

*Maatalouden
tutkimuskeskuksen
julkaisuja*

S A R J A A

9

*Terhi Suojala
Raili Pessala*

**Kasvu- ja sadonkorjuu-
olojen vaikutus avo-
maanvihannesten
varastokestävyyteen**

Kirjallisuuskatsaus

*Terhi Suojala
Raili Pessala*

*Maatalouden tutkimuskeskus, Puutarhatuotannon tutkimuslaitos,
Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, puh. (02) 477 2200*

Kasvu- ja sadonkorjuuolojen vaikutus avomaanvihannesten varastokestävyyteen

Kirjallisuuskatsaus

**Effects of growing and harvesting conditions
on storability of outdoor vegetables**

Literature review

Maatalouden tutkimuskeskus

ISBN 951-729-472-7
ISSN 1238-9935

Copyright
Maatalouden tutkimuskeskus (MTT) 1996

Julkaisija
Maatalouden tutkimuskeskus (MTT), 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti
MTT, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen
Puh. (03) 41 881, telekopio (03) 418 8339

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Tiivistelmä

Avainsanat: varastointi, hävikki, säilyvyys, porkkana, keräkaali, sipuli, kiinankaali

Vihannesten varastohävikin tärkeimmät aiheuttajat ovat hengitys, veden haihdunta, tuotteen koostumuksen muuttuminen, versojen ja juurten kasvu, fysiologiset vioitukset, varastotaudit ja etyleenivioitukset. Eri tekijöiden merkitys vaihtelee tuotteittain. Hävikkiin vaikuttavat varasto-olojen lisäksi kasvukauden ja sadonkorjuun aikaiset tekijät. Eri lajien suositeltavat varasto-olot tunnetaan, mutta tieto kasvuolojen vaikutuksesta on hajanaista. Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on koota yhteen tutkimustietoa kasvu- ja korjuulojen vaikutuksista vihannesten varastokestävyyteen.

Kasvuolot säätelevät säilyvyyttä vaikuttamalla kasvuedellytyksiin tai suoraan esimerkiksi varastotautien leviämiseen. Viljelykierto on tärkeimpiä keinoja vähentää varastotauteja. Korjuun ajoittuminen ja korjuuvauriot vaikuttavat myös tauti-infektioihin.

Runsaan lannoituksen, erityisesti typen, on oletettu heikentävän vihannesten säilyvyyttä. Lannoituskokeissa ei vaikutus-

ta varastokestävyyteen ole kuitenkaan usein saatu esille. Muiden ravinteiden merkitystä ei kovin hyvin tunneta.

Kastelun vaikutus säilyvyyteen lienee vähäinen. Sen sijaan korjuukautta edeltävät sääolot ja kasvin kehitysvaihe satoa korjattaessa vaikuttavat vihannesten varastokestävyyteen. Korjuussa ja varastoon viennissä syntyvät vauriot lisäävät hävikkiä.

Sadon säilyvyyden ennustaminen syksyllä on yksi keino pienentää varastohävikkiä. Varastotautien ennakointiin on olemassa menetelmiä, ja esimerkiksi sipuleiden versomisaltiuden määrittämistä on kokeiltu. Menetelmät kaipaavat edelleen kehittelyä.

Kasvu- ja sadonkorjuulojen vaikutusta vihannesten säilyvyyteen on tutkittu pitkään, mutta tuloksissa esiintyy paljon ristiriitaisuuksia. Lisätutkimus on tarpeen, jotta voitaisiin hallita varastokestävyyttä kokonaisuutena ja löytää keinoja varastovihannesten laadun parantamiseen.

Summary

Key words: storage, storage loss, carrot, white cabbage, onion, chinese cabbage

The major causes of vegetable storage losses are respiration, transpiration, compositional changes, sprouting and rooting, physiological injuries, storage diseases and ethylene damage. Their relative importance depends on the commodity. Storage losses are affected by storage conditions and various factors during the growing season and harvest. Suitable storage conditions for different species are known but knowledge of the effects of preharvest factors is still insufficient. This literature review summarizes information on the effects of growing and harvesting conditions on vegetable storability.

Growing conditions regulate storability directly by influencing the spread of storage diseases and indirectly by affecting the state of the plant. Crop rotation is the most important way in which diseases can be reduced. Timing of harvest and injuries occurring during harvest also have an effect on infections.

Heavy fertilization, especially with nitrogen, is thought to reduce storability. In

fertilization experiments nitrogen has, however, frequently been found to have no effect on storage life. The importance of other nutrients is not very well known.

Irrigation seems to have a minor effect. The weather before harvest and the physiological stage of the plant at the time of harvest have a greater impact on storability. Injuries caused during harvest and transportation increase losses.

Forecasting the storability of products during harvest is one way in which storage losses could be minimized. There are methods for testing storage disease infections, and the susceptibility of onions to sprouting, for instance, has been determined. The methods still need to be refined.

The effects of growing and harvesting conditions on the storage life of vegetables have been studied for many years, but the results are often contradictory. Further research is needed to enable the storability to be controlled as a whole and means to be found to improve the quality of storage vegetables.

Alkusanat

Vuonna 1994 käynnistyi Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamana tutkimushanke Varastovihannesten laadun kehittäminen ja hävikin minimointi, jota johtaa Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) puutarhatuotannon tutkimuslaitos. Tutkimuksen taustalla on tarve kohentaa markkinoilla olevien kotimaisten varastovihannesten laatua ja parantaa näin suomalaisten vihannesviljelijöiden kilpailuasemaa. Tutkimukseen osallistuvat MTT:n tutkijoiden lisäksi Helsingin yliopiston kasvintuotantotieteen laitos, Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) bio- ja elintarviketekniikan laboratorio, Saarioisten Säilyke Oy, Kotimaiset Kasvikset ry sekä Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto ry.

Tutkimuksessa keskitytään erityisesti kasvukauden aikaisten tekijöiden merkityksen selvittämiseen. Projektin alkuvaiheessa katsottiin tarpeelliseksi koota yhteen tähänastinen tutkimustieto aihepiiristä, minkä pohjalta on alettu selvittää tiedon sovellettavuutta Suomen oloihin kenttä- ja tilakokeissa. Tutkimushankkeeseen liittyy myös VTT:n kokoama ja tässä julkaisusarjassa ilmestyvä kirjallisuuskatsaus, joka käsittelee avomaanvihannesten CA- ja MA-varastointia.

Kirjallisuuskatsauksen laatijoina esitämme kiitokset MTT:n kirjaston asiantuntivalle ja ystävälliselle henkilökunnalle avusta kirjallisuuslähteiden hankinnassa.

Piikkiössä elokuussa 1996

Terhi Suojala
Raili Pessala

Sisällys

Tiivistelmä	3
Summary	4
Alkusanat	5
1 Johdanto	9
2 Varastohävikin aiheuttajat	9
2.1 Hengitys	9
2.2 Haihdunta	10
2.3 Koostumuksen muutokset	11
2.4 Versojen ja juurten kasvu	12
2.5 Fysiologiset vioitukset	12
2.6 Varastotaudit	12
2.7 Etyleeni	13
3 Vihannesten varastokestävyyteen vaikuttavat tekijät kasvukaudella	14
3.1 Lajike	14
3.2 Kasvuolot	15
3.2.1 Maalaji	15
3.2.2 Viljelykierto	16
3.2.3 Lannoitus	17
3.2.4 Kastelu	21
3.2.5 Muut kasvutekijät	21
3.3 Korjuuolot	21
3.3.1 Korjuun ajoittuminen	22
3.3.1.1 Kasvin kehitysvaihe	22
3.3.1.2 Korjuukauden sääolot	24
3.3.2 Korjuuvauriot	25
3.3.3 Siirto varastoon	25
4 Varastokestävyyden ennustaminen	26
4.1 Tautiennusteet	26
4.2 Sipuleiden versominen	27
4.3 Korjuukypsyyden indikaattorit	28
5 Johtopäätökset	28
Kirjallisuus	29

1 Johdanto

Suomen tärkeimmät varastovihannekset ovat porkkana, sipuli, keräkaali, kiinankaali ja lanttu. Syksyllä 1995 oli varastoissa varastointitukihakemusten mukaan noin 30 miljoonaa kiloa porkkanaa, 11 miljoonaa kiloa sipulia, 10 miljoonaa kiloa keräkaalia, 6 miljoonaa kiloa kiinankaalia ja 3,9 miljoonaa kiloa lanttua ilmoitettujen kuutiomäärien mukaan laskettuna (Taulavuori & Vuori 1995). Aikaisemmin varastotuotteiden määrän tilastointi on perustunut Maaseutukeskusten liiton kyselyyn, joten viime syksyn tilastoja ei suoraan voi verrata aikaisempiin. Tuotantopinta-alat ovat kuitenkin olleet lievässä kasvussa (Puutarhayritysrekisteri 1995).

Avomaanvihannesten keskimääräisen varastohävikin on arveltu vaihtelevan 15 ja 30 %:n välillä (Lehtimäki 1995). Hävikki nostaa varastokustannuksia lisäämällä varastotilan tarvetta ja kauppakunnostukseen kuluva työmäärää. Lisäksi pilaantuminen, kuivuminen ja versominen heikentävät tuotteiden laatua. Löytämällä keinoja hävikin pienentämiseksi voidaan parantaa vihannesten varastoinnin kannattavuutta. Tämä edellyttää ymmärrystä varastoinnin onnistumiseen vaikuttavista biologisista ja ympäristötekijöistä sekä hyvää varastointiteknikkaa (Kader 1992).

Optimaalisia varasto-oloja on tutkittu runsaasti eri puolilla maailmaa, ja useimpien lajien suositeltavat varasto-olot tunnetaan. Myös kasvukauden aikaisten tekijöiden vaikutuksesta vihannesten varastokestävyys on olemassa paljon kokemusperäistä tietoa, mutta tutkimustietoa on melko hajanaisista. Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on koota yhteen tutkimustietoa kasvuolojen vaikutuksesta vihannesten varastokestävyys ja arvioida tutkimustarpeita. Lisäksi käsitellään varastohävikkiä aiheuttavia tekijöitä ja keinoja ennustaa sadon säilyvyys korjuuhetkellä. Selvityksessä keskitytään maamme tärkeimpiin varastovihanneksiin.

2 Varastohävikin aiheuttajat

Sadonkorjuun jälkeen kasviksen elintoinnot jatkuvat, joten tuotteen rakenne ja koostumus muuttuvat vääjäämättä. Lisäksi tuotteiden mukana varastoon tulleet mikrobit aiheuttavat pilaantumista. Epäedulliset muutokset pyritään minimoimaan varasto-oloja säätämällä, mutta muutoksia ei voi millään kokonaan pysäyttää. Tämä johtaa vähitellen laadun menetykseen.

Tärkeimmät varastoitujen kasvien hävikin ja laadun heikkenemisen aiheuttajat ovat (Böttcher 1992, Kader 1992, Salunkhe *et al.* 1991):

1. hengitys
2. veden haihdunta
3. tuotteen koostumuksen muuttuminen
4. verson ja juurten kasvu
5. fysiologiset vioitukset
6. varastotautien aiheuttamat tuhot
7. etyleenivioitukset.

Eri tekijöiden merkitys kokonaishävikissä vaihtelee tuotteittain (Ben-Yehoshua 1987).

2.1 Hengitys

Hengityksessä kasvikseen varastoituneet orgaaniset yhdisteet (hiilihydraatit, proteiinit ja rasva) hajoavat entsymaattisesti haptumalla yksinkertaisiksi lopputuotteiksi (hiilidioksidi ja vesi), jolloin osa energiasta vapautuu lämpönä. Hengitys nopeuttaa tuotteen vanhenemista kuluttamalla varastoyhdisteitä ja vähentää tuotteen painoa. Kasviksen runsas hengitys liittyykin yleensä heikkoon varastokestävyys (Kader 1992). Esimerkiksi porkkanaa tutkittaessa havaittiin yhteys porkkanoiden tuottaman hiilidioksidin määrän ja niiden terveyden välillä: mitä vilkkaampaa hengitys oli, sitä pienempi oli terveiden porkkanoiden osuus (Hoftun 1993b). Lisäksi hengitys heikentää

Taulukko 1. Eräiden avomaanvihannesten hengityksen intensiteetti (mg CO₂/kg/h) eri lämpötiloissa (Hardenburg *et al.* 1986 ref. Salunkhe *et al.* 1991).

Kasvilaji	Lämpötila				
	0 °C	4-5 °C	10 °C	15-16 °C	20-21 °C
keräkaali	4-6	9-12	17-19	20-32	28-49
kukkakaali	16-19	19-22	32-36	43-49	75-86
kyssäkaali	10	16	31	49	-
punajuurikas	5-7	9-10	12-14	17-23	-
palsternakka	8-15	9-18	20-26	32-46	-
lanttu	2-6	5-10	15	11-28	41
porkkana	10-20	13-26	20-42	26-54	46-95
nippuporkkana	18-35	25-51	32-62	55-106	87-121
mukulaselleri	5-7	9-11	24	30-37	64
purjo	10-20	20-29	50-70	75-117	110
sipuli (kuivattu)	3	3-4	7-8	10-11	14-19
sipuli (tuore)	10-32	17-39	36-62	66-115	79-178
lehtisalaatti	19-27	24-35	32-46	51-74	82-119

tuotteen ravintoarvoa ja aistittavaa laatua (Kader 1992).

Hengityksen intensiteetti riippuu kasvilajista, kasvin kehitysvaiheesta, ilman lämpötilasta ja koostumuksesta, tuotteen saamista vaurioista ja mikrobi-infektioista (Salunkhe *et al.* 1991, Kader 1992). Varastoinnin kuluessa hengitys yleensä lisääntyy. Taulukossa 1 on esitetty eräiden kasvilajien hengityksen intensiteetti eri lämpötiloissa.

2.2 Haihdunta

Hengitystä suurempi merkitys tuotteen painon vähenemisessä on veden haihdunnalla, joka vaikuttaa lisäksi kasvoksen ulkonäköön, rakenteeseen, makuun ja kemiallisten yhdisteiden hajoamiseen. Haihdunta nopeuttaa vanhenemista ja helpottaa taudinaiheuttajien tunkeutumista ja leviämistä kasvissa (Ben-Yehoshua 1987, Phan 1987, Weichmann 1992). Esimerkiksi harmaahomeen on todettu lisääntyvän porkkanassa, kun noin 5 % sen painosta on kulunut haihduntaan (Tronsmo 1989). Tuote menettää yleensä myyntikelpoisuutensa, kun haihduntatappio on 5-10 % (Taulukko 2).

Haihdunnan määrään vaikuttavat kasvinosan pinta-alan ja tilavuuden suhde, pinnan rakenne ja vauriot, kehitysvaihe, ympäristön lämpötila, kosteus, ilman kiertäminen ja ilman paine (Kader 1992). Sipuli on erityisen kestävä kuivumista vastaan (Balvöll 1985). Lehtivihannesten pinnalla oleva kutikulakerros vähentää haihduntaa. Juureksilla ei ole suojaavaa kutikulaa, joten ne eivät kovin hyvin pysty estämään vedenhukkaa (Lazo 1995).

Pinnan vaurioituminen lisää vihannesten haihduntaa (Apeland 1971, Böttcher

Taulukko 2. Haihdunta (%), joka aiheuttaa tuotteen muuttumisen myyntikelvottomaksi (Burton 1982 ref. Ben-Yehoshua 1987).

