

Mylytuotteiden säilyvyyteen, prosessoitavuuteen ja ravintoarvoon vaikuttavat tekijät eri myllyprosesseissa ja erilaisissa varastointioluissa

Heikki Tuomela

Johdanto

Viljanjyvät ovat eläviä organismeja, joissa tapahtuu koko ajan soluhengitystä (jyvän varastoravinteet hajoavat hiilidioksidiksi, vedeksi ja energiaksi, jonka vapautuminen näkyy jyvän lämmön nousuna) ja ikääntymistä. Siksi niiden laatu vääjäämättä huononee myös suotuisissa varastointiolosuhteissa.

Viljanjyvien säilyvyys riippuu seuraavista osatekijöistä:

- Jyvään itseensä liittyvät laatutekijät: puhtaus, kypsyys, lämpötila, kosteuspitoisuus, eheys; myös ravitsemuksellinen koostumus, erityisesti rasvapitoisuus, vaikuttaa.
- Sadonkorjuuolosuhteet: kostealla säällä korjattu sato säilyy huonommin kuin kuivalla säällä korjattu.
- Jyvän käsittely: puhdistus, kuivaus, kaasutus
- Varastointiolosuhteet: lämpötila, kosteus, happipitoisuus
- Altistuminen mikrobeille tai tuholaisille
- Aika

Näiden osatekijöiden ohella käytetyllä viljalajikkeella on merkitystä säilyvyyden kannalta: esim. geenitekniikan keinoin on pystytty kehittämään uusia, ominaisuuksiltaan parempia lajikkeita, joiden itämisen vastustuskyky ja sääolojen kestävyys ovat aiempaa parempia. (Tipples, 1995)

Esikäsittely

Jyvien puhdistus sadonkorjuun jälkeen parantaa viljan säilyvyyttä, kun jyvien joukosta erotellaan sinne kuulumaton aines. Näin vähennetään mm. mikrobien ja tuholaisien aiheuttaman pilaantumisen riskiä. (Tipples, 1995)

Kosteuspitoisuus on tärkeimpiä viljanjyvän säilyvyyteen vaikuttavia tekijöitä. Ihanteellisissa olosuhteissa viljanjyvän kosteuspitoisuus on korkeintaan 12 %. Siksi jyvät on pyrittävä kuivaamaan mahdollisimman nopeasti niiden säilyvyyden varmistamiseksi. Kuivauslämpötilaan on kuitenkin kiinnitettävä tarkasti huomiota, sillä liian korkealle lämpötilalle altistuminen voi aiheuttaa proteiinien denaturoitumista ja siten huonontaa jauhojen leivontalaatua. (Tipples, 1995)

Ehjänä ja kuivana viljanjyvää voidaan säilyttää hyvinkin pitkiä aikoja ilman, että siinä tapahtuu ravitsemuksellisen laadun huononemista. Rikkinäisessä tai itäneessä jyvässä on α -amylaasiaktiivisuus tuhansia kertoja korkeampaa verrattuna ehjään jyvään. Jo pienikin itäneiden jyvien osuus vehnäerässä voi tehdä siitä kelvottoman loppukäyttäjille. Lämpötila on merkittävin tekijä varastointiolosuhteiden kannalta tässä. Kuivauksen jälkeen jyvät on siksi pyrittävä jäädyttämään nopeasti ennen varastointia. (Tipples, 1995)

Erytisesti vehnän esikäsittelyssä on vakiintuneena käytäntönä ollut sadonkorjuun jälkeinen kypsytyksen ennen jyvien jauhatusta, niin kuin vielä vaaleiden vehnäjauhojen varastoinnin edellä niiden hapettaminen. Hapettamis- ja kypsytyksen prosessien on raportoitu parantavan jauhatusta sekä jauhojen leivontaominaisuuksia. Leivontalaadun paraneminen liittyy muutoksiin vehnän gluteenin rakenteessa:

tioliryhmien hapettuessa ja gliadiinimolekyylien aggregoitua gluteenista tulee vahvempaa ja elastisempaa, mikä näkyy parantuneena kaasunpidätyskykynä ja yleensä gluteenin parantuneina ominaisuuksina. Juuri tämän takia teollisiin vehnäjauhoihin lisätään askorbiinihappoa, sillä se eliminoi jauhojen glutathionin gluteenia pehmentävää vaikutusta. (Tipples, 1995; Bakerpedia)

