



Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije

TEHNOLOŠKA NAVODILA

Skladiščenje zelenjave



Skladiščenje čebule (foto: N. Pelko)

December 2024

Pripravila:

Natalija Pelko

Uredila:

Tončka Jesenko

Kazalo vsebine

1	Uvod	3
2	Na kakovost zelenjave vpliva ravnanje po pobiranju	3
3	Vpliv izbranega kultivarja na možnost skladiščenja	4
4	Optimalen čas pobiranja pridelka	4
5	Tehnologija pridelave in rokovanje s pridelkom vplivata na obdobje skladiščenja	5
6	Vpliv vremena na skladiščne sposobnosti zelenjave	6
7	Fiziološki procesi v zelenjavi po pobiranju pridelka z njive	8
7.1	Dihanje po žetvi	8
7.2	Etilen, rastlinski rastni regulator (fitohormon)	10
7.3	Transpiracija v skladišču.....	12
8	Optimalni pogoji skladiščenja za posamezno vrsto zelenjave.....	13
9	Vrste hladilnih sistemov	15
9.1	Hlajenje zelenjave	15
9.2	Hlajenje s hladnim zrakom (NA – navadna atmosfera)	15
9.3	Kontrolirana atmosfera CA (LO, ULO, dinamična)	16

1 Uvod

Namen pravilnega ravnanja z zelenjavo po pobiranju posevka je predvsem podaljševanje njene uporabne vrednosti za trg in potrošnike. Pravilno ravnanje s svežo zelenjavo je pomembno na celotni distribucijski poti, ki je običajno povezana s kontrolo temperature in vlage oziroma vzdrževanjem hladne verige. Uvedba klimatizacije, kontrole procesov in izvajanja protokolov ravnanja s posamezno vrsto zelenjave so pomembni za ohranjanje pridelane kakovosti, načrtovanje časa hrambe blaga in za poslovne odločitve o času prisotnosti pridelka na trgu. Kmetije, ki v procesih pridelave in distribucije z nadzorom klime izboljšujejo postopke ohranjanja kakovosti, učinkovito vplivajo na ohranjanje kakovosti zelenjave do končnega kupca. Če je hkrati dobro razvit tudi prodajni proces, končna prodajna kakovost povečuje zaupanje kupcev po celotni prodajni verigi, kar najbolj pozitivno vpliva na dolgoročno prihodkovno uspešnost zelenjadarske kmetije, možnost vzdrževanja kakovosti in možnosti za nastanek zaupanja. Pravilno načrtovani in časovno ustrezno izvedeni procesi zmanjšujejo kalo blaga, oziroma količino izgub, ki lahko nastanejo na kmetiji pred prodajo. To je pomembno ne le za ekonomsko uspešnost kmetije, ampak tudi za vrsto drugih ciljev, ki jih želimo realizirati. Med njimi je pomemben cilj zmanjševanja izgub in odpadkov na kmetijskem gospodarstvu, kar je eden od ciljev Strategije za trajnostni razvoj, ki predvideva prepolovitev izgub in količine odpadne hrane na prebivalca do leta 2030 vzdolž celotne dobavne verige.

2 Na kakovost zelenjave vpliva ravnanje po pobiranju

Zelenjava je živo blago. Po 'žetvi' oz. spravilu se fiziološki procesi nadaljujejo, zelenjava še naprej dozoreva, se stara in na koncu propade. S spravilom pridelka se začne proces pravilnega ravnanja ne glede na hitrost vstopa zelenjave v prodajno verigo. Proces shranjevanja je lahko krajši ali daljši. Krajšo verigo bomo poimenovali distribucija, daljši način shranjevanja pa skladiščenje.

Ohlajevanje blaga po pobiranju pridelka je pomemben element daljšega roka uporabnosti zelenjave, boljšega izgleda, ohranjanja hranilne vrednosti in ustreznih organoleptičnih lastnosti. Pravilno hlajenje oziroma shranjevanje vpliva na številne procese v pobrani zelenjavi. Pravilna klimatizacija upočasni dihanje, razgradnjo klorofila, zmanjša mehčanje tkiv, zmanjša tvorjenje ligninskih vlaken oziroma nitavost zelenjave, razgradnjo hranilnih snovi in antioksidantov, mikrobno aktivnost in možnost fizioloških motenj v skladišču.

Tudi pri distribuciji je za ohranjanje kakovosti zelenjave pomembno, da zelenjavo hitro ohladimo in jo namestimo v ustrezne klimatizirane prostore.

Pomembni parametri shranjevanja in ohranjanja kakovosti zelenjave so temperatura zelenjave ob pobiranju, temperatura zunanega zraka ter zelena temperatura in relativna vlaga za posamezno vrsto zelenjave v skladiščnem prostoru. Po pobiranju moramo pridelke čim prej umakniti z direktne sončne svetlobe in visokih temperatur, saj se prej naštetih fiziološki procesi v pobranih delih sicer nadaljujejo zelo intenzivno, česar si ne želimo. Pri mnogih vrstah zelenjave je intenzivnost dihanja v času obiranja 7 do 10 krat večja kot po ohladitvi v skladišču. Zaželeno je, da imamo čim manjšo temperaturno razliko med temperaturo na polju in želelno temperaturo v skladišču. Pobrano zelenjavo lahko v takem primeru ohladimo z nižjimi stroški. Priporočljivo je, da se pridelki pobirajo, ko so najbolj hladni, to je v jutranjem oziroma dopoldanskem času. Če nam to ne uspe, moramo delati na skrajševanju časa visokih temperatur pobranega blaga. Priporočamo, da se nabrano zelenjavo čim prej odpremi v primerno hlajen prostor. Manjša kot je temperaturna razlika med temperaturo zelenjave in temperaturo skladišča, manjše so možnosti, da pride do nezaželenega kondenza na blagu, kar vpliva na večje možnosti širjenja različnih bakterijskih in glivičnih obolenj. Prav tako je pomembno, da zrak ni presuh, kar se lahko zgodi pri zelo hitrem ohlajevanju in močni ventilaciji. Z ustreznimi napravami za hlajenje lahko preprečimo, da ne pride do prevelike izsušitve blaga.