Tuote	Haihdunta (%)
keräkaali	7-10
parsakaali	4
punajuurikas	7
palsternakka	7
porkkana	8
nippuporkkana	4
mukulaselleri	10
peruna	7
sipuli	10
purjo	7
salaatti	3-5

1992). Esimerkiksi sipulin ehjä, kuiva kuori estää vedenhukkaa tehokkaasti. Pääosa haihtuvasta vedestä vapautuu sipulin niskan kautta (Woodman & Barnell 1937 ref. Komochi 1990). Kuoren vahingoittuminen lisää haihtuvan veden määrää pysyvästi (Apeland 1971, Böttcher 1980).

Haihduntaa voidaan tehokkaimmin vähentää lisäämällä ilman kosteutta. Lämpötilan noustessa vesihöyryn kyllästysvajaus kasvaa ja vedenhukka lisääntyy. Voimakas ilman kierto lisää haihduntaa mutta on toisaalta tarpeen poistamaan hengityksessä syntyvän lämmön. Esimerkiksi porkkanan varastointi muovilla vuoratussa laatikossa vähentää haihduntaa mutta hidastaa jäähtymistä (Balvoll 1985).

2.3 Koostumuksen muutokset

Kasvin luontaiseen kehitykseen ja vanhenemiseen liittyvät fysiologiset ja biokemialliset muutokset vaikuttavat varastotuotteen ulkoiseen ja sisäiseen laatuun. Klorofyllin eli lehtivihreän hajoaminen pilaa lehtivihannesten kuten kerä- ja kiinankaalin houkuttelevuutta. Ligniinin lisääntyminen muuttaa esimerkiksi parsan ja juurekset puutuneiksi (Kader 1992). Muutokset vaikuttavat myös makuun.

Vitamiinin hajoaminen heikentää tuotteiden ravintoarvoa. Vihannesten sisältämistä vitamiineista tärkeimpiä ovat C-vitamiini, A-vitamiinin esiasteet alfa- ja betakaroteeni sekä B-vitamiinit. Esimerkiksi kiinankaalin C-vitamiinipitoisuus laskee selvästi kolmen kuukauden varastoinnin aikana (Wang 1983, Gajewski & Skapski 1994). Sen sijaan keräkaalin C-vitamiinipitoisuus säilyi Aaltosen & Häggin (1996) tutkimuksessa syksyn tasolla koko varastokauden ajan. Muissa tutkimuksissa keräkaalin C-vitamiinipitoisuus on laskenut 10–25 % yli puolen vuoden varastoinnin aikana (Shirokov 1974, Vendelbo 1980).

Porkkanan karoteenipitoisuuden on todettu säilyvän suunnilleen ennallaan kylmävarastoinnin aikana (Fritz & Weich-

mann 1979, Nilsson 1979, Le Dily *et al.* 1993, Kidmose & Henriksen 1994). Leen (1986) tutkimuksessa karoteenipitoisuus nousi varastoinnin alkuvaiheessa mutta alkoi laskea hitaasti 100–120 vuorokauden kuluttua. Ranskassa pellossa säilytettyjen porkkanoiden karoteenipitoisuus nousi vuodenvaihteeseen asti mutta alkoi sitten laskea: kevääseen mennessä pitoisuus oli vähentynyt noin 25 % korkeimmasta pitoisuudesta (Le Dily *et al.* 1993).

Vihannesten hiilihydraattikoostumuksessa tapahtuu varastoinnin aikana muutoksia, joiden uskotaan liittyvän lepotilan päättymiseen. Porkkanan kokonaissokeripitoisuuden on havaittu nousevan hieman varastoinnin alkuvaiheessa, minkä jälkeen se pysyy suunnilleen ennallaan. Samalla sakkaroosin pitoisuus laskee ja glukoosin ja fruktoosin määrät nousevat (Rutherford 1981, Nilsson 1987b). Nilsson (1987b) esittää, että sokerikoostumuksen muuttuminen voi liittyä vernalisaatioon eli kukintaan virittymiseen.

Sipulin liukoisten sokerien kokonaismäärä ei muutu varastoinnin aikana, mutta fruktoosin määrä lisääntyy selvästi (Rutherford & Whittle 1982). Keräkaalin lehtien ja kerän sisällä olevan varren sokeripitoisuudet muuttuvat eri tavoin varastoinnin aikana. Kerässä sokereiden kokonaismäärän ja eri sokerimuotojen suhteen muutokset ovat vähäisiä: glukoosi- ja fruktoosipitoisuudet ja kokonaissokeripitoisuus laskevat hieman varastoinnin kuluessa. Sen sijaan varsiosan muutokset ovat voimakkaampia: sakkaroosipitoisuus ja liukoisten sokereiden kokonaismäärä laskevat aluksi hieman mutta lisääntyvät jälleen muutamien kuukausien varastoinnin jälkeen. Tämän on oletettu liittyvän lepotilan päättymiseen (Nilsson 1993).

Kiinankaalin sokereiden kokonaismäärän on todettu laskevan varastoinnin aikana. Kahden ensimmäisen varastokuukauden aikana sekä ulko- että sisälehtien sokeripitoisuus väheni noin puoleen (Wang 1983).

2.4 Versojen ja juurten kasvu

Monet varastovihannekset ovat kaksivuotisia kasveja, joiden varasto-osa (mukula, sipuli tms.) sisältää seuraavan kesän kasvuun ja kukintaan tarvittavat varastoyhdisteet. Varasto-osa siirtyy ensimmäisen kesän lopulla lepotilaan, jolloin se vaatii ennen kasvuunlähtöä perimän määräämän ajanjakson viileässä lämpötilassa (Isenberg *et al.* 1974, Komochi 1990). Lepovaiheen päätyttyä varastohävikki lisääntyy, varsinkin jos lämpötila ei ole tarpeeksi matala (Böttcher 1992). Tällöin versojen tai juurten kasvu heikentää laatua ja lisää hävikkiä. Sipulin tai juuresten versominen tai juurtuminen voi olla ongelma varsinkin varastokauden lopulla ja vähittäismyyntivaiheessa.

2.5 Fysiologiset vioitukset

Varastoinnin aikana ilmenevät fysiologiset vioitukset (solujen kuoleminen) johtuvat usein vääristä varasto-oloista tai ravinteiden epätasapainosta. Kylmän vioittamat solukot ovat vetisiä, haisevat epänormaalisti ja ovat alttiita varastotaudeille (Balvoll 1985, Kader 1992). Alhainen varastoilman happipitoisuus ja korkea hiilidioksidipitoisuus voivat vioittaa sipulia, joka kärsii tällöin suomujen lasittumisesta (watery scales, glassaktige skjell) (Hoftun 1993a). Ongelmaa on tutkittu erityisesti Norjassa. Lasittumista voi esiintyä sipulin uloimmissa, joskus myös sisimmissä mehevissä suomissa, jotka muuttuvat vetisiksi ja vihertävän tai ruseptavan sävyisiksi. Vauriot alkavat sipulin kaulan alueelta ja leviävät alaspäin. Oireet ilmenevät yleensä vasta, kun sato on ollut jo jonkin aikaa varastossa (Solberg 1995a).

Lasittumisen aiheuttajaksi on todettu liian korkea hiilidioksidipitoisuus ja liian alhainen happipitoisuus sipulin sisällä (Hoftun 1993a). Hiilidioksidin määrä näyttää olevan ratkaiseva. Kriittinen pitoisuus on Hoftunin (1993a) mukaan 10–13 %. Pitoisuuden lisäksi vaurioiden syntyyn vaikuttavat altistuksen kesto ja lämpötila.

Sadonkorjuun ja kuivumisen välinen aika näyttää olevan erityisen kriittinen hiilidioksidipitoisuuden kohoamisen kannalta. Noston jälkeen pitoisuus nousee luonnostaan. Vioittuneista sipuleista on eristetty myös bakteereita, mutta ne eivät näytä olevan ongelman primaarinen syy (Solberg 1995a).

Nahkamaisia suomuja (leathery scales, læraktige skjell), jotka ovat toinen sipulia vaivaava fysiologinen oire, esiintyy jo sadonkorjuun aikaan. Niitä muodostuu uloimpiin kuiviin suomuihin sipulin yläosasta alkaen. Suomuista tulee tavallista paksumpia ja tummempia, ja niiden sisäpinnalla on usein pieniä vesipisaroita. Lievät vauriot voivat hävitä kuivauksen aikana. Nahkamaisten suomujen muodostumisen syytä ei toistaiseksi tunneta, mutta niiden esiintymisriski kasvaa sadonkorjuun lykkäytyessä (Solberg 1995a).

Runsaan typpilannoituksen on oletettu lisäävän fysiologisten vaurioiden riskiä. Joissakin kokeissa voimakas typpilannoitus on lisännyt lasittuneiden sipuleiden määrää, mutta yleensä lannoituksella ei ole ollut vaikutusta (Solberg 1995a).

Varastoinnin aikana ilmeneviin vioituksiin voi olla vaikea löytää syytä. Tämä on todettu mm. kiinankaalilla, jonka johtojänteiden ruskettumista on pidetty kylmävauriona (Apeland 1984). Tällä hetkellä ruskettumisen todellisesta aiheuttajasta ei kuitenkaan olla varmoja (Balvoll 1996). Herkissä lajikkeissa oireita voi ilmetä jo kuukauden kuluttua varastoinnin alkamisesta. Ruskettuminen alkaa uloimpien lehtien tyveltä ja etenee ylöspäin ja kerän sisäosiin. Vauriot erottuvat jo alkuvaiheessa tummina laikkuina lehtisuonissa, kun lehtiä katsotaan valoa vasten (Guttormsen & Hoftun 1987).

2.6 Varastotaudit

Varastotaudit ovat tärkeimpiä varastohävikin aiheuttajia. Useimmat niistä ovat sienien aiheuttamia; bakteeritautien merkitys

on vähäinen. Tautisaastunta tulee varastoon tuotteen mukana mutta ilmenee yleensä vasta jonkin ajan kuluttua. Esimerkiksi harmaahome (*Botrytis cinerea*) tartuttaa kaalin uloimmat lehdet kasvukauden lopulla. Porkkanan pinnalle harmaahome ja pahkahome (*Sclerotinia sclerotiorum*) pääsevät yleensä sadonkorjuussa. Varastoinnin aikana nämä taudinaiheuttajat leviävät pilaantuneista tuotteista ympäristöön. Porkkananmustamätä (*Mycocentrospora acerina*) tartuttaa juuria jo kasvukaudella. Tauti ei leviä varastossa porkkanasta toiseen. Sipulin tärkeimmät varastotaudit, sipulinharmaahome (*Botrytis allii*) ja sipulimätä (*Fusarium oxysporum*), tulevat kasviin jo istukkaankin mukana (Tahvonen 1993).

Ehjä kasvi on yleensä vastustuskykyinen useimpia taudinaiheuttajia vastaan, mutta solukoiden mekaaniset ja kylmävauriot sekä kasvinosien vanhenemiseen liittyvä solujen kuoleminen vähentävät vastustuskykyä (Kader 1992). Lämpötilaa laskemalla voidaan hidastaa tautien etenemistä varastossa, mutta esimerkiksi mustamätä ja harmaahome pystyvät kasvamaan jopa alle nollan asteen lämpötilassa (Tahvonen 1993). Tärkeimpien varastotautiin kuvaukset ja torjuntaohjeet löytyvät Kasvinsuojeluseuran julkaisusta Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita (Markkula 1993) ja Puutarha-lehdessä vuosittain julkaistuista kasvinsuojeluohjeista (esim. Markkula & Parikka 1996).

2.7 Etyleeni

Varastoilmassa oleva etyleeni, joka on luontainen, kaasumainen kasvihormoni, nopeuttaa kasvien vanhenemistä ja laadun heikkenemistä. Etyleeniä voi joutua varastoilmaan tuotteista itsestään, muista etyleeniä tuottavista kasviksista tai pakokaasuista. Kasvien omaa etyleenin tuotantoa lisäävät tauti- ja tuholaisvioletukset, mekaaniset violetukset, kuivuminen ja vanheneminen (Balvoll 1985, Willumsen 1985a).

Lajien ja kasvinosien etyleenin tuotannon määrässä on suuria eroja. Kypsyvät hedelmät tuottavat kaasua runsaasti. Keräkaali, joka vaurioitumattomana tuottaa hyvin vähän etyleeniä, on tautien saastuttamana tomaatin veroinen etyleenilähde (Willumsen 1985a). Huolellinen käsittely ja pilaantuneiden tuotteiden poisto ovat siis tarpeen hyvän säilyvyyden varmistamiseksi. Varastokauden lopulla varastoilman etyleenipitoisuus nousee, koska tuotteet ovat pahemmin tautien saastuttamia, mikä osaltaan selittää pilaantumisen nopeutumisen kevättälvella (Willumsen 1985b).

Etyleenivioletusten vakavuus lisääntyy pitoisuuden ja lämpötilan noustessa ja altistusajan pidetessä (Balvoll 1985, Willumsen 1985a). Etyleeni vaikuttaa eri lajeihin eri tavoin. Keräkaalilla ja muilla kaalikasveilla etyleeni aiheuttaa lehtien kellastumista ja irtoamista. Lyhytaikainen altistus ei näytä vaaralliselta, mutta pitkäaikaisessa varastoinnissa 0 °C:n lämpötilassa 0,7 ppm:n (ppm = yksi miljoonasosa) pitoisuus aiheuttaa vioituksia (Balvoll 1985). Etyleeni kiihdyttää myös kaalin hengitystä, painohävikkiä sekä kuiva-aine- ja sokeripitoisuuden alenemistä (Hicks & Ludford 1980).

Porkkanassa etyleeni aiheuttaa karvaan maun, joka johtuu isokumariinin muodostumisesta. Makuvirheitä syntyy, kun porkkanoita pidettiin kaksi viikkoa 1 °C:n lämpötilassa 0,5 ppm:n pitoisuudessa (Lafuente *et al.* 1996). Keskenkasvuiset porkkanat muodostivat isokumariinia herkemmin kuin korjuukypsät porkkanat. Heti korjuun jälkeen isokumariinin muodostus oli runsaampaa, kuin jos porkkanoita oli pidetty 30 vuorokautta 5 °C:ssa ennen etyleenialtistusta (Lafuente *et al.* 1996). Myös mekaaniset vauriot (leikkaaminen tai pudottaminen) ja mikrobi-infektiot lisäävät isokumariinin synteesiä (Chalutz *et al.* 1969, Lafuente *et al.* 1989, 1996). Isokumariinia syntyy eniten juuren ulko-osiin ja yläpäähän, ja sen muodostumista edeltää hengityksen lisääntyminen. Vaikka porkkanat siirretään pois etyleeniä sisältävästä ilmasta, niiden maku ei enää parane (Lafuente *et al.* 1996).

PERIMÄ

- laji- ja lajikeominaisuudet

KASVUOLOLOT

- maalaji
- esikasvit
- maan ravinnetila
- lannoitus
- kastelu
- kasvukauden sääolot

Säilyvyys

KORJUUOLOLOT

- korjuun ajoittuminen
- säätila ennen korjuuta ja korjattaessa
- korjuuvauriot

VARASTO-OLOT

- jäähditys
- lämpötila
- kosteus
- ilman koostumus
- olojen vakaus

Kuva 1. Vihannesten varastokestävyyteen vaikuttavia tekijöitä.

