

PESTYN PERUNAN SÄILYVYYS NEULAREPITETYSSÄ MUOVISSA

ANITA ELLALA, LASSE VANHANEN ja RAKEL KURKELA

Elintarvikekemian ja -teknologian laitos, Helsingin yliopisto

Saapunut 26. 1. 1970

Kuluttajapakkauksissa myytävänä oleva peruna on tähän asti ollut valtaosalta multaista tai harjaamalla puhdistettua. Pestynä markkinoitava peruna edustaa multaisen perunamateriaalin ensimmäistä jalostusastetta, jonka etuina on mm. se, että kotitalouksissa hankala pesu jää pois ja että peruna on helpommin nähtävissä ja sen kunto arvioitavissa pakkauksessa.

Siirtyminen pestyn perunan markkinointiin on ollut meillä suhteellisen vähäistä. Tähän on ollut syynä mm. epätietoisuus pestyn perunan kysynnästä, säilyvyydestä sekä siitä, mikä olisi sopiva pakkausmateriaali.

Suurissa tuottajamaissa suoritettut tutkimukset osoittavat, että pestyn perunan varastointikestävyys on yhtä hyvä kuin multaisen perunan edellyttäen, että materiaali on varastoinnin alkaessa täysin tuleentunutta, tervettä ja kuivaa (WAGGONER 1956, SWAN 1956, PERRY 1953a). Saastuneessa materiaalissa tapahtuu pesun yhteydessä mikrobien leviämistä, mikä aiheuttaa myöhemmin pilaantumista pestyssä perunassa, joten sen markkinoinnissa on käytettävä erittäin korkealaatuisia raaka-aineita. Suoritettut kuluttajatutkimukset ja vuosittain lisääntyvä pestyn perunan osuus tuoreen perunan myynnissä osoittavat, että kuluttajat ovat hyväksyneet tuotteen ja halukkaasti siirtyvät sen käyttöön (PERRY 1953a, PERRY ja MERCHANT 1951, *Die Niederländische Kartoffel* 1968, SMITH 1968).

Pestyn perunan tarpeellinen säilymisaika pakattuna on noin 2—3 viikkoa eli aika, mikä kuuluu pakkaukseen, kuljetukseen ja vähittäismyyntiin. Pakkaukseen käytettävältä materiaalilta on siten vaadittava, että se säilyttää perunan moitteettomana vähintään tämän ajan.

Perinteellisesti on perunan pakkaukseen käytetty Suomessa voimapaperia, jossa perunan tiedetään säilyvän hyvin. Teollisuus on kuitenkin kiinnostunut mahdollisuudesta käyttää muovia perunan pakkausmateriaalina, koska pakkaus on tällöin automatisoitavissa ja tulee siten voimapaperipakkausta huomattavasti halvemmaksi (LATVALA, julkaisematon tieto v. 1969).

Suoritettut esivarastointikokeet osoittivat, että pestyn perunan säilyvyysaika muovipakkauksissa oli selvästi lyhyempi kuin jakeluun tarvittava aika (2—3 viikkoa), kun sensijaan paperipakkauksissa perunat yleensä säilyivät pilaantumattomina tämän ajan. Olennainen ero muovikalvon ja paperin välillä oli kaasujen läpäisevyydessä. Samoissa tutkimuksissa kokeiltiin, missä määrin pestyn perunan säilyvyys parani lisättäessä rei'ityksellä muovin kaasujen läpäisevyyttä. Käytetty rei'itys (\varnothing 3 mm/100 cm²) oli kuitenkin niin harva, että yksityisten mukuloiden painautuessa kalvoa vasten reiät tukkeutuivat ja täten rei'ityksen vaikutus jäi käytännössä tehottomaksi. Tämän vuoksi tutkittiin pestyn perunan säilyvyys erittäin tiheästi rei'itetystä n.s. neularei'itetystä muovissa.

Materiaali ja menetelmät

Pakkausmateriaalina olivat kokeessa

- LD-polyeteeni, läpinäkyvä, paksuus 0.05 mm (Wi-pakkaus, Wihuri-Yhtymä Oy)
 - » läpinäkyvä, paksuus 0.05 mm, \varnothing 3 mm:n reikä/20 cm² (Upo Oy)
 - » musta neularei'itetty, reikien etäisyys 12 mm ja \varnothing 0.1 mm (Upo Oy)
- ja voimapaperi, 80 g/cm² (Rosenlew Oy)

Polyteenipakkausten koko oli: korkeus 25 cm, leveys 28 cm ja paksuus 8—10 cm ja voimapaperipakkauksen 28 cm \times 19 cm \times 12—15 cm.

Perunamateriaali saatiin Itä-Suomen Raakasokeritehdas Oy:n kesän 1968 kenttäkokeista ja talousviljelyksiltä. Kokeissa olivat mukana lajikkeet Alfa, Bintje, Realta, Rekord, Patrones ja Sirtema. Nämä kenttäkokeissa olleet lajikkeet oli viljelty virustestatusta siemenestä samalla kasvupaikalla kahdella eri lannoitustasolla (MÄKI 1968):

1. normaali lannoitustaso: 75 kg N/ha, 200 kg K₂O/ha,
190 kg P₂O₅/ha
2. voimakas lannoitustaso: 150 kg N/ha, 400 kg K₂O/ha,
380 kg P₂O₅/ha.

