Ana Miklavčič Višnjevec

TEHNOLOGIJE PREDELAVE SADJA IN ZELENJAVE V KMETIJSTVU

Študijski program: Agronomija

Predmet: Tehnologije predelave v kmetijstvu

2024/2025

Koper, 2024

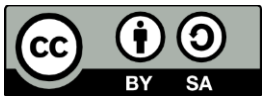
Ana Miklavčič Višnjevec

Tehnologije predelave sadja in zelenjave v kmetijstvu

Študijsko gradivo

Koper, 2024

© avtor/avtorica: CC BY-SA



KAZALO

1. Uvod
2. Pomembnost upravljanja s sadjem in zelenjavo po obiranju
3. Zorenje
4. Hlajenje
5. Pakiranje
6. Metode sušenja
7. Toplotna obdelava in mletje
8. Zaključek

1. UVOD

Učno gradivo je namenjeno študentom Agronomije kot pomoč pri študiju Tehnologije predelave v kmetijstvu. Zajema sledečo vsebino: 1.) Upravljanje s sadjem in zelenjavo po obiranju, 2) Konzerviranje hrane in predelava sadje in zelenjavo. Učno gradivo temelji predvsem na obvezni literaturi (Ben-Yehoshua in sod., 2005) predmeta Tehnologije predelave v kmetijstvu na študijski smeri Agronomija Fakultete za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije Univerze na Primorskem. Vsebina zajema osnovne zakonitosti predelave in podaljšanja življenjske dobe sadja, fiziologijo sadja pred in po obiranju, osnovne procese zorenja sadja in dejavnike, ki vplivajo na regulacijo zorenja, pomen skladiščenja sadja in zelenjave ter vpliv temperature in sestave atmosfere na skladiščno sposobnost sadja. Opisuje tudi pomembnejše postopke predelave sadja in zelenjave.

Po podatkih Organizacije za prehrano in kmetijstvo se vsako leto se po svetu zavrže približno 1,3 milijarde ton hrane. To predstavlja približno tretjino pridelane hrane (globalno gospodarstvo stane 750 milijard dolarjev). Izgube sadja in zelenjave v povprečju predstavljajo 46 % in veljajo za najvišji delež vseh izgub hrane. V Sloveniji letno izgubimo približno 5000 ton zelenjadnic in 10 000 ton sadja. Ocenjen delež zavržkov hrane v državah v razvoju bistveno ne razlikuje od tistih v industrializiranih državah. V državah v razvoju se več kot 40% izgub hrane zgodi ob spravilu pridelka in v procesih pridelave. V industrializiranih državah se 40% izgub pojavlja na ravni potrošnje.

Zato je še posebej za študente Agronomije pomembno razumevanje osnovnih procesov, ki se dogajajo v sadju in zelenjavi po obiranju. Pomembno je tudi poznavanje novejših tehnologij skladiščenja in obdelave, sadja in zelenjave po obiranju, saj tako lahko bistveno pripomoremo k zmanjšanju zavržkov in k bolj trajnostni rabi kmetijskih izdelkov kot so sadje in zelenjava.

Z učnim gradivom želi avtorica spodbuditi študente k bolj pogosti rabi strokovne literature in k osvojitvi osnov za nadaljnje kritično razmišljanje in uporabo ustreznih tehnologij v namen zmanjšanja pokvarljivosti kmetijskih izdelkov.

»Izobraževanje ni učenje dejstev, ampak urjenje uma za razmišljanje.«

Albert Einstein

2. POMEMBNOST UPRAVLJANJA S SADJEM IN ZELENJAVO PO OBIRANJU

Sadje in zelenjava so zelo pokvarljivi. Izgube po obiranju se gibljejo od 5 do 50%. Problem se pojavlja predvsem v državah v razvoju, kjer ni primerne opreme. V državah v razvoju je rok uporabe teh izdelkov zelo upadel in potrošnik dobi produkte zelo slabe kvalitete in z nizko hranilno vrednostjo. V državah z razvitim kmetijstvom so na voljo primerne tehnologije, ki pomembno zmanjšajo izgube po obiranju in izboljšajo kvaliteto izdelka za potrošnike.

VZROKI ZA IZGUBE V DRŽAVAH V RAZVOJ

Vzroki za izgube v državah v razvoju so: 1.) omejitev s tehničnimi, vodstvenimi in finančnimi viri. 2.) prezgodnje spravilo pridelka, bodisi zaradi nujne potrebe po hrani ali zaradi dohodka, 3.) pogosto zastarele in neučinkovite metode spravila pridelka.

GLAVNI AGRONOMSKI VZROKI ZA ZAVRŽKE SADJA IN ZELENJAVE

Paradižnik

Glavne bolezni paradižnika so padavica sadik (*Pythium spp., Alternaria spp., Phytophtora spp., Sclerotinia sclerotiorum, Fusarium spp., Rhizoctonia solani*), paradižnikova koreninska gniloba (*Phytophtora cryptogea, Phytophtora nicotianae, Phytophtora capsici, Phytophtora citricola*), plutavost paradižnikovih korenin (*Pyrenocheta lycopersici*), črna listna pegavost paradižnika (Alternaria porri f.sp. solani). Me pomembne škodljivce sodijo talne sovke (*Agrotis segetum*, *Agrotis ypsilon*, *Euxoa temera*), strune (*Elateridae*), listne uši (*Aphididae*), navadna pršica (*Tetranychus urticae*) in paradižnikov molj (*Tuta absoluta*).

Jabolka

Med pomembne bolezni jabolka sodijo jablanov škrlup (*Venturia inaequalis*), jablanova pepelovka (*Podosphaera leucotricha*). Medtem kot zelo pogosti škodljivci so jabolčni zavijač (*Cydia pomonella*), zavijači (*Tortricidae*), jabolčna grizlica (*Hoplocampa testudinea*), rdeča sadna pršica (*Panonyhus ulmi*), uši (*Dysaphis sp.*), krvava uš (*Eriosoma lanigerum*) in gniloba po obiranju.

Čebula

Pomembne bolezni čebule so čebulna plesen (*Peronospora destructor*), siva plesen (*Botritis cinerea*), čebulna rja (*Puccinia alli*) in bela gniloba (*Sclerotinia cepivorum*). Pogosti škodljivci so čebulna muha (*Delia antiqua*)in tobakov resar (*Trips tabaci*). Pogosta težava pri čebuli je tudi izguba teže pri skladiščenju.

Kapusnice

Bolezni, ki pogosto napadajo kapusnice so sledeče: padavica sadik (*Pythium spp.),* golšavost kapusnic (*Plasmodiophora brassicae*), kapusna plesen (*Peronospora parasitica*), črna listna pegavost kapusnic (*Alternaria brassicae*), črna žilavka kapusnic (*Xanthomonas campestris*). Med

pomembne škodljivce kapusnic pa sodijo kapusov belin (*Pieris brassicae*), kapusov molj (*Plutella xylostella*), kapusova sovka (*Mamestra brassicae*), listne uši (*Aphididae*), tobakov resar (*Trips tabaci*), polži (*Limacidae gastropoda*) in strune (*Elateridae*).

NAJPOMEMBNEJŠI VZROKI KVARA HRANE

Najpomembnejše vzroke kvara hrane delimo na:

- (a) mikrobne aktivnosti bakterij, kvasovk in plesni;
- (b) encimske;
- (c) kemijske in biokemijske dejavnosti v hrani.

Mikroorganizmi v hrani

Mikroorganizme, ki jih najdemo v hrani uvrščamo med: 1.) patogene mikroorganizme, 2.) mikroorganizme kvara hrane in 3.) koristne mikroorganizme.

Mikroorganizmi, ki kvarijo živila

Od več tisoč obstoječih vrst mikroorganizmov, samo nekateri povzročajo kvarjenje in zastrupitev s hrano. Mikroorganizmi, ki pokvarijo živila, so zelo razširjeni v zraku, vodi in prsti, na perutninskih perjih, govejih kožah, sadnih in zelenjavnih lupinah, trupih zrnca, orehovih lupinah, jajčnih lupinah, obdelovalnih strojih in skoraj povsod, če ni sterilizirano. Tveganja zmanjšamo, če pred in po predelavi zagotovimo dobre sanitarne razmere.

Bakterije

Bakterije so velika skupina enoceličnih mikroskopskih živih organizmov, z razmeroma preprosto celično strukturo brez celičnega jedra in brez organelov, kot so mitohondriji ali kloroplasti. Lahko so v različnih oblikah.

Kvasovke

Kvasovke so lahko sferične ali elipsoidne oblike, so evkariontski enocelični organizmi iz kraljestva gliv

Plesni

Plesni so vse mikroskopske vrste gliv, ki rastejo v obliki hif (v nasprotju s kroglastimi glivami, ki tvorijo kvas, in makroskopskimi glivami, ki jih poznamo kot gobe).

Protozoi in fagi

Protozoi in fagi so tudi mikroorganizmi, ki lahko razgrajujejo živila.

Insekti, pršice in glodalci

Insekti, pršice in glodalci so tudi organizmi, ki lahko pokvarijo hrano.

Spore

Nekatere bakterije, kvasovke in vse plesni proizvajajo spore, ki so zelo odporne proti vročini in kemikalijam. Postopki sterilizacije morajo biti zasnovani tako, da še posebej inaktivarjo bakterijske spore, ki so najbolj odporne.

Rast bakterij

Bakterije in tudi drugi mikroorganizmi se lahko razmnožujejo zelo hitro (eksponentno) pri ugodnih okolijskih pogojih. Lahko napadaje vsako živilo.

Različni mikroorganizmi, različni optimalni pogoji

Vsak mikroorganizem ima (1.) optimalno temperaturo za njegovo najboljšo rast, (2.) minimalna temperatura za najmanj ali brez rasti, in (3.) najvišjo temperaturo, nad katero se ves razvoj dopolni ali ustavi. Mezofilne bakterije hitro pomnožijo pri temperaturah od 16 °C do 38 °C, termofilne bakterije lahko rastejo pri temperaturi do 80 °C, in bakterijske spore lahko dolgo preživijo pri vrelišču vode. Samo psihrofilne bakterije lahko rastejo pri temperaturah tudi pod lediščem vode. Aerobne bakterije in vse plesni zahtevajo kisik za njihovo rast, medtem ko lahko anaerobne bakterije rastejo brez kisika, vendar pa lahko fakultativne bakterije rastejo pod aerobnimi ali anaerobnimi pogoji. Tla, voda, zrak z različni organizmi, vključno z živalmi in ljudmi, so vir kontaminacije živil.

