



Kylmä pidentää ikää

*Pikajäähdytysopas
kasvisten
pakkaajille*





Sisällysluettelo:

Kylmä pidentää ikää

Kasvikset elävät kylmässä säästöliekillä 3

Tuote-erän myyntikelpoisuusaika 4

Kasviskauppa yhä keskittyneempää 4

Varhaistuotteet kaipaavat kipeimmin
jäähdytystä 4

Jäähdytys vaatii myös aikaa 4

Kylmälle tuotteelle kylmä kuljetus 5

Investoinnit suuria, yhteistyötä tarvitaan 5

Kasvisten jäähdytyksen erityispiirteitä 5

Yksinkertaisia keinoja lämpenemisen
välttämiseksi 5

Lämpötilaa tulee seurata 6

Kasvisten kauppakestävyys on ajan ja
lämpötilan summa 7

Pakotetun ilmankierron jäähdytys 7

Puhaltimella lisätehoa nykyiseen kylmätilaan 7

Tasaisesti virtaava ilma jäähdyttää
tehokkaammin 8

Tuotteiden kuivumista varottava 9

Kylmävaraston sisäinen logistiikka 10

Pakotettuun ilmankiertoon perustuvan
jäähdytyksen edut: 10

Pakotetun ilmankierron jäähdytyksen
mitoittaminen esimerkkitalalle 10

Jäähdytystehon laskeminen 11

Pakotetun ilmankierron jäähdytyksessä
huomioitavaa 12

Muita pikajäähdytysmenetelmiä:

Märkjäähdytys (Jääpankkijäähdytys) 12

Jäähdytys kylmällä vedellä 12

Alipaine- eli vakuumijäähdytys 12

Kylmä pidentää ikää

- *Pikajäähdytysopas kasvisten pakkaajille-*

Korjuun jälkeen nopeasti jäähdytetyn tuotteen laatu säilyy pidempään hyvänä, joten hävikki jää ketjun kaikissa vaiheissa pienemmäksi. Jäähdytys pidentää tuotteiden kauppakestävyyttä ja varmistaa tuotteiden maun ja ravitsemuksellisten ominaisuuksien säilymisen hyvinä mahdollisimman pitkään. Kylmäketjun tehostaminen parantaa tuotteiden kilpailukykyä.

Kasvikset elävät kylmässä säästöliekillä

Kasviksista kerätään käytettäväksi juuria, versoja, lehtiä, kukkanappuja, silmuja, hedelmiä jne. Syötäväksi tarkoitettu osa lopettaa kasvamisen ja kehittymisen, kun sato kerätään. Tämä merkitsee suurta muutosta kasvien elintoiminnoissa. Sadoksi käytettävät kasvinosat alkavatkin yhteyttämisen sijaan hengittää ja "elää" kuten eläimet ja ihmiset. Tällöin ne kuluttavat happea ja tuottavat hiilidioksidia, tuottavat lämpöä, haihduttavat kosteutta sekä kuluttavat omia energia-varastojaan. Kasviksilla on tästä syystä rajallinen kestävyys.

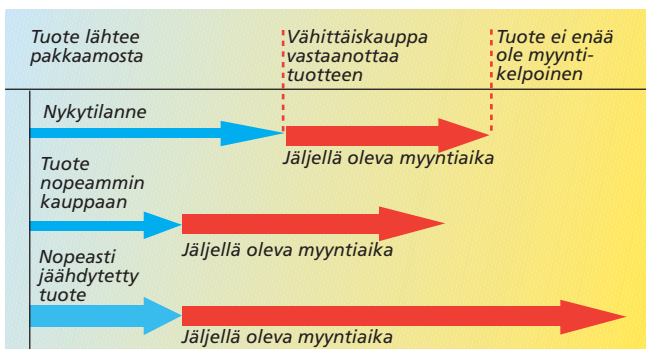
Lämpötilan vaikutusta tuoreiden kasvien laadun säilymiseen ei voi korostaa liikaa. Mitä korkeampi on lämpötila, sen voimakkaampaa on kasvien hengitys. Lämpötilan nostaminen 10 asteella nostaa hengitysnopeuden 2-3 -kertaiseksi. Ja hengitys tuottaa taas lisää lämpöä, joka kiihdyttää hengitysnopeutta.

Koska hengityksessä kulutettavien yhteyttämistuotteiden määrä on rajallinen, voisi yksinkertaisesti sanoa, että tuote kestää jakeluketjussa sitä pidempään mitä hitaammin kasvi hengittää. Lämpötilan laskeminen hidastuttaa hengityksen lisäksi mikrobien lisääntymistä, kasvien kypsymistä, etyleenin tuotantoa ja muita laadun heikkenemiseen vaikuttavia kemiallisia prosesseja.

Hengityksen lisäksi myös haihtuminen on sitä runsaampaa mitä lämpimämpi tuote on. Tuotteen ollessa ympäröivää ilmaa lämpimämpi, jatkuu haihtuminen, koska lämmin "vesihöyry" tuotteen sisällä pääsee helposti ulos, kun ympärillä olevan ilman vesipitoisuus on alempi. Kylmä ilmahan sisältää vähemmän vettä kuin lämmin ilma. Eli tuote menettää kosteutta niin kauan kun sen lämpötila on korkeampi kuin ympäröivän ilman lämpötila, vaikka jäähdytykseen käytettäisiin kosteaa ilmaa. Tämän vuoksi jäähdyttäminen tulisi tehdä mahdollisimman nopeasti.