3 Vihannesten varastokestävyyteen vaikuttavat tekijät kasvukaudella

Vihannesten varastokestävyys määräytyy monessa vaiheessa kylvöstä ja istutuksesta varastosta ottoon asti. Säilyvyyteen vaikuttavia tekijöitä on koottu kuvaan 1. Kasvilajin ja -lajikkeen perinnölliset ominaisuudet määräävät **fysiologisen säilyvyyden** eli varastokestävyyden optimaalisissa oloissa. Kasvukauden ja varastoinnin aikaiset ympäristötekijät ratkaisevat, mikä on **todellinen säilyvyys** (Balvoll 1985). Varastoinnin onnistuminen onkin kokonaisuus, jota pystytään harvoin selittämään yksittäisillä seikoilla. Tässä kirjallisuuskatsauksessa keskitytään kasvu- ja sadonkorjuuolosten vaikutuksiin.

Hävikkiä voidaan vähentää oikeilla varasto-oloilla, sillä lämpötilan laskeminen ja ilman kosteuden lisääminen hidastavat kasvissa tapahtuvia epäedullisia muutoksia. Useimpien lajien suositeltavat varasto-olot tunnetaan (Taulukko 3). Varastointituloksen parantamiseksi on tutkittu säätöilmali CA-varastointia (controlled atmosphere), mutta toistaiseksi sen käyttö avomaanvihanneksilla on vähäistä (Schouten 1995).

3.1 Lajike

Kasvilajin ja -lajikkeen perinnölliset ominaisuudet määräävät niiden soveltuvuuden pitkäaikaiseen varastointiin. Lajikkeiden haihdunnassa, hengityksen voimakkuudessa, tautien kestävyudessa, vaurioitumisalttiudessa ja lepotilan pituudessa voi olla eroja. Varastokestävyyteen voi heijastua myös lajikkeiden herkkyyksiä epäedullisista kasvuoloista.

Taulukko 3. Avomaanvihannesten suositellavat varasto-olot (Hardenburg *et al.* 1986 ref. Voipio 1993).

Laji	Lämpötila (°C)	Suhteellinen kosteus (%)	Keskimääräinen varastointiaika (kk)	Jäätymispiste (°C)
porkkana	0	98–100	7–9	–1,4
nippuporkkana	0	95–100	2 vk	–
palsternakka	0	98–100	4–6	–0,9
piparjuuri	–1–0	98–100	10–12	–1,8
punajuurikas	0	98–100	4–6	–0,9
lanttu	0	95	4–5	–1,0
mukulaselleri	0	97–99	6–8	–0,9
lehtiselleri	0	98–100	2–3	–0,5
keräkaali	0	98–100	5–6	–0,9
kiinankaali	0	95–100	2–3	–
sipuli (kuiva)	0	65–70	1–8	–0,8
sipuli (tuore)	0	95–100	3–4 vk	–0,9
purjo	0	95–100	2–3	–0,7
valkosipuli	0	65–70	6–7	–0,8
maa-artistokka	–0,5–0	90–95	4–5	–2,2

Haihduntatappioihin vaikuttavat kasvin muoto, koko ja pinnan rakenne. Esimerkiksi keräkaalilajikkeet, joiden uloimmat lehdet ovat paksuja, haihduttavat vähemmän kuin ohutlehtiset lajikkeet (Balvoll 1985). Kartionmuotoiset porkkanat haihduttavat enemmän kuin sylinterinmuotoiset, joiden pinta-alan ja tilavuuden suhde on edullisempi (Apeland & Baugerød 1971). Kiinankaalilajikkeita, joiden kerät ovat kapeita ja korkeita, jouduttiin saksalaisvertailussa kauppakunnostamaan eniten varastoinnin jälkeen (Pertierra & Weichmann 1993).

Tautien kestävyudessa on havaittu merkittäviä eroja mm. porkkanalajikkeiden välillä. Saastutuskokeissa 'Panther' oli alttiimpi pahkahomeelle mutta kestävämpi apilamätää vastaan kuin 'Napoli' (Koponen & Valkonen 1995).

Varastoitavaksi sopiva sipulilajike ei saa olla altis kasvattamaan versoja varastoinnin aikana (Balvoll 1985). Vaikka versomista voidaan estää pitämällä lämpötila 0 °C:ssa, heikot lajikkeet voivat menettää myynti-

kelpoisuutensa versoossaan nopeasti varastosta otton jälkeen.

Lajikkeiden alttiudessa fysiologisille vioituksille voi olla eroja. Kiinankaalin joh-tojätteiden rusketumisesta kärsivät norjalaisten tietojen mukaan mm. Parkin-, Kimono-, Mariko-, Nemesis- ja Tako-lajikkeet. Kestäviä ovat China Express -, Early Jade Pagoda -, Kingdom 65-, Masamune- ja Storido-lajikkeet (Guttormsen & Årsprang 1995).

3.2 Kasvuolot

Kasvuolot vaikuttavat vihannesten säilyvyyteen säätelämällä mm. kasvunopeutta, sadon valmistumista, satotuotteen kokoa, kemiallista koostumusta, rakennetta ja terveyttä. Osaa näistä voidaan hallita viljelyteknisin keinoin, mutta kasvukauden sääolot aiheuttavat arvaamattomia piirteitä kasvuun ja varastokestävyyyteen. Säilyvyyden vuosittaisen vaihtelun syitä ei vielä tunneta.

Taulukko 4. Tärkeimpien varastotautien isäntäkasvit ja tarvittavan viljelykierron pituus (vuosia ennen seuraavaa isäntäkasvia) (Tahvonen 1996). A = isäntäkasvi, B = ylläpitäjä, C = puhdistava kasvi.

	Kaalit	Porkkana	Sipuli	Purjo	Herne	Selleri	Peruna	Viljat	Apila	Aika
Harmaahome	B	B	C	C	A	C	B	C	B	0
Sipulin harmaahome	C	C	A	C	C	C	C	C	C	2
Ristikukk. kuivamätä	A	C	C	C	C	C	C	C	C	2
Pahkahome	B	B	C	C	A	A	A	C	A	3-5
Mustamätä	C	A	C	C	C	A	C	C	B	>4
Purjonhar- maahome	C	C	C	A	C	C	C	C	C	2-3
Sipulimätä	C	C	A	C(B)	C	C	C	C	C	2
Apilanpah- kamätä	C	B	C	C	C	(B)	(B)	C	A	5

3.2.1 Maalaji

Maalaji vaikuttaa vihannesten varastokestävyteen epäsuorasti muokkaamalla kasvuedellytyksiä, haitallisten mikrobin elinoloja, viljelytekniikkaa, sadonkorjuu-oloja ja korjuun yhteydessä syntyviä vaurioita (Balvoll 1985). Kuivuutta kestäville mailla porkkanan naatistosta tulee rehevä, mikä voi edistää mustamädän leviämistä tiheässä lehdistössä kostealla säällä. Herkästi kuivuvien maiden edellyttämä tiheä kastelu voi taas lisätä taudinaiheuttajien, esimerkiksi kaalin kuivamädän (*Phoma lingam*) itiöiden, leviämistä vesipisaroiden mukana. Hiekkamaan porkkanat saavat helposti korjuussa ja varastoinnin jälkeisessä pesussa pintavaurioita, jotka heikentävät säilyvyyttä (Balvoll 1985).

Maassa elävien taudinaiheuttajien elinoloihin vaikuttavat mm. maan rakenne, veden saatavuus, lämpötila, pH ja ravinteet, jotka vapautuvat elävistä kasveista, kasvijätteistä ja lannoitteista (Rämert 1994). Gotlannissa vertailtiin kahdella turvepellolla ja kalkkipitoisessa peltomaassa kasvaneiden porkkanoiden säilyvyyttä ja varastotauteja. Peltolohkoja oli viljelty samalla tavalla edeltävinä vuosina. Molempina koevuosina kalkkipitoisessa maassa kasvaneet porkkanat säilyivät parhaiten, mutta ero ei ollut

tilastollisesti merkitsevä. Pilaantuminen aiheutui koepaikoilla eri taudeista: turve- maalla porkkanoita pilasi *Rhizoctonia carotae*-sieni, kalkkimaassa vaivana oli vain kuoppaisuus (cavity spot). Koska porkkanoiden kemiallinen koostumus (kalsium- ja sokeripitoisuudet) oli samanlainen maalajista riippumatta, säilyvyyserot johtuivat Rämertin (1994) mukaan luultavasti maan mikrobiston runsaudesta tai lajistosta.

3.2.2 Viljelykierto

Peltolohkon viljelyhistoria esikasveineen vaikuttaa lähinnä varastotautien runsauteen. Taulukossa 4 on esitetty eräiden tautien isäntä-, ylläpitäjä- tai puhdistajakasveja sekä turvallisen viljelykierron pituus.

Viljelykierron merkitys on erityisen suuri porkkanalla, jonka pahimpia varastotauteja ovat maassa säilyvät mustamätä ja pahkahome. Molemmilla on runsaasti isäntäkasveja: pahkahomeen tiedetään tartuttavan yli 360 lajia ja mustamädän yli 60 lajia (Rämert 1994). Eräitä isäntäkasveja on lueteltu taulukossa 5. Varastoporkkanalle suositellaan vähintään 3-4 vuoden viljelykiertoa (Tahvonen 1993). Turvallisia välikasveja ovat esim. vilja, sipuli, juurikkaat ja apilaton nurmi. Viljelykierron ai-

Sekä mustamätä että pahkahome:

vihanneksia: porkkana, selleri, persilja, salaatti
muuta viljelykasveja: apila

Pahkahome:

vihanneksia: papu, herne, tomaatti, kaalit, lanttu, nauris, munakoiso, meloni, kurkku
muuta viljelykasveja: rypsi, rapsi, peruna, unikko, ruisvirna, auringonkukka
rikkakasveja: ohdakkeet, savikat, lutukka, peltotaskuruoho, pillikkeet

Mustamätä:

vihanneksia: palsternakka, pinaatti
rikkakasveja: pelto-orvokki

kana on huolehdittava myös rikkakasvien hävittämisestä, sillä pahkahome voi tartuttaa etenkin ristikkukaisia rikkakasveja (Fabritius & Valkonen 1993).

Harmaahome, joka aiheuttaa varastotuhon monille vihanneksille, leviää helposti tuulen mukana kulkeutuvilla itiöillä. Niinpä sen torjunnassa viljelykierrosta ei ole apua (Solberg 1995b). Sipulinharmaahometta aiheuttava sieni säilyy maassa kasvinjätteissä, joten sen infektoita voidaan vähentää välttämällä sipulin viljelyä peräkkäisinä vuosina samalla lohkollla. Yleensä sieni saastuttaa kasvin jo siemenvaiheessa (Maude & Presly 1977), joten kasvupaikalla tapahtuvalla tartunnalla on pienempi merkitys (Tahvonen 1983a, Solberg 1995b).

Viljelykierron vaikutuksesta kasvin yleiseen hyvinvointiin ja säilyvyyteen ei ole julkaistuja tutkimustuloksia. Merkitystä saattaa olla esimerkiksi esikasvien vaikutuksella maan ravinnetilaan, humuspitoisuuteen, rakenteeseen, vesitalouteen ja allelopaattisiin reaktioihin.

3.2.3 Lannoitus

Lannoituksen vaikutusta vihannesten varastokestävyyteen on tutkittu paljon ilman käsitystä todellisista syy-seuraussuhteista. Peschken (1994) laatiman kirjallisuusselvityksen mukaan suurin merkitys on tyvellä, jonka vaikutuksia onkin tutkittu eniten.

Seuraavina tärkeysjärjestyksessä ovat kalium, kalsium, magnesium, fosfori ja rikki.

Typpi

Typen aiheuttama varastokestävyyden heikkeneminen voi johtua solukoiden rakenteen, toiminnan tai kemiallisen koostumuksen epäedullisuudesta. Peschke (1994) referoi eri tutkijoiden tuloksia. Niiden mukaan typpi voi heikentää säilyvyyttä aktiivisella aineenvaihdunnalla, lisäämällä solujen vesipitoisuutta, suosimalla tylypysolukoiden muodostumista puutuneiden tukisolukoiden sijasta sekä vähentämällä pitkäketjuisten hiilihydraattien (varastohiilihydraatit, soluseinän polysakkaridit) ja tautien vastustuskykyä lisäävien fenolien muodostumista. Omissa tutkimuksissaan Peschke (1994) havaitsi, että typpilannoituksen ja kasvin typpipitoisuuden kasvaessa porkkanan juurten kestävyys tauteja vastaan heikkenee ja sienet pystyvät kasvaamaan paremmin kasvisolukoissa. Selityksenä on luultavasti hiilihydraattien ja typpiyhdisteiden suhde: kun hiilen ja typen suhde pienenee, soluseinät jäävät heikomiksi ja sienten infektiomahdollisuudet paranevat.

Perinteisissä lannoituskokeissa ei ole usein saatu selkeitä tuloksia typen vaikutuksista. Typpilannoituksen lisääminen on yleensä joko heikentänyt säilyvyyttä tai sillä ei ole ollut vaikutusta. Taulukkoon 6

Taulukko 6. Lannoituksen (erityisesti typen) määrän vaikutus vihannesten varastokestävyyteen eri tutkimuksissa. 0 = ei vaikutusta, – = lannoituksen lisääminen heikensi varastokestävyyttä, (–) = lannoituksen lisääminen heikensi varastokestävyyttä joissakin tapauksissa (esim. yhtenä koevuonna) tai vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä, + = lannoituksen lisääminen paransi varastokestävyyttä, (+) = lannoituksen lisääminen paransi varastokestävyyttä joissakin tapauksissa tai lisäys ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Kasvi	Lannoituskäsittely (pienin-suurin annos)	Vaikutus varastokestävy- yteen	Lisätietoja	Viite
Porkkana	N 0–160 kg/ha	(+)		Dragland 1978
	N 50–100 kg/ha P 35–70 kg/ha K 80–160 kg/ha	0		Nilsson 1979
	N 80–160 kg/ha	0		Aura 1985
	N 0–155 kg/ha P 0–56 kg/ha K 0–160 kg/ha	(–)	Jaetulla annostuksella ja kastelulannoituksella oli taipumus lisätä hävikkiä.	Evers 1989
	N 30–105 kg/ha	0		Kidmose & Henriksen 1994
	N 0–150 kg/ha	(–)		Peschke 1994
Keräkaali	N 188–391 kg/ha N 230–470 kg/ha	(+) (–)	Yhdellä lajikkeella runsas tyyppi lisäsi hävikkiä.	Dragland 1976a Dragland 1976b
	N 100–200 kg/ha P 42–84 kg/ha K 96–192 kg/ha	0	Väkilannoitus aiheutti suuremman hävikin kuin orgaaninen lannoitus; määrä ei vaikuttanut.	Nilsson 1979
	N 100–250 kg/ha	0		Aura 1985
	N 0–500 kg/ha	(–)	Hävikki pientä.	Freyman <i>et al.</i> 1991
	N 196–246 kg/ha	0		Nilsson 1993
Sipuli	N 0–350 kg/ha	0		Kepa & Sypien 1971
	N 126–219 kg/ha	(–)		Dragland 1975
	N 80–180 kg/ha	0		Tahvonen 1981
	N 50–150 kg/ha	0		Aura 1985
	N 5–200 kg/ha	0/(–)	Typellä oli taipumus lisätä versomista kauppakestävyyskokeissa.	Pessala <i>et al.</i> 1994
Kiinankaali	N 0–300 kg/ha	0		Liebhart & Holzerbauer 1985
	N 100–300 kg/ha	0		Todt & Schultz 1987
	N 120–240 kg/ha	–		Jeurissen 1991
	N 60–360 kg/ha	0	Typen lisääntyessä kauppakunnostushävikki lisääntyi ja painohävikki väheni → kokonaishävikki sama.	Pertierra & Weichmann 1993

on koottu yhteenveto tutkimuksista, joissa on selvitetty lannoituksen vaikutusta säilyvyyteen.