Lajikekohtaisesti optimaalinen kypsytysaika on 2 – 4 kk. Tätä pitempi kypsytysaika taas huonontaa jauhojen leivontalaatua. Joissakin yksittäisissä tutkimuksissa on toisaalta havaittu, ettei sadonkorjuun jälkeisellä kypsytyksellä ole juuri ollut merkitystä vehnäjauhojen leivontaominaisuuksille. Toisaalta kypsytyksen prosessi vaikuttaa jauhojen ravintoainepitoisuuksiin, erityisesti täysjyväjauhoissa, jotka sisältävät jyvän kuoriosat, joissa on runsaasti monia ravintoaineita, kuten vitamiineja, kivennäisaineita ja tyydyttymättömiä rasvoja. (Tipples, 1995; Kopfler ym., 2012)

Jauhatus

Nykyaikainen valssimyllyjauhatus tekee jauhoista alttiita entsyymaattiselle pilaantumiselle, sillä entsyymit sekoittuvat jauhojakeeseen leseeseen ja alkion osasten mukana. Myllytekniikalla valmistettu täysjyvävehnäjauho saadaan yhdistämällä lesejake vaaleaan jauhoon, jolloin jauhatustekniikaksi jää 95 %. Alkio-osa jätetään usein pois hapettumisherkkyden takia. (Campbell ym., 1991; McKeivith, 2004)

Jauhojen lämpötilan nousu jauhatuksen aikana jopa 60 °C:een aiheuttaa proteiinien denaturoitumista, mikä taas vaikuttaa jauhojen gluteeniin ja vedensidontakykyyn huonontavasti, mikä edelleen huonontaa jauhojen leivontalaatua. Lisäksi jauhatuksella on jonkin verran vaikutusta proteiinien aminohappokoostumukseen, esim. lysiinin määrä voi pienentyä. Ylikuumenemisen seurauksena jyvän lämpötila voi nousta jopa 150 °C:een, mikä voi johtaa jyvän ruskehtumiseen tai mustumiseen, äärimmillään se voi merkitä jopa jyvän syttymistä tuleen. (Tipples, 1995; McKeivith, 2004)

Jauhatuksen prosessi aiheuttaa edelleen mekaanisia muutoksia tärkkelyksen rakenteeseen, mikä taas altistaa entsyymiaktiivisuuden nousulle. Tämä ei ole täysin negatiivinen vaikutus, sillä se vaikuttaa osaltaan jauhojen leivontaominaisuuksiin. Rasvahappokoostumuksessa voi tapahtua laadullista muutosta jauhatustekniikan mukaan, sillä viljanjyvän rasvat sijoittuvat sekä alkio- että leseeseen. Lisäksi kuidut, vitamiinit ym. bioaktiiviset yhdisteet ja kivennäisaineet ovat konsentroituneina jyvän kuorikerroksissa, joten jauhatustekniikka vaikuttaa näiden pitoisuuksiin jauhoissa: mitä hienommaksi jauhetaan, sitä enemmän näitä komponentteja menetetään. Mm. kivennäisaineiden pitoisuudet ovat täysjyväjauhoissa moninkertaiset vaaleisiin jauhoihin verrattuna, joten niiden kokonaissaanti on täysjyväjauhoista suurempi, vaikka niitä sitovat fytaatit heikentävätkin niiden imeytymistä. (Campbell ym., 1991; McKeivith, 2004)