Tuote-erän myyntikelpoisuusaika



Kasviskauppa yhä keskittyneempää

Kasvien jakelu on muuttumassa yhä keskitetymmäksi. Tuotteet kulkevat muutamien isojen terminaalien kautta koko maahan ja näin ollen tuotteiden kuljetusmatkat ja -ajat ovat pidentyneet. Jotta kotimainen tuote säilyttäisi tuoreutensa vähintään yhtä pitkään kuin muualta Euroopasta tuotavat tuotteet, tulisi kasvikset meilläkin jäähdyttää nopeasti heti korjuun jälkeen. Tuotteemme ovat laadultaan kilpailukykyisiä ja niiden kauppakestävyttä ja hyvän maun säilymistä voidaan parantaa nykyisestään tehokkaammalla jäähdytyksellä. Mitä kauemmin tuotteen matka kuluttajalle kestää, sen tärkeämpi on kylmäketjun merkitys.

Varhaistuotteet kaipaavat kipeimmin jäähdytystä

Kesäkuukaudet ovat kasviskaupan haastavinta aikaa. Kesäkaudella myytävät keskenkasvuiset tuotteet ovat herkimmillään: vesipitoisuus on korkea, kuori on ohut ja tuotteita välitetään useammin pakkaamattomina. Herkimpiä tuotteita ovat mm. parsat ja kukkakaali, salaattit, varhaisperuna ja naatteineen myytävät tuotteet. Myös kuoritut ja pilkotut tai raastetut tuotteet vaativat ehdottomasti kylmäketjun, sillä leikkaaminen nopeuttaa hengitystä ja tuotteiden kuivumista.

Jäähdytys vaatii myös aikaa

Nopeatempoisessa kasviskaupassa eletään tilanne kerrallaan. Mikäli tuotteiden jäähdytystä halutaan parantaa, tulee sille varata myös aikaa. Jäähdytysaika riippuu olennaisesti tuotteen lähtölämpötilasta ja jäähdytettävästä massasta. Kun tuotteet ostava tukkukauppa tekee tilauksensa ajoissa, ehtii viljelijä jäähdyttää tuotteensa oikeaan lämpötilaan. Ja mitä paremmin alkutuotanto pystyy arvioimaan sadon valmistumisen ja tiedottaa siitä tuotteita markkinoivaa kauppa, sen sujuvammin kasvikset saadaan markkinoitua eteenpäin ilman ruuhkia.



Kylmälle tuotteelle kylmä kuljetus

Tuoretuotteita kuljettavien yritysten autot on kattavasti varustettu kylmälaitteilla. Useimmissa autoissa on rekisteröivät lämpömittarit, joista lämpötila voidaan jälkikäteen tarkastaa, sillä esimerkiksi liha- ja kalatuotteiden jakeluketjun lämpötiloja valvotaan jatkuvasti. Kuljetuskaluston kylmälaitteet on mitoitettu vain lähtölämpötilan ylläpitämiseen, eikä teho riitä tuotteen jäähdyttämiseen. Mikäli tuotteet lastataan lämpiminä ovat ne määränpäässäänkin vielä lämpimiä. Lämpötilavaihtelun kannalta riskialtimpia kohtia ovat lastaus ja purku, sillä kova pakkanen tai helle vioittaa nopeasti herkimpiä tuotteita. Herkät tuotteet kuten basilika ja sitruunamelissa vaativat erityishuomiota. Niiden laatikot tulee suojata niin hyvin, että lyhytaikainen ääriämpötila ei pääse vioittamaan tuotetta. Kuljetettaessa eri lämpötilaa vaativia tuotteita samassa kuormassa, joudutaan lämpötilojen suhteen tekemään kompromisseja.

Investoinnit suuria, yhteistyötä tarvitaan

Lämmön siirtäminen nopeasti pois tuotteista kuluttaa paljon energiaa ja edellyttää usein tuotteiden siirtelyn uudelleen järjestelyä. Yhteistyömahdollisuuksia muiden tuottajien kanssa kannattaa harkita, sillä investoinnit tehokkaisiin jäähdytyslaitteisiin voivat olla huomattavia. Mitä korkeampi on jäähdytyslaitteiden käyttöaste, sitä pienempi on jäähdytyskustannus tuoteyksikköä kohti. Edullisin ratkaisu jäähdytystehon lisäämiseksi on tavanomaisen kylmätilan muuttaminen pakotetun ilmankierron jäähdytystilaksi.