3 Vpliv izbranega kultivarja na možnost skladiščenja

Na dolžino uporabnosti sveže zelenjave vpliva tudi izbira kultivarja. Za daljšo prisotnost na trgu izbiramo različne kultivarje posamezne vrtnine. Če želimo pridelano zelenjavo skladiščiti dalj časa, je to potrebno načrtovati že ob saditvi. Skladiščimo le sorte, ki so primerne za daljše skladiščenje. V spodnji tabeli so zapisani primeri in predvideni časi skladiščenja za različne sorte česna. Na podoben način moramo pri načrtovanju proizvodnje za različne vrste izbrane zelenjave upoštevati lastnosti posameznih sort. V primeru, da blago namenimo dolgotrajnemu skladiščenju, moramo izbrati za to ustrezen kultivar.

Preglednica 1: Lastnosti sort in dolžina skladiščenja v odvisnosti od izbrane sorte česna

Sorta česna	Čas saditve	Barva luskolistov	Predviden čas spravila	Tvorba cvetnega stebela	Čas skladiščenja	Velikost
Garpek	zgodnji jesenski	Vijolično obarvan	zgodnje	Tvori	konec februarja	veliki stroki
Gardacho	jesenski	Belo, rahlo vijolična	srednje pozno	Nima	konec marca	zelo veliki stroki
Sprint	zelo zgodnja jesenska	Rahlo vijolični listi	zgodnje	Nima	za mlad česen	Veliki
Anka	jesenski	Bela barva, močni luskolisti	zgodnje	Tvori	februar	Veliki
Makoi	jesenski	Bela barva, zaprta glavica	običajno	Ne tvori	marec april	Veliki
Ptujski jesenski	jesenski	Bela barva z rahlo vijolično barvo	običajno	Ne tvori	januar	neppravilne glavice
Messidrome	pozno jesenski	Bele barve, pravilno oblikovane glavice	običajno	Ne tvori	januar	veliki nepravilno razporejeni stroki
Garcua	jesenski	Bele barve, zelo močna rastlina	običajno	Ne tvori	december	stroki okrogle oblike
Ptujski spomladanski	spomladanski	Belo rožnat, manjši stroki	pozno	Ne tvori	julij	manjši stroki
Arno	spomladanski	Bele barve, glavice, nesimetrične	Pozno spravilo	Ne tvori	maj	nesimetrično razporejeni stoki
Gardos	spomladanski	Vijolično bele barve	Pozno sajenje in spravilo	Tvori	junij	intenziven okus in aroma

4 Optimalen čas pobiranja pridelka

Posamezne sorte se torej razlikujejo po času dozorevanja in po obstojnosti v skladišču. Za vsako sorto velja optimalen čas pobiranja. Pri tem je treba opazovati dozorevanje in določiti t.i. obiralno okno, oziroma moramo znati natančno določiti primerno zrelost pridelka za (p)obiranje. Slaba ocena termina spravila pridelka vodi do manjše kakovosti in slabše možnosti

za skladiščenje pridelka. Pri zelenjavi pobiramo tudi nedozorele dele rastlin. Nezreli plodovi (npr. bela paprika) in drugi uporabni rastlinski deli zelenjave (npr. listi solate) imajo veliko intenzivnost dihanja (ker niso dozoreli) in imajo zato krajši rok trajanja oziroma morajo biti čim prej ohlajeni, da je njihov rok uporabnosti daljši. Pri pridelkih zelenjave, kjer dihanje poteka intenzivno, poskušamo čim bolj skrajšati njihovo pot po distribucijski verigi oziroma jih še dodatno zaščitimo s primerno embalažo.

Pri postopku pobiranja in transporta je potrebno upoštevati vse podrobnosti intenzivnosti fizioloških procesov pri posamezni vrsti zelenjave, da pravilno rokujemo s pridelki ter zagotavljamo hladno verige, ki ohrani končni izgled pridelka, zmanjša izgube in podaljša rok uporabnosti.

Pri določitvi ustreznega časa pobiranja zelenjave uporabljamo tehnike napovedovanja zrelosti pridelka. Za pobiranje se odločamo glede na intenzivnost barvanja plodov oziroma barvno lestvico (paradižnik, paprika, melona, hokaido bučke), izoblikovanost in velikost semena (grah, fižol), velikost, barvo in trdnost plodov (kumare, bučke), obliko in kompaktnost glav (zelje, cvetača, brokoli, solatnice), na podlagi listnega indeksa oziroma dovolj velike listne mase (špinača, listni peteršilj, listna zelena, berivka, pak choi), po deležu dovolj velikih gomoljev (krompir), po poleganju oziroma sušenju dela listov rastline (čebula, česen), po debelini korena (korenje, gomoljna zelena, koleraba) in višini poganjkov (špargelj).