Sen sijaan perinteinen kiviparijauhatus on prosessina hitaampi ja siten hellävaraisempi jyvälle; jyvä ei altistu korkeille lämpötiloille, joten ylikuumenemisen riskiä ei ole. Etuina valssimyllymenetelmään nähden ovat edelleen myös:

- alkion rasvat jakautuvat tasaisesti jauhoihin, härskiintyminen minimoituu
- altistuminen hapelle vähäisempää; pienempi hävikki ravintoaineissa (mm. E-vitamiinin hävikin on raportoitu olevan pitkäaikaisessa varastoinnissa kivijauhetussa täysjyvävehnäjauhossa puolet pienempää)
- maku säilyy laadukkaampana

Tiamiinipitoisuudeltaan kivijauhatettu jauho on ylivoimainen tavanomaisella valssimyllymenetelmällä jauhatettuun verrattuna. (Campbell ym., 1991; Kopfler ym., 2012)

Britanniassa nykyinen myllytekniikka syrjäytti kivijauhannan vuonna 1872. Samalla on tilastoitu, että vuoteen 1941 mennessä syntyvyys laski 14 syntyneeseen lapseen 1000 asukasta kohden, mikä on alle

puolet vuoden 1872 lukemista (36/1000). Aleneman on arveltu johtuneen E-vitamiinin puutoksen aiheuttamasta hedelmättömyydestä, sillä jauhojen jalostus tuhoaa E-vitamiinia. (Campbell ym., 1991)

Täysjyväjauhojen säilyvyysaika on arviolta 3 – 9 kk, kun vastaavasti vaaleissa jauhoissa 9 – 15 kk. Lämpötila ja ilmankosteus vaikuttavat jauhojen säilyvyyteen. Jauhojen epästabiilein ravintoaineryhmä on rasvat, joiden hajoaminen on pääsyyinä jauhojen käyttölaadun heikkenemiseen säilytyksen aikana. Viljanjyvän sisältämät antioksidantit tuovat vain rajallisesti suojaa hapettumista vastaan, ja siksi onkin suositeltavaa käyttää täysjyväjauhot mahdollisimman tuoreeltaan (Campbell ym., 1991; Donley, 2015).



Kuva: Myllyliitto ry.

Bernasekin tutkimusryhmän Saksassa 1960- ja -70 lukujen taitteessa tekemä rottakoe paljastaa, että jauhantamenetelmällä, jauhatusasteella ja jauhojen tuoreudella on niiden ravitsemuksellisen laadun kannalta merkitystä. Rotat oli jaettu viiteen koeryhmään, joille syötettiin tuoretta kivijauhettua täysjyväjauhoa tai siitä leivottua leipää, 15 vrk varastoitua kivijauhettua täysjyväjauhoa tai siitä leivottua leipää tai vaaleaa vehnäjauhoa. Rotilta tutkittiin, miten annettu ravinto vaikuttaa niiden hedelmällisyyteen. Tutkimuksen jatkuttua ihmisiässä sataa vuotta vastaavan ajanjakson verran olivat vain ne rotat, jotka olivat saaneet tuoretta täysjyväjauhoa tai siitä leivottua leipää, säilyttäneet hedelmällisyytensä. (Campbell ym., 1991)

Varastointiolosuhteet

Kosteus

Kosteuspitoisuuden nousu saa jyvän hengittämään kiihtyvämmin; kuivissa jyvissä hengitystä tapahtuu vähäisessä määrin. Energian vapautuminen taas nostaa jyvän lämpötilaa, normaalisti korkeintaan 55 °C:een (bakteeri-infektion seurauksena kiihtynyt hengitys voi nostaa jyvän lämpötilaa korkeintaan 75 °C:een).