Kasvisten jäähdytyksen erityispiirteitä

- ★ Kaikenlaiset vauriot kasvisten pinnassa lisäävät tuotteiden kosteushävikkiä ja hengityspeutta, joka edistää tuotteiden lämpiämistä. Kokolajittelu ja muu mekaaninen käsittely aiheuttaa vähemmän vaurioita tuotteisiin, mikäli tuote jäähdytetään vasta lajittelun jälkeen. Toisaalta esimerkiksi jäähdytetty mansikka kestää paremmin kuljetusta kuin jäähdyttämätön.
- ★ Tuotteita ei saa jäähdyttää liian kylmällä ilmalla tai vedellä kylmävioitusriskin takia
- ★ Kylmäpattereiden jäähdyttävän pinta-alan tulee olla niin suuri, että patteripinnan ja ilman lämpötilan erotus on vain muutamia asteita. Jos kylmäpattereiden pinnan ja tuotteen lämpötilaero on kovin suuri, tiivistyy patterin pintaan paljon kosteutta, joka jäätyy ja joudutaan sulattamaan. Tämä kosteus on peräisin tuotteista ja se heikentää patterin jäähdytystehoa. Mikäli jäähdyttävä patteripinta-ala on suuri, ei patterien lämpötilan tarvitse olla niin alhainen ja tällöin tuotteen kosteushävikki on pienempi.
- ★ Pakkaaminen hidastaa lämmön siirtymistä: tuotteet jäähtyvät hitaammin ja myös lämpiävät hitaammin. Tämän vuoksi olisi optimaalista, jos tuotteet voitaisiin jäähdyttää, ennen kuin ne pakataan suojakelmuihin ja pusseihin.



Yksinkertaisia keinoja lämpenemisen välttämiseksi

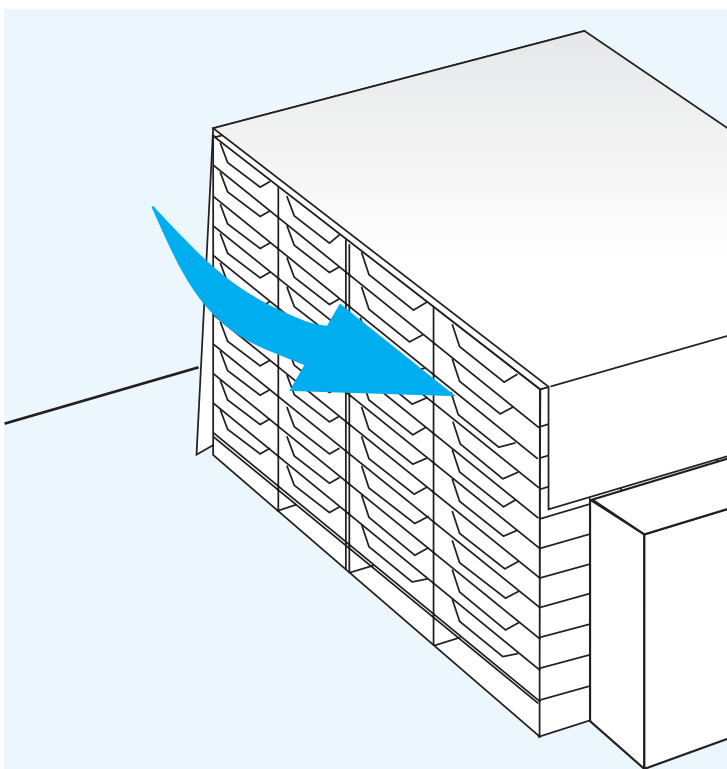
- ★ sato korjataan mahdollisuuksien mukaan tuotteen ollessa kylmimmillään
- ★ tuotteet siirretään nopeasti pois auringonpaisteesta ja muista lämpimistä tiloista
- ★ tuotteiden kastelu kylmällä vedellä voi joissain tapauksissa hidastaa lämpenemistä
- ★ kaupan tiskissä kirkkaita valoja ei kohdisteta herkimpiin tuotteisiin ja varmistetaan, että ilmavirtaus tiskissä ei ole liian voimakas kuivumisalttiiden tuotteiden kohdalla
- ★ kaupassa tilausmäärä suhteutetaan menekkiin ettei tuotteita tarvitse seisottaa lämpimässä
- ★ tuotteiden pakkaaminen hidastaa tuotteen lämpenemistä ja kuivumista

Lämpötilaa tulee seurata

Lähtevien tuote-erien lämpötilaa on syytä seurata järjestelmällisesti, jotta lähtölämpötila on tiedossa reklamaatioiden varalta. Oikean mittaustuloksen saamiseksi tulee mittaria pitää riittävän pitkä aika mittauskohteessa, jotta mittausväline ehtii sopeutua mitattavaan lämpötilaan. Jotta mittaus antaisi oikean tuloksen tuote-erän lämpötilasta, tulee tehdä useita mittauksia eri puolilta erää. Tarvitaan vähintään 3 mittausa ja aina myös lavan sisäosissa olevista tuotteista. Lämpötilan mittaus on tehtävä välittömästi, mikäli tuotetta siirretään lämpötilasta toiseen. Esim. kylmähuoneesta lastauslaiturille, pakkauslinjalta kylmähuoneeseen, autosta varastoon, kylmähuoneesta myymälään jne. Pintakerroksissa muutos tapahtuu sitä nopeammin mitä suurempi kahden eri tilan lämpötilaero on.

