

# ILMASTO MUUTTUU – TILAA SYYSVILJOILLE?



**Erkki Joki-Tokola, Piia Kekkonen ja Miika Hartikainen**  
**MTT Ruukki**



**MTT**  
Maa- ja  
elintarviketalouden  
tutkimuskeskus



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin.

---

# Sisällysluettelo

---

1 Johdanto .....	2
2 Miksi syyskasveja? .....	3
3 Talvehtiminen riskitekijä? .....	4
3.1 Kasvien sopeutuminen kylmään .....	4
3.2 Talvehtimiseen vaikuttavat ympäristötekijät.....	4
4 Syysviljojen lajikekokeet Ruukissa 2011-2014.....	6
4.1 Syysviljakokeiden toteutus .....	6
4.2 Koevuosien sääolosuhteet .....	7
4.3 Syysvehnä .....	11
4.3.1 Syysvehnän viljelykokeet Ruukissa .....	11
4.3.2 Syysvehnäkoekien tulokset.....	12
4.4 Ruis .....	13
4.4.1 Rukiin viljelykokeet Ruukissa .....	14
4.4.2 Ruiskokeiden tulokset .....	14
4.5 Ruisvehnä.....	16
4.5.1 Ruisvehnäkoeket Ruukissa .....	16
4.5.2 Ruisvehnäkoekien tulokset .....	16
4.6 Syysohra.....	17
4.6.1 Syysohrakokeet Ruukissa .....	17
4.6.2 Syysohrakokeiden tulokset .....	17
5 Syysrapsikokeet Ruukissa 2013-2014.....	18
5.1 Syysrapsi .....	18
5.2 Syysrapsikoe Ruukissa.....	18
6 Yhteenveto .....	20
7 Lähteet.....	21
8 Liitteet .....	23

Kannen kuva:  
Miika Hartikainen

---

# 1 Johdanto

---

Ilmastonmuutoksen oletetaan kohottavan lämpötilaa ja pidentävän Suomessa kasvukautta. Kansainvälisen ilmastopaneelin (IPPC) ennusteen mukaan Lapin kasvukausi vastaisi vuosisadan lopulla nykyistä Etelä-Suomen kasvukautta, maa keskiosien kasvukausi vastaisi puolestaan Tanskan nykyistä kasvukautta ja Etelä-Suomessa kasvukausi vastaisi nykyisin Belgiassa vallitsevaa kasvukautta (Saukkonen 2008, Ilmasto-opas.fi 2014). Ilmaston vaihtelua on tapahtunut luontaisesti aina ja kasvihuoneilmiö on sinällään ehto nykykuoroisen elämän säilymiselle maapallolla. Uutta tilanteessa on se, että kasvihuoneilmiö voimistuu ihmislähtöisen toiminnan tuloksena ja on johtamassa maapallon keskilämpötilan kohoamiseen. Lämpötilan kohoaminen on voimakkainta pohjoisilla alueilla ja Suomen ilmaston odotetaan lämpenevän enemmän kuin maapallon keskimäärin (Jylhä ym. 2004, Solomon ym. 2007). Tämä ero tulee kuitenkin selkeästi esiin vasta vuosisadan loppua kohden (Räisänen & Ruokolainen 2006). Jylhä ym. (2004) arvioivat Suomen keskilämpötilojen nousevan 1,4 - 7,4 °C vuosisadan loppuun mennessä. Ilmastonmuutosta hillitsevien toimenpiteiden tavoitteena on, että maapallon keskilämpötilan kohoaminen ei ylittäisi kahta astetta.

Ilmaston lämpeneminen ja kasvukauden piteneminen tulevat mahdollistamaan nykyistä varhaisemmat kylvöt. Kylvöjen ennustetaan aikaistuvan nykyisestä keskimäärin viikolla kaudella 2011-2040, kahdella viikolla kaudella 2041-2070 ja kolmella viikolla kaudella 2071-2100 (Peltonen-Sainio ym. 2009). Sadonkorjuu ei sen sijaan todennäköisesti siirry paljoa nykyistä myöhemmäksi. Korjuukauden pidentäminen nykyisestäään estyy korjuuolosuhteiden vaikeutumisen takia. Syyssateiden aiheuttama haitta on suurempi kuin odotettavissa pieneksi jäävä sadonlisä. Ilmastonmuutoksesta koituva etu näyttäisi siten painottuvan kasvukauden alkuun, jolloin sen hyödyntäminen onnistuu, ainakin teoriassa, parhaiten monivuotisten viljelykasvien avulla.

Kylmien, vakaiden talvien muuttuminen leudoiksi kasvattaa syyskylvöisten ja monivuotisten viljelykasvien talvehtimisriskiä (Jylhä ym. 2008, Peltonen-Sainio ym. 2009, 2011). Kasvien kylmäkaraistuminen voi jäädä lämpiminä syksyinä vajaaksi ja lumen sataminen sulaan maahan lisää lumihomeriskiä talvella (Jylhä ym. 2004, 2008, Peltonen-Sainio ym. 2011). Lisäksi sula- ja pakkasjaksojen vuorottelu voivat altistaa talvehtivia kasveja jäätymiselle, kuivumiselle ja hapettomille oloille. Ohut lumipeite talvella ja kevätpakkaset vaarantavat sadon, vaikka talvi olisi leuto. Talvehtimiseen liittyvät riskit voivat syrjäyttää monivuotisten kasvien viljelyssä saavutettavissa olevat edut.