Pregled dozorevanja radiča: Prerez glave, ki glede na velikost glave in njeno kompaktnost še ni primerna za pobiranje (foto: N. Pelko)

5 Tehnologija pridelave in rokovanje s pridelkom vplivata na obdobje skladiščenja

Na obdobje shranjevanja lahko pomembno vpliva tudi način pridelave. Znano je, da ima čebula iste sorte pridelana iz semena daljšo skladiščno sposobnost in se lahko shranjuje daljši čas kot tista pridelana iz čebulčka. Večina vrtnin, ki jih skladiščimo, se pobira v tehnološki zrelosti (zelje, cvetača, brokoli, korenje, radič). Na primer zelje za skladiščenje naj ne dozori na njivi. Poberemo ga v času, ko je glava kompaktna, značilne velikosti za sorto in še ne začne izgubljati zelene barve (v tehnološki zrelosti). Če ga pobiramo v fiziološki zrelosti, glave v skladišču pogosteje pokajo in ne prenesejo nižjih temperatur. Zelje poskušamo pobirati pred mrazom, saj je sicer bolj občutljivo na mehanske poškodbe. Čebula in česen pa se pobirata tik pred fiziološko zrelostjo (npr. notranji čebulni listi so še rahlo zeleni pri vratu, zunanji so

poleženi). Pred skladiščenjem moramo čebulo dobro posušiti in pripraviti na hlajenje na način, da nastopi t.i. **stanje mirovanja**.



Na njivi posušena čebula še ni pripravljena za daljše skladiščenje (foto: N. Pelko)

Zaradi prepoznega pobiranja pridelkov lahko pride tudi do več okužb z glivami in bakterijami, ki povzročijo velike težave v skladišču. V fiziološki zrelosti se pobirajo še fižol v zrnju, buče hokaido, čajota, krompir za skladiščenje. Krompir za skladiščenje lahko pustimo, da po odmiranju nadzemnega dela še nekaj časa ostane v zemlji, da se kožica utrdi. Postopek poveča skladiščno sposobnost krompirja. Čebula je bolj obstojna, če se najprej vsaj tri dni suši pri temperaturi višji od 28 °C, potem pa še 3 do 4 tedne na temperaturi od 20 do 25 °C. Za fiziološko zrele pridelke, kot so čebula, česen in fižol v zrnju, je še posebej pomembno, da jih pobiramo na suh in topel dan, saj jih skladiščimo pri nižji relativni vlagi, čim bolj suhe. Za fiziološko zrele plodove je torej izjemoma zaželeno toplo in suho vreme, da so skladiščijo čim bolj suhi. Velja splošno pravilo, razen izjem, da je najbolje, da vrtnine pobiramo v suhem, a ne prevročem delu dneva.

6 Vpliv vremena na skladiščne sposobnosti zelenjave

Na možnost shranjevanja v veliki meri vpliva tudi stres v pridelovalni sezoni. Tako imajo vpliv padavine (primer: slabše skladiščenje pridelkov česna in krompirja v letu 2023 zaradi velike količine padavin), pravilnost namakanja in gnojenja, sončno sevanje, nihanje temperatur, sušni stres, okužbe in tudi mehanske poškodbe, ki lahko povzročijo, da zelenjava prisilno dozoreva že na njivi.



Obilne padavine in vlaga vplivata na veliko okužb že na njivi, kar vpliva na slabše zdravstveno stanje čebule tudi v skladišču (foto: N. Pelko)

Obilne padavine in vlaga vplivata na večjo možnost razvoja okužb že na njivi, kar vpliva na slabše zdravstveno stanje čebule tudi v skladišču. Razpoložljiva voda vpliva tudi na kakovost in organoleptične lastnosti zelenjave. Ugodni oziroma neugodni pogoji pridelave vplivajo na neto asimilacijsko stopnjo: stopnjo rasti, velikost listne površine, oploditev in težo plodov. Visoke temperature in močno sončno sevanje povzročajo opekline na pridelkih, zato v vročih poletjih priporočamo senčenje tunelov. Opekline na zelenjavi lahko nastanejo tudi ob/po pobiranju, ker pustimo nabrano blago v embalaži stati na soncu. Že ob načrtovanju spravila zato predvidimo tudi senčenje in zaščito pred neposrednimi sončnimi žarki. Svetujemo, da so zbirališča za zelenjavo v senci, odvozi z zbirališča pa naj bodo dovolj pogosti. Na dvorišču naj bo blago v senčnem prostoru, še bolje, da se takoj odpelje v primerno temen in primerno ohlajen prostor.



Opekline na plodovih paradižnika vplivajo na slabšo trpežnost v distribucijski verigi in skladiščne sposobnosti (foto: N. Pelko)

Zorilni plin (etilen) se običajno tvori v fenofazah zorenja in tvorbe plodov. Abiotski in biotski povzročitelji stresa prispevajo tudi k večji proizvodnji zorilnega plina etilena že na pridelovalni površini, ki ga sicer vegetativna tkiva na njivi ne proizvajajo. Zorilni plin se torej na njivi proizvaja samo v primeru stresa, ko rastlina zaradi stresa prisilno dozoreva. Žal velja tudi, da bolj kot je pridelek poškodovan, krajša je njegova življenjska doba. Poškodbe, ki povzročajo hitro dihanje, imajo največji negativen vpliv na pridelke zelenjadnic, ki imajo veliko intenzivnost dihanja: brokoli, špargelj, grah, stročji fižol, sladko koruzo, solato, listno zelenjavo...