Suotuisissa olosuhteissa varastoituna viljojen leivontaominaisuudet voivat pysyä muuttumattomina jopa vuosia, vaikka jyvien itämiskyky heikkenee ja vapaiden rasvahappojen määrä lisääntyy. Alhaisissa lämpötiloissa ja matalassa ilmankosteudessa (enintään 12 %) säilytetyillä viljoilla leivontaominaisuudet voivat säilyä jopa yli kymmenen vuoden ajan, mutta luontainen α -amylaasiaktiivisuus, joka on jauhojen leivontaominaisuuksien kannalta tärkeä riittävän kaasuntuotannon takaamiseksi, häviää varastoinnin aikana viimeistään kahdeksan vuoden aikana. (Tipples, 1995)

Suojakaasutekniikka

Vilja tulee varastoida hyvin sinetöidyssä, ilmatiiviissä varastorakenteessa käyttäen typpeä tai hiilidioksidia täytekaasuna. On raportoitu, ettei anaerobisissa varastointiololoissa ole havaittu vuoden säilytysajan jälkeen

vehnän laadun huononemista ja homekasvustoakin selvästi vähemmän kuin aerobisissa oloissa. Anaerobista aktiivisuutta voi tapahtua varsinkin korkeammassa kosteuspitoisuudessa, mikä voi aiheuttaa happamia sivumakuja ja -hajuja. (Tipples, 1995)

Muutokset ravintoarvossa varastoinnin aikana

Rasvat

Rasvat ovat jauhojen epästabiilein ravintoaineryhmä, joiden hajoaminen on pääsyyinä jauhojen käyttölaadun heikkenemiseen varastoinnin aikana. Rasvakomponenteista erityisen hapettumisherkkiä ovat lipoproteiinit ja fosfolipidit, jotka ovat herkkiä niin valolle kuin ilman hapellekin, joiden vaikutuksesta lipoproteiineissa tapahtuu denaturoitumista ja polymeroitumista. Fosfolipidit puolestaan ovat taipuvaisia hydrolysoitumaan ja näiden rasvahapot, erityisesti tyydyttymättömät, alttiita itsestään hapettumiselle, auto-oksidaatiolle.

Korkea lämpötila ja/tai ilmankosteus edistävät rasvojen hajoamista vapaiksi rasvahapoiksi ja glyseroliksi. Rasvoja hajottavan lipaasi-entsyymin aktiivisuus on korkeimmillaan 17 %:n kosteudessa, mutta vielä 10 – 14 %:n kosteudessa sen aktiivisuus on noin puolet maksimista. Myös homeet edistävät lipolyysiä, sillä ne omaavat korkean lipolyttisen aktiivisuuden.

Oksidatiivinen pilaantuminen on harvemmin ongelma viljanjyvissä, sillä niiden antioksidantit ym. jyvän suojarakenteet antavat suojaa hapettumista vastaan. Lisäksi hapettava lipoksygenaasi-entsyymi ei ole yhtä aktiivinen samoissa kosteuspitoisuuksissa kuin lipaasi. Siksi vapaat rasvahapot ovatkin herkin indikaattori viljanjyvissä varastoinnin aikana tapahtuvasta pilaantumisesta. Vasta leivontaprosessissa vapaiden rasvahappojen hapettumista alkaa tapahtua merkittävässä määrin, sillä jauhojen sekoitus veden kanssa aktivoi lipoksygenaasin ja sen vaikutuksesta tapahtuva hapettuminen on nopeaa. (Tipples, 1995; Kopfler ym., 2012; Donley, 2015)

Koska rasvat ovat viljanjyvän makrokomponenteista hapettumisherkimpiä ja niiden hapettuminen aiheuttaa viljatuotteisiin laadullisia haittoja, on hapettumismekanismia tutkittu paljon ja siten yritetty kehittää erilaisia strategioita rasvojen stabiloimiseksi. Näitä ovat mm. seuraavat:

Kylmäsäilytyksen -20 °C:ssa 20 viikon ajan on havaittu ehkäisevän rasvojen hapettumista, mutta toisaalta sen hyöty on varsin minimaalinen menetelmän aiheuttamiin kustannuksiin nähden.

Suojakaasuteknikka, jota ei ole havaittu kovin tehokkaaksi, sillä entsyymaattinen hapettuminen ei tapahtuakseen vaadi happea.

