina, što stvara gorčinu u mrkvi. To pokazuje da koncentracija etilena niža od 0,5 ppm uzrokuje gorčinu mrkve u roku od dva tjedna, pa čak i kada je uskladištena na temperaturi od 2,5°C.

Etilen stimulira klijanje što je korisno za njegovo propagiranje, ali je neprihvatljivo za robu široke potrošnje. Naprimjer, klijanje krumpira dovodi do povećanja gubitka vode i uzrokuje početak truljenja.

Etilen uzrokuje opadanje listova i cvjetova, što je najveći problem ukrasnog bilja, gdje niska koncentracija etilena uzrokuje potpuno opadanje listova i cvjetova. Naprimjer, Schlumbergera, vrsta božićnog kaktusa koji se prodaje kada je prvi cvijet otvoren, a na tržište stiže sa svim cvjetovima zbog izloženosti etilenu tokom transporta.

Etilen ponekad uzrokuje pojavu fizioloških poremećaja uskladištenih proizvoda. Brzo zrenje jabuka sa niskim sadržajem kalcija uzrokuje visok nivo kiselosti skladištene robe. Ukratko, visok nivo etilena u skladišnim prostorima reducira učinkovitost zraka na kvalitetu jabuka.

Do danas su se razvile brojne tehnike kako bi se zaštitila osjetljivost proizvoda na utjecaje etilena. Odabir odgovarajuće metode zavisi prije svega od vrste samog proizvoda ali i od tehnike koja se primjenjuje prilikom njegovog plasiranja. Uklanjanje etilena iz atmosfere u blizini proizvoda je poželjna metoda za sprečavanje oštećenja proizvoda osjetljivih na utjecaj etilena. Od metoda koje su dostupne, najefikasnije su one metode koje su najjeftinije i najjednostavnije. (web 1)

2.1.6. Kontrolirana atmosfera sa niskim i ultraniskim sadržajem kisika

Najniži sadržaj kisika za skladištenje u CA na duži period ne treba biti manji od 2% (2 kPa). Međutim, istraživanja rađena u periodu od 1965. godine pokazala su da se jabuke bolje čuvaju u atmosferi koja sadrži od 1 do 1,25 % kisika. Tako se počeo koristiti termin LO (1,5-2 % kisika), a ako se koristi CA sa sadržajem 0,8 do 1,25 % onda se taj tip atmosfere naziva ULO. Ova dva tipa CA počela su se koristiti širom svijeta, za različito voće (jabuke, kruške, kivi, nektarine). Ovakve komore zahtijevaju ekstremne uvjete brtvljenja. Dodatno postavljeni zahtjevi su sadržaji kisika, CO_2 na 0,1 %. Također se nametnuo i zahtjev za mjerenje koncentracije plinova svakih 30 minuta, što je mnogo češće nego kod konvencionalne CA. Ovakav sistem je zahtijevao automatizaciju i kompjuterizaciju. Inicijalni stres (ILOS) koji nastaje zbog ultra niskog sadržaja kisika (ULO) može se pojaviti kod nekih sorti jabuka.

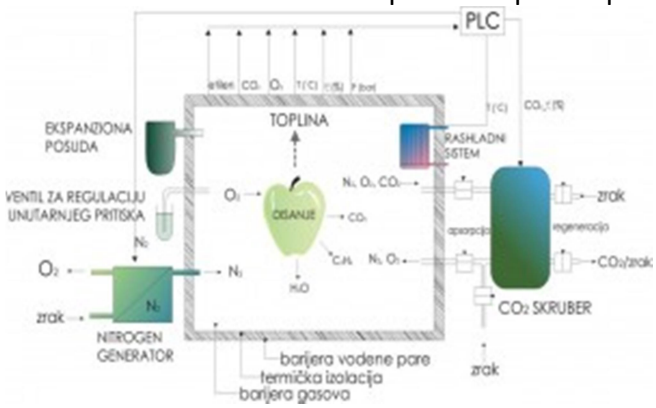
Još 1960. godine istraživanja su potvrdila da ubrzanje smanjenja O_2 u komorama usporava dozrijevanje jabuka. Korist od bržeg smanjenja kisika CA je smanjenje proizvodnje etilena uz povećanje CO_2. Kod klimakterijskog voća (kao što su jabuke) dozrijevanje može biti usporeno, posebno ako je ubrano u predklimakterijskom periodu. (web 1)