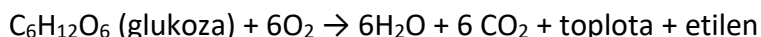
7 Fiziološki procesi v zelenjavi po pobiranju pridelka z njive

7.1 Dihanje po žetvi

Za pravilno skladiščenje in rokovanje s svežo zelenjavo, je dobro poznati fiziološke procese, ki se odvijajo v zelenjavi po pobiranju. Po spravi ne moremo več izboljšati kakovosti pridelane zelenjave. Lahko pa kakovost, ki jo je imela zelenjava ob pobiranju, s pravilnim rokovanjem za posamezno vrsto zelenjave ohranimo čim daljši čas. Ko zelenjavo poberemo z njive, je odrezana od svojih korenin in torej od virov vode in hranil. Vode in hranil ne moremo več nadomestiti. Presnova v rastlinskih organih se spremeni, a se v skladišču nadaljuje. Fiziološki procesi plodov, listov, korenin, rizomov ali gomoljev še naprej potekajo in imajo različno stopnjo intenzivnosti. Njihova intenzivnost je zelo odvisna od vrste zelenjave in uporabnega rastlinskega dela. Staranje poteka hitreje pri listni zelenjavi kot pri plodovih ali dozorelih korenih. Hitrost fizioloških procesov v skladišču merimo z intenzivnostjo dihanja.

Cilj shranjevanja je upočasnitev procesa dihanja v skladišču, kar vpliva na proces zorenja in staranja. Rastlinski organi še naprej porabljajo hranila in kisik ter sproščajo **vodo, ogljikov dioksid, toploto in zorilni plin - etilen**. Intenzivnost procesov je odvisna tudi od stopnje zrelosti, temperature, vlage in prisotnosti različnih plinov.

Proces dihanja v sveži zelenjavi:

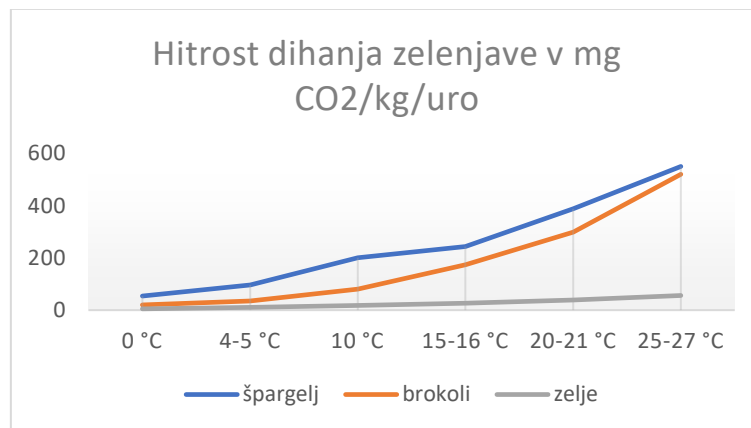


Preglednica 2 : Odvisnost intenzivnosti dihanja od zunanje temperature

Vrsta blaga	mg CO ₂ /kg na uro					
	0 °C	4-5 °C	10 °C	15-16 °C	20-21 °C	25-27 °C
špargelj	27-80	55-136	90-304	160-327	275-500	500-600
brokoli	19-21	32-37	75-87	161-185	278-320	
zelje	4-6	9-12	17-19	20-32	28-49	49-63
korenje	10-20	13-26	20-42	26-56	46-95	
česen	4-14	9-33	9-10	14-29	13-25	
por	10-20	20-29	50-70	75-117	110	107-119
paprika		10	14	23	44	55
ohrovt	16-27	34-47	72-84	120-155	186-265	

Na začetno temperaturo v skladišču vplivata temperatura, ki jo je imela zelenjava ob pobiranju ('poljska toplota') in toplota, ki jo zelenjava proizvaja sama zaradi dihanja. Proizvedena toplota še dodatno večja temperaturo v zelenjavni masi in v skladiščnem prostoru. Pri projektiranju moramo ob načrtovanju hlajenja skladišča upoštevati, katera vrsta zelenjave bo v skladišču in kolikšna bo njena proizvedena toplota na količino blaga v skladišču, saj je od tega odvisno, kakšna je izbrana hladilna tehnika in velikost hladilnih teles na volumen skladišča. Na proces dihanja pomembno vpliva zunanja temperatura. Pri višjih temperaturah v skladišču, kjer ni hlajenja, pride do tako imenovanega maksimuma dihanja, ki močno skrajša rok trajanja pridelkov, saj so fiziološki procesi v takih pridelkih zelo intenzivni. Z naraščanjem temperature in zniževanjem relativne vlage se povečuje intenzivnost dihanja in transpiracija oziroma izhlapevanje iz pridelkov, zaradi česar lahko v času skladiščenja ali distribucije pride do velikih izgube vode in uvelosti. Iz zgoraj zapisane formule vidimo, da v procesu kot produkt dihanja nastaja tudi voda. Previsoka temperatura in nizka vlaga zato vodita v prehitro staranje pridelkov, prezorevanje in mehčanje tkiv. Pridelki tudi zaradi izgube vode venijo in izgubljajo sočnost, slabšajo se jedilne lastnosti oziroma t.i. uporabna vrednost.

Intenzivnost dihanja najbolj učinkovito upočasnimo z ohlajevanjem pridelkov in znižanjem temperature blaga. Pri nižjih temperaturah se dihanje uravna na minimalno raven, kar podaljšuje rok shranjevanja.