Antioksidanttien lisäys, joka tuo vain marginaalista lisäsuojaa hapettumista vastaan. Toisaalta se on kustannustehokkaampaa kylmäsäilytykseen verrattuna.

Lämpökäsittely, jolla pyritään inaktivoimaan lipaasi jyvistä vaikuttamatta niiden antioksidanttipitoisuuksiin. Koska lipaasiaktiivisuus on korkeinta jyvän lesekerroksessa, menetelmässä lähtökohtaisesti erotellaan ensin lesefraktio ja lisätään se lämpökäsittelyn jälkeen jauhoihin. Erilaisilla lämpökäsittelymenetelmillä tuotettujen täysjyvävehnäjauhojen hapettumiskestävyyttä on tutkittu, ja kokeilluista menetelmistä tehokkaimmaksi on osoittautunut mikroaaltokäsittely 1 000 W:n teholla minuutin ajan, joka merkittävästi pienensi vapaiden rasvahappojen muodostumista jauhoihin pitkäaikaisen seurantatutkimuksen kuluessa. On kuitenkin syytä muistaa, että jauhojen varastoinnin jatkuessa pitkään lämpökäsittely voi korkeintaan hidastaa lipolyysiä. Sen sijaan rasvojen hapettumistuotteiden (konjugoidut dieenit) muodostumiseen ei lämpökäsittelyllä juuri ole havaittu vaikutusta. Haittana menetelmässä onkin, että se pikemminkin voi edistää rasvahappojen auto-oksidaatiota. Tarkempia tuloksia vehnäjauhojen hapettumiskestävyydestä eri lämpökäsittelymenetelmillä on koottu taulukkoon 1. Metallionien lisäys sumutteena leseiden päälle, millä, aivan kuten lämpökäsittelyllä, pyritään vaikuttamaan lipaasin aktiivisuuteen. Parhaiten soveltuvia ovat esim. sinkki- ja kupari-ionit.

Gamma-säteilytys: On raportoitu, että 0,25 kGy:n annoksella säteilytetyistä täysjyvävehnä jauhoista, joita on säilytetty 6 kk, leivottu leipä oli aistittavalta laadultaan selvästi parempi kuin säteilyttämättömistä jauhoista leivottu. Toisaalta säteilytyksellä on vaikutusta monien eri vitamiinien pitoisuuksiin jauhoissa, kuten myös monitydyttymättömien rasvahappojen. Haittapuolena on myös kuluttajien huoli mahdollisesta radioaktiivisuudesta jauhoissa. (Campbell ym., 1991; Rose ym., 2008; Donley, 2015)

Taulukko 1: Lämpökäsittelyjen vehnä jauhonäytteiden hapettumiskestävyyden seuranta indikaattoreina vapaat rasvahapot ja konjugoidut dieenit (Rose ym., 2008)

	Varastointiaika kk				
	0	3	6	9	12
Lämpökäsittely	Vapaat rasvahapot $\mu\text{mol/g}$				
ei käsitelty	0,053	5,16	7,61	8,64	10,7
kuivailma 175 °C, 25 min	0,053	3,61	5,44	6,32	7,58
mikroaalto 1000 W, 1 min	0,053	2,78	3,93	4,85	6,06
vesihöyry, 100 °C, 1 min	0,053	2,96	4,11	5,15	6,14
	Konjugoidut dieenit $\mu\text{mol/g}$				
ei käsitelty	0,418	0,457	0,433	0,462	0,528
kuivailma	0,418	0,459	0,485	0,506	0,586
mikroaalto	0,418	0,435	0,467	0,492	0,511
vesihöyry	0,418	0,463	0,447	0,487	0,522

Hiilihydraatit

Lipolyysin eteneminen vaikuttaa myös sokereiden määrään vähentävästi.