3. ZORENJE

PROCES DIHANJA

Fiziološke spremembe v sadju ali zelenjavi po obiranju včasih potekajo pospešeno. Te spremembe so predvsem odvisne od procesov dihanja, saj sadje in zelenjava dihajo tudi po obiranju. Spremembe so kompleksne. Škrob in sladkorji se pretvorijo v rastlini v ogljikov dioksid in vodo. proces je odvisen od razpoložljivosti kisika. Lahko je aeroben ali anaeroben. Zelo pomembno je preprečiti anaerobno dihanje in nadzorovati kisik do te mere, da aerobno dihanje poteka z zmanjšano hitrostjo.

Toplota kot posledica dihanja

Količina toplote, ki se tvori med dihanjem se spreminja glede na vrsto zelenjave ali sadja. Hitrost toplotnega dihanja je povezan s funkcionalnim vidikom rastlinskega tkiva. Na primer rastoči del rastline kot je list (v listni zelenjavi) ima večjo hitrost nastajanja toplote v primerjavi z rastlinskim tkivom, kjer je rast prenehala kot je to gomoljev pridelek.

Dihalni proces povzroči zmanjšanje teže proizvode, ker se nekateri sestavine v sadju ali zelenjavi oksidirajo. Lahko tudi izgubijo sladkost. Hitrost dihanja se lahko nadzorujejo z zmanjšanjem temperature. Hitrost se izrazi glede na hitrost proizvodnje ogljikovega dioksida na maso enote.

Hitrost je povezana s procesom dihanja. Glede na produkcijo etilena je sadje in zelenjava razvrščena v dve skupini in sicer na klimakterično in neklimakterično. Za klimakterično sadje in zelenjavo je značilna visoka proizvodnja etilena in ogljikovega dioksida v fazi zorenja. Medtem kot za neeklimakterično sadje in zelenjavo je značilno, da koncentracije ogljikovega dioksida in etilena ostaneta relativno nizki in ni povečanja v fazi zorenja.

Primeri klimakteričnega sadja: jabolka, marelice, avokado, banane, borovnice, fige, kivi, mango, nektarine, papaja, breskve, hruške, slive, paradižnik, lubenica.

Primeri neklimakteričnega sadja in zelenjave: robidnice, kakav, kumarica, jajčevec, grozdje, grenivka, žižola, limona. Limeta, liči, oljka, pomaranča, paprika, ananas, granatno jabolko, maline, mandarine, jagode.

Pomen produkcije etilena

Etilen ima velik vpliv na fiziološke procese v rastlinskem tkivu. Zaradi etilena se zgodi sprememba v zeleni barvi zaradi izgube klorofila. Tkivo porjavi zaradi sprememb antocianinov in fenolnih spojin. Razvijejo se rumena in rdeča barvila zaradi nastajanja antocianinov in nato karotenoidov. Vpliva tudi na ostale spremembe, ki zmanjšajo uporabo in pospešijo poslabšanje. Lahko pride do izgub v hranljivosti. Pride do izgube vode. Zmanjša se teža ter poslabšanje teksture (slabša sočnost in hrustljavost).

Hitrost nastajanja etilena je različna glede na vrsto sadja in jo lahko nadzorujemo s temperaturo shranjevanja, z atmosferskim kisikom in s koncentracijo ogljikovega dioksida. Etilen vpliva, da šparglji postanejo trši po spravilu, krompir kali, čebuli, česnu in krompirju pa poženejo korenine.

SPREMEMBE, KI LAHKO NASTANEJO PO SPRAVILU

Zaradi slabšega upravljanja temperature shranjevanja se pospeši fiziološki razpad v sadju in zelenjavi. Za primer poškodbe zaradi hlajenj nastanejo v produktih iz tropskih in subtropskih področij, ko se shranjuje pri temperaturah nad njihovo točko zamrznitve in pod 5 do 16 °C. Te poškodbe povzročijo, neenakomerno dozorevanje, razpad, rast površinskih plesni, razvoj neprimernih okusov, površinsko in notranjo razbarvanje. Podobne fiziološke poškodbe povzročijo temperature shranjevanja, ki povzročijo zmrzovanje, kar vodi v poškodbe zaradi zmrzovanja in pri temperaturah, ki so visoke kar vodi v poškodbe zaradi toplote. Zelo pomembno je imeti primerno temperaturo skladiščenja, z njo lahko uspešno upočasnimo zmanjšanje kvalitete med skladiščenjem. Veliko krat fiziološke poškodbe omogočijo bakterijam in glivam, da okužijo rastlinsko tkivo.

Proces dozorevanja

Nekatero sadje se obira, ko dokončno dozorijo oziroma je zrelo. Njihova kvaliteta je najboljša takoj po obiranju in se jih zato mora pojesti v zelo kratkem času po obiranju. Obstaja pa sadje, ki lahko dozori tudi po obiranju med skladiščenjem in med transportom. Da lahko dozori tako sadje obstajajo posebni prostori za dozorevanja sadja, kjer so temperatura, vlažnost, koncentracije ogljikovega dioksida, etilena in tudi pretok zraka nadzorovani.

Sadje, ki mora biti pobrano, ko dokončno dozori: jagode, borovnice, maline, češnje, citrusi (grenivka, limona, limeta), mandarina, grozdje, ananas, granatno jabolko.

Sadje, ki lahko dozori med skladiščenjem in transportom: jabolka, hruške, kutina, marelice, nektarine, breskve, slive, kivi, avokado, banane, papaja, guava.

Zorilni prostor s sadjem na paletah in s cirkulacijo zraka

V konvencionalni (ustaljeni, splošno veljavni) zorilni komori, so škatle sadja tesno zložene na paletah. Palete so dvignjene nad tlemi 10 do 15 cm. To omogoča, da se zrak premika pod paletami. Tarpe se uporabljajo za pokrivanje zračnih prehodov med paletami. V prostorih za dozorevanje agrumov so paletne škatle zložene do šest palet visoko. Temperatura v zorilnih prostorih se vzdržuje okoli 15 do 21 °C, z relativno vlažnostjo 85%. Glede na geografsko lokacijo količina izolacije v zidovih se razlikuje.

Zorilni prostor za citruse

Pretoka zraka okrog paletnih obremenitev ne sme biti oviran. Običajno razmak 10-15 cm med paletami zagotavlja dobro kroženje zraka. Za dobro distribucijo zraka se lahko še doda ventilatorje potrebne za distribucijo zraka v zorilnici na čim bolj enak način. V sistemih s prisilnim prezračevanjem (forced-air systems) se skladi tesno držijo in imajo lahko obremenitve dve ali tri palete.

Grelniki v zorilnicah

V zorilnicah se ne sme se uporabljati odprti ogenj zaradi oddajanja CO_2, ki lahko moti zorilni proces. Ko se shranjevalni produkti segrejejo na potrebno temperaturo, je to temperaturo potrebno ohraniti, tudi ko shranjeni produkti nadaljujejo s produkcijo toplote. Ta toplota se kontinuirano dodaja prostoru zaradi toplotnega transferja od zunaj ali zaradi ventilatorjev. Zato se potrebuje hladilni sistem, da se vzdržuje želena toplota. Prisilni zračni sistem "forced-air systems" je boljši v odvajanju toplote kot ne prisilni zračni sistem "non-forced-air system". Na primer pri bananah, ko se zorenje nadaljuje, se hitrost odvajanja toplote poveča pet do šest krat od začetne hitrosti. Sistemi hlajenja takih produktov morajo biti ustrezno načrtovani za odstranitev dodatne toplote v sobah. Grelniki v zorilnicah so lahko električni grelniki ali posredni toplotni izmenjevalniki segreti z vročo vodo.

Nadzor procesa zorenja

Za nadzor procesa zorenja merimo temperaturo pulpe plodov.

Kontrola vlage v zorilnicah

Optimalna vlaga v zorilnicah znaša med 85%-95%. Visoka vlažnost v zorilnicah je potrebna, da pride do minimalnih izgub vlage sadja in zelenjave. Zaradi potreb po visoki vlažnosti so pogosto potrebni vlažilci za vzdrževanje potrebne vlažnosti. Pri tako visoki vlažnosti je potrebno posebno pozornost nameniti pakirnemu materialu, saj ima lahko velika vsebnost vlage negativen vpliv na nekateri pakirni material kot so paketi, izdelani iz valovitega lepenke, ki lahko zaradi visoke vlažnosti oslabijo. Mokri in suh sijalični temperaturni psihrometer je uporaben, za meritev vlažnosti v prostorih za zorenje.

Zahteve za pretok zraka v zorilnicah

Pretoki zraka za razporeditev etilena ali odstranite ogljikovega dioksida morajo biti nizki. Višji pretoki zraka so potrebni za odstranitev toplote nastale zaradi procesa dihanja.

- Za avokado in banane se priporoča 0.3 m^3/s kg.
- Za izdelke z nizko stopnjo dihanja kot so pomaranče pa se priporoča 0.1-0.05 m^3/s kg.

Uvajanje etilena

Etilen se lahko v zorilnicah uvaja s pomočjo generatorja, ki proizvaja etilen iz etanola. Lahko se uporabi čisti etilen iz jeklenk ali etilen raztopljen v dušiku. Pri uvajanju etilena je potrebno posebno pozornost nameniti varnosti, saj je lahko etilen v koncentracijah 2.8%-28.6% eksploziven na zraku. Zato mora biti električen sistem v zorilnicah eksplozijsko varen.

Poškodbe zelenjave zaradi etilena

Šparglji: povečana žilavost

Fižoleti: izguba zelene barve

Brokoli: porumenitev, poškodbe cveta

Zelje: porumenitev, poškodbe listov

Korenje: razvoj grenkega okusa

Cvetača: poškodovano listje in porumemitev

Kumarice: porumenitev in zmehčanje

Jajčevci: porjavitev pulpe in semen, pospešen razpad

Listnata zelenjava: izguba zelene barve

Krompir: kaljenje.