Lämpömittarien mittaustuloksen oikeellisuus on myös syytä tarkastaa säännöllisillä kalibroinneilla. Kalibrointi voidaan tehdä jäämurskan ja veden seoksella tai vertaamalla mittaustulosta jonkun mittaustulokseltaan tunnetun mittarin lukemaan.

Lämpötilaloggerit ovat rekisteröiviä lämpömittareita, joita voi sijoittaa tuote-erän mukaan ja joilla voidaan seurata lämpötilan vaihtelua jakeluketjussa. Loggereihin kerätty tieto puretaan tietokoneen muistiin.



Kasvisten kauppakestävyys on ajan ja lämpötilan summa

Hevi-tuotteet ovat muihin vähittäiskaupan tuoretuoteryhmiin verrattuna kylmäketjun kehityksessä reilusti jälkijunassa. Lihalla, kalalla, maitotuotteilla ja valmisruuilla kylmäketjut ovat pakollisia ja näin ollen pääosin kunnossa, kun hevissä taas olosuhteet ovat tuotteille usein vielä liian lämpimät ja kuivumiselle otolliset.

Epäedullisten olosuhteiden laatua heikentävä vaikutus jäisi kuitenkin pienemmäksi jos tuotteet viipyisivät lyhyemmän aikaa matkalla tuottajalta kuluttajalle.

Tehokkaaseen kiertoon pakottavia parasta ennen -päiväyksiä löytyy kasvisten kuluttajapakkauksista lähinnä vain ruokaperunalla, jolla päiväyksen merkitseminen on pakollista. Kuluttajapakkauksiin merkittävää parasta ennen -päiväystä ei voida vaatia ennen kuin kylmäketjut saadaan kuntoon. Pakkauspäivämäärä tai vastaava erätunniste löytyy nykyisin noin kolmasosasta kasvisten tukkupakkauksia. Pakkausjankohdan merkitsemällä viljelijä helpottaa kauppaa myymään tuotteet mahdollisimman tuoreina.

Kiertonopeutta parantavia toimia tulee tehdä samaan aikaan kun kylmäketjua parannetaan.

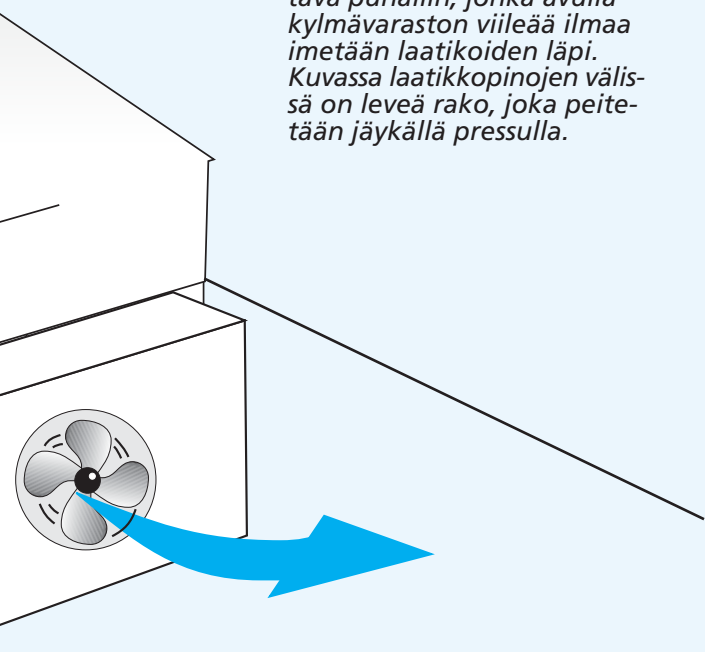
Pakotetun ilmankierron jäähdytys

Tässä esitellään jäähdytystekniikoista yksityiskohtaisesti vain pakotetun ilmankierron jäähdytys, sillä sen rakentaminen voidaan useimmiten toteuttaa edullisesti nykyisiin kylmätiloihin. Menetelmä parantaa nykyisten kylmätilojen hyötysuhdetta eikä varsinaisiin kylmälaitteisiin tarvitse välttämättä tehdä muutoksia, mikäli tilan kylmälaitteet on alunperin mitoitettu riittäviksi tuotteiden jäähdyttämiseen.

Puhaltimella lisätehoa nykyiseen kylmätilaan

Monille tuotteille soveltuvassa pakotetun ilmankierron jäähdytysmenetelmässä kylmävaraston viileä ilma

Kuva 1. Yksinkertainen siirrettävä puhallin, jonka avulla kylmävaraston viileää ilmaa imetään laatikoiden läpi. Kuvassa laatikkopinojen välissä on leveä rako, joka peitetään jäykällä pressulla.



pakotetaan kulkemaan tuotelaatikoiden läpi. "Laitteisto" koostuu esimerkiksi filmivanerista rakennetusta seinämästä, jossa on rei'itys/kanavat samoissa kohdissa kuin seinää vasten tuotavissa tuotelaatikoissa. Lisäksi seinämän takana on tehokas puhallin, joka imee kylmän ilman tuotelaatikoiden läpi. Laatikkopinot peitetään sivuista ilmatiiviillä pressulla tai paksulla muovilla, joka estää ilman pääsyn helpointa reittiä. Kylmän ilman virratessa laatikoiden läpi saadaan aikaan tasainen ja nopea jäähtyminen.

