

Paljasjyväisen kauran kuoriutuvuus, itävyys ja säilyvyys

Anna-Maija Kirkkari¹⁾, Pirjo Peltonen-Sainio²⁾, Pekka Lehtinen³⁾

¹⁾ Työtehoseura ry, PL 13, 05201 Rajamäki, anna-maija.kirkkari@tts.fi, ²⁾ MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, pirjo.peltonen-sainio@mtt.fi, ³⁾ Tekninen korkeakoulu, Biokemian ja mikrobiologian laboratorio, PL 6100, 02015 TKK, pekka.lehtinen@hut.fi

Johdanto

Kauran jyvää suojaa kaksi suojalehteä, ulkohelpe ja sisähelpe. Toisin kuin tavanomaisella kauralla, jolla paksu ulkohelpe kiinnittyy tiukasti jyvän ympärille, paljasjyväisellä kauralla ulkohelpe on ohut, paperimainen, vähän ligniiniä sisältävä ja irtoaa puidessa kuten tapahtuu myös vehnällä ja rukiilla (Valentine 1995). Paljasjyväisen kauran kuoriutuminen ei kuitenkaan ole täydellistä, vaikka kyseistä ominaisuutta onkin tavoiteltu. Suomalaisessa paljasjyväisen kauran kokeessa kuoripitoisuus vaihteli eri lajikkeilla välillä 0,7–5,6% (Kangas ym. 2001). Jalostuksen avulla kuoripitoisuutta on pystytty alentamaan ja uusimmilla lajikkeilla kuoripitoisuus voikin jäädä jo alle prosentin.

Kuoren kiinni pysymistä kontrolloi yksi dominoiva *N-1* –geeni (Kibite 2002). Fysiologisesti tarkasteltuna siihen vaikuttavat muun muassa ulkohelpeen ligniinipitoisuus, paljasjyväisen kauran monikukkaisuus-ominaisuus ja pitkä tähkylälapako. Paljasjyväisen kauran tähkylän ollessa monikukkainen, siinä on usein kolme tai useampia kehittymään lähteviä jyviä, kun tavanomaisessa kaurassa niitä on yleensä vain kaksi. Mitä aikaisemmin jyvä on erilaistunut röyhyyn, sitä fysiologisesti kypsempi se on puintihetkellä ja sitä todennäköisemmin se myös kuoriutuu puitaessa. Kuoriutumatta jäävät jyvät ovatkin usein kauran röyhyyn viimeisimpinä kehittyneissä tähkylöissä (Kirkkari & Peltonen-Sainio 2000).

Kuoripitoisuuteen vaikuttavat erittäin voimakkaasti ympäristöolosuhteet (Boland & Lawes 1973). Viileät olot kukinnan aikana tuottavat enemmän kuorellisia jyviä kuin lämpimät olot. Myös päivänpituudella arvellaan olevan positiivinen vaikutus paljasjyväisyyden ilmenemiseen. Sen sijaan kuivissa oloissa kuoret irtoavat heikommin jyvätimien ympäriltä.

Kuoren tarkoitus on suojata jyvää (Welch 1995). Thortonin (1986) kokeissa kuoriutumattomat paljasjyväiset kaurat eivät vahingoittuneet kuten paljaat jyvät puinnissa. Paljasjyväisen kauran alkio työntyy jyvästä ulospäin, jonka on arveltu olevan yksi syy vahingoittumisalttiuteen jyvän pehmeiden lisäksi (Valentine 1995). Tosin Thortonin (1986) ja Peltonen-Sainion ym. (2001) kokeissa sillä ei ollut yhteyttä itävyysvaurioihin. Itävyysvaurioiden yleisyyteen eivät myöskään vaikuttaneet jyvän paino, pituus, pyöreys tai läpimitta (Peltonen-Sainio ym. 2001). Sen sijaan jyvien tasakokoisuudella havaittiin yhteys kuoriutuvuuteen (Deane and Commers 1986).