Graf 1: Intenzivnost dihanja zelenjave pri različnih temperaturah

Proces dihanja se meri v količini proizvedenega CO₂ (mg CO₂ na kilogram zelenjave na uro). Pri zelenjavi je intenzivnost dihanja lahko zelo nizka ali zelo visoka. Če je intenzivnost dihanja visoka, izmerimo veliko količino izdihanega CO₂ na kilogram zelenjave na uro. Pravilo je, da ima zelenjava z manjšo intenzivnostjo dihanja daljšo življenjsko dobo in je manj pokvarljiva, zelenjava z večjo intenzivnostjo dihanja pa krajšo življenjsko dobo in je hitro pokvarljiva. Življenjska doba čebule, česna, korenja in zelja je daljša od šparglja, špinače, brokolija ali solate, ki imajo visoko intenzivnost dihanja. Na splošno lahko rečemo, da je rok uporabnosti zelenjave obratno sorazmeren z intenzivnostjo dihanja, ki je odvisno od vrste in v veliki meri od temperature v prostoru, kjer zelenjavo shranjujemo. Vrste z manj intenzivnim dihanjem so česen, čebula, zrel krompir. Vrste z zmerno intenzivnostjo dihanja so zelje, korenje, solata, paprika, paradižnik in zgodnji krompir. Vrste z visoko intenzivnostjo dihanja so brstični ohrovt, fižol, por in cvetača. Vrste z zelo visoko intenzivnostjo dihanja so brokoli, grah, špargelj, gobe, sladka koruza in listna zelenjava.

Pri višji temperaturi je dihanje hitrejše, količina proizvedenega CO₂ se podvoji ali potroji ali narašča celo s kvadratom temperature kot je na primer pri brokoliju.

Preglednica 3 : Stopnja občutljivosti zelenjave glede na intenzivnost dihanja

Stopnja občutljivosti glede na stopnjo dihanja	mg CO ₂ /kg na uro pri T 5 °C	Vrsta zelenjave
zelo nizka	< 5	Suha zelenjava, suh grah, suh fižol,....
nizka	5 - 10	Krompir, čebula, česen,
zmerna	10 - 20	Zelje, korenje, mladi krompir, zelje, paradižnik, paprika, solata
visoka	20 – 40	Cvetača
Zelo visoka	40 - 60	Stročji fižol, brstični ohrovt, mlada čebula, artičoka
Ekstremno visoka	>60	Šparglji, brokoli, sladka koruza, sveži grah, špinača

Načini uravnavanja intenzivnosti dihanja v skladišču:

- Pobiranje zelenjave v hladnem delu dneva.
- S hitrim odvajanjem 'poljske toplote' - preohlajevanje zelenjave, ko jo pripeljemo z njive. Pri tem moramo paziti, da ne prihaja do kondenza in prekomerne vlage ali do izsušitve, ko imamo močno ventilacijo. V primeru nehlajenih prostorov obrano blago postavitev v senčen, hladen prostor.
- Ohlajevanje blaga in odvajanje nastale toplote zaradi procesov dihanja – redno vzdrževanje temperature in vlage glede na vrsto zelenjave v skladišču.
- Vzdrževanje konstantnih temperatur.

7.2 Etilen, rastlinski rastni regulator (fitohormon)

Na zorenje oziroma shranjevanje vpliva tudi zorični plin. Etilen je naravni rastni hormon, ki ga proizvaja rastlinsko tkivo in vpliva na zorenje plodov, listov, cvetov in gomoljev. Etilen uravnava številne procese rasti, razvoja in staranja v rastlinskih tkivih. V velikih količinah ga proizvajajo zoreči plodovi. Povzročajo ga tudi nekatere vrste stresa, kot so npr. mehanske poškodbe, saj je hormon tudi del zdravnega procesa. Etilen se sprošča kot plin in se kopiči na površini in okolici pridelkov. Najlažje ga odpravimo s prezračevanjem. Njegov vpliv lahko uravnavamo oziroma zmanjšamo tudi s kemičnimi sredstvi (npr. 1-metilciklopropen, Smart Fresh).

Prisotnost zoričnega plina pri določenih vrstah zelenjave vpliva na hitrejše zorenje, porumenelost ali porjavenje plodov, listov in terminalnih poganjkov, grenjenje korenov in predčasno kaljenje čebulnic. Na prehitro odpiranje cvetov brokolija vpliva etilen že v zelo majhnih koncentracijah. Etilen je krivec za mnogo napak, ki nastanejo v skladišču in na prodajnih policah, predvsem pri zelenjavnih vrstah, ki so občutljive na njegovo prisotnost. Zelo občutljive vrste zelenjadnice so brokoli, cvetača, korenje, brstični ohrovt, kumare, solata, paprika, bučke in lubenice, ki jih zaradi tega ne smemo skladiščiti skupaj s proizvajalkami zoričnega plina npr. paradižnik, melone in različno sadje (jabolka, hruške ...). Sosedstvo s proizvajalkami etilena velikokrat nagaja tudi v skladiščih za kratkotrajno skladiščenje, če nimamo možnosti ločevanja po prostorih ali dobrega prezračevanja. Ko pridelke, ki sproščajo etilen in občutljive vrste zelenjave, postavimo v isti prostor, pride do neželenih reakcij. To so npr. povečanje intenzivnosti dihanja, zorenje in staranje, ki se kažejo kot izguba zelene barve, porumenelost, nekrotična območja na rastlinskih tkivih, nastanek abscesnih plasti, kalitev krompirja, čebule, česna in korenovk, razvoj grenkega okusa v koreninah, olesenost špargljev itd. Raven etilena v skladiščih mora biti manjša od 1 ppm, da plin nima vpliva in da ne povzroči težav.