Siemenen laadun vaikutusta perunan säilymiseen pestynä tutkittiin Realta-lajikkeella, jota oli kahdesta erilaisesta siemenestä viljellyt erät: toinen virustestatusta (kenttäkokeista) ja toinen tautisesta, huonolaatuisesta siemenestä (talousviljelyksiltä). Molemmat oli lannoitettu ed. m. normaalilla lannoituksella.

Pesu, kuivaus ja varastointi. Perunat pestiin rumpupesukoneella (MKT-tehtaat Oy, Helsinki) 5 min. ajan ja annettiin kuivua huoneenlämpötilassa 1.5—2 tuntia ennen pakkausta, jolloin ne olivat pinnaltaan kuivia. Pakkauksessa oli n. 2 kg perunaa. Perunat varastoitiin seuraavissa olosuhteissa:

lämpötila	suhteellinen kosteus
4—6 °C	80—85 %
10 °C	65—75 %
22 °C	40—60 %

4—6 °C:n ja 10 °C:n varastot olivat pimeitä ja olosuhteet vastasivat jäähdystiloissa varastointia. 22 °C:n varasto oli valoisa, mutta näytteet oli suojattu suoranaiselta aurin-
gonvalolta. Tämä varasto vastasi myymäläolosuhteita ilman loistelamppuvalaistusta. Vihertymisestä loistelamppuvalaistuksessa selostetaan tuonnempana.

Perunoiden säilyminen arvoiteltiin varastoinnin aikana ulkonaisen pilaantumisen sekä maun ja jauhoisuuden perusteella.

Ulkonainen pilaantuminen arvoiteltiin laskemalla pakkauksesta homehtuneiden ja mädäntyneiden mukuloiden prosentuaalinen osuus. Pakkaukset tarkastettiin viikoittain.

Pestyn perunan säilymistä mitattiin kahdella tavalla:

- a) määrittämällä viikoittain triangelistillä aika, jonka perunat säilyivät maultaan ja jauhoisuudeltaan yhtä hyvänä kuin multaisena 4—6 °C:ssa varastoidut perunat,
- b) määrittämällä ruokaperunakelpoisuus maun ja jauhoisuuden arvoitelun perusteella.

Maun ja jauhoisuuden arvoitelua varten perunat lajiteltiin suolaliuoksilla viiteen eri ominaispainoluokkaan (< 1.065, 1.065—1.075, 1.075—1.085, 1.085—1.095, > 1.095). Arvoitelussa käytettiin sitä ominaispainoluokkaa, jota k.o. näytteessä oli painomäärältään eniten. Arvoitelua varten perunat kuorittiin ja keitettiin kypsiksi höyryssä 30—35 minuuttia. Kypsyys todettiin haarukalla kokeilemalla. Triangelistissä näytteet annettiin soseena, joka valmistettiin hienontamalla höyryssä keitetyt perunat pusertimella. Ruokaperunakelpoisuus arvoiteltiin kokonaisesta perunasta. Näytteet annettiin arvoitelijoille arvotussa järjestyksessä. Arvoitelun suoritti 6—8 harjaantunutta maistajaa yksittäisissä arvoitelukopeissa. Kerrallaan oli arvoiteltavana kuusi näytettä: kaksi triangelistiä tai kuusi yksittäistä näytettä maun ja jauhoisuuden arvoitelussa. Arvoitelu tapahtui aamupäivisin klo 11.

Ruokaperunan maun ja jauhoisuuden arvoitelussa käytetty lomake.

Nimi	pvm					koodi
Jauhoisuus	_____	_____	_____	_____	_____	_____
erittäin jauhoinen	_____	_____	_____	_____	_____	_____
jauhoinen	_____	_____	_____	_____	_____	_____
hiukan jauhoinen	_____	_____	_____	_____	_____	_____
kiinteä, tahmea, ei jauhoinen	_____	_____	_____	_____	_____	_____
vetinen, pehmeä, löysä	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Maku						
hyvä						
täyteläinen perunan maku	_____	_____	_____	_____	_____	_____
tyydyttävä						
laimea perunan maku	_____	_____	_____	_____	_____	_____
ei sivumakua						
välttävä						
väkevähkö	_____	_____	_____	_____	_____	_____
lievä sivumaku						
huono						
väkevä	_____	_____	_____	_____	_____	_____
voimakas sivumaku						

Jauhoisuuden arvostelussa käytettiin Lugt'n menetelmästä muunnettua asteikkoa (LUGT ja GOODIJK 1959):

- erittäin jauhoinen
- jauhoinen
- hiukan jauhoinen
- kiinteä, tahmea, ei jauhoinen
- vetinen, pehmeä.

Arvostelussa käytetty lomake on esitetty oheisena asetelmassa. Tulosten laskemista varten annettiin kullekin jauhoisuusasteelle pisteet seuraavasti: erittäin jauhoinen 4, jauhoinen 3, hiukan jauhoinen 2.5, kiinteä, tahmea 2 ja vetinen, pehmeä 1. Jauhoisuusdeltaan moitteettomana pidettävän näytteen oli oltava vähintään hiukan jauhoinen ts. sen jauhoisuudesta saaman pistemäärän tuli olla vähintään 2.5.