Jyvän vahingoittuessa lipaasientsyymi aktivoituu ja rasvahapot hajoavat aiheuttaen kauran härskiintymisen. Koska paljasjyväinen kaura on altis mekaanisille vaurioille (Thorton 1986, Kirkkari ym. 2001, Valentine 1985) on sitkeästi oletettu, että se olisi herkkä myös härskiintymään. Kokeissa on kuitenkin osoitettu, että paljasjyväinen kaura säilyy varastossa yhtä hyvin kuin tavanomaisenkin kaura, ainakin silloin, kun jyvä ei ole huomattavassa määrin vahingoittunut (Welch 1977, Heiniö ym. 2000).

Tässä Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa hankkeessa tavoitteena oli selvittää, kuinka puintikosteus ja puimurin säädöt vaikuttavat paljasjyväisen kauran kuoriutuvuuteen ja onko kuoriutuvuudella ja itävyydellä yhteyttä toisiinsa. Sen lisäksi selvitettiin paljasjyväisen kauran säilyvyyttä.

Aineisto ja menetelmät

Viljelykokeet toteutettiin Työtehoseurassa Rajamäellä, Viikin koetilalla Helsingin yliopistossa ja MTT:llä Jokioisilla. Säilyvyyskokeet tehtiin Teknisessä korkeakoulussa. Kokeet toteutettiin vuosien 1998–2000 aikana viljelemällä suomalaista Lisbeth-lajiketta sekä englantilaista Bullionia. Kokeet kylvettiin porrastetusti kolmena eri ajankohtana tavoitteena saavuttaa syksyllä erilaisilla puintikosteuksilla korjattuja näytteitä. Sääolosuhteet vaihtelivat kolmena koevuotena voimakkaasti. Vuosi 1998 oli sateinen ja myöhäinen päinvastoin kuin 1999, jolloin näytteiden puinti aloitettiin noin kuukausi edellisvuotta aikaisemmin. Vuotta 2000 voitaneen luonnehtia ihannevuodeksi sadonmuodostuksen kannalta ja puintikosteudetkin pysyivät koko syksyn kohtuullisina verrattuna yleisiin keskiarvoihin.

Paljasjyväiset kaurat kylvettiin suuriin (250 m²) ruutuihin, joista puitiin näytteitä kolmesta seitsemään kertaan riippuen näytteen kosteudesta. Tavoitteena oli saada mahdollisimman monta puintikosteudeltaan erilaista näytettä. Puinti suoritettiin tavallisella puimurilla kolmella erilaisella puintisäädöllä eri vuosina: vuonna 1998 käytettiin normaaleja kauran säätöjä, joissa puintisynterinin kierrosnopeus oli 1200 rpm (läpimitta 450 mm) eli 28 m/s ja puintiväli oli asetettu edestä 18 mm ja takaa 7 mm. Vuonna 1999 käytettiin kahta puintisynterinin kierrosnopeutta 1200 rpm (28 m/s) ja 900 rpm (21 m/s). Vuonna 2000 puintiväliä tiukennettiin niin, että väli oli edestä 15 mm ja takaa 5 mm.

Kaikista puiduista eristä otettiin 3 kg näyte puimurin puintisäiliöstä. Itävyysanalyysit tehtiin (4 x 100 siementä idätyspaperilla) Kasvintuotannon tarkastuskeskuksessa. Itävyystulokset jaettiin kolmeen ryhmään: normaalisti itäneet, vaillinaiset ja kuolleet. Vain normaalisti itäneet laskettiin mukaan itävyysprosenttiin. Vuosien 1998-2000 näytteistä määriteltiin jyväsattoon kiinni jääneiden kuorten osuus kolmesta osanäytteestä painoprosentteina noin 5 gramman painoisesta näytteestä. Näytteistä eroteltiin kuorelliset jyvät, jyvät kuorittiin käsin ja kuorien osuus näytteestä punnittiin (kuori-%). Lisäksi vuosien 1999 ja 2000 näytteistä laskettiin kuorellisten jyvien lukumäärällinen osuus sadasta jyvasta (kuoripitoisuus). Kuoriutuvuuden tai kuoriutumattomuuden yhteyksiä jyvän vioittumiseen (itävyysvauriot) verrattiin ja samoin testattiin niiden yhteyksiä puintikosteuteen, puintisäätöihin ja lajikkeisiin. Säilyvyyden testaamiseksi paljasjyväisistä kaurista testattiin vapaiden rasvahappojen pitoisuudet säilyttämällä niitä huoneen lämmössä jopa kaksi vuotta.