Poškodbe na rebrih glavnote solate zaradi previsoke koncentracije etilena v skladišču (foto vir: <https://www.fao.org/3/ae075e/ae075e14.htm>)

Med zorenjem plodovi proizvajajo tudi druge hlapne snovi, tvorijo se številne arome, vonji in druge hlapne snovi, ki so sestavni del presnove rastline. Tekom skladiščenja zelenjave tako poleg etilena prihaja tudi do tvorbe različnih hlapnih snovi, na katere so posamezne vrste zelenjave bolj ali manj občutljive. Občutljivost posameznih vrst je prikazana v spodnji tabeli.

Preglednica 4 : Opredelitev zelenjadnic glede na to, ali tvorijo etilen, so občutljive nanj, proizvajajo vonj oziroma so občutljive zanj

	Proizvajalec etilena	Občutljiv na etilen	Proizvajalec vonja	Občutljiv za vonj
Šparglji		X		
Belgijski radič		X		
Brokoli		X		
Brstični ohrovt		X		
Zelje		X		X
Korenček		X	X	X
Cvetača		X		
Zelena		X		X
Kitajsko zelje		X		
Drobnjak		X		
Kumare		X		
Jajčevce		X		X
Endivja		X		
Ohrovt		X		
Por		X	X	
Solata		X		
Melone	X	X		
Gobe	X	X		X
Čebula			X	X
Peteršilj		X		
Grah		X		

Krompir		X	X	X
Špinača		X		
Bučka		X		
Sladka koruza				X
Sladki krompir		X		
Paradižnik	X	X		
Lubenica		X		
Vir: The Packer, 1996; Gast in Flores, 1992; McGregor, 1987; Cantwell, 1999.				

Ukrepi za omejitev tvorbe etilena:

- Hitro predohlajevanje (čim hitrejše znižanje temperature blaga glede na vrsto hlajenja in vrsto blaga). Kontrola temperature je glavni ukrep za ohranjanje kakovosti v obdobju po spravilu.
- Pogosto obnavljanje zraka v skladišču.
- Ločeno skladiščenje plodov, ki tvorijo etilen, oziroma ločeno shranjevanje pridelkov različnih vrst.
 - * ločeno shranjevanje zelenjave od proizvajalcev etilena (jabolka, breskve, paradižnik),
 - * odstranjevanje prezrelih in nagnitih plodov iz skladišča.

7.3 Transpiracija v skladišču

V skladišču se nadaljuje tudi izguba vode oziroma transpiracija. Zelenjava, ki jo uporabljamo za prehrano, vsebuje od 75 do 95 % vode. Izguba vode je zaradi procesa dihanja intenzivna. Če ne uravnavamo relativne vlage, je lahko izguba vode in izsušitev zelo velika. Z naraščanjem temperature se ne veča le intenzivnost dihanja, povečuje se tudi intenzivnost transpiracije, na kar najbolj vpliva atmosferski pritisk in kroženje zraka. Zaradi hitrega zniževanja temperature pridelka in predvsem zaradi hitrosti gibanja zraka v skladišču se transpiracija nad površino pridelkov v začetni fazi ohlajevanja lahko zelo poveča. Pri skladiščenju je potrebno biti pozoren, da zaradi velike hitrosti hlajenja blaga ne pride do njegove prekomerne izsušitve (kar je sicer zaželeno npr. pri čebuli, ki zahteva nizko relativno vlago v skladišču). Na zmanjševanje izgube vlage zaradi hlajenja vplivamo s hitrostjo hlajenja, hitrostjo ventilacije in s kontrolo temperature pripeljanega blaga tako, da je le-ta čim nižja. Kljub temu, da želimo, da se blago čim preje ohladi, moramo pogosto zaradi težav zaradi prekomerne izgube vlage toplo blago ohlajati počasneje. Intenzivnost procesa hlajenja glede na vrtnino uravnavamo z velikostjo hladilnih elementov, izbiro hladilnega medija in velikostjo ventilatorjev v skladišču. Pomagamo si torej z upočasnitvijo kroženja zraka in omenjenim nadzorom vhodne temperature blaga. Za zelenjavo, ki ima veliko površino in pri kateri pomanjkanje vlage hitro povzroči zmanjšanje uporabne vrednosti, moramo zagotoviti visoko vlažnost v prostoru ali jo zaščitimo z ustrezno embalažo, ki onemogoča preveliko izgubo vode iz pridelka. V skladiščni ali distribucijski prostor lahko namestimo vlažilce zraka oziroma močimo tla. Zelo občutljive vrste zelenjave so listni peteršilj, solate berivke, špinača, blitva, motovilec in rukola, kjer je kritična vrednost izgube vlage že od 3 do 5 %.

Pomembni parametri vzdrževanja vlage v skladišču:

- stabilnost temperature, saj nihanje temperature za eno stopinjo navzgor ali navzdol ($\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) povzroči spremembo relativne vlage za več kot 10 %.
- Transpiracija se zmanjša tudi z regulacijo relativne vlage. Relativna vlaga okoli 98% pri 0 do 1°C je ustrezna skoraj za vse vrste zelenjadnic. Izjema so čebula, česen in buče, kjer mora biti relativna vlaga pod 70 % in skladiščni prostor dobro prevetren, kar uravnavamo z ventilacijo oziroma gibanjem zraka v prostoru. Na podlagi predhodnih izračunov izvajamo primerno intenzivnost prisilnega gibanja zraka.