Koncentracija ogljikovega dioksida v zorilnicah

Koncentracije ogljikovega dioksida nad 0.5% lahko upočasnjuje zorilni proces. Zelo pomembno je prezračevanje v zorilnicah. Poleg tega izpostavljenost ogljikovem dioksidu nad 0,5% lahko škoduje zdravju. Zato je omejena izpostavljenost ogljikovem dioksidu na ne več kot 15 minut pri koncentraciji 1,5%.

Za ponazoritev posebnega postopka, ki se uporablja v prostorih za zorenje, bomo razpravljali o štirih izdelkih.

Ko sadež zori, poteka kar nekaj notranjih sprememb: škrob se spremeni v enostavne sladkorje, poveča se titracijska kislost (pH), zmanjša se trdnost. To pomeni, da sadeže, ki se jih obira zgodaj lahko vsebujejo več škroba in imajo več kisline v primerjavi s sadeži, ki se jih obira kasneje. Tista jabolka ki se jih obira kasneje niso dobra za daljše shranjevanje, ker so bolj občutljiva na fiziološke napake oziroma motnje. Če je vsebnost škroba visoka potem bo zorilni protokol izboljšal kvaliteto jabolk za uživanje.

ZORENJE JABOLK

Če so jabolka namenjena dolgemu shranjevanju se jih mora obirati še pred klimakteričnim porastom stopnje dihanja.

Zorilni protokol:

- 20 °C – 25 °C in izpostavljenost 10 ppm etilena za 24 ur na 90-95% vlažnost.
- 5 dni na visoki vlažnosti, da se lahko škrob spremeni v sladkorje.

Če se zmanjša trdota jabolk, je to znak, da se jabolka umaknejo iz zorilnice v hladilnice, da se ohladijo na 0 °C.

ZORENJE BANAN

Banane, ki se jih obere v polni zrelosti so najbolj kakovostne. Vendar so lahko obrane v polni zrelosti samo, če se kontrolirano atmosfero uporabi, takoj po obiranju. Banane so tudi zelo občutljive na poškodbe zaradi hlajenja. Izpostavljenost temperaturam pod 13°C za nekaj ur ali nekaj dni, odvisno od zrelosti in vrste banan lahko povzroči poškodbe.

Poškodbe zaradi hlajenja se kažejo v površinskem razbarvanju, v neuspešnosti zorenja in rjavenje mesa. Priporoča se, da se pri transportu banan temperatura vzdržuje na 15 °C v kontrolirali atmosferi (2%-5% kisika in 2-5% CO_2). Le takrat, ko je sadje pred trgovino se lahko banane ima na 14 °C-18 °C na relativni vlažnosti 90%-95%, koncentraciji etilena 100-150 ppm za 24-48 ur. Hitrost zorenja se lahko uravnava z različno temperaturo skladiščenja.

Značilne strategije pri zorenju banan

Druge spremembe med zorenjem banan vključuje spremembe v barvi kože iz zelene v rumeno, lažje lupljenje, povečanje razmerja med celulozo in lupino, škrob gre v enostavne sladkorje, pulpa se zmehča.

ZORENJE MANGA

Med zorenjem manga se dogajajo različne spremembe, kot so spremembe v barvi kože iz zelene v rumeno. Hladilne poškodbe imajo na mango velik vpliv. Nastanejo, ko temperatura zrelih zelenih mangov pade na 12,8 °C (v primeru zrelih mangov pod 10 °C) in vključujejo: neenakomerna zrelost, slaba barva, razvoj priokusov, velika občutljivost na razpad, površinska luknjičavost, pojavitev mesa.

Priporočen zoritveni protokol: 20 °C – 22 °C, relativna vlažnost 90%-95%, koncentracija etilena 100 ppm za 12-24 h in koncentracija ogljikovega dioksida pod 1%.

Ko se v zorilnicah tretira z etilenom, je zelo pomembna periodična ventilacija, da se izognemo povišanju ogljikovega dioksida.

ZORENJE PARADIŽNIKA

Najbolj pomembni parametri pri zorenju paradižnika so barva, trdota, tekstura in okus. Na okus vplivajo sladkorji in koncentracija kislin. Okusen paradižnik vsebuje velike koncentracije sladkorjev in relativno visoko koncentracijo kisline. Da se izognemo hladilnim poškodbam, paradižniki ne smejo biti izpostavljeni temperaturam pod 10 °C. Hladilne poškodbe vključujejo: neenotna zrelost, slabši okus, mehkoba, povečan razpad.

Tretiranje paradižnika z etilenom

Tretirane paradižnika z etilenom je neučinkovito za zorenje delno zrelih paradižnikov. Uporabno pa je za začetek zorenja “mature green” paradižnikov.

Protokol zorenja: koncentracija etilena (100 ppm) pri temperaturi 18 °C do 20 °C, vlažnost večja od 90% in ustrezno prezračevanje.

V treh do treh in pol dneh bi morali paradižniki doseči prelomno (“braker”) fazo po tretiranju z etilenom.

4. HLAJENJE SADJA IN ZELENJAVE

Proces dihanja vključuje serijo kompleksnih korakov. Kot smo že omenili med dihanjem se škrob in sladkorji pretvorijo v ogljikov dioksid in vodo. Intermediarni produkti vključujejo organske kisline. Na proces vpliva razpoložljiv kisik. Koncentracija kisika znotraj produkta je po navadi zelo podobna atmosferi, ki obdaja produkt. Če je v okolici premalo kisika, potem potečejo anaerobni procesi. Produkti anaerobnega dihanja so ketoni, aldehidi in alkoholi, ki povzročijo odmrtje tkiva. Toplota je tudi vključena v proces dihanja, ki povzroči temperaturo produkta, da se zviša.

Nadzorovanje procesa dihanja z nadzorom temperature je ključno pri upravljanju s sadjem in zelenjavo po obiranju!

IZGUBA VODE

Izguba vode je ireverzibilna z izjemo cvetov. Izguba 3%-5% začetne teže zaradi vode povzroči, da produkti ovenijo in se izsušijo. Izguba vode je posledica gradienta v parnem tlaku. Poteka v glavnem iz površine produkta, lahko poteka iz stebla ali poškodbe na površini. Značilno je, da je notranjost sadja ali zelenjave blizu zasičenosti vode. Gradient parnega tlaka med površino izdelka in okoliško atmosfero je gonilna sila za izgubo vlage! Posledično imajo komore za shranjevanje visoko vlažnost, da je izguba vode čim manjša.

IZRAČUN IZGUBE TEŽE

Primer:

Kolikšna je izguba teže v zelju, ki se ga vzdržuje na 0 °C v atmosferi z 0 °C na 90% relativno vlažnost?

razmerje vlažnosti pri 0 °C pri 100% relativni vlažnosti je 0,00380 kg vode / kg suhega zraka

Parni tlak za zelje = 0,00380 · 0,101/0,622 = 0,000617 MPa

Parni tlak za zrak = 0,00340 · 0,101/0,622 = 0,000552 MPa

Transpiracijski koeficient za zelje iz tabele 17.12 je 223 mg/kg s Mpa

Izguba vlage = (0,000617-0,000552) Mpa · 223 mg/kg s MPa

= 0,0145 mg/kg s

= 0,125% na dan.

Pakiranje zelja v polimerno folijo z majhno permeabilnost za vodo pripomore k zmanjšanju izgub vode iz zelja.

AKTIVNOST MIKROORGANIZMOV

Je zmanjšana pri nižjih temperaturah. Večina mikroorganizmov raste pri zelo zmanjšani hitrosti okoli 0 ºC. *Rizophus rot* ne raste pod 5 ºC.

POMEMBNOST HLAJENJA PO OBIRANJU

Čas po obiranju in začetek hlajenja je kritičen za nekatere surovine. Jagode prej zgnijejo, če se jih ne hladi najkasneje v eni uri po obiranju. Češnje moramo hladiti najkasneje 4 ure po obiranju.

RAZLIČNE METODE HLAJENJA SADJA IN ZELENJAVE

Hlajenje pred transportom: hlajenje v prostoru, hlajenje s prisilnim prezračevanjem, hlajenje z vodo, hlajenje z embalažo in vakuumsko hlajenje.

Hlajenje med transportom: hlajenje na vrhu, hlajenje s tunelom, mehanično hlajenje.

Različni faktorji vplivajo na izbiro metode za hlajenje izbrane surovine kot na primer:

- **Vrsta proizvoda** kot je listnata zelenjava, stebelna ali korenine.
- **Velikost proizvoda**
- **Količina proizvoda**
- **Velikost in oblika embalaže**
- **Vrsta embalaže**
- **Občutljivost na fizične poškodbe proizvoda**
- **Cena** (vložek in vzdrževanje).

HLAJENJE s prisilnim prezračevanjem

Med najbolj običajnimi metodami za hlajenje je uporaba hladnega zraka za hlajenje. Zrak se najprej ohladi tako, da gre na tuljave uparjalnika hladilnega sistema. Ko se zrak ohladi, se sprijema tuljave uparjalnika, ker se toplota prenese iz zraka v hladilnik, ki teče znotraj tuljav. Ohlajeni zrak pride nato v stik s sadjem in zelenjavo, ki so običajno pakirani v posodah z odprtino v zidu. Ker gre hladen zrak preko vsebine proizvoda, pride do prenosa toplote med proizvodom in zrakom. Medtem ko se temperatura proizvoda zmanjša, se temperatura zraka poveča. Ta se usmeri nazaj na izparilne tuljave, da se ponovno ohladi.

Najbolj običajni sistemi hlajenja s prisilnim prezračevanjem so:

- hlajenje s predorom („tunnel cooling“)

- serpentinsko hlajenje („serpetine cooling“)

- hlajenje s pomočjo hladne stene („cold wall cooling“).

HLAJENJE S PREDOROM („TUNNEL COOLING“)

V takem sistemu so vrste paletnih škatel postavljene v hladilnici, tako da med njima obstaja prazen kanal ali predor. V takih hladilnicah sta obe vrsti tovora zloženi na vsaki strani tunela. Obe strani in vrh tunela so pokrite s tarpom (streha iz šotorskega platna), ki usmerja zračne tokove med škatle. Prenosni ventilator za odpadne pline deluje tako, da zrak vleče skozi zapakirane produkt. Nato se zrak usmeri protituljavi uparjalnika hladilnega sistema, ki ga je treba ponovno ohladiti in ga uporabiti. Pokrovi predorov delujejo kot saržni sistem. Hitrost ventilatorja se lahko ročno krmili, tako da se ohrani energija, do konca hladilnega cikla.