2.1.7. Dinamička kontrolirana atmosfera

Dinamička atmosfera podrazumijeva kontinuirano prilagođavanje sastava atmosfere fiziološkom stanju plodova tokom skladištenja. Uspostavlja se i održava uz primjenu suvremene mjerno-regulacijske tehnike i sistema automatskog upravljanja. Naziv dinamička je zbog toga što ce cijeli sistem brzo „reagira“ na fiziološke promjene čuvanih plodova i prilagođava novonastalim uvjetima. Tako se postiže neprekidno uravnoteženje udjela O_2 i CO_2 u atmosferi, kao i temperature, vlažnosti zraka, sadržaja etilena itd. Osim toga, bitan faktor ove tehnologije čine senzori (mjerna osjetila) za detekciju niskih udjela etanola (0.01 ppm – 1 ppm) u atmosferi koji može nastati u anaerobnim uvjetima respiracije. Dinamička atmosfera uspješno sprečava fiziološka oštećenja plodova i uspješno omogućava ULO uvjete.

Komore za dinamičnu atmosferu trebaju zadovoljavati održavanje temperature, tlaka i relativne vlažnosti uz vrlo mala regulacijska odstupanja od zadanog stanja. Uspostavljanje i održavanje odgovarajuće koncentracije O_2, CO_2 i etilena radi na istim principima kao i kod konvencionalne CA. Za održavanje preporučene atmosfere (za točno određene vrste i sorte) potrebni su: generator dušika, skruber CO_2 i uređaj za katalitičko sagorijevanje etilena. U hermetičnim komorama mora se provoditi miješanje zraka u dva stupnja, s time da ventilatori miješaju zrak i kada nema hlađenja.

Slika 6 Dinamičku atmosferu prati kompletno procesno stanje (web 1)



Održavanje svih procesnih parametara provodi se pomoću mikroprocesorski baziranih sistema (PLC-a). Stanje u komori preko regulacijskih krugova prati se na monitoru, a osoba ima uvid u povijest pregleda događaja u CA komori tijekom skladištenja.

U nekim slučajevima, gdje se trebaju ubrzati neki metabolički procesi, kao što je kod kontroliranog, odnosno ubrzanog (ili umjetnog) dozrijevanja voća, u istim CA komorama primjenjuje se atmosfera obogaćena kisikom (50-55%) uz povišenje temperature (16 do 24°C) i relativne vlažnosti (95-98%), te održavanje niske koncentracije $_{CO2.}$ Za ubrzano dozrijevanje voća (npr. banana) i “razzelenjavanje” agruma upotrebljava se etilen u smjesi sa dušikom. (web 1)

2.1.8. Mikro-kontrolirana atmosfera

Mikro-kontrolirana atmosfera je dodatno i racionalno poboljšanje načina upravljanja procesima promjena kod svježeg voća i povrća. Posebna joj je prednost što se komora može koristiti za više vrsta voća i povrća unutar jedne komore. To je zbog toga što se ovaj jednostavan sistem mikro-kontrolira i održava unutar svake pojedine palete proizvoda koji se čuva. U principu, postavlja se aluminijska podloška na dnu palete, a paleta se hermetički pokriva. Ova metoda je vrlo isplativa i pogodna za uzgajivače različite veličine i šireg programa. Zatvorene palete čuvaju se u hladnjači i pod kontroliranom atmosferom dok proizvod ne bude spreman za tržište. Kontrola kisika i ugljikovog dioksida se može pratiti preko vanjskih cijevi spojenih na foliju kojom je paleta zaštićena. Za uzorkovanje koriste se fitinzi postavljeni na omotač. To omogućava da cijevi ostaju u mjestu. Kad se paleta ukloni iz hladnjače, ona zatvorena odlazi do dućana. Kontrola može biti ostvarena ručno ili se kompletno priključuje na kompjuterski-PLC sistem kojim se može pratiti do 100 paleta. Jedinstveni sistem se može programirati za svaku paletu. (web 1)