Auran (1985) monivuotisissa lannoituskokeissa typen määrä ei vaikuttanut porkkanan, punajuuren, sipulin tai keräkaalin säilyvyyteen. Myöskään Kidmose & Henriksen (1994) eivät havainneet typpilannoituksen (30, 75 tai 105 kg/ha) vaikuttaneen porkkanan varastohävikkiin. Samaa tulokseen päätyi myös Nilsson (1979) vertaillessaan orgaanista ja mineraalilannoitusta: lannoitustapa tai -määrä ei vaikuttanut porkkanan varastohävikkiin, karoteenipitoisuuteen tai sokerikoostumukseen. Sen sijaan keräkaalilla orgaaninen lannoitus aiheutti pienemmät varastotappiot kuin kemiallinen lannoitus. Syyksi Nilsson (1979) epäilee kaalien fysiologista kehitysvaihetta: kemiallisesti lannoitetut kaalit olivat pidemmälle kehittyneet kuin eloperäisesti lannoitetut.

Dragland tutki 1970-luvulla lannoituksen vaikutusta mm. kaalin, sipulin ja porkkanan säilyvyyteen. Sipulikokeissa runsaalla typpilannoituksella oli taipumus lisätä varastohävikkiä (Dragland 1975). Porkkanalla typpilannoituksen lisääminen vähensi hieman hävikkiä, mutta ero ei ollut merkitsevä (Dragland 1978). Keräkaalin lannoituskokeessa typpilannoituksella ei ollut juuri vaikutusta säilyvyyteen (Dragland 1976a). Yhtenä koevuonna runsaampi typpilannoitus (312 kg/ha) tuotti pienemmät varastotappiot kuin alempi annostus (188 kg/ha). Kahta lajiketta vertailtaessa havaittiin, että ne reagoivat eri tavoin typpilannoitukseen: toisen hävikkiä runsas typpi lisäsi, toiselle sillä ei ollut merkitystä (Dragland 1976b). Freyman *et al.* (1991) havaitsivat keräkaalin kauppakunnostuksen tarpeen hieman kasvaneen tyyppiä lisääntäessä, mutta koska sato lisääntyi samalla ja hävikki oli pieni, hävikin lisääntymisellä ei ollut käytännön merkitystä.

Eversin (1989) tutkimuksessa erilaiset lannoitustavat eivät juuri vaikuttaneet porkkanan varastokestävyyteen tai painohävikkiin. Toisena vuonna havaittiin kuitenkin, että lannoittamattomat ja kas-

telemattomat porkkanat säilyivät lannoitettuja ja kasteltuja paremmin. Lisäksi kertalannoitus antoi hieman paremman varastointituloksen kuin jaettu annostus tai kastelulannoitus.

Nilssonin (1993) tutkimuksessa syyskuun alussa annettu lisätyppi ei vaikuttanut keräkaalin varastokestävyyteen. Yksi selitys ristiriitaisiin tuloksiin typen vaikutuksista voi olla, että yhteyttämistä suosivissa oloissa lisätypen antaminen suosii hiilihydraattien kertymistä, kun taas alhainen lämpötila ja vähäinen säteily lisäävät typpiyhdisteiden määrää kasvissa (Nilsson 1988a).

Voimakkaan typpilannoituksen on joskus todettu lisäävän sipulin versomista varastossa ja vähittäismyyntivaiheessa (Ballvoll 1985, Böttcher 1990, Pessala *et al.* 1994). Kepka & Sypien (1971) eivät kuitenkaan havainneet typpilannoituksella olleen vaikutusta varastohävikkiin. Myöskään Tahvosen (1981) tutkimuksissa typpi ei lisännyt sipulin varastotauteja.

Typpi voi vaikuttaa epäsuorasti sipulin säilyvyyteen nopeuttamalla kehitysrytmiiä ja tuleentumisen alkamista (Riekels 1977, Henriksen 1987). Toisaalta myöhään annettu typpilannoite voi viivyttaa tuleentumista (Brewster 1994). Runsaan typpilannoituksen on joskus havaittu hieman lisäävän paksukaulaisten sipuleiden muodostumista varsinkin epäedullisissa oloissa (Brewster *et al.* 1987, Böttcher 1990). Paksukaulaiset sipulit eivät tuleennu eivätkä kuivu normaalisti. Ne eivät säily kunnolla, joten niitä ei kannata viedä lainkaan varastoon (Brewster *et al.* 1987, Tucker 1989). Brewster *et al.* (1987) havaitsivat paksukaulaisten sipulien määrän liittyvän maan lämpötilaan ja sipulin alkukehityksen nopeuteen: korkea maan lämpötila ja nopea kasvu vähensivät sipuleiden paksukaulaisuusongelmaa. Jos kasvuolot olivat epäedulliset ja paksukaulaisten sipuleiden riski suuri, runsas typpilannoitus lisäsi sitä edelleen. Myös harva istutus lisää paksukaulaisten sipuleiden muodostumista (Böttcher 1990).

Kiinankaalin säilyvyyteen typpilannoituksella ei näytä olevan suurta vaikutusta. Pertierran & Weichmannin (1993) tutkimuksessa typpilannoituksen lisääminen 60 kilosta 180 tai 360 kiloon hehtaarilla vähensi kerien kuiva-ainepitoisuutta ja painohävikkiä mutta lisäsi kauppakunnostustappiota, jolloin kokonaishävikki pysyi samana. Kaksivuotisessa hollantilais tutkimuksessa typpilannoituksen lisääminen 120 kilosta portaittain 240 kiloon hehtaarilla suurensi Kingdom 65 -lajikkeen kerien painoa ja kokoa mutta heikensi säilyvyyttä (Jeurissen 1991). Suuri typpilannoitus nopeutti myös kerien värin vaalenemista ja nosti nitraattipitoisuutta.

Todtin & Schultzin (1987) tutkimuksessa typen määrällä ei ollut juuri vaikutusta. Liebhard & Holzerbauer (1985) eivät myöskään havainneet typpilannoituksen vaikuttaneen merkittävästi kiinankaalin varastokestävyyteen. Tutkiessaan samalla sopivaa kasvutiheyttä he kuitenkin päätyivät siihen, että varsinkin taimitiheyden ollessa suuri (65 000 tainta/ha) typpilannoituksen lisääminen parantaa kerien muodostumista ja sitä kautta niiden säilymistä.

Runsaan typpilannoituksen on epäilty lisäävän fysiologisten häiriöiden riskiä. Keraakaan fysiologisten vioitusten havaittiin hieman lisääntyneen alttiilla lajikkeella, kun lannoitetypen määrä kasvoi (Berard 1990). Vioitusten esiintymiseen liittyi typen määrään kytkeytynyt mangaanin puute lehdissä (Berard *et al.* 1990). Mathiassen (1986) havaitsi, että johtojänteiden ruskettumisesta kärsineet kiinankaalin kerät sisälsivät nitraattityppeä yli 25 % kokonaisuudesta ja yli 1 % kuiva-aineesta, terveet vähemmän. Vaikka nitraattipitoisuus ei välttämättä ole ainoa selitys vioituksiin, Mathiassen (1986) suosittelee välttämään voimakasta typpilannoitusta sadonkorjuun lähestyessä ja korjaamaan kiinankaalisadon hyvällä säällä, jolloin typen käyttö kasvissa on tehokasta ja kuiva-ainepitoisuus korkeimmillaan.

Kalium

Kaliumin vaikutus kasveissa on usein päinvastainen kuin typen vaikutus. Kalium edistää pitkäketjuisten hiilihydraattien ja kuiva-aineen kertymistä, nostaa sokeri- ja tärkkelyspitoisuutta ja tehostaa tukisolukoiden muodostumista ja haavojen parantumista (Peschke 1994). Näin se voi parantaa tuotteiden laatua ja säilyvyyttä.

Kaliumlannoituksen lisäämisen todettiin saksalais tutkimuksissa vähentäneen paksukaulaisten sipuleiden määrää ja versojen kasvua varastossa (Böttcher 1990). Kiinankaalin varastohävikkiin kaliumlannoituksen ei havaittu vaikuttaneen (Jeurissen 1991). Norjassa on kokeiltu erilaisten suolaliuosten, mm. kaliumkarbonaatin, vaikutusta porkkanan varastotauteihin. Käsitteilyt eivät kuitenkaan parantaneet säilyvyyttä (Hoftun 1995).

Kalsium

Kasvin kalsiumpitoisuuden nostamisen on ajateltu parantavan säilyvyyttä ja vähentävän fysiologisia vioituksia, sillä kalsium on tärkeä soluseinien ja -kalvojen rakennusaine. Soluseinissä se muodostaa kalsiumpektiinihapon kanssa, mikä ylläpitää seinien eheyttä (Poovaiah 1986). Kalsiumin lisäys hidastaa soluseinien hajoamista ja solukoiden pehmenemistä (Salunkhe *et al.* 1991, Peschke 1994).

Gotlannissa emäksisiä, runsaasti kalsiumia sisältäviä maita pidetään sopivina varastoporkkanan viljelyyn. Vertailututkimuksessa porkkanoiden kalsiumpitoisuus ei eronnut maalajeittain, joten sillä ei voi selittää havaittuja säilyvyyseroja. Kalsiumilla voi kuitenkin olla merkitystä porkkanan tautien kannalta, sillä korkkikuori, joka pystyy estämään tautien tunkeutumista paremmin kuin juuren sisäosa, sisältää kalsiumia kaksinkertaisesti sisäosaan verrattuna (Rämert 1994).

Kalsiumkloridikäsittelyillä, joilla on saavutettu lupaavia tuloksia mm. omenan varastoinnissa (Poovaiah 1986), on pyritty

parantamaan myös vihannesten säilyvyyttä. Ainakaan kiinankaalin kalsiumkloridiriiskusutus ei tuottanut toivottua tulosta (Rasmussen 1984, Peters *et al.* 1986). Porkkanalla on kokeiltu kalsiumkarbonaattiliotusta, joka ei kuitenkaan vaikuttanut säilymiseen (Hoftun 1995).

3.2.4 Kastelu

Aura (1985) ei havainnut monivuotisissa kokeissaan kastelun vaikuttaneen porkkanan, sipulin tai keräkaalin säilyvyyteen. Myöskään norjalaisissa tutkimuksissa kastelu ei vaikuttanut tilastollisesti merkittävästi porkkanan varastokestävyyyteen (Dragland 1978). Sen sijaan keräkaalin varastotappioita kastelu lisäsi lievästi, mikä johtui harmaahomeen lisääntymisestä (Dragland 1976a). Eversin (1989) tutkimuksessa kastellut porkkanat kärsivät hieman suuremmista varastotappioista kuin kastelemattomat.

Myöskään sipulitutkimuksissa kastelu ei ole suuresti vaikuttanut sadon säilyvyyteen. Brewster (1990) referoi useita tutkimuksia ja toteaa, että yleensä kasteltujen ja kastelemattomien sipulien välillä ei ole ollut eroja säilyvydessä. Veden puute nopeuttaa sipuleiden kasvun päättymistä ja tuleentumista ja voi näin vähentää satoa. Draglandin (1975) kaksivuotisissa kokeissa paras varastokestävyys saavutettiin, kun sipulia ei kasteltu lainkaan, mutta sato oli tällöin noin 40 % pienempi kuin tasaisesti kastelluilla alueilla. Kastelu kolmen viikon aikana ennen sadonkorjuuta ei heikentänyt sipulin varastokestävyyttä tai kuoren laatua. Chungin (1989) tutkimuksessa kastelu lisäsi varastohävikkiä, joka johtui lähinnä sipulinharmaahomeesta. Böttcherin (1990) mukaan kastelu parantaa säilyvyyttä, kunhan se lopetetaan heinäkuun puolivälissä. Riekelsin (1977) mukaan epätasainen kastelu lisää kuorten vaurioita, mutta useimmissa kokeissa kastelu ei ole vaikuttanut kuorten laatuun (Brewster 1990).

3.2.5 Muut kasvutekijät

Muiden kasvukauden aikaisten tekijöiden vaikutuksesta vihannesten säilyvyyteen on melko vähän tutkimuksia. Kasvukauden sääolot vaikuttavat kasvien kehitysnopeuteen ja koostumukseen. Myöhäisiä lajikeita viljeltäessä pitkä ja lämmin kasvukausi on eduksi varastokestävyydelle. Osa lajeista, kuten lanttu ja ruusukaali, hyötyvät kasvun hidastumisesta sadonkorjuun lähes-tyessä. Runsaat sateet varsinkin syksyllä heikentävät säilyvyyttä (Balvoll 1985).

Kasvin koko, jota voidaan säädellä mm. kasvutiheydellä, saattaa vaikuttaa säilyvyyteen. Pienet porkkanat haihduttavat enemmän kuin suuret (Apeland & Baugerød 1971). Böttcherin (1990) mukaan pienet sipulit (halkaisija alle 5 cm) säilyvät aina parhaiten. Suomalaistutkimuksessa ei istutustiheys kuitenkaan vaikuttanut sipulin varastohävikkiin (Pessala *et al.* 1994). Myöskään keräkaalin säilyvyyteen kasvutiheydellä ja kerän koolla ei tanskalaistutkimuksessa havaittu vaikutusta (Jørgensen 1991).

Tuholaisvioletukset helpottavat sieni- ja bakteeritautien pääsyä kasviin ja vaikuttavat näin varastokestävyyyteen. Myös virus-taudit heikentävät kasvin yleiskuntoa (Balvoll 1985).

3.3 Korjuuolot

Sadonkorjuu merkitsee vihanneksille suurta räsitystä, sillä irrottaminen maasta, leikkaaminen ja siirto varastoon muuttavat kasvin toimintaa ja ympäristöä. Tärkein yksittäinen muutos on veden saannin loppuminen. Varsinkin maan alla kasvaneiden kasvosien sisäisen ilman happipitoisuus nousee ja hengitys lisääntyy. Leikkauspintojen ja muiden haavojen parantaminen kuluttaa kasvin voimavaroja (Phan 1987). Sadonkorjuustressin suuruus riippuu kasvin kehitysvaiheesta, sääoloista ja korjuun yhteydessä syntyvistä vaurioista.

3.3.1 Korjuun ajoittuminen

Korjuun ajoituksella voidaan säädellä vihannesten säilyvyyttä. Ajoittuminen vaikuttaa:

1. kasvin kehitysvaiheeseen satoa korjattaessa
2. sääoloihin sadonkorjuupäivänä ja sitä edeltävänä aikana
3. varastointiajan pituuteen.

Paitsi säilyvyyteen, korjuuaika vaikuttaa myös sadon määrään ja laatuun, mm. ravintoainesisältöön ja makuun. Niinpä optimaalista korjuuaikaa etsittäessä myös nämä tekijät on otettava huomioon.