Ilmastonmuutoksen mukanaan tuoma lämpeneminen mahdollistaa nykyisten viljelykasvien viljelyalueen laajentumisen ja kokonaan uusien tai vähemmän viljeltyjen kasvien yleistymisen (Peltonen-Sainio ym. 2009). Syysvehnän viljelyalue voi levitä Oulun seudulle asti ja vähän viljelty ruisvehnä voisi muuttua tärkeäksi syysviljäksi. Kasvukauden piteneminen ja talviolojen muuttuminen tulevat mahdollistamaan syysohran ja syyskauran viljelyn. Rapsin viljely muuttuu kannattavammaksi, sillä rapsi hyötyy korkeammista kasvukauden lämpötiloista vielä silloinkin, kun rypsin sato jo kärsii niistä. (Peltonen-Sainio ym. 2007, 2009b.) Ilmaston lämpenemisen ja talviolojen muutosten edessä kevätkylvöiset rypsi- ja rapsilajikkeet todennäköisesti korvautuvat syyskylvöisillä.

Ilmastonmuutoksen odotettavissa olevien etujen maksimointi ja haittojen minimointi edellyttää sopeutumistoimia. Keskeisintä on löytää muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa parhaiten menestyvät kasvilajit ja -lajikkeet. Tässä raportissa on teemana syyskylvöisten kasvilajien menestyminen Pohjois-Pohjanmaalla.

---

## 2 Miksi syyskasveja?

---

Syyskasvilajien viljelyn lisääntyminen on mahdollista vain, jos niiden viljely on kannattavaa. Siinä suhteessa näkymät ovat suhteellisen lupaavat. Syysviljat ovat tuottaneet kuluvan vuosituhannen ensimmäisen kymmenvuotisjakson aikana noin 1 000 kg ha<sup>-1</sup> suuremman jyväsadon kuin vastaavat kevätmuodot (Peltonen-Sainio ym. 2009). Luvut eivät kuitenkaan kerro syysviljojen kilpailukyvyistä Pohjois-Pohjanmaalla, koska tulokset ovat Etelä-Suomesta. Sama tilanne on myös öljykasveista syysrapsin osalta, jolla on Etelä-Suomessa saavutettu huomattavan korkeita satotasoja.

Pääosa maatalouden aiheuttamasta vesistökuormituksesta syntyy pelloilta vesistöihin kulkeutuvista ravinteista. Ne ovat joko liuenneina valuvesiin tai mukana vesien pelloilta huuhtomassa kiintoaineessa. Koska pintavalunta tapahtuu pääosin kasvukauden ulkopuolella, kasvipeitteisyys ymmärrettävästi vähentää molemmissa muodoissa tapahtuvia ravinnehävikkejä. Kiintoaineen kautta syntyvän kuormituksen merkitys viljanviljelyssä voi olla merkittävä, koska pellot muokataan vuosittain. Lisäksi viljatilojen yksipuolinen viljelykierto johtaa jatkuessaan peltomaiden rakenteen heikentymiseen niin, että maan mururakenne muuttuu heikommaksi, jolloin eroosion riski lisääntyy. Syyskylvöisten kasvien käyttö viljelykierron monipuolistajana ja kasvipeitteisyyden tuojana voi osaltaan parantaa tilannetta.

Syyskasvien käyttö tarjoaa työtekniisiä etuja, koska niiden viljely tasaa kevään työhuippua. Syyskylvö mahdollistaa lumien sulamisvesistä keväällä syntyvän kosteuden tehokkaan hyväksikäytön. Kasvihuoneilmioista syntyvä lämpötilan kohoaminen voi johtaa siihen, että kasvukaudet pitenevät erityisesti kylvöjen aikaistumisen kautta. Lumipeitteen ohentuminen ja keväiden säilyminen jatkossakin suhteellisen vähäsateisina voi vaikeuttaa erityisesti kevätviljojen orastumista keväällä.

Syyskasvilajien pysyvänä viljelyriskinä säilyy kuitenkin talvehtimisriski. Niiden talvenkestävyyttä voidaan pyrkiä parantamaan sekä kasvinjalostuksen että viljelytekniikan keinoin. Oleellista on huolehtia oikea-aikaisesta kylvöstä, pellon vesitaloudesta ja kasvitautien torjunnasta.

Syyskasvit kykenevät hyödyntämään tehokkaasti koko kasvukauden, koska niiden kasvu voi käynnistyä aikaisin keväällä ja jatkua pitkään syksyllä. Sadonkorjuun ajoittuminen liian myöhäiselle syksyyn on kuitenkin viljelyvarmuutta ja kannattavuutta heikentävä tekijä. Karjatililla syyskasveista erityisesti viljojen korjuu voi tapahtua leikkuupuinnin sijasta myös kokoviljana, jolloin vältetään leikkuupuinnilta ja jyväsadon kuiva-ukselta. Syysviljojen käyttö karjatilojen viljelykierrossa tarjoaa samalla uuden mahdollisuuden karjanlannan käytölle tilan rehuviljelykierrossa.