Slika 7 Mikrokontrolirana atmosfera; a) Mikrokontrolirana atmosfera sa povećanim sadržajem O2 u čuvanju trešanja, b) Kompjuterski-PLC sistem pomoću kojeg se može pratiti do 100 paleta (web 1)



2.1.9. Modificirana atmosfera i pakiranje u modificiranoj atmosferi

Modificirana atmosfera (MA) je termin koji se više koristi kod pakiranja proizvoda u ambalažu gdje je modificirana kompozicija plinova. Modificirana atmosfera se može koristiti i kod čuvanja voća kao i za kontrolu insekata. Može biti namjerno ili slučajno izazvana, odnosno pasivna i aktivna. Zbog ograničene sposobnosti za reguliranje pasivne atmosfere, koristi se aktivna modificirana atmosfera pri pakiranju proizvoda (MA). To se radi stvaranjem laganog vakuuma i uspostavljanjem željene mješavine plinova koja može biti prilagođena upotrebom apsorbirajućih supstanci u paketu sa kisikom, ugljikovim-dioksidom i etilenom. Tako etilenski apsorbens može pomoći pri odgađanju klimakterijskih promjena. Apsorbens ugljikovog-dioksida može spriječiti njegovo povećanje, što je poželjno, jer ugljikov-dioksid u određenoj koncentraciji može izazvati promjene na voću i povrću, što se inače događa proizvodima ako se pakiraju pasivnim načinom. Aktivna atmosfera uključuje i dodatne troškove.

Mnogi plastični filmovi su dostupni za pakiranje, ali se samo nekolicina koristi za pakiranje svježeg voća i povrća. Neki su propusni za plin, što ih čini pogodnim za pakovanje u modificiranoj atmosferi. Zbog sadržaja kisika koji je reduciran sa 21 do 2-5%, postoji opasnost da bi ugljikov-dioksid mogao rasti sa 0,03 do 16-19% u pakiranju. Tako visoki nivo ugljikovog-dioksida može dovesti do oštećenja većine vrsta voća i povrća. Zbog toga bi idealni film morao puštati više ugljikovog-dioksida van nego što pušta kisika unutra. Propusnost ugljikovog-dioksida bi trebala biti oko 3-5 puta veća od propusnosti za kisik ovisno o željenoj atmosferi.

Polietilen niske gustoće i polivinil-klorid su glavni filmovi korišteni u pakiranju voća i povrća. Polistiren se koristi, dok poliester ima nisku propustljivost za plin i koristi se za proizvode koji imaju nizak stupanj respiracije.

Tablica 8 Permeabilnost filmova dostupnih za pakiranje svježih proizvoda u modificiranoj atmosferi (web 1)

R.br.	Tip filma	Permeabilnost (cc/m2/ml/dan za 1 atm)		CO2 : O2
		CO2	O2	
1.	Poliester	180-390	52-130	3.0 : 3.5
2.	Polietilen, niske gustoće	7.700-77.000	3.900-13.000	2.0 : 5.9
3.	Polipropilen	7.700-21.000	1.300-6.400	3.3 : 5.9
4.	Polistiren	10.000-26.000	2.600-7.700	3.4 : 3.8
5.	Polivinil klorid	4.263-8.138	620-2.248	3.6 : 6.9
6.	Saran	52-150	8-26	5.8 : 6.5

Neka od novih pakiranja imaju potrebu za promjenama u propusnosti vezano za temperaturu – rastućom difuzijom plina, upotrebom mikroperforacije. Difuzija plina u i van pakiranja, kontrolirana je prvenstveno putem membrana za produkciju specifičnog dijela plinske transmisije.