Izguba vode predstavlja večino izgube teže pridelkov. Povrhnjica zelenjadnice sicer ščiti pred izgubo vlage in pomaga pri ohranjanju visoke vsebnosti vode kljub nizki relativni vlažnosti okolja, obenem omogoča tudi izmenjavo zraka. Povrhnjica preprečuje dehidracijo plodov in listov po pobiranju. Trpežnejše so sorte z debelejšim epikutikularnim voskom. Veliko vode se izgubi skozi listne režne pecelj. Na primer pri jajčevcu je nujna zaščita peclja, saj se 65 % vode izgubi preko peclja. Tudi pri paradižniku transpiracija predstavlja od 5 do 10 % izgube teže.

Znaki staranja so še bolj izraziti na rastlinskih organih, ki se ne uporabljajo za generativno razmnoževanje, saj njihove membrane hitro izgubijo viskoznost in napetost. Najbolj zaščiteni so plodovi in semena.

8 Optimalni pogoji skladiščenja za posamezno vrsto zelenjave

Hitro ohlajevanje pobranega pridelka je pomembno ne glede na to, ali gre zelenjava v prodajo, na pakiranje ali v skladiščenje za daljši čas. Za zelenjavo, ki je namenjena dolgotrajnejšemu skladiščenju (npr. česen, čebula), je klimatizirano predskladišče zelo pomembno. Prav tako je zelo pomemben tudi nadzor nad kakovostjo pobrane zelenjave in sortiranje. Sortiranje za skladiščenje mora biti strožje in bolj natančno, saj nekakovostno in s patogeni okuženo blago nima nobene možnosti za daljše skladiščenje. Potrebno ga je izločiti, nepoškodovanega pa hitro prodati, saj imamo s skladiščenjem take zelenjave sicer prevelike izgube. Pravilo je, da skladiščimo le zdrave pridelke, saj le tako zmanjšamo potencial za okužbe in možnost širjenja skladiščnih bolezni. Najpogosteje skladiščimo zelenjavo pozimi, npr. kapusnice (zelje, glavni ohrovt, brstični ohrovt, za krajše obdobje tudi cvetača in brokoli), korenovke (korenje, rdeča pesa, peteršiljeva korenina, zelena, koleraba, črna redkev, hren, pastinak), čebulnice (čebula, šalotka, česen, por) in solatnice (radič in endivija) ter zimске buče. Za krajše obdobje se lahko skladiščijo tudi plodovke. Najzanimivejši je paradižnik. Za skladiščenje je najprimernejši zelen, tik preden se prične rahlo barvati. Ne zrelega skladiščimo pri višji temperaturi (18 do 20 °C) kot zrelega, ki se skladišči na temperaturi 10 do 15 °C in relativni vlagi 90 do 95 %. Nezrel paradižniki lahko v skladišču skladiščimo od 14 do 20 dni.

Naj poudarimo, da je na kmetijskih gospodarstvih, ki pridelujejo zelenjavo, zaradi zgoraj opisanih fizioloških procesov v pobrani zelenjavi zelo pomembno tudi kratkotrajno pravilno shranjevanje ter klimatizacija distribucijskih in manipulacijskih prostorov.

Preglednica 5: Optimalne temperature za dolgotrajno skladiščenje (vir: Gemüsebau, Hermann Laber, 2020)

vrtnina	Optimalna temperatura C°	Optimalna vlaga (%)
STROČJI FIŽOL	5 - 7	95
KUMARE SOLATNE	10 - 12	92 - 95
BUČE	10	50 - 70
PAPRIKA	7 - 10	95
PARADIŽNIK ZELEN	13	90 - 95
PARADIŽNIK ZREL	8 - 10	85 - 90
CVETAČA	-0,5 - 0	95 - 98
BUČKE ZELENE	7 - 10	95
OHROVT	-2 - 0	95 - 98
BROKOLI	0 - 0,5	95 - 98
SOLATA	0 - 0,5	98
POR	0	98
ŠPARGLJI	1 - 2	98
ŠPINAČA	0	95 - 98
KROMPIR	6 - 8	90 - 95
KORENJE	0,5	98
KITAJSKO ZELJE	0,5 - 1	95 - 98
REDKVICA	0	95
ZELENA	0	90-95
KOLERABA	0 - 1	98
REPA	0 - 1	93 - 97
GLANATO ZELJE BELO	0 - 0,5	95 - 98
GLAVNATO ZELJE RDEČE	-1,5 - 0	95 - 98
RDEČA PESA	3 - 4	95 - 98
SLADKA KORUZA	0 - 0,5	95 - 98
HREN	-3 - 0	96 - 98
PETERŠILJ LIST	- 1 - 0	95 - 97
PETERŠILJ KORENINA	0 - 0,5	97 - 98
MOTOVILEC	-0,5	95
ENDIVJA	0 - 1	95
JAJČEVEC	10 - 12	95 - 95
KOROMAČ	0	95 - 98
ČESEN	-3	85 - 90
ČEBULA	-1 - 0	75 - 85

Če temperature padejo pod priporočene temperature skladiščenja, se zelenjava lahko tudi »prehladi«. Posamezne sorte ene vrste zelenjave so lahko različno občutljive na nizke temperature. V tem primeru je potrebno temperature skladiščenja prilagoditi občutljivosti posamezne sorte.



Skladiščen fižol pri prenizkih temperaturah, foto N. Pelko

9 Vrste hladilnih sistemov

V skladiščih in distribuciji sveže zelenjave lahko nadzorujemo temperaturo, vlago, tlak in sestavo zraka oziroma atmosfero. Razmere v skladišču morajo ustrezati izbrani vrsti. Pri nas večino zelenjavo hladimo le s hladnim zrakom, v tujini pa za predhlajenje uporabljajo tudi podhlajeno vodo, ki ji dodajajo askorbinsko kislino. Hlajenje se izvaja tudi s pomočjo podtlaka. Zelenjavo in sadje se med drugim shranjuje v hladilnicah s spremenjeno atmosfero v t.i. kontroliranih atmosferah z malo kisika (LO - low oxygen) ali zelo malo kisika (ULO – ultra low oxygen).