Maun arvostelussa käytettiin asteikkoa:

- hyvä, täyteläinen perunan maku, ei sivumakua
- tyydyttävä, laimea perunan maku, ei sivumakua
- välttävä, väkevähkö, lievä sivumaku
- huono, väkevä, voimakas sivumaku

Samoin kuin jauhoisuuden arvostelussa (oheinen asetelma) annettiin tulosten laskemista varten pisteet kullekin makuasteelle seuraavasti: hyvä 4, tyydyttävä 3, välttävä 2 ja huono 1. Maultaan moitteettomana pidettiin näytettä, joka sai arvostelussa keskiarvoksi ≥ 2.5 pistettä.

Vihertymisen tutkimista varten perunat pakattiin ja varastoitettiin huoneenlämpötilassa loistelamppuväläistuksessa. Valolähteenä olivat 40 W:n lamput (2 kpl) 2 m:n etäisyydellä perunoista.

Pakkauksissa oli perunoita yhden kerroksen paksuudelta, n. 20 kpl. Jokaisesta pakkausmateriaalityypistä oli kymmenen näytettä. Perunoiden arvostelu suoritettiin 1 vrk:n välein laskemalla vihertyneiden määrä kahdesta näytepakkauksesta. Vihertymisen havaitsemisen helpottamiseksi perunat kuorittiin kevyesti (1 min) karborundum-kuorimakoneella (Sama S 8, Metalliteos, Helsinki).

Kondenssiveden kerääntymisen tutkimiseksi pakkaukset siirrettiin huoneenlämpötilasta (22 °C) 4—6 °C:n varastoon ja päinvastoin vuorokauden väliajoin. Veden kondensoituminen pussissa todettiin silmävaraisesti.

Pakkausmateriaalien hiilidioksidin läpäisevyudet tutkittiin määrittämällä kalvon läpi diffundoituneen hiilidioksidin saostaman bariumkarbonaatin määrä. Bariumhydroksidiliuosta mitattiin (10 ml 0.1-n) dekanterilaseihin (50 ml). Lasit peitettiin tutkittavana olevilla kalvoilla ja pidettiin huoneen lämpötilassa. Kalvon läpi diffundoitunut hiilidioksidi saostaa bariumin karbonaattina. Jäljelle jäänyt bariumhydroksidi titrattiin laimealla suolahapolla ja laskettiin vastaava diffundoituneen hiilidioksidin määrä. Titraukset tehtiin 6 tunnin aikana 2 tunnin välein.

Kalvojen vesihöyryn läpäisevyys määritettiin gravimetrisesti. Punnituslasin pohjalle levitettiin kuivattua CaCl_2 :a (10 g), lasit peitettiin tutkittavana olevilla kalvoilla ja asetettiin eksikaattoriin, jossa vallitsi 100 % suhteellinen kosteus. Vesihöyryn imeytymistä kalsiumkloridiin seurattiin 1 vrk:n välein tehtyjen punnitusten avulla. Tulokset laskettiin %:na voimapaperin vastaavista arvoista.

Pakkausmateriaalien valonläpäisevyyttä mitattiin Perkin Elmer DU 137 spektrofotometrillä. Mittaus suoritettiin aallonpituudella 210-750 m μ ilmaa vastaan, jonka transmissiota merkittiin $T = 100$.

Kokeet ja tulokset

Säilyvyyskokeet. Tutkimuksen aikana suoritettiin syksyllä 1968 ja keväällä 1969 yhteensä viisi eri säilyvyyskoetta, joiden järjestelyt käyvät selville taulukosta 1. Kokeissa olivat perunalajikkeet Alfa, Bintje, Patrones, Realta, Rekord ja Sirtema. Ensimmäisessä varastointikokeessa oli pakkausmateriaalina myös läpinäkyvä polyeteeni, mutta perunoiden herkästi tapahtuvan vihertymisen vuoksi käytettiin myöhemmissä kokeissa ainoastaan mustaa neularei'itettyä polyeteeniä.

Ulkonaisen pilaantumisen esiintymistä tarkkailtiin kaikista kokeissa olleista näytteistä. Painohäviöt määritettiin 3 viikkoa varastoinnin jälkeen 22° C:ssa ja 10° C:ssa (kokeet 2—3).

Pestyn perunan säilymistä multaisen perunan veroisena polyeteeniin pakattuna 10° C:ssa ja 22° C:ssa tutkittiin viikoittain suoritetuilla triangelitesteillä käyttäen vertailumateriaalina 4—6° C:sta 85 % rH:ssa multaisena vapaasti varastoitua perunaa (kokeet 1—3).

Ruokaperunakelpoisuus arvoiteltiin 22° C:ssa varastoidusta näytteestä viikko sen jälkeen, kun triangelitestit olivat osoittaneet maun ja jauhoisuuden muuttuneen multaiseen perunaan verrattuna (koe 2).

Lannoituksen vaikutusta pestyn perunan säilymiseen tutkittiin määrittämällä ruokaperunakelpoisuus normaalilla ja voimakkaalla lannoituksella viljellyistä perunoista varastoitessa 10° C:ssa (kokeet 3 ja 4). Pakkausmateriaaleina olivat musta, neularei'itetty polyeteeni ja voimapaperi.