Bio-senzori za detekciju etanola ili etil-acetata, kao indikatora fermentativnog metabolizma, u budućnosti bit će razvijani za potencijalnu upotrebu u produkciji pakiranja zajedno sa mehanizmom za otvaranje kako bi se pustio kisik u pakiranje. (web 1)

2.2. Kontrola procesa u komorama sa kontroliranom atmosferom

Kad se jednom CA komora zatvori, kvaliteta proizvoda se prati samo na osnovu praćenja procesnih stanja plinova i temperature. Kontrola procesnih stanja u CA komori može biti on-line i off-line. Uzorci plodova koji se kontroliraju u CA hladnjačama pripremaju se prije zatvaranja komora i postavljaju se tako da im se može pristupiti izvana.

Kod on-line kontrole plinova senzori su locirani na odgovarajuća mjesta i spregnuti u sistem automatske regulacije, dok se kod off-line kontrole plinova, plinovi uzorkuju sa predviđenih mjesta, a zatim se analiziraju.

Kod off-line kontrole svaki dan se kontrolira:

- nivo O_2 i CO_2,
- nivo temperature,
- vrijeme aktivnosti pojedinih uređaja.

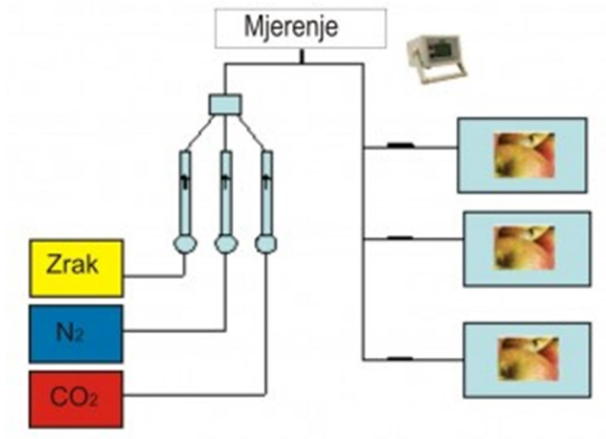
Kontrolama se ustanovljava da li su i koje količine plodova ugrožene od fizioloških ili gljivičnih oštećenja i da li, i kada treba početi iznošenje plodova iz komora. Pri tome se utvrđuje i čvrstina plodova i daje organoleptička ocjena.

Tablica 9 Dozvoljeno odstupanje i raspon mjerenja mjernih veličina u CA komorama (web 2)

R.br.	Mjerna veličina	Raspon mjerenja	Dozvoljeno odstupanje
1.	Temperatura	-1.0 to +15 o C	+/-0. 1 o C
2.	Ugljikov dioksid	0 to 20%	+/- 0.2%
3.	Kisik	0-25%	+/- 0.1%
4.	Vlažnost	Samo kod niske RV	

Za uspješno skladištenje proizvoda u CA skladištu od esencijalnog značaja je imati korektan i kvalitetan instrument za mjerenje uvjeta u komori. Gubici na proizvodu nastaju najčešće uslijed pogrešnog mjerenja i izbora instrumentacije.

Slika 8 Shema mjerenja (web 2)