Tulokset

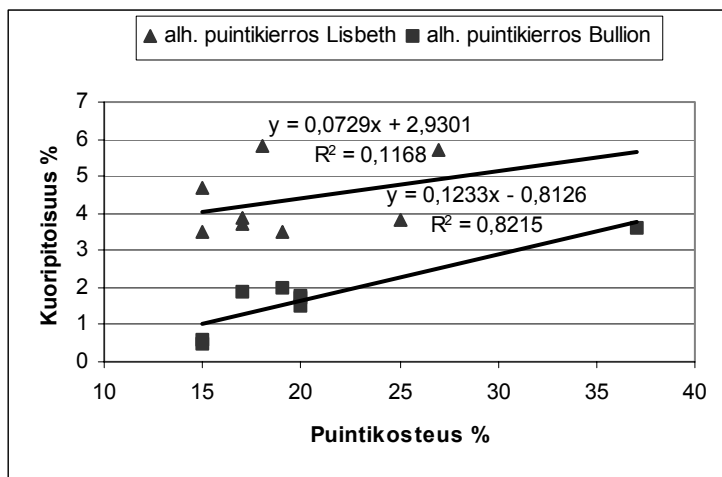
Paljasjyväisen kauran kuoripitoisuus ja siihen vaikuttavia tekijöitä

Paljasjyväisen kauran kuoripitoisuudet painoprosentteina vaihtelivat Lisbethillä eri vuosina 1,1-7,1 prosenttien välillä ollen keskimäärin 3,86 painoprosenttiyksikköä. Bullionin kuoripitoisuus oli huomattavasti pienempi vaihdellen 0,4 prosentista 5,2 prosenttiin ja ollen keskimäärin 1,62 painoprosenttiyksikköä. Kosteana vuonna 1998 paljasjyväisessä kaurassa kuoripitoisuus oli alhaisimmillaan, kun taas kasvuoloiltaan kuivana vuonna Lisbethin kuoripitoisuus ja suotuisana vuonna Bullionin kuoripitoisuudet olivat korkeimmillaan. Kuoripitoisuutta mitattiin myös kuorellisten jyvien lukumäärällä. Lisbethillä paljasjyväisten jyvien määrä oli selvästi pienempi kuin Bullionilla. Lisbethillä kuorettomuusaste oli vain 71-77 %, kun se Bullionilla oli 89-90 %. Myös näin mitattuna Lisbethillä kuorellisten jyvien lukumäärä oli suurempi kuivana vuotena ja Bullionilla oli hiukan enemmän kuorellisia jyviä suotuisana kasvuvuotena.

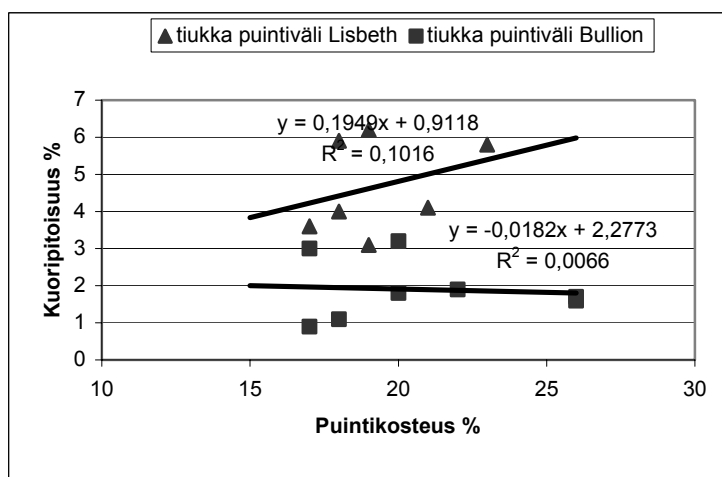
Korkeat puintikosteudet lisäsivät Bullionilla kuoripitoisuutta, mutta puintikosteuden lisääntymisellä ei ollut vaikutusta Lisbethin kuoripitoisuuteen normaaleilla puintisäädöillä puitaessa. Kun verrattiin kuoriutuvuuden astetta jyvälukumäärän avulla, vuonna 1999 vaikutus oli samanlainen kuin painoprosentteina mitattaessa. Sen sijaan vuonna 2000 kuoripitoisuus aleni normaalilla puinnilla puintikosteuden lisääntyessä molemmilla lajeilla. Suotuisat kasvuolot vuonna 2000 aiheuttivat luultavasti täydellisemmän jyvän täyttymisen kuin vuonna 1999 ja paransivat näin myös kuoriutuvuutta.