Siemenen vaikutusta pestyn perunan varastointikestävyyteen tutkittiin Realta-lajikkeella (koe 5).

Säilyvyyskokeet osoittivat, että kaikki kokeissa olleet virustestatusta, taudittomasta siemenestä viljellyt pestyn perunan näytteet säilyivät ulkonaisesti pilaantumattomina sekä voimapaperiin että polyeteeniin pakattuna koko kokeiden ajan; huoneenlämpötilassakin jopa seitsemän viikkoa.

Painohäviöiden mittaamisessa saadut tulokset olivat seuraavat:

	22 °C	10 °C
voimapaperi	5.4 %	3.1 %
neularei'itetty polyeteeni	4.1 %	2.7 %

Tulokset osoittavat, että 3 viikon 22° C:ssa varastoinnin aikana oli painohäviö neularei'itetystä polyeteenissä 4.1 % ja voimapaperipakkauksessa 5.4 %. Alhaisemmassa varastointilämpötilassa (10° C) olivat painohäviöt pienemmät; neularei'itetystä polyeteenissä 2.7 % ja voimapaperipakkauksissa 3.1 %.

Tulokset kokeista, joissa tutkittiin, kauanko pesty peruna säily multaisen perunan veroisena, olivat seuraavat:

Taulukko 1. Pestyn perunan varastointikokeet. Kojäsenten variointi.

Kokeen No.	1	2	3	4	5
Suoritus aika	19. 9.—5. 11. 68	22. 11.—12. 12. 68	22. 11. 68—8. 1. 69	20. 11. 68—7. 1. 69	2. 4.—22. 4. 69
Säilytys aika	45 vrk	21 vrk	46 vrk	47 vrk	21 vrk
Pakkaus- materiaalit	polyeteeni, läpinäkyvä	polyeteeni, musta, ø 0,1 mm neularei'itetty	polyeteeni, musta, ø 0,1 mm, neularei'itetty	polyeteeni, musta, ø 0,1 mm, neularei'itetty	polyeteeni, musta, ø 0,1 mm, neularei'itetty
Perunalajike (-lajikkeet)	voimapaperi Sirtema ¹⁾	voimapaperi Realta ¹⁾	voimapaperi Alfa ¹⁾ Bintje ²⁾ Patrones ¹⁾ Realta ¹⁾ Rekord ¹⁾	voimapaperi Alfa ²⁾ Bintje ²⁾ Realta ²⁾ Rekord ²⁾	Realta ³⁾
Varastointi	22 °C ja 10 °C	22 °C	10 °C	10 °C	22 °C ja 10 °C

¹⁾ Siemen, virustestattua. Lannoitus 75 kg N/ha, 190 kg P₂O₅/ha, 200 kg K₂O/ha (normaali lannoitustaso)

²⁾ Siemen, » 150 » N/ha, 380 » » 400 » » (voimakas lannoitustaso)

³⁾ Siemen, virustestaamaton » 75 » N/ha, 190 » » 200 » » (normaali lannoitustaso)

perunalajike	säilymisaika multaisen perunan veroisena vk	
	10 °C	22 °C
Sirtema	3	
Bintje	3	
Realta		2

Tulokset osoittavat, että 10 °C:ssa polyeteeniin pakattuna olleet Sirtema ja Bintje säilyivät 3 viikkoa ja 22 °C:ssa varastoitu Realta säilyi 2 viikkoa multaisen perunan veroisena. Mainittujen aikojen jälkeen perunat poikkesivat multaisena 4–6 °C:ssa varastoiduista perunoista heikomman jauhoisuuden ja tunkkaisen maun perusteella. Realtasta tehdyn ruokaperunakelpoisuuden arvostelun tulokset on esitetty taulukossa 2. Tulokset osoittavat, että perunat olivat ruokaperunaksi kelpoivia vielä 3 viikon 22 °C:ssa varastoinnin jälkeen, sekä neularei'itetystä polyeteenissä että voimapaperissa, vaikka jauhoisuus olikin alentunut molemmissa pakkauksissa multaiseen perunaan verrattuna (taulukko 2).

Taulukko 2. Pestynä varastoidun perunan (Realta) ruokaperunakelpoisuus. Näytteitä säilytetty 21 vrk huoneenlämpötilassa. Hyväksyttävyyusraja 2.5 p.

Näyte		Jauhoisuus	Maku
Polyteenipakkaus, musta, neularei'itetty	\bar{X}	2.5	2.9
	$S\bar{x}$	0.15	0.23
Voimapaperipakkaus	\bar{X}	2.6	3.0
	$S\bar{x}$	0.10	0.15
4–6 °C:ssa multaisena varastoitu peruna (vertailunäyte)	\bar{X}	3.0	2.9
	$S\bar{x}$	0.15	0.31