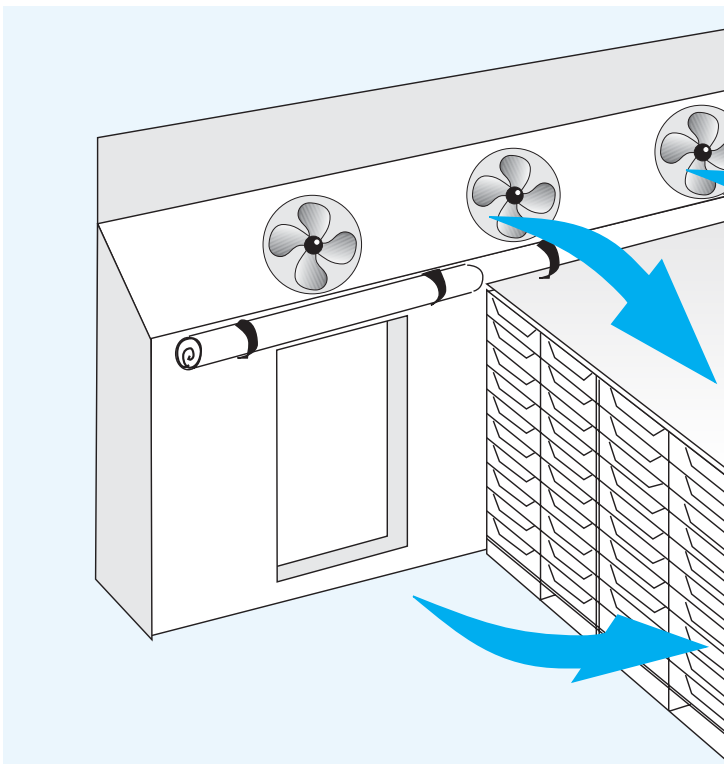
Tasaisesti virtaava ilma jäädyttää tehokkaammin

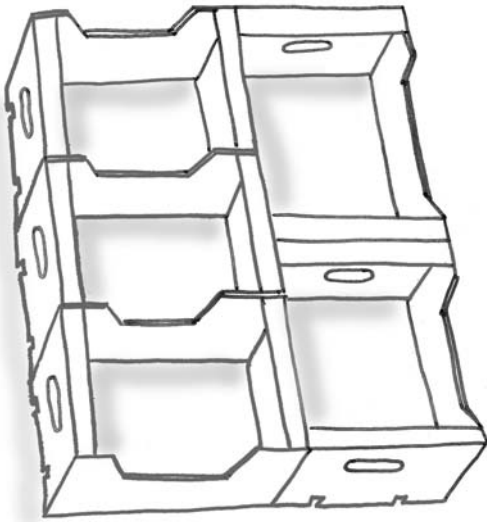
Jotta ilma kiertäisi tuotteiden ympärillä ja jäädyttäisi tuotteet nopeasti ja tasaisesti eri puolilla tuote-erää, tulee pakkauksissa olla riittävästi reikiä. Pakkauksen sivusta ja päädyistä tulisi vähintään 5 % olla rei'itettynä. Jos reikiä on vain laatikon päädyissä, tulee kaikki laatikot pakata lavan samoin päin, jotta ilma kiertäisi lavan läpi ja jäädyttäisi tuotteet. Eri päin ladottujen laatikoiden pitkien sivujen reikien ja päätyjen reikien tulee osua kohdakkain jäähdytyksen onnistumiseksi. Tuote-erien läpi virtaava ilmamäärän tulisi eri lähteiden mukaan olla 0,5-6 litraa ilmaa tuotekiloa kohti sekunnissa tuotteesta riippuen. Mikäli virtaava ilmamäärä on pienempi, tuote jäähtyy hitaammin. Ilman virtausnopeuden tulisi olla enintään viisi metriä sekunnissa. Koska ilma kulkee aina helpointa reittiä, tulee laatikot latoa tiiviisti vierekkäin ja ilmavirran "oikotiet" tukkia mahdollisimman hyvin. Jos lavassa on vajaita laatikoita, virtaa enemmän ilmaa näiden laatikoiden läpi ja tuotteet jäähtyvät muuta erää nopeammin. Tämän vuoksi laatikot tulisi täyttää mahdollisimman tasaisesti.

Pakotettuun ilmankiertoon perustuvia jäähdytysratkaisuja on rakennettu Suomessa kymmenille mansikkatiloille ja kokemukset ovat olleet myönteisiä. Jäähdytysaika on perinteiseen kylmähuoneeseen verrattuna selvästi lyhyempi ja tuotteet jäähtyvät tasaisemmin koko tuote-erässä, myös lavan keskellä.