Myös

lämpötila, kosteus ja homekasvustot vaikuttavat sokeripitoisuuksiin. Normaaleissa varastointiolosuhteissa homekasvustojen määrä on yhteydessä sokeripitoisuuden alenemiseen. Jos varastointiolosuhteet ovat moitteettomat, sokerien määrä pysyy lähes muuttumattomana, sakkaroosin pitoisuus laskee hieman. (Tipples, 1995)

Proteiinit

Normaaleissa varastointiolosuhteissa proteiinin määrä ja laatu pysyvät pitkäaikaisenkin varastoinnin aikana lähes muuttumattomina. Homekontaminaatio saattaa nostaa proteiinipitoisuutta johtuen hiilihydraattipitoisuuden samanaikaisesta laskusta. Yli neljän vuoden varastointiaika vähentää viljan proteiinien hydrofiilisiä ominaisuuksia ja laskee vesiliukoisten proteiinien määrää. Vain virheellisestä varastoinnista aiheutuneet vahingot voivat edetessään aiheuttaa proteolyysiä ja vapaiden aminohappojen tuotantoa. (Tipples, 1995)

Konjugoidut dieenit: Rasvojen *primäärisiä hapettumistuotteita*. Näiden pitoisuus on kriittinen rasvan laadun kannalta tutkittava arvo elintarvikkeissa. Kuvaa rasvojen hapettumisen tilaa peroksidilukua paremmin, sillä konjugoituja dieenejä muodostuu edelleen hydroperoksidien jo hajotessa. Myös konjugoitujen dieenien pitoisuus saavuttaa lopulta huippunsa ja näistä muodostuvien *sekundääristen hapettumistuotteiden* (mm. aldehydit ja ketonit) aiheuttamat laatuvirheet (maku, haju) ovat jo ihmisaistein havaittavissa. (Farhoosh ja Moosavi, 2009; Nollet ja Toldrá, 2009)

Vitamiinit ja kivennäisaineet

Tiamiini on varsin stabiili. Kuitenkin kohonnut kosteuspitoisuus voi pienentää pitoisuutta 30 %. Muut B-vitamiinit ovat (pantoteenihappoa lukuun ottamatta) stabiileja suotuisissa varastointiolosuhteissa eivätkä tuhoudu jyvän ollessa ehjä. Huomioon on kuitenkin otettava niiden alttius valolle ja ilmalle. E-vitamiinia menetetään kiihtyvässä määrin huonoissa varastointiolosuhteissa ja hävikki on yhteydessä tyydyttymättömien rasvahappojen hävikkiin. (Tipples, 1995; Kopfler ym., 2012)

Kivennäisaineet ovat hyvin stabiileja, hävikkiä tapahtuu harvoin. Liukoisen fosforin määrä viljanjyvissä saattaa pitkäaikaisen varastoinnin aikana jopa nousta. Syynä tähän on, että fytiini, johon fosfori on viljanjyvässä sitoutunut, hajoaa varastoinnin aikana ja fosfori vapautuu helpommin imeytyvään muotoon. (Tipples, 1995)

Kokoavia näkökulmia ravintoarvon ja terveystvaikutusten väliseen yhteyteen

Jauhatusaste

Edellä on jo saatu esimerkkejä siitä, miten paljon ravinteikkaampia täysjyväjauhot ovat vaaleisiin jauhoihin nähden ja miten niiden käyttö myös näkyy ilmeisinä terveyshyötyinä. Vertaistään hakeva esimerkki siitä, miten ruokatottumusten parantaminen koko kansan tasolla näkyy sairastavuuden selvänä alenemana, on Tanskasta toisen maailmansodan ajalta. Siellä tuolloin koetun elintarvikepuulan seurauksena mm. vaalean leivän käyttö loppui. Tilalle tuli rukiista (67 %), kaurasta (21 %) ja leseistä (12 %) leivottua täysjyväleipää. Tämän seurauksena kuolleisuus laski alimmalle tasolle, mitä Euroopassa on koskaan tilastoitu, samaten monien elintasosairauksien, kuten sydän- ja verisuonitautien, diabeteksen, korkean verenpaineen ja syöpien, esiintyvyys laski rajusti ja edelleen esim. ruoansulatuselimistön sairauksia ei tilastoitu yhtään tapausta. (Campbell ym., 1991)