9.1 Hlajenje zelenjave

Pobrano zelenjavo moramo na dolgotrajno skladiščenje pripraviti. Pridelki morajo biti sortirani, da so enotnih velikosti in brez znakov bolezni ali fizioloških motenj. S pridelki delamo previdno, da ne pride do mehanskih poškodb. Pripravljeno blago mora biti predohlajeno, oziroma čim bolj enotne temperature in z že manj intenzivnim dihanjem. Predohlajevanje običajno izvedemo s hlajenjem na hladen zrak, ki ga opisujemo v naslednjem odstavku. Za skladiščenje blago čim prej postavimo na stalno mesto, tako da je kroženje zraka nemoteno in da se vse blago čim prej ohladi na isto temperaturo. Za zelenjavo se največ uporablja hlajenje s hladnim zrakom in kontrolirana atmosfera.

9.2 Hlajenje s hladnim zrakom (NA – navadna atmosfera)

Pri hlajenju z zrakom uravnavamo temperaturo in zračno vlago. Toplotno energijo odvajamo od blaga. Zrak v skladišču kroži in prehaja k uparjalniku hladilnega sredstva s pomočjo ventilacije. Z gibanjem hladnega zraka dosežemo enakomerno temperaturo in dokaj hitro ohlajevanje blaga. Hlajenje z zrakom prenašajo vse zelenjadnice in je stroškovno primeren sistem za predohlajevanje in dolgotrajno hlajenje.

V teh vrstah hladilnih sistemov je pomembna velikost hladilnega telesa, hladilni medij (hladilni plin), velikost skladišča, vrsta zelenjave, količina zelenjave in zelene ciljne

temperature. Pomembna je dobra izolacija skladišča, dobro tesnjenje vrat hladilnice in avtomatsko zapiranje vrat. Hladilno telo ali izparilec je v hlajenem skladišču na stropu ali na tleh, hladilne naprave in krmilne naprave pa so običajno izven skladišča.

Za pravilno skladiščenje je zelo pomemben tudi način zlaganja skladiščnih enot v hladilnici zaradi pretoka zraka, enakomerne intenzivnosti hlajevanja, ki omogoči enakomerno hlajenje vsega blaga v celotnem prostoru. Potrebno je biti pozoren na možnost izsuševanja blaga.

Hlajenje z zrakom je lahko izvedeno tudi kot vpihovanje zraka preko talnih kanalov, ki je primerno za manj občutljive vrste zelenjave, npr. čebula, česen in zelje.

9.3 Kontrolirana atmosfera CA (LO, ULO, dinamična)

Pri kontrolirani atmosferi poleg temperature in relativne vlage nadzorujemo tudi sestavo zraka. Na podlagi tega ločimo zgoraj omenjeno NA: 21 % kisik, 0,03 % CO₂ in 78 % dušik.... Kontrolirano atmosfero (CA) se izvaja z nizko stopnjo kisika (LO - kisik na 2 % do 3 %) in zelo nizko stopnjo kisika (ULO, kisik na 1 % do 1,5 %), poznamo tudi dinamično atmosfero, kjer se pline v hladilni komori regulira glede na procese v skladiščnem blagu in glede na "izdihane" pline zelenjave v skladišču. Prilagojene atmosfere ne prenesejo vse vrste zelenjave, količina CO₂ je odvisna od vrste in sorte, preveč CO₂ lahko povzroči fiziološke motnje in anaerobno dihanje, ki povzroči pojav alkoholov v plodovih.

Hladilna tehnika se razvija, zato priporočamo, da se pred izvedbo investicije posvetujete z živilskih tehnologom ali hladilničarjem.

Hlajenje v obeh sistemih je običajno speljano preko hladilnega plina amonijaka ali freona, ki posredno hladijo npr. propilen glikol, ki se uporablja v prehranski industriji.

Za vsako posamezno vrsto zelenjave so določeni optimalni pogoje temperature in vlage v navadni atmosferi, da le to lahko shranjuje daljši čas: npr. zelje in ohrovt skladiščimo odvisno od kultivarja 90 do 180 dni, cvetačo in brokoli od 14 do 28 dni, por od 60 do 90 dni, krompir 150 do 240 dni, buče do 90 dni, zeleni paradižnik do 21 dni, solatne kumare do 10 dni, papriko do 14 dni, solato do 14 dni, čebulo od 180 do 210 dni, korenje-neoprano pri T 1 °C in RV 95 % od 150 do 180 dni in zeleno do 120 dni.

Pomembno je, da skladišča, kleti ali hladilnice pred polnjenjem očistimo, razkužimo in poskrbimo za izvedbo deratizacije. Predhodno poskrbimo tudi za čisto in nepoškodovano embalažo. Prodajni trendi narekujejo svežo, sezonsko, varno in lokalno pridelano hrano z znanim poreklom, znanim načinom pridelave in ustreznimi nutritivnimi lastnostmi. Pomembno je, da pridelovalec ohranja kakovost sveže zelenjave v celotni distribucijski verigi.

Želimo vam, da vam je tehnološki list v pomoč. Če ne najdete odgovorov na vaša vprašanja, nas pokličite in vam bomo svetovali.