Lannoituksen vaikutus pestyn perunan ruokaperunakelpoisuuden säilymiseen käy selville taulukoista 3 ja 4. Tulokset osoittavat, että normaalin lannoitustason näytteet Alfa ja Rekord säilyvät jopa 7 viikkoa 10 °C:ssa sekä neularei'itettyyn polyeteeniin että voimapaperiin pakattuna ruokaperunaominaisuuksiltaan moitteettomina, kun taas voimakkaan lannoitustason näytteet eivät 3 viikon varastoinnin jälkeen vastaavissa olosuhteissa täytäneet kaikissa suhteissa moitteettomalle ruokaperunalle asetettuja vaatimuksia. Maku arvosteltiin voimakkaan lannoitustason näytteistä raja-arvona ollutta 2.5 pistettä huomommaksi voimapaperipakkauksissa lajikkeista Alfa, Realta ja Rekord ja polyteenipakkauksissa lajikkeista Bintje ja Rekord. Jauhoisuus arvosteltiin sekä voimapaperi- että polyteenipakkauksissa olleista Bintjestä ja Realtasta huomommaksi kuin »hiukan jauhoinen», joka jauhoisuuden osalta asetettiin alarajaksi moitteettomalle ruokaperunalle (taulukko 4).

Siemenen laadun vaikutusta tutkittaessa osoittautui, että huonolaatuisesta siemenestä viljelty Realta pilaantui nopeasti. Kolmen viikon varastoinnin aikana 22 °C:ssa oli pilaantuneita mukuloita 10 % ja 10 °C:n varastossa 1–5 % pakkauksen painosta, kun sen sijaan

Taulukko 3. Pestyn perunan (Alfa ja Rekord) ruokaperunakelpoisuus 7 viikon 10 °C:ssa varastoinnin jälkeen. Molemmat lajikkeet saaneet normaalin lannoituksen. Hyväksyttävyyssraja 2.5 p.

Näyte	Alfa		Rekord		
	Jauhoisuus	Maku	Jauhoisuus	Maku	
Polyeteeni, musta, neularei'itetty	\bar{X}	2.8	2.5	3.2	2.6
	$S\bar{x}$	0.09	0.38	0.23	0.18
Voimapaperi	\bar{X}	2.7	3.0	3.3	2.9
	$S\bar{x}$	0.13	0.19	0.23	0.39
4—6 °C:ssa multaisena varastoitu (vertailunäyte)	\bar{X}	3.4	2.8	3.3	2.9
	$S\bar{x}$	0.27	0.20	0.18	0.34

Taulukko 4. Pestyn perunan (Alfa, Bintje, Realta ja Rekord) ruokaperunakelpoisuus 3 viikon 10 °C:ssa varastoinnin jälkeen. Kaikki lajikkeet saaneet voimakkaan lannoituksen. Hyväksyttävyyssraja 2.5 p.

Näyte	Alfa		Bintje		Realta		Rekord		
	Jauhois.	Maku	Jauhois.	Maku	Jauhois.	Maku	Jauhois.	Maku	
Polyeteeni, musta, neularei'itetty	\bar{X}	2.8	2.8	2.1	2.3	2.3	2.7	2.9	2.0
	$S\bar{x}$	0.11	0.31	0.13	0.27	0.17	0.21	0.07	0.31
Voimapaperi	\bar{X}	2.7	2.3	2.2	2.6	2.1	2.3	2.8	2.3
	$S\bar{x}$	0.17	0.33	0.11	0.29	0.27	0.17	0.10	0.27
4—6 °C:ssa multaisena varastoitu (vertailunäyte)	\bar{X}	2.7	2.5	2.8	3.0	2.4	2.5	2.7	2.8
	$S\bar{x}$	0.21	0.40	0.10	0.22	0.08	0.34	0.20	0.37

virustestatusta siemenestä viljelty Realta säilyi pilaantumattomana koko kokeiden suoritustajan.

Vihertymiskokeet. Kokeissa tutkittiin perunoiden vihertyminen loistelamppuvalaistuksessa voimapaperipussissa, sekä läpinäkyvässä ja mustassa neularei'itettyssä polyteenipakkauksessa.

Kokeet osoittivat, että läpinäkyvässä polyteenissä perunat vihertyivät jo 2 vrk:n aikana. Viiden vrk:n varastoinnin jälkeen oli eri pakkauksissa vihertyneitä mukuloita seuraavat määrät:

	vihertyneitä
musta, neularei'itetty polyeteeni, ø 0.1 mm	25 %
voimapaperi	50 %
läpinäkyvä polyeteeni	100 %

Kondenssiveden muodostuminen. Kokeissa verrattiin kondenssiveden muodostumista rei'ittämättömässä ja neularei'itettyssä muovipakkauksessa, kun

pakkauksia siirrettiin 22 °C:n varastosta 4—6 °C:een ja päinvastoin 1 vrk välein. Kokeet osoittivat, että neularei'itettyihin polyeteenipakkauksiin ei kondensivettä synny varaston lämpötilojen muutosten yhteydessä. Vastaavissa olosuhteissa rei'ittämättömään polyeteenipussiin muodostui runsaasti vettä pakkauksen sisäpintaan.

Pakkausmateriaalien hiilidioksidin ja vesihöyryn läpäisevydet. Hiilidioksidin läpäisevyys oli rei'ittämättömällä polyeteenillä 16 %, 0.1 mm:n reikiä sisältävällä kalvolla 32 % ja 0.3 mm:n reikiä sisältävällä kalvolla 67 % vastaavasta voimapaperin arvosta (taulukko 5). Vesihöyryn läpäisevyys oli rei'ittämättömällä polyeteenikalvolla 8 % ja neularei'itetyillä kalvoilla 16 ja 26 % vastaavista voimapaperin arvoista. Polyeteenissä, jossa oli 3 mm:n reikä 20 cm² kohti, oli hiilidioksidin läpäisevyys 55 % vastaavasta voimapaperin arvosta (taulukko 5).