Entä miten on sen laita, jos vaaleita jauhoja täydennetään ravintoaineilla, joita niistä on myllyprosessin aikana menetetty? Ainakin vaaleisiin vehnäjauhoihin on ollut tapana lisätä rautaa, tiamiinia, riboflaviinia ja niasiinia pitoisuuksina, joilla näiden pitoisuudet on palautettu täysjyvävehnäjauhojen tasolle. Ei ole kuitenkaan saatavilla kattavaa tutkimusaineistoa näiden ravintoaineeksi sopivuudesta tai esim. mahdollisesta myrkyllisyydestä. Keinovitamiinien ja –kivennäisaineiden on myös havaittu käyttäytyvän eri tavalla luontaisiin nähden. Siksi luontaisessa muodossaan ravinteet sisältävä täysjyväjauho on turvallisempi valinta kuin täydennetty vaalea jauho.

Tämän tueksi löytyy myös tieteellistä näyttöä: eräässä rottakokeessa verrokkiryhmille syötettiin joko täysjyväleipää tai täydennetyistä vaaleista jauhoista leivottua leipää. Täysjyväleivällä ruokittu ryhmä oli muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta pysynyt terveenä, kun taas reilusti yli puolet verrokkiryhmän rotista oli kuollut 90 vrk:n seurantajakson aikana ja loputkin rotista olivat lakanneet kasvamasta. (Campbell ym., 1991)

Viljelymenetelmän vaikutus viljan ravintoarvoon

On saatu viitettä siitä, että luomuvilja olisi tavanomaisesti viljeltyä terveellisempää. Tällainen havainto on tehty kokeessa hiirillä, jossa verrokkiryhmille syötettiin luomuviljaa ja tavanomaisesti kasvatettua viljaa. Luomuryhmässä raportoitiin seurantajakson aikana puolet vähemmän kuolintapauksia kuin verrokkiryhmässä. Havaintoa eivät selitä erot ravinteikkuudessa, sillä ravintoainepitoisuuksien ei ole havaittu eroavan toisistaan samoissa olosuhteissa kasvatetuissa viljoissa riippumatta siitä, onko se luomua vai tavanomaista. Selittävänä tekijänä havainnoille luomuviljan terveellisyydestä on tarjottu sitä, että

luomuviljoissa tapahtuu pienempää ravintoaineiden hävikkiä varastoinnin aikana, minkä taas arvellaan johtuvan paremmasta maaperän ravinteiden hyödynnettävyydestä luomuviljelyssä, jossa ei, toisin kuin tavanomaisessa viljelyssä, pyritä mahdollisimman suureen jyväntuotantoon mahdollisimman pienellä peltoalalla keinolannoituksen avulla. (Campbell ym., 1991)

Yhteenveto

Muutamaan pääkohtaan tiivistäen tämän kirjoituksen kantavia ajatuksia ovat seuraavat:

Viljan varastointi on nähtävä kokonaisvaltaisena, integroituna systeeminä, jossa jokaisella osatekijällä on oma vaikutuksensa viljan ravitsemukselliseen ym. käyttölaatuun. Jos kaikki kriittiset osatekijät, lämpötila, ilmankosteus sekä ilmatiivis ja valolta suojattu varastorakenne, ovat hallinnassa, voidaan viljanjyvien ravitsemuksellinen ja leivontalaatu saada säilymään jopa vuosien ajan. Virheellinen varastointi voi taas helposti hävittää muuten stabiileja viljanjyvän ravintoaineita.

Viljanjyvät ovat eläviä organismeja, joissa tapahtuu ikääntymistä koko ajan, joten moitteettomissakin varastointiolosuhteissa niiden käyttölaatu häviää ajan myötä.