Tuotteiden kuivumista varottava

Virtaava ilma myös kuivattaa tuotteita, joten kun tuotteet on jäähdytetty tarpeeksi kylmiksi, tulee pu-

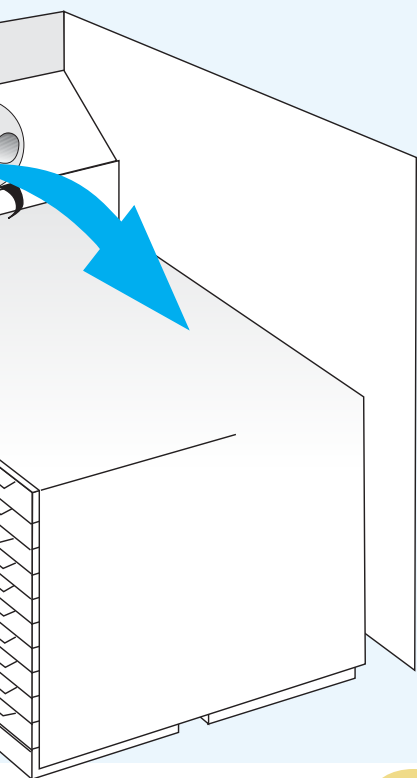




Kuva 2.
Laatikoiden rei'ityksen tulee mahdollistaa riittävä ilman läpivirtaus, vaikka laatikot olisi ladottu lavaan eri päin. Jo 5 %:n rei'itys laatikon sivussa varmistaa riittävän virtauksen.

hallin sammuttaa. Puhaltimen ohjaus voidaan hoitaa kellokytkimellä tai termostaatilla. Puhallinta ohjaavan termostaatin anturi tulisi saada mittamaan tuotteen sisälämpötilaa, niin että tuote jäähtyisi sisäosiaan myöten. On tärkeää, että kylmävaraston "kylmäpatteripinta-ala" on vihannesvarastossa riittävän suuri, ettei tuotteista peräisin olevaa kosteutta tiivistyisi ylen määrin kylmäpatterin (eli höyrystimen) pintaan. Jos patterin jäähdyttävä pinta-ala on hyvin pieni, joudutaan patterin lämpötila pitämään huomattavan alhaisena, mikä edistää ilman kuivumista. Suuremmalla patteripinta-alalla syntyy pienempi painohäviö, koska lämpötilaero tuotteiden ja kylmäpatterin välillä on mahdollisimman pieni.

Ilmankosteuden nostamisella vähintään 85 %:iin voidaan vähentää kuivumisalttiiden tuotteiden painohäviötä. Kylmähuoneen ilmankosteutta voidaan nostaa kastelemalla esimerkiksi seinälle asetettua kuitukangasta tai joissain tapauksissa suoraan tuotetta kastelemalla. On myös olemassa tarkoitukseen suunniteltuja höyrykostuttimia. Jäähdytystä voidaan hyödyntää esimerkiksi pintakostean marjan kuivatamiseen sateisina poimintapäivinä.



Kuva 3. Tässä tuotelatikat on asetettu kylmäseinässä olevien aukkojen molemmin puolin. Vastakkain asetettujen laatikokopinojen väliin jää kanava, jonka yli seinään kiinnitetyt ilmatiiviit jäykät kankaat rullataan. Ilma pakotetaan virtaamaan tuotelatikoiden läpi.

Kylmävaraston sisäinen logistiikka

Kun lämpimiä juuri korjattuja vihanneksia aletaan jäähdyttää puhaltimen avulla, nousee kylmätilan lämpötila nopeasti. Jos pikajäähdytys tapahtuu samassa tilassa, jossa on jo valmiiksi jäähdytettyjä tuotteita, lämpiävät kylmät tuotteet tarpeettomasti. Siksi olisi hyvä, jos pikajäähdytysalue voitaisiin erottaa muusta kylmätilasta esimerkiksi verholla. Tällöin kylmäpatereita on jäätävä molemmille puolille verhoa. On myös mahdollista peittää jo jäähdytetyt lavat tilapäisesti lämpenemisen estämiseksi.

Jäähdytettyjen tuotteiden siirtelytarpeen minimointi kannattaa ottaa huomioon pikajäähdytysratkaisua suunniteltaessa. Jos puhaltimilla varustetussa kylmäseinässä on useita suljettavia aukkoja, voidaan jäähdytettävien tuotelavojen siirtelyä vähentää. Yksi vaihtoehto on puhaltimen siirtäminen tuotelavojen sijaan. Esimerkiksi pyörillä kulkeva puhallin voidaan joustavasti siirtää lavojen väliin. Tuotelaatikoiden ja siirreltävän puhaltimen välisten ilmapuotojen esiintymiseen tulee kiinnittää erityishuomiota.

Pakotettuun ilmankiertoon perustuvan jäähdytyksen edut:

- ❖ perinteiseen kylmähuoneeseen verrattuna selvästi nopeampi jäähdytysteho
- ❖ tasainen jäähtyminen koko tuote-erässä (tasainen kypsyminen)
- ❖ soveltuu monille tuotteille
- ❖ voidaan rakentaa useimpiin nykyisiin kylmätiloihin
- ❖ edullinen rakentaa muihin jäähdytysmenetelmiin verrattuna
- ❖ energiankäytön tehokkuus hyvä (edulliset käyttökustannukset)

Pakotetun ilmankierron jäähdytyslaitteiden mitoittaminen oletetulle esimerkkitalalle:

Esimerkkitalalla viljellään kukkakaalia, joka halutaan jäähdyttää nopeasti heti korjuun jälkeen. Kerralla jäähdytettävä määrä on 4 lavaa eli 1600 kiloa.