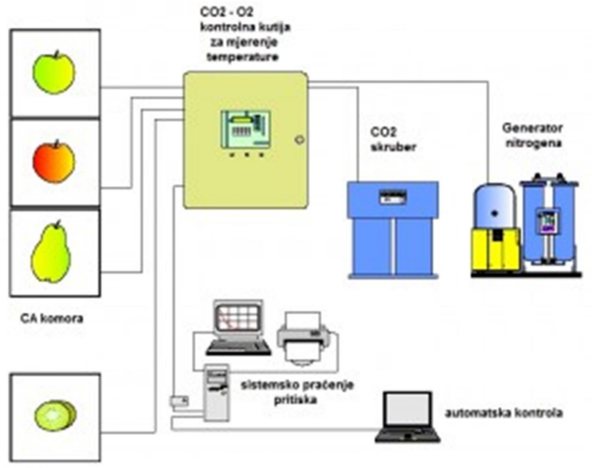


Pomoću određene instrumentacije mjeri se temperatura i koncentracija plinova u CA skladištu. Svi instrumenti moraju biti kalibrirani. (web 2)

Kontrola procesnih stanja u CA hladnjači, ako se obavlja automatski, onda uključuje korištenje mjerno-regulacijske tehnike u sistemu za regulaciju procesnih stanja. Mjerno-regulacijska tehnika se uglavnom sastoji od više regulacijskih ‘’krugova’’ zaduženih za održavanje temperature, sadržaja bioloških plinova, vlažnosti, tlaka.

Kod automatske regulacije važno je imati kvalitetna mjerna osjetila koja su locirana na referentnim mjestima i na taj način daju realnu sliku parametra koji se mjeri. Od mjernog osjetila, instrumenta za regulaciju i izvršnog organa ovisi brzina ''odaziva'' na promjene određenog procesnog stanja. Zbog toga je vrlo bitno kod kupovine hladnjača sa kontroliranom atmosferom posvetiti posebnu pažnju na kvalitetu sistema za automatsku regulaciju.

Slika 9 Shema automatske kontrole procesa (web 2)



Svi regulacijski krugovi (za temperaturu, tlak, koncentraciju bioloških plinova, vlažnost itd.) obično se kontroliraju preko ugrađenog PLC sistema. Što je vrlo važno, PLC se integrira sa kompjuterskom podrškom te se stječu uvjeti o pamćenju povijesti procesnih događaja unutar CA hladnjače. Tako se mogu i naknadno očitati parametri procesnih stanja kao što su temperatura, tlak itd. Procesna stanja unutar komore se održavaju uz pomoć izvršnih organa a to su: generatori dušika, skruberi, izmjenjivači topline (isparivač) itd. (web 2)

2.2.1. Mjerenje temperature

Za mjerenje temperature koriste se različiti senzori, a najčešće su u upotrebi senzori na bazi omskog otpora, termometri i termistori. Kod senzora na bazi omskog otpora koriste se sonde zvane PT 100. Drugi tip su termometri, kao što su željezo-konstantan termometri naprimjer. Osjećaj ovih senzora je različit, tako većina PT 100 sondi ima mjerenu osjetljivost na ± 0,25 °C. Bolji rezultati postižu se sa termistorskim sondama. Osjetljivi su na promjenu temperature od 0,1 °C, i dozvoljavaju korištenje drugih provodnika do regulatora. Ove sonde mogu biti instalirane u portablu (prenosivom uređaju za mjerenje temperature) ili su dio sistema za automatsku regulaciju. (web 2)

2.2.2. Mjerenje sadržaja kisika

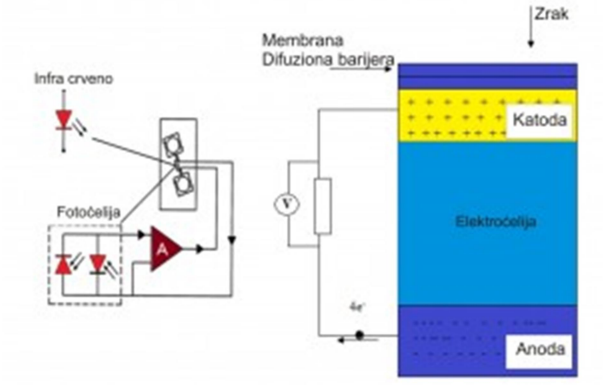
Kisik je plin kojeg je jako teško mjeriti u skladištima kao što je CA komora za čuvanje voća. Dva su principa koja se najčešće koriste kod mjerenja kisika. Prvi princip odnosi se na mjerna osjetila na bazi magnetnih svojstava, a drugi princip se odnosi na elektrokemijska svojstva. Ako se uzmu u obzir i ostali plinovi, kisik pokazuje najveća paramagnetična svojsta i taj efekt je iskorišten kod „dumbbell“ mjernih ćelija.