Rasvat ovat viljanjyvien ravintoainekomponenteista herkimmin hapettuvia, joten niiden hapettumismekanismeja on tutkittu paljonkin ja on kehitelty erilaisia strategioita niiden stabiloimiseksi. Osittain näiden kanssa on onnistuttukin, mutta näillä korkeintaan voidaan vain hidastaa rasvojen hapettumista, ei estää sitä kokonaan. Rasvojen hapettuminen on pääsyyinä jauhojen käyttölaadun huononemiseen.

Viljanjyville on olemassa kaksi erilaista jauhantamenetelmää: moderni valssimyllytekniikka ja perinteisempi kiviparijauhatus. Kiviparitekniikka on näistä prosessina kevyempi; jyvät eivät esim. altistu korkeille lämpötiloille eikä menetelmässä siten myöskään ole ylikuumenemisriskiä. Kiviparilla jauhettujen jauhojen hapettumiskestävyys on parempi ja eri ravintoaineiden hävikki pitkäaikaisessa varastoinnissa maltillisempaa.

Täysjyväjauhot ovat ravinteikkuudeltaan yliverkaisia vaaleisiin jauhoihin nähden. Edes vaaleiden jauhojen ravintoainetäydennys ei ole sama asia kuin saada nämä ravinteet luontaisessa muodossaan täysjyväjauhoista, jos haluaa saada mahdollisimman optimaaliset terveyshyödyt. Täysjyväjauhojen säilyvyysaika tosin on noin puoli vuotta lyhyempi kuin vaaleilla jauhoilla. Onkin suositeltavaa käyttää täysjyväjauhot mahdollisimman tuoreeltaan.



Kuva: Myllyliitto ry.

Lähdeluettelo

Bakerpedia: Oxidizing agents (bakerpedia.com/ingredients/oxidizing-agents/ (sivua viimeksi päivitetty 21.2.2017, sivulla vierailtu 21.6.2017))

Campbell J., Hauser M., Hill S. (1991): Nutritional characteristics of organic, freshly stone-ground, sourdough & conventional breads. McGill Univ.: EAP Publ. 35 (eap.mcgill.ca/publications/EAP35)

Donley A. (2015) Whole wheat flour milling, storage challenges. World-grain.com 9.10. (<http://www.world-grain.com/Departments/Milling-Operations/2015/10/Whole-wheat-flour-milling-storage-challenges.aspx>)

Farhoosh R., Moosavi S.M.R. (2009): Evaluating the performance of peroxide and conjugated diene values in monitoring quality of used frying oils. J. Agric. Sci. Technol. 11: 173 – 179

Kopfler K., Prevo L., Thuralls T., Tupper K. (2012) Effect of flour age on sensory evaluation of whole wheat bread. Bastyr Univ. Food Sci. Lab TR5111L-D 4.12. (<https://kkopfler.files.wordpress.com/2012/10/effect-of-aging-wheat-flour-on-baked-product.pdf>)

McKevith B. (2004): Nutritional aspects of cereals. Nutr. Bull. 29: 111 – 142

Nollet L.M.L., Toldrá F. (2009): Handbook of muscle food analysis, s. 226. CRC Press, Boca Raton, Florida

Rose D.J., Ogden L.V., Dunn M.L., Pike O.A. (2008): Enhanced lipid stability in whole wheat flour by lipase inactivation and antioxidant retention. Cereal Chem. 85 (2): 218 – 223

Tipples K.H. (1995): Quality and nutritional changes in stored grains, teoksessa: *Stored-grain ecosystems*, Jayas D.S., White N.D.G. ja Muir W.E. (toim.) ss. 325–351. Marcel Dekker Inc., New York

Kirjoittaja on ETM Heikki Tuomela, joka on vuoden 2017 aikana työskennellyt määräaikaisena Ahlmanilla Tiedolla ja osaamisella kasvuun –hankkeen tehtävien parissa.