Sipulin sato kasvaa varsin pitkään syksyllä: Norjassa monilla paikoilla tehdyissä kokeissa havaittiin sadon lisääntyneen elokuussa 800–1000 kg/ha vuorokaudessa ja syyskuussa 400–600 kg/ha vuorokaudessa (Dragland 1983, 1994). Muissa tutkimuksissa sato kasvoi 30–40 % sen jälkeen, kun lehdistö alkoi kaatua (Dowker & Fennell 1974, Tucker & Drew 1982).

Keräkaalin tuorepaino lisääntyi ruotsalaisessa tutkimuksessa lokakuun puoliväliin asti (Nilsson 1988a). Myös porkkanan sato kasvoi vielä lokakuun alussa toisena koevuonna. Vuosittainen vaihtelu juurten painossa voitiin selittää lämpösummalla (Nilsson 1987b). Kasvun jatkuminen vaihtelee lajikkeittain: joidenkin porkkanalajikkeiden sato ei enää lisääntynyt syyskuun jälkeen, osa jatkoi kasvuaan viimeiseen sadonkorjuukertaan lokakuun lopussa (Fritz & Habben 1975, 1977).

3.3.1.1 Kasvin kehitysvaihe

Porkkana

Korjuuajan vaikutusta porkkanan säilyvyyteen on tutkittu mm. Saksassa ja Ruotsissa. Weichmann & Käppel (1977) totesivat kahden porkkanalajikkeen varastoinnin aikaisen painohävikin vähentyneen korjuun lykkäytyessä. Vasta lokakuun lopussa kor-

jattu viimeinen erä säilyi heikoimmin, mikä saattoi tutkijoiden mukaan johtua juurten pakkasvioletuksista. Porkkanoiden hengityksen intensiteetti eri korjuuaikoina seurasi varastohävikin kulkua: hengitys väheni toiseksi viimeiseen korjuukertaan asti.

Fritz & Weichmann (1979) eivät havainneet korjuuajan vaikuttaneen syyslokakuussa korjattujen porkkanoiden varastohävikkiin, kun taudit eivät aiheuttaneet merkittäviä varastotappioita. Sen sijaan varhaisempien, elokuussa korjattujen lajikkeiden painohävikki varastossa pieneni korjuuta lykättäessä.

Ruotsalaistutkimuksessa Express OE 20 -lajikkeen varastoinnin aikainen painohävikki oli pienin lokakuun puolivälissä korjatussa sadossa ja suurempi sitä aikaisemmin tai myöhemmin nostetuissa erissä. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä vain toisena vuonna. Varastotautituhoihin korjuuajalla ei ollut selkeää vaikutusta (Nilsson 1987b).

Villeneuve *et al.* (1993) havaitsivat, että aikaisimman kylvöerän porkkanat, joiden kasvuaika oli kaikkein pisin, kärsivät eniten mustamädän aiheuttamasta pilaantumisesta. Myös Davies & Lewis (1980) totesivat, että porkkanan vanhetessa haavoista alkaneeet mustamätätartunnat lisääntyivät. Nuoret porkkanat olivat siis vastustuskykyisimpiä. Vahingoittumattoman korkki kuoren läpi infektioita ei juuri tapahdu, joten porkkanan iän merkitys saattaa johtua joko vaurioitumisalttiudesta tai haavojen parantumisedellytyksistä (Davies & Lewis 1980).

Kehitysvaihe vaikuttaa selvästi porkkanan juuren koostumukseen. Myöhään korjatut porkkanat sisältävät enemmän karoteenia kuin aikaisin korjatut (Habben 1972, Phan & Hsu 1973, Fritz & Habben 1977, Fritz & Weichmann 1979), ja niiden karoteenipitoisuus on suurin myös varastoinnin jälkeen (Fritz & Weichmann 1979). Weichmannin & Käppelin (1977) tutkimuksessa toisen lajikkeen karoteenipitoisuus nousi syyslokakuussa, toisen lajikkeen pitoisuus ei muuttunut. Lee (1986) havaitsi kolmen lajikkeen karo-

teenipitoisuuden nousun lakaneen noin kuukautta ennen korjuuta, joka tehtiin 140 päivää kylvöstä. Porkkanan kokonaisoke-ripitoisuus ei korjuukautena paljon muutu, mutta sakkaroosin määrä kasvaa fruktoosin ja glukoosin määrän vähetessä (Fritz & Habben 1977, Weichmann & Käppel 1977, Fritz & Weichmann 1979, Nilsson 1987a,b, Oldén & Nilsson 1992).

Sipuli

Sipulin kehitysvaihe korjuuhetkellä vaikuttaa versomiseen varastoinnin aikana, kuoren laatuun, varastotauteihin ja fysiologisiin häiriöihin. Optimaalinen korjuuaika on yleensä määritelty kehitysvaiheeseen, jossa valevarsi on taittunut 50–80 %:lla kasveista (Komochi 1990). Palilov (1971) määritteli optimaalisen korjuuajan vaiheeksi, jossa naattien paino on 25 % koko kasvin painosta.

Norjalaistutkimuksessa sipulisato korjattiin kolmessa erässä elokuun puolivälin jälkeen, jolloin naattien paino oli 30, 20 tai 10 % koko kasvin painosta (Dragland 1994). Yhdellä alueella myöhäisin korjuu aiheutti suurimmat varastotappiot, mutta muilla alueilla korjuuaika ei suuresti vaikuttanut varastoinnin jälkeiseen myyntikelpoiseen satoon. Viimeisen sadonkorjuun sipuleissa esiintyi eniten lasittuneita ja nahkamaisia suomuja. Draglandin (1994) mukaan vuodenvaihteeseen varastoitavat sipulit voi korjata varsin myöhään, jolloin sato on suurin. Pitkään varastoitavien sipulien varastohävikkiä myöhäinen korjuu voi lisätä. Solbergin (1995a) tutkimuksessa korjuun lykkäytymisen havaittiin lisäävän lasittuneiden sipuleiden määrää. Myös nahkamaisen sipulisuomujen esiintymisriski kasvaa sadonkorjuun siirtyessä (Solberg 1995a).

Draglandin (1994) tutkimuksessa korjuuaika ei vaikuttanut versojen kasvuunlähdtöön kaupparekestävyysskokeissa. Usein on kuitenkin todettu, että myöhään tai liian aikaisin korjatut sipulit ovat alttiimpia versomaan varastoinnin aikana kuin oikeassa kehitysvaiheessa korjattu sato. Versominen

on hitainta, kun sato on korjattu kehitysvaiheessa, jossa noin 50–80 % yksilöistä on tuleentunut (Tucker & Drew 1982, Füstos *et al.* 1994). Tucker & Morris (1984) havaitsivat, että sipulit, jotka oli korjattu lehtien vasta alkaessa kaatua, versoivat myöhemmin korjattuja nopeammin.

Kehitysvaiheen vaikutus sipuleiden versomiseen selittyy kasvihormonien keskinäisillä suhteilla. Stow (1976) on esittänyt hypoteesin, jonka mukaan lehdissä syntyy versomista estäviä yhdisteitä (inhibiittoreita), jotka kulkeutuvat sipuliin tiettyssä kehitysvaiheessa. Jos korjuu viivästyy tästä, inhibiittorit ehtivät hajota. Liian aikaisin korjatut kasvit eivät ole vielä ehtineet siirtää yhdisteitä sipuliin.

Myöhäinen korjuu lisää sipulin kuorten vaurioita (Kepka & Sypien 1971, Tucker & Drew 1982), sillä kehityksen edetessä sipulin kuivien kuorien määrä vähenee (Kepka & Sypien 1971, Baugerød 1993) ja sipulin halkaisija kasvaa (Tucker & Drew 1982). Myöhään korjattujen sipulien kuoret ovat myös tummempia (Tucker & Drew 1982).

Korjuun myöhästyessä myös varastotautien on todettu lisääntyvän (Dowker & Fennell 1974, Tucker & Drew 1982). Wall & Corgan (1994) varastoivat sipuleita 10–20 vuorokautta 15–34 °C:n lämpötilassa ja havaitsivat toisena koevuonna tautien lisääntyneen, kun korjuuta lykättiin. Toisena vuonna erien tautisuudessa ei ollut eroja. He kuitenkin suosittelevat, että vuosina, jolloin tautien leviämislle on suotuisat olo, korjuuta ei tulisi lykätä yli vaiheen, jossa 80 % yksilöistä on tuleentunut.

Tahvosen (1983a) tutkimuksessa korjuuaika ei ensimmäisenä koevuonna vaikuttanut lainkaan sipulin tauteihin, mutta toisena vuonna myöhäinen korjuu lisäsi lievästi harmaahomeisuutta. Jos istukas oli tervettä, sadonkorjuuajalla ei ollut merkitystä.

Keräkaali

Nilsson (1993) tutki kolmena vuonna korjuuajan vaikutusta keräkaalin säilyvyyteen.

Tulokset vaihtelivat vuosittain: ensimmäisenä vuonna aikaisimpien korjuukertojen sato säilyi heikoiten, toisena vuonna kahden viimeisen korjuun sato oli varastokestävyydeltään heikoin. Kolmantena vuonna korjuuaika ei vaikuttanut varastohävikkiin. Tutkimuksen mukaan korjuuajalla tuskin on erityistä vaikutusta sadon säilyvyyteen.

Aikaisin korjatut kaalit ovat vihreämpiä kuin myöhään korjatut, ja niiden väri säilyy paremmin varastoinnin aikana (Chipman & Thorpe 1979). Suomalaistutkimuksessa korjuuaika ei vaikuttanut kaalien C-vitamiinipitoisuuteen (Aaltonen & Hägg 1996). Englantilaisen tutkimuksen mukaan (MacLeod & Nussbaum 1977) korjuukypsä kaali on kemialliselta koostumukseltaan parhaimmillaan: toivottavia yhdisteitä (rikkiyhdisteet, tyydyttyneet aldehydit) on paljon ja ei-toivottuja (tyydyttyneet alkoholit) vähän. Tavanomaista myöhemmin korjatuissa kaaleissa makuun vaikuttava kemiallinen koostumus muuttui epäedulliseksi. Lajikkeet erosivat toisistaan: kaikkien laatuun korjuuaika ei vaikuttanut.

Kiinankaali

Peters (1988) neuvoo korjaamaan varastoitavan kiinankaalin mahdollisimman myöhään, jolloin myös varastosta ottoa voidaan lykätä. Kiinteät kerät säilyvät yleensä paremmin kuin löyhät (Schouten 1979, Sozzi *et al.* 1980). Toisaalta Rasmussen (1984) toteaa, että syyskuun alussa korjattu kiinankaali säilyi paremmin kuin vasta lokakuun loppupuolella valmistunut erä. Myös Todt & Schultz (1987) totesivat, että täysin valmiit kerät eivät säily yhtä pitkään kuin aikaisemmin korjatut kiinankaalit. Tulosten vertaaminen on vaikeaa, koska kasvien fysiologista kehitysvaihetta ei raporteissa kuvailla.

Venter (1983) tutki kolmena ajankohdantana 1–2 viikon välein korjatun kiinankaalin sisäistä laatua. Kaalien C-vitamiini- ja kokonaistyyppipitoisuudet laskivat sadonkorjuun lykkäytyessä. C-vitamiinipitoisuuden lasku johtunee valon vähenemisestä,

sillä valon määrä vaikuttaa C-vitamiinisyntheseisiin.

3.3.1.2 Korjuukauden sääolot

Porkkanaa tutkiessaan Fritz & Weichmann (1979) totesivat, että sääolot vaikuttivat varastohävikkiin enemmän kuin porkkanan kehitysvaihe: korkea ilmankosteus ja sateet kahden viikon aikana ennen korjuuta lisäsivät hävikkiä. Myös Villeneuve *et al.* (1993) havaitsivat sadonkorjuuta edeltäneiden sateiden heikentäneen porkkanoiden säilyvyyttä: voimakkain yhteys oli korjuuta edeltäneen seitsemän vuorokauden sadusumman ja pilaantuneiden porkkanoiden osuuden välillä.

Sen sijaan kiinankaalin varastointikoikeissa (Fritz & Weichmann 1981) havaittiin, että korkea ilman kosteus ja sateet ennen sadonkorjuuta vähensivät painohävikkiä, mutta niillä ei ollut vaikutusta kaupakunnostushävikkiin. Kiinankaalin hyvä nestejännitys satoa korjattaessa näyttää olevan erityisen tärkeää. Sato kannattaa kuitenkin korjata kuivalla ilmalla, sillä sateinen sää lisää bakteeri-infektioita varastossa (Todt & Schultz 1987, Balvoll 1995). Peritierran & Weichmannin (1993) tutkimuksessa viileä sää ennen korjuuta paransi hieman kiinankaalin säilyvyyttä, sillä kaalien aineenvaihdunta hidastui ennen varastoon vientiä.

Korjuusää voi vaikuttaa myös keräkaalin tauteihin. Sateisen ja kostean sään on havaittu lisäävän kaaliruton esiintymistä, sillä sienien parveiluitiot käyttävät pintakosteutta tunkeutuakseen kasvisolukkaan (Tahvonen 1993). Sieni tunkeutuu kerään leikkauspinnan kautta.

Varsinkin sadonkorjuun ajoituessa myöhään syksyyn yöpakkaset voivat vioittaa kasveja. Pakkasaltistuskokeissa (minimilämpötilat eri käsittelyissä -1,7 – -9,4 °C) ei keräkaalin säilyvyys kuitenkaan huonontunut, kun kerien mekaanisia vaurioita vältettiin (Furry *et al.* 1977). Pakkasen vaikutus riippuu myös sen kestosta. Jäätyneitä vihanneksia ei pidä korjata, vaan

niiden on annettava sulaa ennen korjuuta. Kuivana ja aurinkoisena kesänä kasvanee tai kuivuudesta kärsineet kasvit sietävät pakkasta paremmin kuin muut (Balvoll 1985).

Pakkaset ennen korjuuta heikentävät keräkaalin värin säilymistä varastoinnin aikana. Chipman & Thorpe (1979) havaitsivat, että pakkasilta suojaamattomat kaalit olivat vaaleampia ja keltaisempia kuin pakkaselta säästyneet kerät sekä sadonkorjuun aikaan että varastoitaessa. Myös kiinankaali kestää lyhytaikaisesti muutaman asteen pakkasen, mutta pakkasessa vaurioituneet lehdenkärjet tulee poistaa ennen varastointia (Peters 1988, Hoftun 1989,). Pakkanen voi kuitenkin lisätä mikrobien aiheuttamia tuhoja varastossa (Hoftun 1989).

3.3.2 Korjuuvauriot

Vihannesten sadonkorjuun ja varastointiin viennin aikana saamat kolhut ja haavat heikentävät niiden säilyvyyttä helpottamalla tautien tunkeutumista kasviin ja vilkastuttamalla hengitystä ja etyleenin tuotantoa. Esimerkiksi keräkaalin varastotappiot kasvoivat melko suoraviivaisesti lehtien saamisen vaurioiden lisääntyessä (Pinkau 1989). Balvollin (1985) mukaan varastoitavista vihanneksista juuri keräkaali kärsii ehkä eniten kovakouraisesta käsittelystä.