Puintisäätöjen ja -kosteuden vaikutus kuoripitoisuuteen, itävyyteen ja säilyvyyteen

Alhaiset puintikierrokset eli hellävarainen puinti lisäsivät kuoripitoisuutta oletusten mukaisesti puintikosteuden lisääntyessä molemmilla lajikkeilla (Kuva 1). Tiukennettu puintiväli sen sijaan lisäsi kuoripitoisuutta suomalaisella Lisbeth-lajikkeella puintikosteuden noustessa, vaikka oletuksena oli tiukan puintivälin parempi kuoria irrottava vaikutus. Bullion-lajikkeella kuoripitoisuus aleni lievästi puintikosteuden lisääntyessä käytettäessä tiukennettua puintiväliä (Kuva 2).



Kuva 1. Hellävaraisen puinnin säädöillä puitujen paljasjyväisten kaurojen Lisbethin ja Bullionin kuoripitoisuudet nousivat, kun puintikosteus lisääntyi.



Kuva 2. Kovakouraisessa puinnissa oletusten vastaisesti kuoripitoisuus lisääntyi puintikosteuden lisääntyessä Lisbethillä. Sen sijaan Bullionilla trendi oli laskeva.

Aikaisempien tutkimusten (Kirkkari ym. 2001) mukaan puintivälin tiukentaminen ei lisännyt merkittävästi itävyysvaurioita, vaikka näin voisi olettaa. Itävyysvaurioihin vaikutti eniten puintikosteus. Näissä kokeissa normaalilla puinnilla Lisbethin hyvin itäneissä jyväerissä oli enemmän kuorta kuin huonommin itäneissä erissä. Tämän mukaan kuori olisi suojannut jyvää itävyysvaurioilta. Bullionilla tällaista trendiä ei ollut näkyvissä. Sen sijaan alhaisilla puintikierroksilla puitaessa Bullionin hyvin itäneissä näytteissä oli vähemmän kuorta kuin huonommin itäneissä. Lisbethillä alhaisilla puintikierroksilla ei ollut yhteyttä kuoripitoisuuden ja itävyyden välillä. Molemmilla lajikkeilla tiukan puintivälin puinnissa paremmin itäneet näytteet sisälsivät vähemmän kuorta kuin huonommin itäneet.

Säilyvyyteen puintikosteudella oli vain vähäinen vaikutus. Eri puintikosteuksissa puitujen näytteiden rasvahappojen pitoisuus vaihteli hieman, mutta mitään systemaattista vaikutusta puintikosteudella ei säilyvyyteen ollut.

Johtopäätökset

Erilaiset kasvukaudet vaikuttavat paljasjyväisen kauran kuoripitoisuuteen ja kuoriutuvuuteen. Kuivana vuonna kuoripitoisuus oli korkeampi kuin kosteana vuonna, mutta toisaalta kasvuoloiltaan suotuisana vuonna ylettiin lähes samoihin kuoripitoisuuksiin. Kuoriutuvuudelle suotuisaa puintikosteusaluetta ei ollut havaittavissa. Puintisäätöjen vaikutus kuoriutuvuuteen oli alhaisten puintikierrosten osalta odotettua. Hypoteesien mukaisesti hellävarainen puinti lisäsi kuoripitoisuutta. Kovakourainen puinti eli tiukennettu puintiväli ei yllättäen vähentänyt kuoripitoisuutta.