Taulukko 5. Hiilidioksidin ja vesihöyryn diffuusio eri pakkausmateriaalikalvojen läpi ilmoitettuna suhteellisina arvoina. Voimapaperin hiilidioksidin ja vesihöyryn läpäisevyydelle on annettu suhdeluku 100.

Pakkausmateriaali	Hiilidioksidin läpäisevyys	Vesihöyryn läpäisevyys
Voimapaperi	100	100
Rei'ittämätön polyeteeni	16	8
Neularei'itetty polyeteeni, ø 0.1 mm	32	16
Neularei'itetty polyeteeni, ø 0.3 mm	67	26
Polyeteeni, jossa on 3 mm ø reikä/20 cm ²	55	—

Taulukko 6. Läpinäkyvän ja mustan polyeteenikalvon sekä voimapaperin valonläpäisevyys. Taulukossa ilmoitettu kalvojen transmissio, kun ilman T = 100.

Aallonpituus mμ	Kirkas polyeteeni	Musta polyeteeni	Voimapaperi
210	8.6	0.0	0.0
250	30.5	0.0	0.0
290	49.5	0.0	0.0
330	63.0	0.0	0.0
370	70.0	0.03	0.04
410	72.0	0.05	0.14
450	75.0	0.07	0.19
490	77.0	0.09	0.23
530	78.0	0.14	0.30
570	80.0	0.19	0.38
610	82.0	0.26	0.47
650	84.0	0.33	0.55
690	85.0	0.42	0.62
730	86.0	0.53	0.68
750	87.0	0.60	0.76

Pakkausmateriaalin valon läpäisevyys. Läpinäkyvän ja mustan polyeteenin sekä voimapaperin valonläpäisevyysarvot on esitetty taulukossa 6 aallonpituusalueella 200—750 m μ . Klorofyllin synteesi tapahtuu voimakkaasti kahdella aallonpituusalueella 400—500 m μ (maksimi 450 m μ) ja 600—750 m μ (maksimi 655 m μ) (MPELKAS). Kirkkaan muovin valonläpäisyn transmissioarvo oli näillä alueilla 70—77 ja 82—85. Mustan polyeteenin vastaavat arvot olivat 0.03—0.09, 0.26—0.42 ja voimapaperin 0.04—0.23, 0.47—0.62.

Tulosten tarkastelua

Erityisenä vaikeutena perunan arvostelussa on samassa, lajikepuhtaassakin koc-erässä vallitseva mukuloiden erilaisuus; mm. mukuloiden kuiva-ainepitoisuuden vaihtelut ovat varsin suuret, ja ne vaikuttavat perunan makuun ja jauhoisuuteen. Tämän vaikutuksen eliminomiseksi on tutkimuksessa käytetty maun ja jauhoisuuden arvostelussa ominaispainolajiteltua materiaalia, jolloin on saatu tasalaatuiset näyte-erät ja niistä luotettavamin esiin esim. varastoinnin aiheuttamat maun ja jauhoisuuden muutokset. Arvostelussa käytetyn painomäärältään suurimman ominaispainoluokan voidaan katsoa edustavan parhaiten kyseisen lajikkeen ruokaperunaominaisuuksia.

Ruokaperunakelpoisuuden arvostelussa käytettiin aluksi menetelmää, jossa maun ja jauhoisuuden arvostelussa on annettu neljä eri vaihtoehtoa. Arvostelijoiden toivomuksesta muunnettiin tätä menetelmää jauhoisuuden osalta ottamalla käyttöön väliaste jauhoisen ja kiinteän-ei-jauhoisen välille, nim. hiukan jauhoisen. Näin haluttiin tarkentaa asteikkoa perunan hyväksyttävyyden kannalta kriittisellä alueella.

Suoritetut varastointikokeet osoittivat, että kaikista tutkituista lajikkeista hyvälaatuisesta siemenestä viljelty peruna säilyi pestynä ulkonaisesti pilantumattona sekä polyeteeniin että voimapaperiin pakattuna useita viikkoja, esim. huoneenlämpötilassakin 7 viikkoa.

Painohäviöiden määrityksessä saadut tulokset osoittivat, että neularei'ityksellä saadaan polyeteenin kaasujen diffuusiota lisätyksi huomattavasti. Esivarastointikokeissa oli todettu, että voimapaperiin pakatuissa perunoissa olivat painohäviöt kuusi kertaa suuremmat kuin umpinaiseen polyeteeniin pakatuissa perunoissa. Neularei'itettyssä muovissa painohäviöt olivat kuitenkin hieman pienemmät kuin voimapaperissa.

Kokeissa saavutettu pestyn perunan säilyminen neularei'itettyssä muovipussissa näyttää riittävältä pestyn perunan markkinoinnin kannalta: pesty peruna säilyi mustassa neularei'itettyssä polyeteenissä 2 viikkoa (Realta) huoneenlämmössä ja 3 viikkoa 10 °C:ssa samanveroisena kuin multaisena 4—6 °C:n vapaasti varastoitu peruna.