Porkkanan koneellinen korjuu on säilyvyyden kannalta heikompi vaihtoehto kuin käsinkorjuu, sillä konekorjuu lisää sekä näkyviä että vaikeasti havaittavia lieviä vaurioita. Nämä altistavat porkkanat varastotaudeille. Pintavioituksilla näyttää olevan suurempi merkitys kuin halkeamilla ja katkeilulla. Norjalaisissa tutkimuksissa tärkein varastotauti on ollut mustamätä, jonka on vaikea tunkeutua eheään juureen. Tauti pääsee helposti leviämään lehdistä juuriin, jos varastoon vietäessä juureen jäävät lehtien tyngät, joissa on runsaasti sienitautien itiöitä ja rihmastoja. Myös pakkahome hyötyy konekorjuun aiheuttamista mekaanisista vaurioista; sen sijaan

harmaahomeen infektioihin korjuutavalla ei näytä olevan suurta vaikutusta (Hoftun 1991).

Ero käsin ja koneella korjattujen porkkanoiden kauppakelpoisessa määrässä varastoinnin jälkeen on ollut usein jopa kymmeniä prosentteja (Apeland 1974, Dyachenko 1979, Hoftun 1991). Lyngstad (1991) selvitti Norjassa eri korjuu- ja varastointitapojen taloudellisuutta. Vielä kahden hehtaarin porkkanaviljelmällä käsinkorjuu antoi paremman taloudellisen tuloksen kuin konekorjuu. Jos tautiriski oli pieni tai kohtalainen, käsinkorjattuja porkkanoita voitiin varastoida kolme viikkoa tai kuukauden pidempään kuin konekorjattua satoa. Jos tauteja oli runsaasti, korjuutavalla ei ollut enää yhtä selvää vaikutusta.

Vauriot vaikuttavat myös vihannesten sisäiseen laatuun. Porkkanan mekaaniset vauriot lisäävät etyleenin tuotantoa ja voivat siten aiheuttaa makuvirheitä (Willumssen 1985a). Korjuun ja kuljetuksen yhteydessä syntyvät mekaaniset vioitukset lisäävät myös kasvien hengitystä ja heikentävät siten niiden varastokestävyyttä. Tämä todettiin mm. sipulilla, kun sitä pudotettiin erikorkuisia matkoja (Geyer *et al.* 1994, Solberg 1995a). Myös näkymättömät vauriot heikentävät sipulin laatua lisäämällä painohävikkiä, edistämällä versomista ja lyhentämällä siten varastoikää (Geyer *et al.* 1994). Suojaavan kuoren vioittuminen lisää haihduntaa pysyvästi (Apeland 1971, Böttcher 1980). Kuoren eheydellä on tärkeä merkitys lepotilan säilymiselle (Füsto *et al.* 1994).

3.3.3 Siirto varastoon

Vihannesten nopea jäähdytys korjuun jälkeen on tarpeen hyvän varastointituloksen saavuttamiseksi. Esimerkiksi pakkahome kasvaa heikosti lämpötilan ollessa lähellä nollaa (Hermansen & Amundsen 1987). Toisaalta on tutkittu, voidaanko sadonkorjuun jälkeisellä "haavojenparannusvaiheella" parantaa porkkanan vastustuskykyä

tauteja vastaan. Pitämällä porkkanoita lämpimässä (esim. 1–2 vrk 15–25 °C:ssa tai 4 vrk 10 °C:ssa) on voitu parantaa haavojen arpeutumista ja lisätä porkkanan vastustuskykyä lähinnä mustamätää vastaan (Heinrich 1974, Davies 1977, Villeneuve *et al.* 1993). Hoftun (1993b) tutki erimittaisten esikäsitteilyjen (1, 2 tai 3 viikkoa 5, 10 tai 15 °C:ssa) vaikutusta porkkanan säilyvyyteen ja totesi, että 2–3 viikkoa 5 °C:n tai 1–3 viikkoa 10 °C:n lämpötilassa vähensi toisena vuonna tautisten (lähinnä mustamätäisten) porkkanoiden osuutta ja hengityksen tuottaman hiilidioksidin määrää viiden kuukauden varastoinnin jälkeen. Käsitteilyt eivät vaikuttaneet painohävikkiin.

Esikäsitteilyn vaikutus porkkanan vastustuskykyyn perustuu enemmän haavoittuneessa solukossa syntyviin yhdisteisiin, jotka estävät sienten kasvua, kuin solukon rakenteen vahvistumiseen (Garrod *et al.* 1982). Villeneuve *et al.* (1993) esittävät myös, että juurten pinnalla olevan maan kuivuminen 10 °C:n esivarastoinnin aikana (3 vrk) heikentää mustamädän itiöiden infektiotaaktiivisuutta ja edistää haavojen parantumista.

Vaikka esikäsitteilyillä on pystytty vähentämään mustamädän aiheuttamia varastotappioita, ei lämpökäsitteilyjä kuitenkaan käytetä yleisesti. Koska muut taudit saattavat lisääntyä lämpimän jakson aikana, myös Hoftun (1993b) suosittelee sadon nopeaa jäädyttämistä heti noston jälkeen.

Sipulin käsitteily noston ja varastoon viennin välillä vaikuttaa sadon laatuun. Peltokuivaus auringonpaisteessa tai lämpökuivaus 30–35 °C:ssa nostaa hiilidioksidipitoisuutta sipulin sisällä, sillä korkea lämpötila kiihdyttää hengitystä. Tämä voi lisätä sipulisuomujen lasittumisriskiä (Solberg 1995a).

Pitkään jatkuva tai liian lämpimässä tehty kuivaus lisää sipulin kuoren vaurioita (Schouten 1987). Myös kuivaus liian alhaisessa ilman kosteudessa heikentää kuoren laatua. Schoutenin (1987) mukaan kuivausilman suhteellinen kosteus ei saa

alittaa 60 %. Sipulien kostuminen kuivauksen aikana heikentää niiden väriä (Schouten 1987). Värin säilyttämiseksi sipulien pintakosteus on saatava poistettua pian noston jälkeen tehokkaalla tuuletuksella (Brewster 1990). Myös korkea kuivauslämpötila (30 °C verrattuna 20 °C:een) tummentaa sipulin kuorta (Tucker & Drew 1982).

4 Varastokestävyysennustaminen

Vihannesten varastokestävyysennustamiseksi on toivottu menetelmiä, joilla voitaisiin jo syksyllä määrittää optimaalinen korjuuaika ja sadon säilyvyys. Näin voitaisiin ajoittaa erien myynti niin, että tuotteet saataisiin laadukkaina kuluttajalle ja kokonaishävikki jäisi mahdollisimman pieneksi.

4.1 Tautiennusteet

Pisimmälle on päästy varastotautien ennakoinnissa, johon on jo olemassa valmiit ohjeet (Hoftun 1984, Tahvonen 1983b, 1995, taulukko 7). Porkkanan tautisaastunnan ja säilyvyyden ennustamista korjuuvaiheessa on tutkittu erityisesti Norjassa, jossa ennusteita on tehty tietyillä alueilla jo lähes parikymmentä vuotta (Dragland 1995a).

Tautiennusteita varten otetaan varastoon viedystä sadosta edustava näyte, jota säilytetään 2–7 viikkoa varastotautien esiin kasvua suosivassa lämpötilassa. Tämän jälkeen lasketaan tautien saastuttamien yksilöiden prosenttiosuus, josta voidaan ennustaa tautituhojen runsaus pitkäaikaisessa varastoinnissa. Ennusteen luotettavuuden kannalta on tärkeää, että näyte edustaa koko tutkittavaa erää. Eri lajikkeista ja erilaisissa oloissa kasvaneista eristä kannattaa ottaa omat näytteet (Dragland 1995a).

Taulukko 7. Sipulin, porkkanan ja keräkaalin tärkeimpien varastotautien ennustaminen Tahvosen (1995) mukaan.

	Sipuli	Porkkana	Keräkaali
Näyte	100–200 kuivattua sipulia	200 porkkanaa	40–60 kerää
Säilytys	Halkaistut sipulit pannaan rei'itettyyn muovipussiin.	Rei'itetyissä muovisäkeissä.	Rei'itetyissä muovisäkeissä.
Lämpötila	10 °C	10 °C	6–10 °C
Säilytysaika	2–3 viikkoa	6 viikkoa	5–7 viikkoa
Arviointi	Lasketaan, kuinka suuressa osassa halkaistuja sipuleita on kaulaosassa harmaa-hometta.	Lasketaan mustamädän ja muiden tautien saastuttaminen porkkanoiden lukumäärät.	Lasketaan niiden kerien osuus, joissa on harmaa-homeen oireita.
Tulkinta	Tappio varastoitaessa helmikuuhun ja sitä pidemmälle: harmaa-home-% kokeessa + 10 %	Säilyvyysindeksi: 3 × mustamätä-% + muiden tautien % Indeksi: 0–30 Säilyvyys: hyvä 30–60 tyydyttävä > 60 heikko	Jos homeisia keriä on alle 30 %, kauppakelpoisuus-% huhtikuussa on yli 65 %. Jos homeisia on yli 70 %, kauppakelpoisuus-% on alle 40 %.

4.2 Sipuleiden versominen

Sipuleiden versominen vähittäismyyntivaiheessa on ongelma, jonka ennakoimiseksi Norjassa on kokeiltu kauppakestävyyskokeita (Dragland 1995b). Norjalaisten ohjeiden mukaan näytteeksi otetaan helmikuun loppupuolella 200 sipulia, joita pidetään huoneenlämmössä (20–25 °C). Jos kahden viikon kuluttua enemmän kuin neljä sipulia (2 %) tai neljän viikon kuluttua enemmän kuin kahdeksan sipulia (4 %) on kasvattanut näkyvän verson, laatuongelmien riski vähittäismyyntinä aikana on suuri. Tällaiset erät kannattaa myydä mahdollisimman nopeasti. Koe kannattaa tehdä joka lajikkeelle erikseen, ja näytteen edustavuuden varmistamiseksi sipulit tulee ottaa eri puolilta varastoa (Dragland 1995b).

Koska sipuleiden versomisalttius vaihtelee vuosittain, Rutherford & Whittle (1982) seurasivat vuosittaisia eroja sipulien säilyvyydessä ja sokkeripitoisuuksissa. He havaitsivat, että vuosina, jolloin sipulit alkoivat versoa varhain, sipuleiden fruktoosipitoisuus oli alhainen ja kasvupistettä ympäröivien sisimpien lehtiaiheiden ja -suomujen paino suuri. Sen sijaan hyvinä varastointikausina fruktoosipitoisuus oli korjuuhetkellä korkea. Varastoinnin aikana ennen silmujen kasvuunlähtöä sipulin fruktoosipitoisuus nousee. Rutherford & Whittle (1984) ehdottavatkin korjuuhetkellä mitattua fruktoosipitoisuutta keinoksi erottaa huonosti säilyvät erät. Toinen keino voisi olla sokereiden aineenvaihduntaan osallistuvan invertaasientsyymin aktiivisuuden mittaus helmikuussa, mutta menetelmät kaipaavat edelleen kehittelyä.

4.3 Korjuukypsyyden indikaattorit

Optimaalista korjuuaikaa tutkittaessa on kaivattu mitattavaa ominaisuutta, jonka perusteella voitaisiin päätellä kasvin kehitysvaihe ja säilyvyys. Sipulin kehitysvaiheen havainnointi onnistuu lehtien kehitystä seuraamalla. Varastokestävyyyden kannalta optimaalinen korjuuaika on määritelty yleensä vaiheeseen, jossa valevarsi on tahtunut 50–80 %:lla kasveista tai tietty määrä lehdistä on lakastunut (Kepka & Sypien 1971, Palilov 1971, Komochi 1990).

Muilla lajeilla, joiden kehitykseen ei liity yhtä selvästi havaittavia muutoksia, korjuukypsyyden määrittely on vaikeampaa. Seuraamalla kasveissa sadonkorjuukaudella tapahtuvia muutoksia on korjuukypsyyden mittariksi ehdotettu lähinnä liukoisten sokereiden pitoisuudessa ja eri sokerimuotojen suhteissa tapahtuvia muutoksia.

Esimerkiksi porkkanan kokonaissokeripitoisuus ei korjuukautena juuri muutu, mutta sakkaroosin määrä kasvaa fruktoosin ja glukoosin määrän vähetessä (Fritz & Habben 1977, Weichmann & Käppel 1977, Fritz & Weichmann 1979, Nilsson 1987a,b, Oldén & Nilsson 1992). Sokereiden suhteesta on toivottu porkkanan biokemiallista kypsyyttä kuvaavaa mittaria (Phan & Hsu 1973, Fritz & Habben 1977, Fritz & Weichmann 1979), mutta sen käyttökelpoisuudesta on saatu vaihtelevia tuloksia. Tois-taiseksi ei ole pystytty osoittamaan, että tietty kemiallinen koostumus merkitsisi hyvää säilyvyyttä.

Myös sakkaroosin määrä kaksinkertaistuu korjuukaudella sekä kerässä että kerän sisällä olevassa varressa (Schneider 1976, Nilsson 1988a,b). Tällä perusteella erityisesti varren sokeripitoisuuden on ajateltu kuvaavan kasvin kehitysvaihetta (Schneider 1976). Nilsson (1993) ei kuitenkaan havainnut riippuvuutta kaalin kemiallisen koostumuksen ja varastohävikin välillä.

Korjuukypsyyden mittariominaisuuksien selvittely edellyttää vielä lisää tietoa eri kasvien koostumuksen muutosten säätelystä ja yhteyksistä sadon säilyvyyteen.

5 Johtopäätökset

Kasvuolojen vaikutusta avomaanvihannesten varastokestävyyteen on tutkittu paljon, ja kokemustietoa on olemassa runsaasti. Koetuloksissa esiintyy kuitenkin paljon ristiriitaisuuksia, joten kovin pitkällä vihannesten varastokestävyyyden ymmärtämisessä ei vielä olla. Esimerkiksi vihannesten säilyvyyteen vuosittaisia eroja aiheuttavia tekijöitä ei tunneta riittävästi. Toisaalta pitäisi selvittää, mitkä kasvukauden aikaiset tekijät ovat tärkeimpiä vihannesten säilyvyyden kannalta. Yksittäisten asioiden tutkimisen sijasta tulisi pyrkiä kokonaisuuksien ja vuorovaikutusten ymmärtämiseen. Tärkeitä osa-alueita näyttävät tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella olevan viljelykierto, lannoitus ja korjuun ajoittuminen.

Viljelykierrolla on erityisen suuri merkitys varastotautien kannalta. Varsinkin moni-isäntäiset, maassa säilyvät taudit asettavat rajoituksia esikasvien valinnalle. Lisäksi viljelykierto voi vaikuttaa kasvien yleiseen hyvinvointiin ja sitä kautta tuotteiden säilyvyyteen.

Lannoituksen vaikutusta vihannesten säilyvyyteen on tutkittu paljon. Perinteinen käsitys siitä, että typpi heikentää varastokestävyyttä, ei ole usein saanut tukea kenttäkokeissa. Solukon typpipitoisuuden nousun on todettu edistävän taudinaiheuttajien etenemistä kasvissa. Esiteltyjen tutkimusten perusteella voi yleistää, että runsas typpilannoitus lisää varastotappioiden riskiä, joten typpilannoituksen minimointi ympäristösyistä vaikuttaa perustellulta myös varastointia ajatellen. Vaihtelevien koetulosten selittämiseksi tulisi ymmärtää entistä paremmin sääolojen vaikutusta mm. kasvien ravinne- ja vesitalouteen sekä kehitysrytmiin.