1. Valitaan taulukosta puhaltimen ilmavirtaus (l/s/kg) tuotteen herkkyuden mukaan

Kukkakaali: 1,25 l/s/kg eli jokaisen sekunnin aikana laatikon läpi tulisi virrata 1,25 litraa ilmaa per tuotekilo.

2. Laske jäähdyttävän ilman määrä sekunnissa per jäähdytettävä erä (4 lavaa kerralla):

$$1,25 \text{ l/s/kg} \times 1600 \text{ kg} = 2000 \text{ l/s} \quad (2,0 \text{ m}^3/\text{s})$$

Tämän tiedon perusteella hankitaan riittävän tehokas puhallin. Puhaltimen staattisen paineen korotuksen tulisi olla noin 250 Pa.

3. Määritä kylmäseinämän jäähdytyskanavan pinta-ala:

$$2,0 \text{ m}^3/\text{s} : 5 \text{ m/s (maksimi ilman virtausnopeus)} = 0,4 \text{ m}^2 \text{ (minimiala)}$$

Jos lavat ovat 1,5 metriä korkeita, on lavojen väliin jäävän kanavan oltava 27 senttimetriä leveä. (Joskus suositellaan kuitenkin vähintään 60 sentin kanavan jättämistä lavojen väliin huoltotoimien mahdollistamiseksi). Myös laatikoiden rei'ityksen tulisi mahdollistaa tasainen alle 5 m/s ilman virtausnopeus:

Jos käytetään 17 cm korkeita pahvilaatikoita, joiden päädyssä on 3 x 9 cm:n aukko, tulee laatikoita FIN-lavaan 50 kpl. Lavan pitkälle sivulle tulee tällöin 30 kpl 27 cm²:n aukkoja ja kun lavoja on 4 kpl, tulee

jäähdytettävien neljän lavan aukkojen yhteispinta-
alaksi 0,32 m². Ilman laskennallinen virtausnopeus on
näin ollen: 2,0 m³/s : 0,32 m² = 6,25 m/s , mitä voidaan
pitää vielä kelvollisena, koska jonkin verran ilmaa virtaa
väkisinkin laatikoiden väleistä ja muista "saumakoh-
dista". Laatikoiden tuulettuvuuteen kannattaa kiin-
nittää huomiota.

Pika- jäähdytys- tarve	Tuote	7/8 ** jäähdytys- aika (tuntia)	Ilma- virtaus (l/s/kg) ***
Erittäin suuri	<i>parsakaali, lehti- salaatti, sokeri- maissi, sienet, pinaatti, pars *</i>	0,75 - 1,5	6 - 2
Suuri	<i>mansikka, vadel- ma, kukkakaali, keräsalaatti</i>	1 - 2,5	4 - 1,25
Kohtalainen	<i>varhaiskaali, pap- rika, lehtiselleri, kesäkurpitsa, kesäomenat</i>	2 - 6	1,5 - 0,5

* Tuotteiden kastelu ennen pikajäähdytystä vähentää kuivumis-
riskiä näillä herkällä tuotteilla sieniä lukuun ottamatta.

** 7/8 jäähdytysaika tarkoittaa sitä aikaa, jonka sisällä tuotteen
ja jäähdyttävän ilman lämpötilaero on pienentynyt 87,5 %
(7/8) alkuperäisestä.

*** Joissain lähteessä suositellaan ilmapirraksi kaikilla
tuotteilla 1 l/s/kg

Jäähdytystehon laskeminen

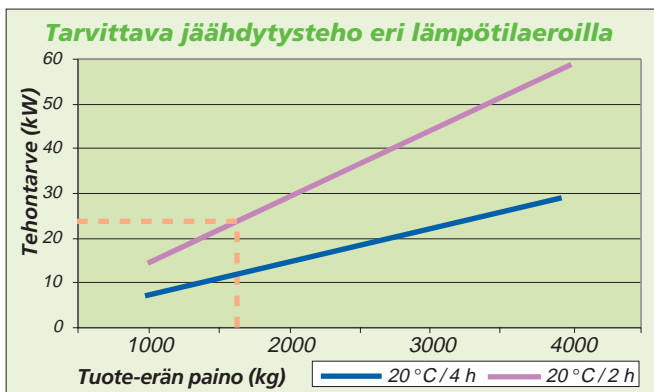
Alla olevalla kaavalla voidaan karkeasti tarkastaa onko
kylmätilan nykyinen teho jäähdyttämiseen riittävä.
(Erityiskysymyksissä kannattaa kääntyä kylmälaiteasi-
antuntijan puoleen).