Ruokaperunakelpoisuuden arvostelut osoittivat, että hyvälaatuisen peruna säilyy ruokaperunaominaisuuksiltaan moitteettomana 3 viikon ajan huoneenlämpötilassa ja 7 viikon ajan 10 °C:ssa sekä voimapaperiin että neularei'itettyyn polyeteeniin pakattuna (kokeet 2 ja 3), huolimatta siitä, että perunan maku ja jauhoisuus huononevat varastoinnin aikana molemmissa pakkauksissa. Maultaan ja jauhoisuudeltaan heikkolaatuisen perunan kelpoisuus ruokaperunana tulee kyseenalaiseksi jo lyhyenkin varastoinnin jälkeen (kokeet 3 ja 4). Pestynä myytäväksi tarkoitettun perunan materiaalin laadulle on siten asetettava erittäin suuret vaatimukset.

Pestyn perunan laatuun vaikuttaviksi tekijöiksi osoittautuivat lannoituksen määrä ja kylvössä käytetyn siemenen laatu. Lannoituksella oli ratkaisevasti vaikutusta mukuloiden

kuiva-ainepitoisuuden kehittämisessä (MÄKI 1968). Voimakas lannoitus pyrki huonontamaan perunan jauhoisuutta ja makua. Jos perunan mukulat saavat pellossa tai noston yhteydessä tuhosieni- tai mädättäjäbakteeritartunnan, voi niiden säilyvyys olla heikko. Varsinkin noston yhteydessä syntyvät pintaviat ovat otollisia lähtökohtia mikrobien aiheuttamalle pilaantumiselle. Pesun yhteydessä merkävälliset mukulat edelleen saastuttavat terveetkin mukulat; tällä tavoin huono lähtömateriaali aiheuttaa nopeata pilaantumista varastoinnin aikana.

Vihertymiskokeissa näytteet tutkittiin kevyen kuorinnan jälkeen, jolloin saatiin erittäin nopeasti ja herkästi esiin vihertyneet mukulat. Vihertymisen suhteen tehdyt kokeet osoittivat, että kriittisin vaihe pestyn perunan markkinoinnissa on vähittäiskaupan vaihe, jossa perunat ovat alttiina voimakkaalle loistelamppuvalaistukselle.

Vihertyminen osoittautui täten perunan säilyvyyttä rajoittavaksi tekijäksi kaikissa pakkauksissa pakkauksen joutuessa voimakkaaseen loistelamppuvalaistukseen. Muovin pigmentointi (musta muovi) hidasti kuitenkin vihertymisprosessia. Voimapaperi läpäisi klorofyllin synteesiä katalysoivia valon aallonpituuksia jopa 2—3 kertaa enemmän kuin musta polyeteeni. Käyttämällä paksumpaa paperia voidaan vihertymistä estää voimaperipakkauksissa, mutta vastaavasti pakkausmateriaalikustannukset kasvavat.

Suoritettujen pakkausmateriaalien vesihöyryn ja hiilidioksidin läpäisevyyksien mittaukset osoittivat, että voimapaperi on parhaiten kaasuja läpäisevä materiaali ja että rei'ityksellä voidaan huomattavasti muuttaa polyeteenin diffuusio-omaisuuksia.

Pestyn perunan säilyvyyden kannalta pakkausmateriaalin vesihöyryn läpäisevyyteen on syytä kiinnittää huomiota kahdesta syystä. Jos pakkaus on täysin umpinainen, tapahtuu pussin sisällä haihtumisen ja soluhengityksen seurauksena vesihöyryn osapaineen nousua yli kyllästymispisteen ja kosteuden tiivistymistä. Tämä luo suotuisat olosuhteet homeiden ja maan muiden mikrobien kasvulle ja jouduttaa pilaantumista. Toisaalta pakkauksen liiallinen ilmavuuskaan ei ole tuotteen säilyvyydelle hyväksi. Jos pakkaukset säilytetään kuivassa huoneilmassa, kuten useimmissa myymälöissä on asianlaita, perunat nahistuvat liiallisen haihtumisen seurauksena. Voimaperipakkauksessa on haihtuminen todettu kolmen viikon aikana niin runsaaksi, että painohäviö on kohonnut yli viiden prosentin. Tuotteen laadun säilyttämiseksi tällaiset pakkaukset olisi säilytettävä varastoissa, joiden kosteutta voidaan säätää.

Muovimateriaalien hiilidioksidin läpäisevyydet muuttuivat varsin voimakkaasti rei'ityksen suuretessa, mutta olivat ne silti huomattavasti pienempiä kuin voimapaperin diffuusioarvot. Neularei'ityksellä voidaan säädellä siten pakkauksen ilman hiilidioksidipitoisuutta ja sen avulla perunan biologisia toimintoja. Perunan vihertymisen on todettu estyvän, kun perunoita on säilytetty muovipussissa, jossa hiilidioksidipitoisuus on nousut hengityksen vuoksi (FORSYTH ja EAVES 1968).