Muiden ravinteiden kuin typen vaikutuksista tiedetään vielä vähemmän. Esimerkiksi eri ravinteiden merkitys kasvien tautien vastustuskyvyssä ja fysiologisten vioitusten synnyssä kaipaisi lisää tutkimusta.

Tietämys vastustuskykyä lisäävistä tekijöistä voisi auttaa hävikin vähentämisessä, sillä varastotaudeilla on merkittävä osa pitkäaikaisessa varastoinnissa.

Korjuun ajoittuminen vaikuttaa sadon määrään, laatuun ja säilyvyyteen. Varastokestävyyden kannalta merkitystä on kasvin kehitysvaiheella ja sadonkorjuun aikaisella säätälällä. Korjuuajan vaikutus on selkein sipulilla. Korjuun viivästymisen on todettu lisäävän versomista varastoinnin aikana, kuoren vaurioita ja joidenkin tutkimusten mukaan varastotauteja. Myös liian varhainen korjuu on epäedullinen säilyvyyden kannalta, sillä aikaisessa kehitysvaiheessa nostetut sipulit ovat alttiimpia versomaan varastossa.

Porkkanatutkimuksissa on saatu osittain ristiriitaisia tuloksia siitä, miten korjuu aika vaikuttaa sadon varastokestävyyteen. Jos taudeista ei ole harmia, myöhäinen korjuu näyttää edullisimmalta. Varastotautien riskin ollessa suuri korjuu varhaisemmassa vaiheessa lienee turvallisempi vaihtoehto, sillä joidenkin tutkimusten mukaan juurten vastustuskyky tauteja vastaan heikkenee porkkanan vanhetessa.

Sateet ennen korjuuta heikentävät porkkanan säilyvyyttä.

Kerä- ja kiinankaalin korjuuajan vaikutuksesta säilyvyyteen ei ole saatu selviä tuloksia. Toisaalta keräkaalin värin tiedetään vaalenevan sadonkorjuun viivästyessä, mikä huonontaa myöhään korjatun sadon laatua varastoinnin jälkeen. Viivästynyt korjuu lisää myös pakkasvaurioiden riskiä.

Korjuun yhteydessä syntyvät vauriot heikentävät säilyvyyttä helpottamalla taudinaiheuttajien tunkeutumista kasviin ja lisäämällä tuotteiden hengitystä. Nopea jäähdytys sadonkorjuun jälkeen parantaa säilyvyyttä. Toisaalta porkkanan korjuun jälkeisellä ”lämpökäsittelyllä” on voitu vähentää varsinkin mustamädän aiheuttamia tuhoja, mutta nopeaa lämpötilan laskua pidetään turvallisimpana vaihtoehtona.

Varastokestävyyden ennustamismenetelmiä kehittämällä voidaan löytää keinoja vähentää kokonaishävikkiä. Eniten on kokemuksia varastotautien ennustamisesta sadonkorjuun jälkeen, mutta sekään ei ole vielä yleistynyt. Menetelmät kaipaavat vielä kehittelyä.

Kirjallisuus

Aaltonen, M. & Hägg, M. 1996. Varastointi ei vain heikennä laatua - kaalin C-vitamiini säilyy keväaseen. Puutarha 99: 132–133.

Apeland, J. 1971. Effects of scale quality on physiological processes in onion. Acta Horticulturae 20: 72–79.

— 1974. Storage quality of carrots after different methods of harvesting. Acta Horticulturae 38 (2): 353–363.

— 1984. Chilling injury in Chinese cabbage (*Brassica campestris pekinensis* (Lour) Olsson). Acta Horticulturae 157: 261–270.

— & **Baugerød, H.** 1971. Factors affecting weight loss in carrots. Acta Horticulturae 20: 92–97.

Aura, E. 1985. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 7/85. 61 p. (ISSN 0359-7652)

- Balvoll, G.** 1985. Lager og lagring. Oslo: Landbruksforlaget. 112 p. ISBN 82-529-1104-8.
- 1995. Dyrkings- og lagringsvilkår for kinakål. *Gartneryrket* 85 (2): 10–11.
- 1996. Problem i kinakålproduksjonen. *Gartneryrket* 86 (9): 10.
- Baugerød, H.** 1993. Utvikling av tørre skjell i kepaløk. NJF-seminar nr 232. p. 81–87. (ISSN 0333-1350)
- Ben-Yehoshua, S.** 1987. Transpiration, water stress and gas exchange. In: Weichmann, J. (ed.). *Postharvest physiology of vegetables*. New York: Dekker. p. 113–170. ISBN 0-8247-7601-1.
- Berard, L.S.** 1990. Effects of nitrogen fertilization on stored cabbage. I. Development of physiological disorders on tolerant and susceptible cultivars. *Journal of Horticultural Science* 65: 289–296.
- , **Senecal, M. & Vigier, B.** 1990. Effects of nitrogen fertilization on stored cabbage. II. Mineral composition in midrib and head tissues of two cultivars. *Journal of Horticultural Science* 65: 409–416.
- Brewster, J.L.** 1990. Cultural systems and agronomic practices in temperate climates. In: Rabinowitch, H.D. & Brewster, J.L. (eds.). *Onions and allied crops*. Vol. II. Boca Raton: CRC Press. p. 1–30. ISBN 0-8493-6301-2
- 1994. Onions and other vegetable alliums. Wallingford: CAB International. 236 p. ISBN 0-85198-753-2.
- , **Lawes, W. & Whitlock, A.J.** 1987. The phenology of onion bulb development at different sites and its relevance to incomplete bulbing ('thick-necking'). *Journal of Horticultural Science* 62: 371–378.
- Burton, W.G.** 1982. Post-harvest physiology of food crops. London and New York: Longman Publishing. 339 p. Ref. Ben-Yehoshua 1987.
- Böttcher, H.** 1980. Bessere Qualität und Lagerfähigkeit von Speisezwiebeln durch Senkung der Beschädigungen. *Gartenbau* 27: 36–39.
- 1990. Sicherung von Qualität und Lagerfähigkeit der Speisezwiebeln durch optimale Gestaltung der Vor- und Nacherntebehandlung. *Gartenbau* 37: 364–368.
- 1992. Die Nacherntebehandlung als Voraussetzung für eine gute Qualitätserhaltung von Gemüse. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel). e.V. 27. Vortragstagung. p. 188–209.
- Chalutz, E., DeVay, J.E. & Maxie, E.C.** 1969. Ethylene-induced isocoumarin formation in carrot root tissue. *Plant Physiology* 44: 235–241.
- Chipman, E.W. & Thorpe, E.** 1979. Effect of maturity and frost on the leaf color of storage cabbage. *Canadian Journal of Plant Science* 59: 429–435.
- Chung, B.** 1989. Irrigation and bulb onion quality. *Acta Horticulturae* 247: 233–237.
- Davies, W.P.** 1977. Infection of carrot roots in cool storage by *Centrospora acerina*. *Annals of Applied Biology* 85: 163–164.
- & **Lewis, B.G.** 1980. The inter-relationship between the age of carrot roots at harvest and infection by *Mycocentrospora acerina* in storage. *Annals of Applied Biology* 95: 11–17.
- Dowker, B.D. & Fennell, J.F.M.** 1974. Some responses to agronomic treatments of different genotypes of onion bulbs, *Allium cepa* L. *Journal of Horticultural Science* 49: 1–14.
- Dragland, S.** 1975. Nitrogen- og vassbehov hos kepaløk. *Forskning og forsøk i landbruket* 26: 93–113.
- 1976a. Nitrogen- og vassbehov hos kvitkål. *Forskning og forsøk i landbruket* 27: 355–374.
- 1976b. Nitrogen- og vassbehov hos kvitkål med god vassstilgang i veksttida. *Forskning og forsøk i landbruket* 27: 375–391.
- 1978. Nitrogen- og vassbehov hos gulrot. *Forskning og forsøk i landbruket* 29: 139–159.
- 1983. Kepaløk, - høstetid, avling og salgsverdi. *Gartneryrket* 73: 308–309.
- 1994. Kepaløk - høstetid og bladkutting. *Gartneryrket* 84 (3): 11.
- 1995a. Testing av lagringsevne hos gulrot. *Faginfo* nr 8: 66–69.
- 1995b. Varsling om bladgroing hos kepaløk. *Gartneryrket* 85 (4): 14.
- Dyachenko, V.S.** 1979. Quality of carrots after mechanized cropping. *Acta Horticulturae* 93: 113–123.
- Evers, A-M.** 1989. Effects of different fertilization practices on the quality of stored carrot. *Journal of Agricultural Science in Finland* 61: 123–134.
- Fabritius, A-L. & Valkonen, J.** 1993. Väärä viljelykierto voi johtaa porkkanan pilaantumiseen varastossa. *Puutarha* 96: 218–219.

- Freyman, S., Toivonen, P.M., Perrin, P.W., Lin, W.C. & Hall, J.W.** 1991. Effect of nitrogen fertilization on yield, storage losses and chemical composition of winter cabbage. *Canadian Journal of Plant Science* 71: 943–946.
- Fritz, D. & Habben, J.** 1975. Determination of ripeness of carrots (*Daucus carota* L.). *Acta Horticulturæ* 52: 231–238.
- & **Habben, J.** 1977. Einfluß des Erntezeitpunktes auf die Qualität verschiedener Möhrensorten. *Gartenbauwissenschaft* 42: 185–190.
- & **Weichmann, J.** 1979. Influence of the harvesting date of carrots on quality and quality preservation. *Acta Horticulturæ* 93: 91–100.
- & **Weichmann, J.** 1981. Influence of weather conditions during growth on storage ability of different chinese cabbage cultivars. In: Talekar, N.S. & Griggs, T.D. (eds.). *Chinese cabbage. Proceedings of the first international symposium.* p. 271–278.
- Furry, R.B., Isenberg, F.M.R. & Jorgensen, M.C.** 1977. Postharvest storage response of cabbage subjected to various diurnal freeze-thaw regimes. *Acta Horticulturæ* 62: 217–225.
- Füstos, Zs., Pankotai Gilinger, M. & Ombodi, A.** 1994. Effects of postharvest handling and cultivars on keeping quality of onions (*Allium cepa* L.) in storage. *Acta Horticulturæ* 368: 212–219.
- Gajewski, M. & Skapski, H.** 1994. Storage of chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) and leaf chicory (*Cichorium intybus* var. *foliosum*) as a method of prolongation their consumption period. *Acta Horticulturæ* 371: 145–149.
- Garrod, B., Lewis, B.G., Brittain, M.J. & Davies, W.P.** 1982. Studies on the contribution of lignin and suberin to the impedance of wounded carrot root tissue to fungal invasion. *New Phytologist* 90: 99–108.
- Geyer, M., Oberbarnscheidt, B. & Herold, B.** 1994. Methods to determine mechanical load of onion during harvest and post-harvest. In: Hribar, J. et al. (eds). *The post-harvest treatment of fruit and vegetables. Quality criteria. COST 94, Proceedings of workshop, Bled, Slovenia, April 19–21, 1994.* p. 179–186. ISBN 2-87263-149-6.
- Guttormsen, G. & Hoftun, H.** 1987. Dyrking og lagring av kinakål. Statens fagteneste for landbruket. Småskrift 4/87. 23 p. (ISSN 0333-113X)
- & **Årsprang, A.** 1995. Kinakålsorter for lagring. *Faginfor* nr. 8: 88-92. (ISSN 0803-2173)
- Habben, J.** 1972. Einfluß einiger Standortfaktoren auf Ertrag und Qualität der Möhre (*Daucus carota* L.). *Gartenbauwissenschaft* 37: 345–359.
- Hardenburg, R.E., Watada, A.E. Wang, C.Y.** 1986. *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks.* Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (Agriculture Handbook no. 66) 130 p. (ISSN 0065-4612) Ref. Salunkhe *et al.* 1991, Voipio 1993.
- Heinrich, B.** 1974. Erste Versuchsergebnisse zur Möhrlenagerung in Auswertung sowjetischer Erfahrungen. *Gartenbau* 21: 251–252.
- Henriksen, K.** 1987. Effect of N- and P-fertilization on yield and harvest time in bulb onions (*Allium cepa* L.). *Acta Horticulturæ* 198: 207–215.
- Hermansen, A. & Amundsen, T.** 1987. Lagringssjukdommer på gulrot. Aktuelt fra statens fagteneste for landbruket nr 4. p. 257–267.
- Hicks, J.R. & Ludford, P.M.** 1980. Effects of low ethylene levels on storage of cabbage. *Acta Horticulturæ* 116: 65–73.
- Hoftun, H.** 1984. Testing av lagringsevne hos gulrot. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 64: 1–11.
- 1989. Long-term storage of chinese cabbage. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel). e.V. 24. Vortragstagung. p. 137–150.
- 1991. Haustemetodar og infeksjon i gulrot. *Gartneryrket* 81 (18): 14–16.
- 1993a. Internal atmosphere and watery scales in onion bulbs (*Allium cepa* L.). *Acta Horticulturæ* 343: 135–140.
- 1993b. Nedkjøling av gulrot. Verknad på lagringsevne og kvalitet. *Norsk landbruksforskning* 7: 147–155.
- 1995. Gulrot - verknad av dypping i uorganiske salt. *Gartneryrket* 85 (12): 12–13.
- Isenberg, F.M.R., Thomas, T.H., Abdel-Rahman, M., Pendergrass, A., Carroll, J.C. & Howell, L.** 1974. The role of natural growth regulators in rest, dormancy and regrowth of vegetables during winter storage. *Proceedings of the XIXth International Horticultural Congress* 2: 129–138.
- Jeurissen, J.G.M.** 1991. Chinese kool. Teveel stikstof voor bewaarkool ongunstig. *Groenten + Fruit. Vollegrondsgroenten* 1 (31): 10–11.