Kao alternativa mogu se koristiti elektrokemijske mjerne ćelije. One su nedavno poboljšane i mogu se koristiti u ovoj tehnologiji. Ovakvi uređaji manje koštaju i imaju mogućnost zamjene ćelije. Koriste se za manja skladišta.

Još jedna vrsta analizatora koja se koristi u tehnologiji skladištenja voća temelji se na cirkoniju. Ovi analizatori su jako dobri, ali postoji problem kod korištenja u CA uvjetima ako je nivo etilena visok. U takvim uvjetima potrebna je veća temperatura pri radu, što je nepovoljno za CA skladište. Ne preporučuju se za CA skladišta voća i povrća.

Sve senzore kisika je neophodno kalibrirati. Svježi zrak sa standardnom koncentracijom kisika od 21% se koristi za kalibraciju svih senzora kisika. Za provjeru rada fiksnog senzora potrebno je da se koristi prijenosni analizator kisika. (web 2)

Slika 10 Mjerno osjetilo na bazi magnetnih svojstava i elektrokemijska ćelija (web 2)



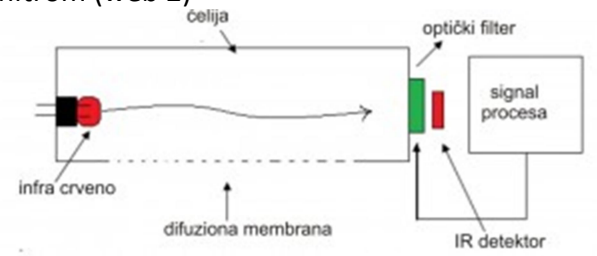
2.2.3. Mjerenje ugljikovog dioksida

Ugljikov dioksid se mjeri pomoću analizatora termičke vodljivosti ili pomoću instrumenata baziranih na metodama apsorpcije IR (Infra crvenih) zraka sa optičkim filtrima. Analizator termičke vodljivosti koristi zagrijanu žicu koja mijenja vodljivost u zavisnosti od okruženja, odnosno sadržaja CO_2 u okruženju. Tradicionalna metoda za mjerenje CO_2 u skladištima voća, prije pojave skladišta sa niskom koncentracijom kisika, primjenjivala je analizator termičke vodljivosti. Mjerenje ugljikovog-dioksida (CO_2) može se vršiti pomoću:

- analizatora termičke vodljivosti;
- infra crvene apsorpcije optičkim filtrima;
- promjenom radijacije

Za mjerenje CO_2 može se koristiti i metoda infra-crvene apsorpcije. Suština metode je u tome da ugljikov dioksid, koji se prvo apsorbira, prođe kroz optičke filtre. Ovo je zračenje usmjereno kroz jednostavnu ćeliju koja sadrži plin koji treba analizirati prije nego se mjeri detektorom. Promjena u zračenju je jako mala. Da bi se poboljšala stabilnost, zračenje se modulira bilo kojim motoriranim zatvaračem ili isključivanjem izvora zračenja. Ovaj tip analize se manje koristi, ali ga još uvijek ima. (web 2)

Slika 11 Način mjerenja ugljikovog dioksida pomoću metode apsorpcije IR zraka sa optičkim filtrom (web 2)



2.2.4. Mjerenje etilena

Koncentracije etilena koje su prisutne u skladištima voća je teško izmjeriti. Metode za mjerenje etilena su prilično komplicirane zbog toga što su senzori često osjetljivi i na druge veličine plinova, kao što su metan (CH4) i ugljikov monoksid (CO). Zbog toga se koriste detektori koji registriraju promjenu boje određene kemikalije. Mogu se također koristiti i detektori na bazi poluprovodnika-semikonduktora, ali oni često detektiraju metan (CH4) i ugljikov monoksid (CO). Najpouzdanija metoda kod mjerenja etilena je plinska kromatografija.