SERPENTINASTO HLAJENJE („SERPETINE COOLING“)

V serpentinastem hladilnem sistemu je izdelek navadno zapakiran v posode velike kot palete z odzračevalnimi odprtinami na dnu. Ko so paletni zabojniki postavljeni drug na drugega, zobci pomagajo ustvariti odprt kanal za pretok zraka. Tudi število paletnih zabojnikov je zloženo vzdolž stene. Vsaka nadomestna odprtina med paletnimi posodami je zaprta s tarp trakom. Potem se zrak usmeri skozi izdelek na serpentinasti način. Običajno so posode nameščene le 10-15 cm od stene, tako, da so odprtine dovolj zračne. Skozi odprtine za zaboje se uporabljajo hitrosti zraka 5-7,5 m / s. Hitrost pretoka zraka je običajno 0,25-0,5 L / s / kg s časom hlajenja 10-12 ur.

HLAJNEJE S POMOČJO HLADNE STENE („COLD WALL COOLING“)

Hlajenje s pomočjo hladilne stene se po navadi uporablja za veliko manjših izdelkov. Paletni tovor se postavi ob posebni zid. Ko je paletni tovor postavljen ob zidu, se ročico potisne, da se odpre loputa, ki dovoljuje dovajanje zraka. Sistem odpiranja lopute je lahko nameščen tako, da se odpre le, če se aktivira s pomočjo zabojnikov. Tako so lahko palete različne velikosti in višine postavijo ob steni in se tako odprejo samo potrebne lopute. Podobno se lahko police uporabijo za postavitev manjših škatel vzdolž hladilne stene. Po hlajenju se posamezni zabojniki odstranijo in zamenjajo z novimi produkti. Police in loputni sistem je dražji kot drugi sistemi. Sistem je zelo fleksibilen v hlajenju števila tovora v danem času. Vizualna kontrola mora biti vzpostavljena, da obvesti operaterja, kdaj bi moral biti tovor odstranjen.

HITROST HLAJENJA S PRISILNIM PREZRAČEVANJEM

Širina sklada (kupa) vpliva na razdaljo, ki jo hladilni zrak potrebuje za pripotovati skozi pakiran proizvod. Če je sklad (kup) širši, je treba ustrezno povečati pretok zraka ali pa bo opazna razlika med najtoplejšim in najhladnejšim izdelkom ob koncu hladilnega obdobja. Običajno so hladilnice projektirane tako, da je debelina enaka eni paleti (1,2 m).

Tipi ventilatorjev

Najpogostejši tipi ventilatorjev, ki se uporabljajo v sistemih prisilnega prezračevanja, so aksialni ali centrifugalni. Pri aksialnih modelih se navadno uporabljajo ventilatorji v obliki propelerja, medtem ko je pri centrifugalnih tipih najpogostejša oblika “kletka veverice”. Aksialni ventilatorji so primerni za pihanje z nizkim tlakom. Če so padci tlaka večji, so priporočeni centrifugalni ventilatorji. Centrifugalni ventilatorji so tišji kot aksialni.

V praksi je pogosto potrebno nadzorovati hitrost pretoka zraka. Pogosto ob koncu hlajenja želimo zmanjšati pretok. Glede na vrste izdelkov, so lahko potrebne različne stopnje hlajenja. Običajen način pridobivanja različnih stopenj pretoka zraka je uporaba ventilatorja s spremenljivo frekvenco. Lahko pa se uporabijo tudi ventilatorji v serijah ali paralelni.

Padec tlaka v sistemih prisilnega zračnega hlajenja

Padec tlaka v sistemih prislinega zračnega hlajenja je odvisen od več dejavnikov:

- Območje odpiranja ventila v stranskih stenah zaboja.

- Poravnava odprtin za odzračevanje med sosednjimi zaboji.

- Število zabojev, ki so zloženi, skozi katere mora vstopiti zrak.

- Embalažni material, ki lahko ovira pretok zraka.

- Padec tlaka skozi tuljave uparjalnikov.

- Padec tlaka preko ventilatorja.

- Odpornost proti pretoku zraka v zračnih kanalih**.**

Odprtine v stranskih stenah zaboja morajo zasedati najmanj 14%.

Faktorji ki vplivajo na izgubo vlage

Izguba vlage s proizvodov, ki se hladijo ima pomembne ekonomske posledice. Izguba vlage je večja pri izdelkih z višjimi začetnimi temperaturami izdelkov. Če vlažnost hladilnega zraka ostane med 80% in 100%, potem ni večjega vpliva na izgubo vlage. Uporaba zraka, ki vsebuje večjo vlago, bo negativno vplivala na kartonasto embalažo. Pretok zraka je treba ustaviti kmalu po tem, ko se izdelek ohladi na želeno temperaturo. Mere zračnih kanalov so pomembne. Če so dovodni in povratni kanali preozki, bo hitrost zraka pretirana in neenakomerna. Hitrost zraka je treba vzdrževati pod 8 m/s.

Izguba vlage pri izdelkih z visokimi koeficienti transpiracije je najbolj problematična. Na primer, pomaranče imajo zelo majhno izgubo vlage, medtem ko korenje lahko izgubi 0,6% -1,8% njihove začetne teže.

5. EMBALAŽA

Pravilna embalaža je bistvenega pomena za čim daljši rok uporabnosti sadja in zelenjave. Različne plinske in vodne prepustnosti polimernih filmov ponujajo široko paleto priložnosti za aplikacije v embalaži.

4.1 Polimerni materiali

Pogosti primeri so polietilen z nizko gostoto (LDPE), polistiren (PS), polivinilklorid (PVC), poliviniliden klorid (PVDC) in etil vinil alkohol (EVOH). Na kratko bodo predstavljeni glavni polimernih materiali, ki se uporabljajo pri pakiranju sadja in zelenjave

Polietilen z nizko gostoto (LDPE)

Se pogosto uporablja za proizvodnjo različnih posod, točilnih steklenic, steklenic za pranje, cevi, plastičnih vrečk za računalniške komponente in različne oblikovane laboratorijske opreme. Najpogosteje se uporablja v plastičnih vrečkah.

Najpreprostejšo strukturo katerega koli polimera, z njeno ponavljajočo etilensko enoto v svoji molekuli. Pri visokih tlakih **več kot 138 MPa** in temperaturah nad 150 °C se ena od ogljik-ogljikovih vezi zlomi in tvori prosti radikal. Ti prosti radikali se združujejo, da tvorijo polietilen. Ta proces **se imenuje prosti radikalna polimerizacija**. Po polimerizaciji se tlak v stopnjah zmanjša. Polimer izoliramo kot trdne delce, ki se nato stopijo in ekstrudirajo skozi matriko, nato pa se ekstrudirane pramene v pelete razrežejo za odpremo in kasnejšo obdelavo.

- Ima **dobre lastnosti za zaščito pred vlago.**
- Primeren za vzdrževanje visoke relativne vlažnosti v embalaži.

Polietilen z visoko gostoto (HDPE)

Če se polimerizacija etilena izvaja pod nižjim pritiskom dobimo polietilen visoke gostote (HDPE). HDPE je manj razvejen in v bolj kristaliničen od LDPE. Ni transparenten, močnejši od LDPE. Se tudi uporablja v proizvodnji vrečk in podlog.

Polipropilen

Sintetizira s pomočjo polimerizacije monomera propilen. Je bolj transparenten, tog in trši od LDPE.

Polistiren

Polistiren PS se dobi iz polimerizacije stirena, v katerem se etilenska skupina veže na benzenski obroč monomerne enote. Orientiran PS je primeren za svoje plinske zaščitne lastnosti.
Pri dodajanju heksana med postopkom polimerizacije dobimo **PS peno**. Čeprav ima PS pena slabe lastnosti (prepušča vlago in pline), so PS pladnji široko uporabljeni, če izdelek potrebuje trdno spodnjo podporo.

Polivinilklorid (PVC)

PVC se pogosto uporablja v kanalizacijskih ceveh zaradi nizke cene, kemične odpornosti in enostavnega spajanja. Polivinilkloridni PVC se pridobiva is polimerizacije **vinilklorida**, izvedenega pri nizkem tlaku. Za zmehčanje filma dodamo veliko plastifikatorjev. Ima **nizko prepustnost plina in vlage** in se pogosto uporablja kot prevleka.

Poliviniliden klorid (PVDC)

Poliviniliden klorid se nanese kot premaz na vodni osnovi na druge plastične folije, kot sta biaksialno usmerjen polipropilen (BOPP) in polietilen tereftalat (PET). Ta premaz poveča zaščitne lastnosti filma, zmanjša prepustnost filma za kisik in arome ter tako podaljša rok uporabnosti živila v embalaži. Prav tako lahko zagotovi sijaj, ki je lahko estetsko prijeten in zagotavlja visoko stopnjo odpornosti na praske, če se nanese na tisk.

Etil vinil alkohol (EVOH)

1 mm EVOH ima enake lastnosti plinske pregrade kot 10 metrov debela stena standardnega polietilena nizke gostote. S takšno zmogljivostjo lahko debelina filma, ki meri le nekaj mikronov, zagotovi neverjetno učinkovite zaščitne lastnosti proti kisiku, CO_2 in kontaminaciji. Tako embalažo je mogoče reciklirati in obnoviti ter omogoča inovativno zasnovati embalažo, ki je hkrati zanesljiva in varna za uporabo.

Zaradi zagotavljanja močne ovire pred kisikom in plini proizvajalci embalaže za živila uporabljajo EVOH v vakuumskih krčljivih vrečkah, da podaljšajo rok uporabnosti živilskih izdelkov in zaščitijo njihova hranila pred bakterijami.

EVPH je kemijsko hidroliziran kopolimer vinilnega alkohola in etilena.

EVOH torej zagotavlja **odlične pregradne lastnosti za pline in vlago.** Ker je film EVOH higroskopen, se njegove lastnosti za vlago zmanjšujejo, ko absorbira vlago.

Vloga embalažnega embalažnega materiala

Vloga embalažnega materiala je prenašanje določene količine živilskega proizvoda in zaščita pred okolijskimi dejavniki kot so svetloba, kisik in temperatura.

Embalaža ima tudi pomembno vlogo pri obveščanju potrošnikov o embaliranem izdelku kot so:

- količina,
- priporočeni pogoji shranjevanja,
- pričakovani rok uporabnosti,
- navodila za pripravo na porabo in informacije o hranilni vrednosti.