Yhteenveto

Sekä mustaan neularei'itettyyn polyeteeniin että voimapaperiin pakattuna ollut hyvälaatuinen pesty peruna säilyi multaisena, 4—6 °C:ssa varastoidun perunan veroisena kolme viikkoa 10 °C:ssa ja kaksi viikkoa 22 °C:ssa. Korkealaatuinen peruna säilyi pestynä 22 °C:ssa kolme viikkoa ja 10 °C:ssa jopa seitsemän viikkoa molemmissa pakkauksissa ruoka-

perunaominaisuuksiltaan moitteettomana, vaikka se olikin erotettavissa multaisena 4—6 °C:ssa varastoidusta perunasta. Nämä säilyvyysajat ovat markkinoinnin kannalta riittävät, sillä pakkauksen ja kulutuksen välillä todennäköisesti kuluva aika on noin kaksi—kolme viikkoa.

Pakattavan perunan laadulla ja kasvukauden aikana vaikuttavilla tekijöillä kuten lannoituksella todettiin olevan ratkaiseva merkitys perunan ruokaperunaominaisuuksien säilymiseen. Jos pakattava perunamateriaali on heikkolaatuista joko virustautisen siemenen tai liian voimakkaan lannoituksen takia, huononee tavaran laatu huomattavasti nopeammin kuin hyvälaatuisen perunan, jopa niin että sen kelpoisuus ruokaperunaksi tulee kyseenalaiseksi lyhyessäkin säilytyksessä pakkauksesta riippumatta.

Tulosten mukaan musta polyeteeni esti parhaiten perunoiden vihertymisen. Vihertyminen osoittautui säilyvyyttä rajoittavaksi tekijäksi, jos perunat joutuivat voimakkaan loistelamppuvalaistuksen alaisiksi.

Vesihöyryn ja hiilidioksidin läpäisevyys oli runsainta voimaperipakkauksessa. Neularei'ityksellä saatiin polyeteenipakkaus kauttaaltaan kaasuja läpäiseväksi. Vesihöyryn läpäisevyys oli neularei'ityksen ansiosta riittävä; se esti mm. kondenssiveden muodostuksen pakkauksen sisäpintaan varaston lämpötilan muutosten yhteydessä.

KIRJALLISUUS

- Die Niederländische Kartoffel*, 1968. Niederländische Auskunftsstelle für Kartoffeln, Den Haag-Holland, Druck Plantijn Rotterdam.
- FORSYTH, F. R. and EAVES, C. A. 1968. Greening of potatoes, *Food Technol.* 22: 48—50.
- HARDENBURG, R. E. 1964. Greening of potatoes during marketing. *Amer. Potato Jour.* 41: 215—220.
- LUGT, C. and GOODIJK, G. 1959. Report on the third meeting of the working group »Potato quality research» of EAPR. *Versl. I.B.S.O.L.* 15: 1—61.
- MPELKAS, C. C. Radiant energy sources for plant growth. *Applied Lighting. Bull.* 0—278. Commercial Eginenering Dept. Salem. Mass.
- MÄKI, EEVA, 1968. Tutkimus teollisuusperunan tuotantomahdollisuuksista Kotkan ympäristössä. Materiaalin tuottamisesta ja kemiallisfysikaalisten laatuominaisuuksien vaihteluista. Pro gradu-kirjotus. Helsingin Yliopiston elintarvikekemian ja -teknologian laitos. Helsinki.
- PERRY, A. L. 1953a. Commercial washing of Maine potatoes. *Me. Agr. Exp. Sta. Bull.* 509.
- »— 1953b. Plastic bags for potato packages. *Sama Bull.* 514.
- »— & MERCHANT, C. H. 1951. Consumer acceptance of washed Maine potatoes. *Sama Bull.* 493.
- SMITH, O. 1968. Potatoes: production, storing, processing. *AVI Publ. Comp.*, Westport, Conn. 06880.
- SWAN, J. D. 1956. Storing washed potatoes. *Amer. Potato Jour.* 33: 281—284.
- WAGGONER, P. E. 1956. Washing muddy potatoes. *Sama* 33: 269—270.

SUMMARY

KEEPING QUALITY OF WASHED POTATOES IN MICROPERFORATED PLASTIC BAGS

ANITA ELLALA, LASSE VANHANEN and RAKEL KURKELA

Institute of Food Chemistry and Technology, University of Helsinki

The storage life of washed potatoes packed in paper bags and micro-perforated plastic bags was investigated. The potatoes, which were of the varieties Alfa, Bintje, Patrones, Realta, Record and

Sirtema, were grown in the fields of the Rootsugar Factory of East Finland (Itä-Suomen Raakasokeritehdas Oy, Kotka) in 1968. The effects of fertilizing and illumination were also studied.

The results showed that the storage life of high-quality washed potatoes packed either in paper bags or in pigmented micro-perforated polyethylene bags (distance between holes 12 mm and diameter of holes 0.1 mm) was three weeks at 10 °C and two weeks at 22 °C. During this time their keeping quality equalled that of the unwashed control material stored at 4 °C. Potatoes kept in these packages under diffuse daylight at 22 °C were acceptable for food purposes for three weeks, which is sufficient for marketing purposes. The greening of potatoes kept under fluorescence light reduced their storage life. Potatoes of originally low quality, due to heavy fertilization or infected seed, very quickly became unacceptable for food purposes in any kind of package.