Kuorien itävyyttä suojaava vaikutus sai tämän tutkimuksen mukaan vahvistusta vain Lisbethin osalta. Normaalisäädöillä puidulla Lisbethillä oli hyvin itävissä näytteissä suurempi kuoripitoisuus kuin huonosti itävissä näytteissä, kun taas Bullionilla kuorien suojaavaa vaikutusta ei ollut näkyvissä. Tiukennettu puintiväli ei vähentänyt kuoripitoisuutta eikä itävyyttä, vaikka juuri päinvastaista vaikutusta kovakouraiselta puinnilta odotettiin. Puintikosteudella ei näyttänyt olevan vaikutusta säilyvyyteen. Kaiken kaikkiaan paljasjyväinen kaura säilyi siinä missä tavanomainenkin kaura.

Kirjallisuus

- Boland, P. & Lawes, D. A.** 1973. The inheritance of naked grain character in oats studied in a cross between the naked variety Caesar and the husked variety BO 1/11. *Euphytica* 22 (1973): 582-591.
- Deane, D. & Commers, E.** 1986. Oat cleaning and processing. *Chemistry and Technology*, (ed. F.H. Webster), American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN, pp. 371-412.
- Heiniö, R-L., Kleemola, T., Kaukovirta-Norja, A., Laitila, A., Myllymäki, O., Oksman-Caldentey, K-M., Poutanen, K., Suortti, T., Kiiliäinen, K., Lehtinen, P., Lehto, S., Pihlaja, J.-M. & Sontag-Strohm, T.** 2000. Kauran biotekninen prosessointi uusiksi elintarvikkeiksi. Kaurasta elinvoimaa, Kansallisen KAURA-ohjelman kolmas tutkimusseminaari 12.10.2000, s. 22-23. VTT, Espoo.
- Kangas, A., Salo, Y. & Vuorinen, M.** 2001. Paljasjyväisten kauralajikkeiden satoisuus. Kaurasta elinvoimaa. EKT-sarja 1221. p. 77-83.
- Kibite, S.** 2002. An Isozyme Marker Linked to the N-1 Gene Governing Nakedness in Oat. *Oat Newsletter* v. 48. <http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/newsletter/v48/Isozyme.htm>
- Kirkkari, A-M. & Peltonen-Sainio, P.** 2000. Paljasjyväinen kaura. Työtehoseuran julkaisu 377.
- Kirkkari, A-M., Peltonen-Sainio, P. & Rita, H.** 2001. Reducing grain damage in naked oat through gentle harvesting. *Agricultural and food science in Finland*. Vol 10 (2001) 223-229.
- Peltonen-Sainio, P., Muurinen, S., Vilppu, M., Rajala, A., Gates, F. & Kirkkari, A-M.** 2001. Germination and grain vigour of naked oat in response to grain moisture at harvest. *Journal of Agriculture Science, Cambridge* (2001), 137, 147-156.
- Thorton, M.S.** 1986. Investigations into the Problems Associated with the Development of Naked Oats as a Crop. PhD. Thesis: University of Wales, Aberystwyth.
- Valentine, J.** 1995. Naked oats. In: Welch R.W. (ed.), *The Oat Crop*, pp. 504-527, Chapman & Hall, London, UK.
- Welch, R. W.** 1977. The development of rancidity in husked and naked oats after storage in various conditions. *Journal of Science of Food and Agriculture* 28:269-274.
- Welch, R. W.** 1995. Naked oats. In: Welch R.W. (ed.), *The Oat Crop*, pp. 279-320, Chapman & Hall, London, UK.
- White, E. M.** 1995. Structure and development of oats. In: Welch R.W. (ed.), *The Oat Crop*, pp. 88-119, Chapman & Hall, London, UK.