Zahteve pri izdelavi embalaže

- Embalaža ne sme biti strupena.
- Zagotoviti mora čisto okolje za izdelek.
- Mora biti lahka, da se zmanjšajo proizvodni stroški.
- Embalaža naj bi olajšala prikaz izdelka na polici z živili.
- Odprtje mora biti tudi enostavno za potrošnika in po potrebi se mora odpirati / zapirati znova.

Ta merila je treba izpolnjevati, ne da bi embalaža postala okolijsko onesnaževalo**.**

Slabosti embalaže iz lesa

V preteklosti so lesne posode najpogosteje uporabljali za pridobivanje svežega pridelka od žetve do veleprodajnega ali maloprodajnega trga. V številnih državah v razvoju so še vedno široko uporabljene lesene zaboje in vreče. Čeprav les zagotavlja dobro mehansko trdnost, kadar se uporablja kot embalažni material, ni zaželen zaradi več razlogov.

V mnogih državah z naprednimi kmetijskimi sistemi so lesene posode zamenjali kontejnerji iz plastike ali vlaknene plošče**.**

Glavne slabosti embalaže iz lesa so sledeče:

- Velika teža lesa pomeni višje stroške prevoza.
- Les lahko povzroči poškodbe pakiranega izdelka zaradi drobcev in ostrih stranic.
- Vir mikroorganizmov, ki lahko okužijo pakirani izdelek.
- Večja količina lesa, potrebnega za pakiranje pripomore h krčenju gozdov.

Katero embalažo izbrati za sadje in zelenjavo?

Da bi preprečili nagubanje sadja in zelenjave, mora plastični film zagotoviti dobro vlažno pregrado in preprečiti anaerobno dihanje. Določena količina prenosa kisika in ogljikovega dioksida je potrebna za ustvarjanje modificirane atmosfere znotraj embalaže, da se poveča rok trajanja izdelka. Embalaža zagotavlja fizično zaščito sadja in zelenjave. Zato mora imeti ustrezno mehansko moč.

Potrebno je upoštevati sledeče karakteristike:

- Zaščita pred vlago.
- Zaščita pred plini.
- Mehanska trdnost.
- Lastnosti proti vlagi.
- Tesnost (zaprtost).

- Stroške.

SKLADIŠČENJE Z NADZOROVANO ATMOSFERO

Veliko sadja in zelenjave ima koristi od skladiščenja pod nadzorovanimi atmosferskimi pogoji. Za ugotavljanje najprimernejših koncentracij kisika in ogljikovega dioksida, ki podaljšujejo rok trajanja sadja in zelenjave, so bile izvedene precejšnje raziskave. Tehnologija nadzorovane atmosfere je dobro razvita in za nekatere izdelke, kot so jabolka, se uporablja po vsem svetu. V tem poglavju bomo preučili, kako se lahko atmosferski pogoji spreminjajo v neposredni bližini izdelka skozi embalažo.

Zmanjšana raven kisika in povečana koncentracija ogljikovega dioksida v neposrednem okolju, ki obdaja sadje ali zelenjavo, zmanjšuje stopnjo dihanja!

Z zmanjšano stopnjo dihanja se podaljša rok trajanja izdelka!

Tehnologija nadzorovane atmosfere je dobro razvita in za nekatere izdelke, kot so jabolka, se uporablja po vsem svetu.

EMBALAŽA Z MODOFICIRANO ATMOSFERO

Modificirana atmosfera vsebuje nižji kisik in višje koncentracije ogljikovega dioksida v primerjavi z okoljem. Tako se med **atmosfero embalaže** in **okoliško atmosfero določijo koncentracije gradientov**. Po določenem prehodnem obdobju, v katerem se spreminja koncentracija teh plinov znotraj embalaže, se lahko doseže končno stanje dinamičnega ravnovesja. V stanju dinamičnega ravnovesja bodo tokovi ogljikovega dioksida in kisika skozi steno embalaže enaki nastanku in porabi teh plinov izdelka v embalaži. To je potrebno upoštevati pri oblikovanju embalaže z modificirano atmosfero. Razmisliti je potrebno o blagu, ki se nahaja v embalaži, izdelani iz prepustnega filma.

Prepustnost plinov se **razlikuje glede na vrsto polimernega filma.** Vendar pa je razmerje med prepustnostjo ogljikovega dioksida in kisika v ozkem razponu v večini običajno uporabljenih polimernih filmov. To razmerje, označeno s β.

Sprememba hitrosti dihanja izdelka

Stopnje dihanja pakiranih proizvodov se spreminjajo, če se atmosfera spremeni. Na primer, ko se vsebnost ogljikovega dioksida v embalaži poveča, se stopnja dihanja izdelka zmanjša. Podobno povečanje koncentracije kisika v embalaži poveča stopnjo dihanja.

VPLIV TEMPERATURE NA PROPUSTNOST FILMA IN HITROST DIHANJA

Temperatura vpliva na prepustnost filma in stopnjo dihanja pakiranega blaga. Arrheniusova enačba se pogosto uporablja za izražanje teh učinkov.

Kondenzacija vode na notranji steni embalaže

Je pogosto opažena v embalažah, ki se uporabljajo za sveže sadje in zelenjavo.

Tanke plasti vode, ki nastajajo na notranji strani embalaže zaradi kondenzacije, ne bodo imele občutnega vpliva na atmosfero znotraj embalaže.

Luknje in makropore v embalaži

Včasih je najbolj primerno za določen izdelek, da so se naredi luknje in makropore v embalaži (primer jagod).

- Pretok plina skozi katero koli luknjo v polimernem filmu, ki je nastal bodisi naključno ali namerno, poteka s kombinacijo konvekcije in difuzije.
- Prisotnost lukenj v filmu ključno spremeni značilnosti prepustnosti filma.

6. SUŠENJE

DEHIDRACIJA SADJA IN ZELENJAVE

- Najpomembnejši parameter:

- vodna aktivnost (a_w): suha živila se lahko ohrani za dlje časa pod zmanjšano vodno aktivnost.

Vsaka bakterija, kvasovka ali plesen ima optimalno vodno aktivnost za rast. Vodna aktivnost sveže zelenjave ali sadja se giblje med: 0.95 -0.99.

- Suho sadje: 18-24% vlage, a_w 0.7-0.8.
- Suha zelenjava: 14-24% vlage, a_w 0.7-0.78.

Definicija vodne aktivnosti

- Razmerje parnega tlaka vode v produktu (P) in nasičenega tlaka vodne pare (Po), pri isti temperature (T).
- $aw = p/p_0$

ERH (RAVNOVESNA RELATIVNA VLAŽNOST)

ERH (%) = a_w x 100

Z uporabo te posebne definicije ima **čista destilirana voda** vodno aktivnost **točno eno**. Ko temperatura narašča, se $\mathbf{a_w}$ običajno **poveča**, razen pri nekaterih izdelkih s kristalno soljo ali sladkorjem.

Vodna aktivnost je ključni parameter pri **nadzoru kakovosti izdelkov** ali materialov, ki so občutljivi na vlago. Če je v izdelku preveč vode, obstaja nevarnost mikrobne rasti in migracije vode. To lahko pripelje do gruče, spremembe konsistence in skrajšanega roka uporabnosti. Proizvajalci živil in farmacevtskih izdelkov morajo na primer agenciji FDA pokazati, da se je vodna aktivnost izdelka zmanjšala do te mere, da bakterije ne morejo več rasti.

DEHIDRACIJA ZELENJAVE

Pri dehidraciji zelenjave je zaželena tekstura, barva, okus in aroma k dnevni prehrani, poleg hranljivih vrednosti.

PRIMERI DEHIDRIRANE ZELENJAVE

- čebulni kosmiči, česen, čili v prahu, pire krompir v prahu itd.

Glavna oprema za dehidracijo zelenjave: pralni stroji, sortirniki, lupilci, blanšerji, sušilci, stroji za pakiranje.

Sušenje poteka po v nadaljevanju opisanih stopnjah.

1. Priprava

Lahko vključuje: pranje, lupljenje, odstranjevanje kamenčkov, rezanje na rezine, kocke, drobljenje.

2. Blanširanje

Skoraj vso zelenjavo se blanšira, da se ustavi nezaželeno encimatsko aktivnost in da se lahko boljše rehidrira dehidrirano zelenjavo.

- Lahko se izvede:

- z vročo vodo
- s paro.

S paro zmanjšamo izgube in privede do bolj čistega izdelka. Blanširanje se more izvesti ravno prav dolgo, da se deaktivirajo encimi peroksidaze popolnoma. Pri zelju moramo deaktivirarti katalazo, ne peroksidaze.

3. Žveplanje

Žveplanje s sulfitom ali bisulfatom, ki upočasnjuje oksidativne spremembe med skladiščenjem je postala običajna praksa.Včasih se uporablja mešanica sulfita in bisulfata. Žveplanje podaljša rok uporabnosti, in ohrani vsebnost karotenoidov in askorbinske kisline. Če žveplamo lahko uporabimo tudi višje temperature, da izboljšamo učinkovitost sušenja, ker žveplo zaščiti pred temperaturnimi poškodbami.

- Okvirne vrednosti: krompir: 500-800 ppm, korenje: 1000-1500 ppm, zelje: 1000-2000 ppm.
- Po hlajenju, žveplana zelenjava ne sme imeti priokusa po žveplovem dioksidu.

3. Sušenje

- OPREMA: sušilniki, ki so opremljeni s pocinkanim pladnji s sitom; ali s pladnji iz ravnih lesnih trakov.

Prevelika obremenitev lahko vodi do neenakomerno sušenih izdelkov.

Razmerje suhe snovi za krompir (neolupljen surov krompir / suh končni izdelek) mora se gibati me 8-10 : 1

Dehidrirana zelenjava običajno ne dosega začetne velikosti in teže, ko se jo rehidrira in ohladi. To razmerje je odvisno od tipa zelenjave, sorte, zrelosti itd. Paradižnik ne dosega več kot 50% začetne teže, medtem kot koruza lahko doseže celo večjo težko po hlajenju. V nekaterih primerih suho zelenjavo še stisnejo, da se zmanjša prostornina v kontejnerjih.