U skladištima sa većim koncentracijama etilena tj. gdje je etlien ubrizgan kako bi izazvao zrenje, mjerenje se može izvesti detektorima sa promjenom boje kemikalije, koja se nalazi u staklenim cijevima. Ovom metodom može se izmjeriti koncentracija etilena od 0,5 ppm.

Nekad je potrebno izmjeriti koncentraciju etilena kad je on prisutan u jako malim koncentracijama (od 0,01 do 1 ppm). Jedini praktičan način mjerenja je upotreba plinskog kromatografa. Ovakav uređaj je jako skup i najčešće se koristi u velikim skladištima. Senzori na bazi poluprovodnika se mogu koristiti za mjerenje etilena u većim koncentracijama. Treba uzeti u obzir da ovakvi uređaji, iako su optimizirani za mjerenje etilena, mogu reagirati i na druge plinove, kao što su metan (CH_4) i ugljikov monoksid (CO). (web 2)

2.2.5. Mjerenje vlage

Mala temperaturna kolebanja mijenjaju relativnu vlažnost unutar CA komore. Sniženje temperature stvara mogućnost kondenziranja vode, a povećanje temperature smanjenje relativne vlažnosti. Za mjerenje vlažnosti koriste se elektronski vlagomjeri. (web 2)

3.ZAKLJUČAK

Živimo u vremenu kad su zahtjevi za što prirodnijim i izvornijim namirnicama poprilično veliki. Promjenjivi zahtjevi tržišta doveli su do razvoja novih tehnologija proizvodnje i konzerviranja hrane, osim klasičnih postupaka konzerviranja (toplinska obrada, kemijska obrada, hlađenje, ionizirajuće zračenje i sl.) s vremenom se sve više razvija postupak modificirane i kontrolirane atmosfere. Netoplinski postupak konzerviranja većinom voća i povrća u kojem se mijenja tj. modificira sastav početne atmosfere u kojoj se nalazi proizvod i to sniženjem udjela O_2 (s 21% na 3%) i povećanjem udjela CO_2 (na 2 do 5% i više) u komorama i velikim skladišnim prostorima. Primarni zadatak kontrolirane atmosfere je usporavanje disanja i biokemijskih procesa u voću i povrću. Za razliku od kontrolirane, modificirana atmosfera se odnosi na dinamičan proces koji se odvija u malim jediničnim pakiranjima. Cilj modificirane atmosfere je stvoriti uravnotežen sastav plinova, vodene pare, gdje je iznimno bitno da su brzina disanja sirovine i propusnost plastične folije usklađeni.

U svojem završnom radu bilo mi je drago naglasiti važnost ovakvog postupka konzerviranja hrane i osobito sam bio zadovoljan s izborom teme. Smatram da je važnost i budućnost kontrolirane atmosfere izuzetna, upravo zbog brzog i modernog života koji nam dolazi.

4.LITERATURA

Lovrić T: Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva. Hinus, Zagreb, 2003. [01.09.2015.]

Koprivnjak O: Kvaliteta, sigurnost i konzerviranje hrane. Rijeka : Medicinski fakultet, Sveučilište u Rijeci,Rijeka, 2014. [01.09.2015.]

Lovrić T i Piližota V: Tehnologija konzerviranja i prerade voća i povrća. Nakladni zavod, GLOBUS, Zagreb, 1994. [01.09.2015.]

web 1: http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/kontrolirana-atmosfera-i-vrste-kontrolirane-atmosfere [28.08.2015.]

web 2: http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/kontrola-procesa-u-komorama-sa-kontroliranom-atmosferom [28.08.2015]