Tarvittavan jäähdytysteho = 2,1 x lämpötilaero (°C) x
jäähdytettävän tuotteen paino x ominaislämpökapasi-
teetti (yleensä n. 3,77 kJ/kg°C) / 7/8 jäähdytysaika

Eli jos jäähdytetään 1600 kiloa kukkakaalia kahden
tunnin sisällä 22:sta 2:een asteeseen tarvitaan jäähdy-
tystehoa enimmillään:

$$2,1 \times 20 \times 1600 \text{ kg} \times 3,77 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} / 2 \text{ h} = 253344 \text{ kJ/2 h} \\ = 126672 \text{ kJ/h} = 35,2 \text{ kJ/s} = 35,2 \text{ kW}$$

Kylmätilojen mitoittaminen yllä olevan laskelman mu-
kaisesti edellyttää varsin tehokkaan jäähdytyslaitteiston
hankkimista ja niinpä hyvänä peukalosääntönä voidaan
pitää laitteiston mitoittamista vastaamaan 2/3 suurim-
man jäähdytystehon tarpeesta. Yllä olevassa tapauksessa
asennettava jäähdytysteho olisi 0,66 x 35,2 kW = 23,2
kW. Mikäli laitteiston teho on 2/3 maksimijäähdytyste-
hosta, tulee hyväksyä hieman hitaampi jäähtyminen.



Kuva 4: Mikäli jäähdytettävänä on 1600 kiloa tuotetta,
jonka lämpötilaa halutaan laskea parin tunnin sisällä
20 astetta, suositellaan noin 23 kilowatin tehoisten
jäähdytyslaitteiden asennusta. Mikäli teho on
pienempi, jäähtyy tuote haluttua hitaammin.

Pakotetun ilmankier- ron jäähdytyksessä huomioitavaa:

- ❖ Tuotelavojen yli vedettävän pressun tulee olla niin pitkä, että se ylettyy maahan asti.
- ❖ Pressuun tulee neuloa jäykisteitä, ettei se alipaineen voimasta painu laatikoiden väliin kanavaan.
- ❖ Sellofaanipalan avulla voi tutkia vuotaako ilmaa laatikoiden väleistä.
- ❖ Vaahtomuovista on helppo rakentaa ilmavuotoja tukkivia kappaleita.
- ❖ Puhaltimen tulee olla keskellä ilmakanavaa tasaisen ilmavirtauksen aikaansaamiseksi.
- ❖ Kylmäseinän reikien/kanavien ympärillä tulisi olla kokoon painuvat tiivisteet ilmavuotojen estämiseksi.
- ❖ Laatikoiden rei'ityksen tulee mahdollistaa riittävä ilman läpivirtaus, vaikka laatikot olisi ladottu lavaan eri tavoin.

Muita pikajäähdytys- menetelmiä:

Märkääjähditys (Jääpankkijäähdytys)

Märkääjähdityksellä tarkoitetaan tekniikkaa, jossa jäähdytysilma puhalletaan 0-asteisella vedellä kostutetun kennoston tai vesisumun läpi. Tällöin tuotteita jäähdyttävän ilman lämpötila laskee ja sen suhteellinen kosteus nousee lähelle 100 %:a. Tuotteen jäähtyminen on nopeinta kun kostea ilma pakotetaan kiertämään tuotelaatikoiden läpi. Kennostolle tuleva kylmä vesi voidaan jäähdyttää isossa eristetyssä säiliössä, johon saa muodostua jäätä, tällöin puhutaan jääpankkijäähdytyksestä. Eristettyä vesisäiliötä jäähdytetään esimerkiksi edullisella yösähköllä, jolloin kompressorin jäähdytysteho voi olla melko pieni. Tällä menetelmällä ei ole vaaraa tuotteiden kuivumisesta eikä jäätymisestä, sillä tuote jäähtyy + 1-+3 asteiseksi. Pakkausten tulee olla kosteutta kestäviä.

Jäähdytys kylmällä vedellä

Kylmällä vedellä jäähdytetty tuote jäähtyy paljon nopeammin kuin kylmällä ilmalla jäähdytetty, sillä vesi voi sitoa lämpöä monin kerroin enemmän kuin ilma. Tuote-erää voidaan suihkuttaa tai kastaa/pestä kylmällä vedellä. Menetelmän etuna on se, että tuote ei menetä kosteutta ja se puhdistuu samalla. Tuotteen ja joissain tapauksissa myös pakkausten täytyy kestää kastelu ja veden on oltava hyvälaatuista.

Alipaine- eli vakuumijäähdytys

Tämä on kaikkein nopein pikajäähdytystekniikka. Pakatut tuotteet pannaan ilmatiiviiseen painekammioon, josta ilmaa imetään pois, mikä alentaa painetta ja samalla veden kiehumispistettä. Kun saavutetaan riittävän alhainen paine, tuotteiden pinnalla ja sisällä oleva vesi haihtuu nopeasti ja jäähdyttää tuotteen hyvin nopeasti ja tasaisesti. Menetelmä soveltuu lähinnä tuotteille, joissa on paljon pintaa tilavuusyksikköä kohti. Paineammion ja alipaineen tuottavan kompressorin hankintahinta on suhteellisen korkea.



www.kotimaisetkasvikset.fi

Kotimaiset Kasvikset ry

PL 309, 01301 Vantaa

Puh: 09-615 5400

Fax: 09-6155 4555

email: kotimaiset.kasvikset@finfood.fi