DEHIDRACIJA SADJA

Sadje je tržno in prehransko pomembno in je del uravnotežene prehrane. Faktor, ki vpliva na tržno vrednost je kratko obdobje zorenja in hitra pokvarljivost po obiranju. Zato sadje veliko krat sušijo. Glede na podnebne pogoje in druge ekonomske faktorje se sadje mehansko suši ali na soncu. Sušenje na soncu se najbolj uporablja v deželah v razvoju. Tovrstno sušenje je v celoti odvisno od vremena in proizvodna zmogljivost in učinkovitost je primerljivo nizka. Mehansko ali umetno sušenje postopoma nadomešča sonce.

SUŠENJE NA SONCU

- Večje sadje se po navadi razreže na dva ali štiri dele. Manjše sadje kot je grozdje, jagode se suši cele.
- Celo sadje se lahko tretira z razredčeno raztopino natrijevega hidroksida ali natrijevega karbonata, da se odstrani kakšen cvet ali voskasto spojino s površine, da se poveča učinkovitost sušenja.
- Sadje se po navadi izpostavi gorečim žveplovim param pred sušenjem na soncu, ker ta produkt pripomore k svetlejši barvi izdelkov.
- Naprava za žveplanje je sestavljena iz zaprte komore, kjer se žveplo žge na tleh.
- Sadje mora biti izpostavljeno predpisani količini žveplovih par, če ne lahko pride do mehčanja in izgube oblike.
- Potem se lahko sadje na pladnjih posuši na soncu.

MEHANSKO SUŠENJE

- Predpriprava na sušenje: pranje, rezanje, lupljenje, žveplanje in včasih blanširanje.

Blanširanje s paro različnega razrezanega sadja lahko privede do hitrejšega sušenja in svetlejše barve izdelkov. Čas blanširanja je odvisen od vrste, raznolikosti, zrelosti in velikosti sadja. Večina razrezanega sadja na pladnjih se lahko izpostavi gorečim žveplenim param v zaprti in zatesnjeni komori. Absorpcija in zadrževanje žveplovega dioksida v produktu je odvisna od mnogih parametrov kot so zrelost, koncentracija žveplovega dioksida in temperature žveplanja. Blanširano sadje se more shladiti, da postane mlačno, da se izognemo slabi absorpciji žvepla in razpadu tkiv pri mehkem sadju kot so to marelice.

Žveplano razrezano sadje se lahko suši v tunelnih sušilcih pri temperaturah 60 do 65 °C pri pretokih zraka 3 m/s do 5 m/s. Po hlajenju se mora posušeno sadje zapakirati v neprepustno embalažo.

SUŠENJE GROZDNIH JAGOD

Samo primerne sorte grozdja se suši za rozine. Sušenje grozdja na soncu je tradicionalna praksa po celem svetu, kjer je sonca na pretek. Grozdje se razširi po kovinskih, lesenih ali kartonastih pladnjih v vinogradih.

Sušenje na soncu lahko poteka od 2 do 3 tednov, odvisno od vremena. Pred sušenjem se lahko grozdje potopi v alkalno raztopino 0.3% NaOH na 90 °C za nekaj sekund (sledi izpiranje z vodo), da se odstrani voskasto plast na zunanji površini kožice (da se hitreje suši). Potem pa se lahko izpostavi žgočemu žveplu, da se pridobi svetlo bravo. Uporablja se tudi kemično tretiranje z 0.3% NaOH in 0.5% K_2CO_3 0.4% oljčnega olja na povišani temperaturi. S tem lahko tudi odstranimo voskasto plast, da se hitreje suši.

Različna druga kemična tretiranja z etilestri maščobnih kislin in s prostimi maščobnimi kislinami se tudi uporablja glede na vrsto grozdja. Doda se jih v 1,5% w/w. Pri mehaničnem sušenju, se proces začne s tretiranjem grozdja z 0,25% vročo raztopino luga, spere se z vodo, da se izpere lug, razporedi po pladnjih in izpostavi gorečemu žveplu na okoli 1.5-2.5 kg žvepla/tono svežih jagod za približno 4 h. Tunelski sušilci se po navadi uporabljajo za sušenje grozdja pri zmernih temperaturah za 24-48 ur na 9 do 14% vlago.SO_2 v rozinah ne sme presegati 2000 ppm**.**

- Sušenje po obiranju se ne razlikuje veliko. V nekaterih primerih se grozdje suši naravno brez nobenih tretiranj, ali pa se uporabi kemijsko tretiranje, da sušenje hitreje poteka.
- Naravne rozine iz Kalifornije se včasih proizvede brez kakršnihkoli dodatkov.
- Grozdje se razporedi po papirju ali drugih materialov za 2 do 3 tedne, da se jih posuši iz 70% na 15%, potem se papir zvije v snope. Tako se jih obdrži za še nekaj dni, da se posušijo, do varnih ravni in se jih potem skladišči v velikih kontejnerjih.
- Tako sušene rozine se potem očisti listja, pecljev. In potem se preostala lažja stebla odstranijo z vakuumskimi separatorji.

Po pranju in razvrščanju, se rozine pakirajo v embalaže.

KVALITATIVNI PARAMETRI SUHEGA SADJA

- Krčenje
- Sprijemanje in lepljivost
- "Trdni ovitek", pokanje in upogibanje
- Rehidracija
- Obstojnost in razgradnja naravne barve
- Obstojnost in razvoj hlapnih spojin

KRČENJE

Pojav, ki vključuje **spremembe med dehidracijo**, ki se pojavi zaradi različnih razlogov kot je **izguba vlage** med sušenjem, **nastajanje ledu** med zamrzovanjem in **nastajanje por** zaradi napihovanja izdelka. Krčenje lahko **zmanjša hitrost sušenja** in **ključno vpliva** na izdelek.

- Krčenje vpliva na končni izdelek, ker se zmanjša hidracija, rehidracijska sposobnost in posledično se spremeni tekstura.

- **Gostota**, tekstura, rehidracija in druge lastnosti suhih izdelkov so predvsem odvisni od procesa sušenja.

Sušenje s toplim suhim zrakom po navadi proizvede živilo s primerno gostoto z nepropustno površino, medtem kot hitro sušenje z zamrzovanje po navadi vodi do poroznega produkta z veliko večjo sposobnostjo rehidracije in boljše kakovosti.

Po navadi izdelek, ki se ga suši na 80 °C proizvede zelo gost produkt s slabimi rehidracijskimi sposobnostmi, medtem kot isto živilo, ki se ga suši na 5 °C proizvede porozni izdelek z dobrimi rehidracijskimi sposobnostmi.

Mehanizmi, ki vplivajo na krčenje so: površinska napetost, plastificiranje, elektrostatične in gravitacijske sile.

SPRIJEMANJE IN LEPLJIVOST

Sprijemanje in **lepljivost** so zaželeni pri izdelkih kot so tablice in nezaželeni za proste tekoče snovi. Te težnje med sušenjem z razprševanjem so odvisne od viskoznosti koncentrirane raztopine, velikosti delcev, površinske napetosti in časa izpostavljenosti.

TRDNI OVITEK, POKANJE IN UPOGIBANJE

Padec difuzivnosti in **razvoj krčenja** hkrati lahko povzročata površinsko nepropustnost za premikanje notranje vlage med hitrim sušenjem, ki je znana kot "**case hardening**" (*trdni ovitek*). Krčenje površine je lahko tudi vodi do ***pokanja*** *in* ***upogibanja***. Počasno sušenje zmanjša koncentriranje in povzroči manjši temperaturni gradient med sušenjem, ki lahko zmanjša *trdni ovitek, pokanje* in *upogibanje* in tudi druge učinke.

Pokanje živil lahko zlahka povzroči enostavno infekcijo z insekti ali plesnijo med skladiščenjem, izgubo hlapnih spojin, nezadovoljstvo kupcev in spremenjene organoleptične sposobnosti.

REHIDRACIJA

Dehidracija poveča žilavost kože in povzroči težje prežemanje vode v suh izdelek. Izguba vode /vlage iz rastlinskih celic spremeni nekaj od pomembnih fizičnih lastnosti, ki vplivajo na rehidracijo suhih živilskih izdelkov kot so: a) sprememba propustnosti, b) izguba osmotskega tlaka, c) sprememba pH, d) kristalizacija polisaharidnega gela v celični steni, e) koagulacija proteinov protoplazme. Tako so notranji kot zunanji parametri rehidracije prizadeti. *V industriji zbadajo grah pred sušenjem, da se prej posuši in se potem lažje rehidrira.*

- Dehidrirano korenje se lahko dobro rehidrira od pH 2 do 12, ampak najboljše pri pH 12. Boljše se rehidrirajo v destilirani vodi kot v slanici. Medtem kot barva češenj rehidriranih v sladki raztopini kot v vodi.

OBSTOJNOST IN RAZGRADNJA NARAVNE BARVE

Sušenje na visokih temperaturah za veliko časa povzroči razpad prvotne barve različnih izdelkov živil. Barva se ohrani pri: a) zmanjšanju segrevanja in časa izpostavljenosti, b) uporabi kratkega časa sušenja pri spremenjeni pH vrednosti, c) pri sušenju z zamrzovanjem.

Encimsko porjavenje povzroči razkroj barve, ki jo lahko zmanjšamo z inhibicijo encima fenol oksidaze. Fotooksidacija pigmentov zaradi svetlobe v kombinaciji s kisikom lahko tudi povzroči razbarvanje.

OBSTOJNOST IN RAZVOJ HLAPNIH SPOJIN

Zaradi izgub in kemijskih sprememb hlapnih spojin se lahko spremeni aroma živil po sušenju. Koncentracije spojin kot so **heksanol**, **2-heksanal**, **2 heptanon** in druge se zmanjšajo po sušenju na zraku pri papriki.

Priokusi se lahko razvijejo, ko se vlažne zrele ali nezrele arašide suši na temperaturah **nad 35 do 40 °C**, zaradi sprememb v koncentracijah etil alkohola, etil acetate, acetaldehida itd. Različni parametrih, ki vplivajo na obstojnost ali izgubo hlapnih spojin med sušenjem z razprševanjem so: tlak, hitrost vrtenja, pršilni kot, temperature sušilnega zraka, koncentracija sušenega izdelka, sestava sušenega izdelka, sposobnost tvorbe pene izdelka in drugo.

- Pomembne parameter, ki jih moram upoštevati so: temperature zraka, koncentracija izdelka in metoda sušenja.