- Jørgensen, I.** 1991. Plantetæthed og hovedstørrelse i hvidkål. Statens Planteavlsvforsøg. Beretning nr. S 2108: 24–29.
- Kader, A.A.** 1992. Postharvest biology and technology: an overview. In: Kader, A.A. (ed.). Postharvest technology of horticultural crops. 2nd ed. Oakland, CA: University of California. p. 15–20. ISBN 0-931876-99-0.
- Kepka, A.K. & Sypien, M.A.** 1971. The influence of some factors on the keeping quality of onions. *Acta Horticulturae* 20: 65–71.
- Kidmose, U. & Henriksen, K.** 1994. Ernæringsmæssig kvalitet af gulerødder, -i relation til kvælstoftilførsel og lagring. Statens Planteavlsvforsøg. Rapport nr. 2: 75–81.
- Komochi, S.** 1990. Bulb dormancy and storage physiology. In: Rabinowitch, H.D. & Brewster, J.L. (eds.). Onions and allied crops. Vol. I. Boca Raton, FL: CRC Press. p. 89–111. ISBN 0-8493-6300-0.
- Koponen, H. & Valkonen, J.** 1995. Väärä esikasvi johti porkkanoiden pilaantumiseen. *Puutarha* 98: 166.
- Lafuente, M.T., Cantwell, M., Yang, S.F. & Rubatzky, V.** 1989. Isocoumarin content of carrots as influenced by ethylene concentration, storage temperature and stress conditions. *Acta Horticulturae* 258: 523–534.
- , **López-Gálvez, G., Cantwell, M. & Yang, S.F.** 1996. Factors influencing ethylene-induced isocoumarin formation and increased respiration in carrots. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 121: 537–542.
- Lazo, R.P.** 1995. Transpirationsstudien an gelagertem Gemüse. Bonn: Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität. 223 p. (Academic dissertation)
- Le Dily, F., Villeneuve, F. & Boucaud, J.** 1993. Qualité et maturité de la racine de carotte: influence de la conservation au champ et au froid humide sur la composition biochimique. *Acta Horticulturae* 354: 187–199.
- Lee, C.Y.** 1986. Changes in carotenoid content of carrots during growth and post-harvest storage. *Food Chemistry* 20: 285–293.
- Lehtimäki, S.** 1995. Puutarhatuotteiden varastointikustannukset Suomessa. Helsinki: Puutarhaliitto. 62 p. (Puutarhaliiton julkaisuja nro 284). ISBN 951-8942-20-X.
- Liebhart, P. & Holzerbauer, A.** 1985. Einfluß der Stickstoffdüngung und Standraumbemessung auf Ertrag, Qualität und Lagerfähigkeit von Chinakohl (*Brassica pekinensis* Rupr.). *Bodenkultur* 36: 109–120.
- Lyngstad, L.** 1991. Salgsinntekter, høste- og lagringskostnader for gulrot høstet med hand eller toppløfter og lagret på ventilert lager eller på kjøtelager. *Norsk landbruksforskning* 5: 21–32.
- MacLeod, A.J. & Nussbaum, M.L.** 1977. The effects of different horticultural practices on the chemical flavour composition of some cabbage cultivars. *Phytochemistry* 16: 861–865.
- Markkula, I.** (toim.) 1993. Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja n:o 85. 168 p. ISBN 951-9029-41-9.
- & **Parikka, P.** 1996. Vihannesten kasvinsuojelu. *Puutarha* 99: 8–21.
- Mathiassen, H.P.** 1986. Mørke karstrenge i kinakål efter lagring. *Gartner Tidende* 102: 1614–1615.
- Maude, R.B. & Presly, A.H.** 1977. Neck rot (*Botrytis allii*) of bulb onions. II. Seed-borne infection and its relationship to disease in store and the effect of seed treatment. *Annals of Applied Biology* 86: 181–188.
- Nilsson, T.** 1979. Yield, storage ability, quality and chemical composition of carrot, cabbage and leek at conventional and organic fertilizing. *Acta Horticulturae* 93: 209–223.
- 1987a. Growth and chemical composition of carrots as influenced by the time of sowing and harvest. *Journal of Agricultural Science (Camb.)* 108: 459–468.
- 1987b. Carbohydrate composition during long-term storage of carrots as influenced by the time of harvest. *Journal of Horticultural Science* 62: 191–203.
- 1988a. Growth and carbohydrate composition of winter white cabbage intended for long-term storage. I. Effects of late N-fertilization and time of harvest. *Journal of Horticultural Science* 63: 419–429.
- 1988b. Growth and carbohydrate composition of winter white cabbage intended for long-term storage. II. Effects of solar radiation, temperature and degree-days. *Journal of Horticultural Science* 63: 431–441.
- 1993. Influence of the time of harvest on keepability and carbohydrate composition during long-term storage of winter white cabbage. *Journal of Horticultural Science* 68: 71–78.

- Oldén, B. & Nilsson, T.** 1992. Acid and alkaline invertase activities in carrot during root development and storage. *Swedish Journal of Agricultural Research* 22: 43–47.
- Palilov, N.A.** 1971. The biological basis of onion storage. *Acta Horticulturae* 20: 53–64.
- Pertierra, R. & Weichmann, H.J.** 1993. Das Lagerverhalten von Chinakohl. *Gemüse* 29: 505–507.
- Peschke, J.** 1994. Inhaltsstoffe und Anfälligkeit von Möhren (*Daucus carota* L.) im Nacherntestadium unter dem Einfluß von Sorte, Herkunft und Anbaubedingung. Giessen: Fischer-Löw. 161 p. (Academic dissertation). ISBN 3-929465-05-1.
- Pessala, R., Aaltonen, M. & Talvitie, H.** 1994. Typpilannoituksen ja istutustiheyden vaikutus sipulin satoon ja varastointikestävyyteen. *Koetointiminta ja Käytäntö* 51(29.11.1994): 43.
- Peters, P.** 1988. Hinweise zur Lagerung von Chinasalat und Rosenkohl zur Erweiterung des Sortiments in den Wintermonaten. *Feldwirtschaft* 29: 502–504.
- , **Jeglorz, J. & Kästner, B.** 1986. Mehrjährige Untersuchungen zur Normal- und Kühlagerung von Chinasalat. *Gartenbau* 33: 298–301.
- Phan, C.** 1987. Biochemical and physiological changes during the harvest period. In: Weichmann, J. (ed.). *Postharvest physiology of vegetables*. New York: Dekker. p. 9–22. ISBN 0-8247-7601-1.
- & **Hsu, H.** 1973. Physical and chemical changes occurring in the carrot root during growth. *Canadian Journal of Plant Science* 53: 629–634.
- Pinkau, H.** 1989. Verbesserung der Ertragsvoraussage bei Kopfkohl einschließlich der Erarbeitung von Lagerdiagnosen. *Gartenbau* 36: 165–168.
- Poovalah, B.W.** 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technology* 40: 86–89.
- Purdy, L.H.** 1979. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. *Phytopathology* 69: 875–880.
- Puutarhayritysrekisteri** 1995. 1996. Helsinki: Maa- ja metsätalousministerion tietopalvelukeskus. 120 p. (Maa- ja metsätalous 1996:1). (ISSN 0786-8634)
- Rasmussen, P.M.** 1984. Hosttidpunkt, behandling for lagring og holdbarhet. *Nordisk Jordbruksforskning* 66: 510.
- Riekels, J.W.** 1977. Nitrogen-water relationships of onions grown on organic soil. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 102: 139–142.
- Rutherford, P.P.** 1981. Some biological changes in vegetables during storage. *Annals of Applied Biology* 98: 538–544.
- & **Whittle, R.** 1982. The carbohydrate composition of onions during long-term cold storage. *Journal of Horticultural Science* 57: 349–356.
- & **Whittle, R.** 1984. Methods of predicting the long-term storage of onion. *Journal of Horticultural Science* 59: 537–543.
- Rämert, B.** 1988. Lagringssjukdomar på morötter. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Växtskyddsrapporter. Trädgård 5. 44 p. (ISSN 0348-341 X)
- 1994. The influence of three different Gotland soils on the storage life of carrots. *Växtskyddstidiser* 58: 1–9.
- Salunkhe, D.K., Bolin, H.R. & Reddy, N.R.** 1991. Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables. Vol. 1. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press. ISBN 0-8493-5623-7.
- Schneider, A.** 1976. Zusammenhang zwischen Reifegrad und Lagerverlusten bei Weißkohl. *Gartenbau* 23: 269–271.
- Schouten, S.** 1979. Laat geogste Chinese kool goed bewaarbaar? *Groenten en Fruit* 35 (17): 44–45.
- 1987. Bulbs and tubers. In: Weichmann, J. (ed.). *Postharvest physiology of vegetables*. New York: Dekker. p. 555–581. ISBN 0-8247-7601-1.
- 1995. CA-Lagerung bei einigen Gemüsen. *Gemüse* 31 (2): 87–90.
- Shirokov, E.P.** 1974. Reproductive changes of the apical cone of cabbage during storage. *Acta Horticulturae* 38 (1): 131–141.
- Solberg, S.Ø.** 1995a. Glassaktige og læraktige skjell i kepaløk - et resultat av flere uheldige forhold. *Faginfo* nr. 8: 78–87. (ISSN 0803-2173)
- 1995b. Vekstskifte og økologisk dyrking av grønnsaker. *Faginfo* 11. 79 p. (ISSN 0803-2173)

- Sozzi, A., Gorini, F.L. & Uncini, L.** 1980. Storage suitability of the chinese cabbage as affected by lining. *Acta Horticulturae* 116: 157–162.
- Stow, J.R.** 1976. The effect of defoliation on storage potential of bulbs of the onion (*Allium cepa*). *Annals of Applied Biology* 84: 71–79.
- Tahvonen, R.** 1981. Storage fungi of onion and their control. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 53: 27–41.
- 1983a. *Botrytis allii* Munn -sienen infektoituminen sipuliin kasvukaudella ja sadonkorjuun aikana. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 55: 303–308.
- 1983b. Short-term parallel storage in the prediction of storage losses caused by *Botrytis cinerea* Pers ex. Fr. on cabbage. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 55: 309–314.
- 1993. Vihannesten varastotaudit talouden uhkana. *Puutarha* 96 (6B): 15–16.
- 1995. Vihannesten varastotautien ennakointi. Pyhäjärvi-instituutti 30.11.1995. Kasvisten laadunvalvonta ja varastointi. Esitelmäyhennelmä. 3 p.
- 1996. Kasvinvuorotus ja kasvitaudit. Maatalouden tutkimuskeskus. Puutarhatuotannon tutkimuslaitos. Ajankohtaista vihannestutkimusta 1/96: 18–22.
- Taulavuori, T. & Vuori, E.** 1995. Puutarhatuotteiden varastotilastointi muuttunut. *Puutarha-Uutiset* 47 (47): 6.
- Todt, M. & Schultz, F.A.** 1987. Lagerhaltung von Chinakohl. *Gemüse* 23: 414–416.
- Tronsmo, A.** 1989. Effect of weight loss on susceptibility to *Botrytis cinerea* in long-term stored carrots. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 3: 147–149.
- Tucker, W.G.** 1989. The sprouting of bulb onions in store. *Acta Horticulturae* 258: 485–492.
- & **Drew, R.L.** 1982. Post-harvest studies on autumn-drilled bulb onions. The effect of harvest date, conditioning treatments and field drying on skin quality and on storage performance. *Journal of Horticultural Science* 57: 339–348.
- & **Morris, G.E.L.** 1984. A study of the effect of the environment during growth on sprouting of bulb onions in store. *Journal of Horticultural Science* 59: 217–227.
- Vendelbo, P.** 1980. C-vitaminhold i hvidkål under lagring. *Bioteknisk institut. Beretning nr. 97.* 23 p. (ISSN 0106-00802)
- Venter, F.** 1983. Der Nitratgehalt in Chinakohl (*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.). *Gartenbauwissenschaft* 48: 9–12.
- Villeneuve, F., Bosc, J-P. & Luneau, C.** 1993. La conservation en chambre froide: étude de quelques facteurs. *Acta Horticulturae* 354: 221–232.
- Voipio, I.** 1993. Tuoreitten kasvisten säilyvyys ja sen hallinta. *Puutarha* 96 (6B): 4–6.
- Wall, M.M. & Corgan, J.N.** 1994. Postharvest losses from delayed harvest and during common storage of short-day onions. *HortScience* 29: 802–804.
- Wang, C.Y.** 1983. Postharvest responses of chinese cabbage to high CO₂ treatment or low O₂ storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 108: 125–129.
- Weichmann, J.** 1992. Qualitätserhaltung pflanzlicher Nahrungsmittel nach der Ernte auf physiologischer Grundlage - Probleme der Zukunft. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel). e.V. 27. Vortragstagung. p. 210–227.
- & **Käppel, R.** 1977. Harvesting dates and storage-ability of carrots (*Daucus carota* L.). *Acta Horticulturae* 62: 191–196.
- Willumsen, K.** 1985a. Etylen under lagring og markedsføring av grønnsaker. Del I. *Gartneryrket* 75: 728–729.
- 1985b. Etylen under lagring og markedsføring av grønnsaker. Del II. *Gartneryrket* 75: 772–774.
- Woodman, R.M. & Barnell, H.R.** 1937. The connection between the keeping qualities of commercial varieties of onions and the rates of water loss during storage. *Annals of Applied Biology* 24: 119-. Ref. Komochi 1990.

31600 JOKIOINEN

Julkaisun sarja ja numero
Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja.
Sarja A 9

Julkaisuaika (kk ja vuosi)
Lokakuu 1996

Tekijä(t) Terhi Suojala Raili Pessala	Tutkimushankkeen nimi		
	Toimeksiantaja(t) Maatalouden tutkimuskeskus		
Nimike Kasvu- ja sadonkorjuuolojen vaikutus avomaanvihannesten varastokestävyteen. Kirjallisuuskatsaus.			
Tiivistelmä <p>Vihannesten varastohävikin tärkeimmät aiheuttajat ovat hengitys, veden haihdunta, tuotteen koostumuksen muuttuminen, versojen ja juurten kasvu, fysiologiset vioitukset, varastotaudit ja etyleenivioitukset. Eri tekijöiden merkitys vaihtelee tuotteittain. Hävikkiin vaikuttavat varasto-olojen lisäksi kasvukauden ja sadonkorjuun aikaiset tekijät. Eri lajien suositeltavat varasto-olot tunnetaan, mutta tieto kasvuolojen vaikutuksesta on hajanaista. Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on koota yhteen tutkimustietoa kasvu- ja korjuuolojen vaikutuksista vihannesten varastokestävyteen. Kasvuolot säätelevät säilyvyyttä vaikuttamalla kasvuedellytyksiin tai suoraan esimerkiksi varastotautien leviämiseen. Viljelykierto on tärkeimpiä keinoja vähentää varastotauteja. Korjuun ajoittuminen ja korjuuvauriot vaikuttavat myös tauti-infektioihin.</p> <p>Runsaan lannoituksen, erityisesti typen, on oletettu heikentävän vihannesten säilyvyyttä. Lannoituskokeissa ei vaikutusta varastokestävyteen ole kuitenkaan usein saatu esille. Muiden ravinteiden merkitystä ei kovin hyvin tunneta.</p> <p>Kastelun vaikutus säilyvyyteen lienee vähäinen. Sen sijaan korjuukautta edeltävät sääolot ja kasvin kehitysvaihe satoa korjattaessa vaikuttavat vihannesten varastokestävyteen. Korjuussa ja varastoon viennissä syntyvät vauriot lisäävät hävikkiä.</p> <p>Sadon säilyvyyden ennustaminen syksyllä on yksi keino pienentää varastohävikkiä. Varastotautien ennakointiin on olemassa menetelmiä, ja esimerkiksi sipuleiden versomisalttiuden määrittämisestä on kokeiltu. Menetelmät kaipaavat edelleen kehittelyä.</p> <p>Kasvu- ja sadonkorjuuolojen vaikutusta vihannesten säilyvyyteen on tutkittu pitkään, mutta tuloksissa esiintyy paljon ristiriitaisuuksia. Lisätutkimus on tarpeen, jotta voitaisiin hallita varastokestävyyttä kokonaisuutena ja löytää keinoja varastovihannesten laadun parantamiseen.</p>			
Avainsanat Varastointi, hävikki, säilyvyys, porkkana, keräkaali, sipuli, kiinankaali			
Toimintayksikkö Puutarhatuotannon tutkimuslaitos, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö			
ISSN 1238-9943	ISBN 951-729-472-7 <input checked="" type="checkbox"/> Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä		
Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puh. (03) 41 881 Telekopio (03) 4188 339	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="629 1576 896 1689"> Sivuja 34 s. </td> <td data-bbox="896 1576 1101 1689"> Hinta 40 mk + alv </td> </tr> </table>	Sivuja 34 s.	Hinta 40 mk + alv
Sivuja 34 s.	Hinta 40 mk + alv		



Jokioinen 1996
ISBN 951-729-472-7
ISSN 1238-9935