SUŠENJE Z ZAMRZOVANJEM ALI LIOFILIZACIJA

Je nizkotemperaturni proces dehidracije, ki vključuje **zamrzovanje** izdelka, **znižanje tlaka** in odstranitev ledu s **sublimacijo**. To je v nasprotju s večino običajnih metod, pri katerih se izhlapeva vodo s pomočjo toplote. Zaradi nizke temperature, ki se uporablja pri predelavi, se ohrani kakovost rehidriranega izdelka. V primeru, da se trdni predmeti, kot so jagode, zamrznejo, se ohrani prvotna oblika izdelka.Uporabe sušenja z zamrzovanjem: v biotehnologiji (npr. bakterije in kvasovke), v biomedicini (npr. kirurške presaditve), predelava hrane (npr. kava) in konzerviranje.

SUŠENJE Z RAZPRŠEVANJEM

Sušenje z razprševanjem je metoda pridobivanja suhega prahu iz tekočine ali suspenzije s hitrim sušenjem z vročim plinom. To je prednostna metoda sušenja številnih toplotno občutljivih materialov, kot so živila in farmacevtski izdelki, ali materialov, ki lahko zahtevajo izjemno dosledno, fino velikost delcev. Ogrevan sušilni medij je po navadi zrak; če pa je tekočina vnetljivo topilo, kot je etanol, ali je izdelek občutljiv na kisik, se uporabi dušik.

7. TOPLOTNA OBDELAVA IN MLETJE

Industrijske metode konzerviranja inhibirajo, dezaktivirajo in ščitijo pred rekontaminacijo.

- **Inhibicija** lahko vključuje nizke temperature shranjevanja (zamrzovanjem, hlajenje) v kombinaciji z zmanjšanjem vodne aktivnosti, zmanjšanjem kisika, zvišanje ogljikovega dioksida, fermentacija, dodatek kemikalij z zakisanjem, površinsko premazovanje in drugo.
- **Deaktivaciji** vključuje sledeče tehnologije: sterilizacija/pasterizacija, kuhanje, blanširanje, cvrtje, obdelava pod tlakom, sevanje…
- **Aseptična obdelava** – pakiranje, higiensko skladiščenje - preventivne tehnologije.

Idealna metoda konzerviranja bi morala ščititi pred mikrobiološko, encimskim, in kemičnim kvarom.

Do sedaj ni industrijske metode, ki bi lahko ščitila pred vsemi tremi glavnimi vzrokov za kvarjenje hrane v celoti.

- **Konzerviranje z dodajanjem toplote** (pasterizacija, konzerviranje s pločevinkami)
- **Konzerviranje z odstranjevanjem toplote** (hlajenje, zamrzovanje)
- **Konzerviranje z odstranjevanjem vlage** (sušenje)
- **Konzerviranje z dodatkom kemikalij** (kislin, soli, sladkorja)
- **Konzerviranje s fermentacijo**
- **Posebne metode konzerviranja** (uporaba visokofrekvenčnega toka, mikrovalovno pečico, infrardeče sevanje in drugo)

Konzerviranje s toploto

Večina encimov se dezaktivira, če se jih izpostavlja temperaturi nad 85 °C in več. Torej toplotna obdelava lahko učinkovito prepreči mikrobiološko in encimski kvar. Vendar pa hkrati pospeši kemijske reakcije. Da bi zmanjšali kemijsko razgradnjo, se bi morala hrana segreti ravno dovolj v odsotnosti kisika, tako da se mikrobiološki, encimski in oksidativni kvar prepreči.

Najbolj uveljavljena postopka konzerviranje hrane s konzerviranjem: pasterizacija, konzerviranje s pločevinkami.

Konzerviranje s pločevinkami

Osnovno načelo konzervirana hrane s pločevinkami je razvil francoski raziskovalec Nicholas Appert, medtem ko je bila Francija v vojni z drugimi francoskimi državami in je prišlo do pomanjkanja ustrezne zaloge hrane med 1795.

Nicholas Appart je znan kot izumitelj metode za konzerviranje živil v neprodušno zaprtih posodah - konzervah. Živila je vstavil v steklene kozarce, zaprte z zamaškom in okrepljene z žico ter zatesnjene z voskom, nakar jih je skuhal in steriliziral v kropu. Za iznajdbo je dobil nagrado Francoskega direktorija v višini 12.000 takratnih frankov, ki jo je porabil za zagon prve tovarne konzerv. Njegovi izdelki so bili kmalu v uporabi v francoski mornarici ter med Napoleonovimi četami, hitro so se razširili tudi po Združenih državah Amerike, kljub temu, da je v tem času Bryan Donkin predstavil svojo metodo konzervacije v priročnejših pločevinkah. Leta 1822 je tudi Appert prešel na kovinske posode. Poleg tega je razvijal še druge tehnološke postopke obdelave hrane, med drugim je izpopolnil avtoklav. Kljub uspehu ni bil deležen širšega javnega priznanja in je umrl v revščini (Wikepedia).

Dejanski razvoj industrije konzerv je moral počakati, dokler ni bilo ugotovljeno, da je kositrna posoda ustrezala zahtevam sanitarnim pogojem pločevink.

PLOČEVINKE

- Imajo standardne dimenzije (premer, višina)
- Uporabljajo se tudi posode iz stekla in drugih materialov.

Različni postopki konzerviranja s pločevinkami

Pri konzerviranju s pločevinkami, moramo izbrati ustrezno živilo. Stopnje konzerviranja s pločevinkami so sledeče:

1. Sortiranje / razvrščanje
2. Pranje
3. Lupljenje, Rezanje
4. Blanširanje
5. Dodatek tekočine
6. Izčrpavanje in ustvarjanje vakuma
7. Tesnitev
8. Sterilizacija s toplotno obdelavo (“processing”)
9. Hlajenje
10. Označevanje in pakiranje

STERILIZACIJA S TOPLOTNO OBDELAVO

Sterilizacija je najpomembnejši korak pri konzerviranju pločevinkami. Vsako živilo med polnjenjem pločevink vsebuje mikrobe, ki povzročijo kvarjenje hrane, če jih ne uničimo.

- Sterilizacja: popolno uničenje mikroorganizmov pri temperaturi nad 121 °C (mokra toplotna obdelava) približno 15 minut.

- Pasterizacija: se nanaša na sorazmerno blago toplotno obdelavo, običajno pod vreliščem vode. Postopek pasterizacije se uporablja za uničenje patogene organizme v mleku, jajcih in za podaljšanje roka uporabnosti živil: sadni sokovi, pivo, vino itd.

PASTERIZACIJA

Mleko se običajno pasterizira pri 62,8 °C 30 minut, da se deaktivirajo patogeni. Pasterizirani izdelki niso sterilni, saj lahko vsebujejo vegetativne organizme in spore, ki so sposobne nadaljnje rasti. Pasterizirane izdelke je treba hraniti v hladilniku, ker se lahko pri sobni temperaturi v kratkem času pokvarijo. Pasterizirano mleko je lahko shranjeno v hladilniku več kot 7 dni, vendar se pri sobni temperaturi lahko pokvari v enem dnevu.

Kisli sadni izdelki z vrednostjo pH manj kot 4,0 zahtevajo običajen postopek pasterizacije. Produkti s pH vrednostjo 4,0–4,5, zahtevajo daljši čas pasterizacije ali zakisanje z dodatkom npr. citronske kisline.

TOPLOTNA OBDELAVA PRI KONZERVIRANJU S PLOČEVINKAMI

Pri konzerviranju s pločevinkami sterilizacija pravzaprav ne pomeni popolnega uničenja vseh mikroorganizmov; temveč cilja na doseganje sterilnosti glede na najbolj toplotno odporne patogene mikrobe in mikrobe, ki tvorijo toksine ali povzročijo kvarjenje v običajnih pogojih skladiščenja konzervirane hrane. To je znano kot komercialna sterilizacija ali predelava, kjer je absolutna sterilnost redka dosežena.

Temperatura in čas, ki sta potrebna za termično obdelavo izdelkov v pločevinkah se določi glede na najbolj toplotno odporne mikroorganizme, ki kvarijo hrano in sicer aerobni klostridiji, anaerobni patogen *C. botulinum* in nekaj drugih, najdenih na najhladnejši točki v konzervi. Samoumevno je, da ko najhladnejša točka postane sterilna, bo katera koli druga druga točka v pločevinki, ki je bila izpostavljena višjim temperaturam tudi sterilna.

FAKTORJI, KI VPLIVAJO NA TEMPERATURNE POGOJE

- Število mikroorganizmov, prisotnih v vsebini pločevinke.
- Vrste mikroorganizmov in njihove spore.
- Material posode, kot je kositrna plošča ali steklo.
- Velikost posode.
- Vpliv kislosti (pH) živil.
- Vpliv koncentracije raztopine soli, raztopine sladkorja in prisotnosti koloidov.
- Konsistenca, kot je tesno zapakirana ali ohlapna pločevinka.
- Vpliv hitrosti hlajenja po sterilizaciji.
- Učinek vrtenja pločevinke, če obstaja.
- Vpliv začetne temperature vsebine.

TERMIČNE METODE IN OPREMA

Termična obdelava se običajno izvaja pri temperaturi **100 °C** ali nižje v primeru kislih (pH < 4,5) živil, kot so sadje in paradižnik.

Pri **konzerviranju s pločevinkami** se običajno toplotna obdelava izvaja pri temperaturi, višji od 100 °C za kislo ali ne kislo zelenjavo, ribe in meso.

Čas termične obdelave konzervirane hrane je odvisen tudi od velikosti pločevinke.

Pri aseptičnem konzerviranju se lahko **čas sterilizacije drastično zmanjša** na sekunde ali manj kot sekundo.

Na splošno se **kuhalnike** uporablja za temperature sterilizacije **pod 100 °C** in **retorte ali avtoklave** (tlačna posoda) se uporablja za temperature **nad 100 °C – 121 °C**.

RETORTE

Na voljo so **različni dizajni retort** za različne namene, vključno s **statičnim**i, **rotacijskimi**, parnimi in **vodno ogrevanimi sistemi** z ali brez naprave za nadtlak. Kot ogrevalni medij **se uporablja nasičena para** ali vroča voda z nadtlakom odvisno od uporabljene posode. Sistem parne/zračne retorte, kjer je **mešanica pare in zraka** se uporabljata pri steklenih in plastičnih posodah. Potreben **je stalen nadtlak**, da se **v embalaži zagotovi celovitost pri segrevanju**. Para in zrak morata biti pravilno mešana, tako da ni žepkov mešanice hladnega zraka/pare in da dosežemo **dokaj enakomerno razporeditev temperature v retorti**. Visokotemperaturna sevanja s plameni so bila uvedena za skrajšanje časa obdelave in posledično izboljšanje kakovosti hrane.

Retorte so običajno **navpične** ali **vodoravne**. Retorte iz **debelostenske valjaste jeklene lupine** so praktično tlačne posode ali **avtoklavi**, ki se uporabljajo za **sterilizacijo živilskih izdelkov v pločevinkah**. Opremljeni so **z vhodi za paro**, **vodo** in **zrak** ter **izstopi za odzračevanje zraka**. Na voljo je **žep na strani posode za vgradnjo instrumentov**, kot so termometer, manometer, in sondo za merjenje temperature. Vključene so tudi **varnostne naprave**, kot sta razbremenilni ventil in varnostni ventil. Pokrov navpične retorte je na tečaju pritrjen s številnimi vijaki. Vrata vodoravne retorte se običajno nahajajo na koncu za odpiranje.

Glavna prednost vodoravne (horizontalne) retorte je, da je lahko opremljena z dvoje vrat na obeh koncih, tako jo je mogoče hitro naložiti in pločevinke odstraniti. Vendar zahteva večjo površino in pušča v notranjosti veliko neizkoriščenega prostora v primerjavi z navpičnimi retortami.

RETORTE ZA PLOČEVINKE

V retortah se pločevinke s hrano segrevajo pri temperaturah nad 100 °C s paro pod visokim pritiskom. Po toplotni obdelavi se para izklopi in mešanici hladilne vode in zraka lahko vstopijo v retorto, da se pločevinke ohladijo na temperaturo približno 40 °C in nato pločevinke odstranimo.

MEŠANJE V RETORTI

Oba sistema sta statična in zahtevata relativno dolg čas obdelave zaradi nizke stopnje prodiranja toplote v središče konzervirane hrane. Z mešanjem se lahko hitrost prenosa toplote poveča. V

takem sistemu so pločevinke nameščene v kletki v notranjosti retorte in kletka se med sterilizacijo vrti, pri čemer se pločevinke nenehno gibljejo, da se omogoči temeljito mešanje.

OGREVANJE RETORT

Kateri koli od sistemov, kot je para sama ali para skupaj z zrakom ali voda s paro se lahko uporabi za ogrevanje retort. Večinoma se uporablja samo para za izdelke v pločevinkah, medtem ko se lahko zrak v kombinaciji s paro ali vročo vodo uporablja za steklene posode. Retorte z ogrevanjem na vodo se uporabljajo predvsem za predelavo hrane v steklenih kozarcih, ki lahko imajo toplotni izmenjevalnik zunaj retorte. Posode/stekleni kozarci so razporejeni tako, da zagotavljajo enotnost porazdelitev tople vode in dober stik med toplovodnimi ogrevalnimi mediji in izdelkom. V mešalnih retortah so pločevinke postavljene v kletko in kletka se vrti med sterilizacijo, tako da so pločevinke v stalnem gibanju za temeljito pretresanje.

MLETJE

Obstaja veliko modelov mlinov za mletje določenih vrst hrane.

OHLAJANJE MLINOV

Znatne količine toplote se proizvajajo **v hitrih mlinih** in odvisno od toplotno občutljivosti živila, bo morda treba mlin ohladiti, da ohranite dvig temperature v dovoljenih mejah. Pri **kriogenem mletju** (npr. začimbe), tekoč dušik ali trden ogljikov dioksid se zmeša z živili pred mletjem, da se ohladi izdelek in za zmanjšanje izgube hlapnih snovi ali drugih toplotno občutljivih kkomponent oksidacije. Alternativno lahko ohlajena voda kroži po notranjih kanalih v mlinih, da jih ohladijo.

MLIN S KROGLICAMI

Mlini s kroglicami so iz vrtljivega vodoravnega jeklenega valja, ki vsebuje jeklene ali keramične kroglice premera 2,5 do 15 cm. Pri nizkih hitrostih ali pri uporabi majhnih kroglic, prevladujejo strižne sile. Pri večjih kroglah ali pri višjih hitrostih postanejo udarne sile bolj pomembno. Uporabljajo se za proizvodnjo finih praškov, kot so barvila za živila.

MLINI Z DISKI ALI PLOŠČAMI

V tradicionalnih mlinih npr. za mletje koruze, so bili kamni nameščen vodoravno, pogosteje pa so jeklene plošče v sodobnejših mlinih nameščene navpično. Uporabljajo se pretežno strižne sile za fino mletje. Enokrožni mlini, pri katerih hrana prehaja skozi nastavljivo režo med stacionarnim ohišje in diskom, ki se vrti pri visoki hitrost. Dvokrožni mlini, ki imajo dva diska, se vrtita v nasprotnih smereh, da proizvedeta več strižne sile. Mlini z zatiči in diski, ki imajo vmesne zatiče, pritrjene bodisi na en disk in ohišje ali na dvojne diske. Ti izboljšajo učinkovitost rezkanja z ustvarjanjem udarne sile poleg strižnih sil.

MLINI S KLADIVI

Ti mlini imajo vodoravno ali navpično cilindrično komoro, obloženo s trdno jekleno „lomilno ploščo“. V notranjosti komore je visoko hitrostni rotor s kladivi (pravokotni kosi kaljenega jekla) po dolžini. Hrana razpade zaradi udarnih sil zaradi ponavljajočih se udarcev kladiva, ko kladiva zaganjajo ob lomno ploščo in tudi zaradi udarcev delcev na delce. Običajno se rotor s ploščatimi

kladivi s hitrostmi 3000-7200 vrt/min uporablja za fino mletje in rotor s kladivi z ostrimi rezili s hitrostmi 1000-3000 vrt/min se uporablja za grobo brušenje.

8. ZAKLJUČEK

Sadje in zelenjava so zelo pokvarljivi. V državah v razvoju zelenjava in sadje pride do potrošnika slabše kvalitete, z nizko hranilno vrednostjo, kar je posledica neustrezne prakse. Poleg tega imajo države v razvoju velike izgube, takoj po obiranju. V državah z razvitim kmetijstvom so na voljo primerne tehnologije, ki pomembno zmanjšajo izgube po obiranju in izboljšajo kvaliteto izdelka za potrošnike. Najpomembnejši vzroki kvara hrane so mikrobne aktivnosti bakterij, kvasovk in plesni in kemijske in biokemijske dejavnosti v hrani. Od več tisoč obstoječih vrst mikroorganizmov, samo nekateri povzročajo kvarjenje in zastrupitev s hrano. Mikroorganizmi, ki pokvarijo živila, so vsepovsod prisotni, zato je potrebno pred in po predelavi zagotoviti dobre sanitarne razmere.

Fiziološke spremembe v sadju ali zelenjavi po obiranju včasih potekajo pospešeno. Te spremembe so predvsem odvisne od procesov dihanja, saj sadje in zelenjava dihajo tudi po obiranju. Zelo pomembno je preprečiti anaerobno dihanje in nadzorovati kisik do te mere, da aerobno dihanje poteka z zmanjšano hitrostjo. Nadzorovanje procesa dihanja z nadzorom temperature je ključno pri upravljanju s sadjem in zelenjavo po obiranju. Medtem, kot je pravilna embalaža bistvenega pomena za čim daljši rok uporabnosti sadja in zelenjave. Različne plinske in vodne prepustnosti polimernih filmov ponujajo široko paleto priložnosti za aplikacije v embalaži. Tudi sušenje je postopek, ki omogoča daljši rok trajanja zelo pokvarljivega sadja in zelenjave. Najpomembnejši parameter pri sušenju sadja in zelenjave je vodna aktivnost. Suha živila se lahko ohrani za dlje časa pod zmanjšano vodno aktivnostjo.

Industrijske metode konzerviranja inhibirajo, dezaktivirajo in ščitijo pred rekontaminacijo. Idealna metoda konzerviranja bi morala ščititi pred mikrobiološko, encimskim, in kemičnim kvarom. Do sedaj ni industrijske metode, ki bi lahko ščitila pred vsemi tremi glavnimi vzroki za kvarjenje hrane v celoti.

LITERATURA

Bandelj, Dunja, Baruca Arbeiter, Alenka, Podgornik, Maja, Miklavčič Višnjevec, Ana, Podmenik, Dane, et al. Koliko sadja in zelenjave nikoli ne pride do ust potrošnika? = How much fruit and vegetables never reaches a consumer's mouth?. V: RASPOR, Peter (ur.). *Koliko hrane zavržemo?*. Izola [i. e.] Koper: Založba Univerze na Primorskem, 2014.

Ben-Yehoshua, S. (2005). *Environmentally friendly technologies for agricultural produce quality*. Boca Raton, Fla: Taylor & Francis.

Chakraverty, A., & Singh, R. P. (2014). *Postharvest Technology and Food Process Engineering*, CRC Press.

Fellows, P. J. (2017). *Food Processing and Technology*. Duxford: Woodhead Publishing.

Golob, P. (2002). *Crop post-harvest, Volume 1, Principles and practice: Science and technology*. Oxford, UK: Blackwell Science.

Gvozdenović, D., Davidović, M., Hribar, J., Mirosavljević, N., & Hanuš, B. (1989). *Od obiranja sadja do prodaje*. Ljubljana: Kmečki glas.

Hodges, M. (2003). *Postharvest oxidative stress in horticultural crops*. New York: Foo Products Press

Mattsson, B., & Sonesson, U. (2003). *Environmentally-friendly food processing*. Boca Raton: CRC Press.

Saravacos, G. D., Saravacos, G. D., & Kostaropoulos, A. E. (2002). *Handbook of food processing equipment*. New delhi: Springer (India) Private Ltd.

Smith, J. (2004). *Technology of Reduced Additive Foods*. UK: Blackwell Science.

Kays, S. J. (1991). *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Vaclavik, V. A., & Christian, E. W. (2008). *Essentials of food science*. New York: Springer.

Wood, B. J. B. (1985). *Microbiology of fermented foods*. London: Elsevier Applied Science.