---

## 3 Talvehtiminen riskitekijä?

---

### 3.1 Kasvien sopeutuminen kylmään

Syyskasvit tarvitsevat kylvövuonna riittävän pitkän jakson vielä jäljellä olevaa kasvukautta, jotta kasvusto ehtii vahvistua ja parantaa kylmänkestävyyttään tulevaa talvikautta varten. Kasvi reagoi karaistumiseen jo lämpötilan laskiessa, mutta lopullinen kylmään karaistuminen tapahtuu lämpötilan laskiessa välille + 5 – 0 °C. Syyskylvöisten kasvien sadonmuodostuksen edellytyksenä on talven aikana saavutettava kylmänkokeumus (=vernalisaatio). Vernalisaatio mahdollistaa kasvuston tulevan kukinnan, eli tähkän ja jyväsadon muodostumisen.

Kylmänkestävyys ja vernalisaatio ovat perinnöllisiä ominaisuuksia, joiden turvin kasvi voi menestyksellisesti talvehtia sille sopivassa kasvuympäristössä. Talvehtimisen valmistautuminen perustuu ympäristön lähettämiin viesteihin, valon määrään ja valojaksojen pituuteen (päivänpituus) (Hopkins & Hüner 2004). Koska ilmastonmuutos ei kuitenkaan vaikuta päivänpituuteen, viljeltävien peltokasvien tulee jatkossakin sopeutua meillä vallitseviin pitkäpäivän olosuhteisiin, jotta ne osaavat varautua ajoissa talvehtimiseen.

Talvehtimaan valmistautuvien kasvien karaistuminen muuttaa myös niiden solujen solukalvojen kemiallista koostumusta niin, että tyydyttymättömien, eli ”pehmeiden” rasvahappojen määrä lisääntyy tyydyttyneiden, eli ”kovien” rasvahappojen, kustannuksella. Rasvahappoprofiilin muutos lisää solukalvojen notkeutta niin, että solut säilyvät ehjinä, vaikka niiden tilavuus muuttuisikin, mikä tapahtuu, jos soluneste uhkaa jäätyä. Solut pyrkivät estämään jäätymistään solunesteen väkevöittämissä lisäksi myös muodostamalla entsyymejä, jotka edesauttavat aineenvaihdunnan toimintaa kylmässä sekä proteiineja, jotka säätelevät jääkiteiden muotoa. (Seppänen 2005, Lync & Steponkus 1986.)

Syysviljojen kylmänkestävyys perustuu niiden aineenvaihdunnassa tapahtuviin muutoksiin. Talvehtimiseen valmistuva kasvi jatkaa yhteyttämistään, mutta energiaa varastoidaan turvaamaan kasvin talvehtimista, eikä niinkään biomassan lisäkasvuun. Yhteyttäminen kasvattaa mm. solujen sokeripitoisuutta. Kun soluista lisäksi poistuu vettä, soluneste väkevöityy, mikä lisää samalla sen kylmänkestävyyttä. Hiilihydraattien synteesi ja hajoitus tuottavat myös lämpöä (Sakai & Larcher 1987).

### 3.2 Talvehtimiseen vaikuttavat ympäristötekijät

Lumi on pohjoisten alueiden kasvien talvehtimiseen eniten vaikuttava tekijä. Se on huokoisena materiaalina tehokas lämmöneriste, minkä ansiosta lämpötila säilyy lumipeitteen alla suhteellisen korkeana ja tasaisena ja routakerroksen vahvuus kohtuullisen ohuena. Se säilyttää myös ilman kosteuden korkeana ja tasaisena. Lumi vaimentaa myös auringon säteilyä ja ilman hiilidioksidipitoisuus voi olla lumen alla korkea. Lumipeitteestä vapautuu sulamiskaudella runsaasti vettä.

Lumi on elinympäristönä kuitenkin haastava, sillä lumen määrän vaihtelu voi olla talvikauden aikana tai eri vuosien välillä varsin suuri. Mikäli ilmasto muuttuu ennusteiden mukaan, lumipeitteen kesto aika lyhenee Pohjois-Suomessa viidenneksellä ja lumikerroksen paksuus ohenee. Myös lumen koostumuksen odotetaan muuttuvan niin, että lumi on tiheämpää, sen kiteet suurempia ja lumi on lähempänä sulamislämpötilaa keski-talvellakin. Syväkuuran osuus hangesta vähenee, ja märän tai jäisen lumen osuus kasvaa (Rasmus 2007). Lumipeitteen ohentuminen tai kokonaan puuttuminen vaikuttavat ratkaisevasti peltomaan lämpötilaan. Lämpötilan laskiessa talvehtivien viljelykasvien kylmänkestävyys, ilman lumipeitteen sopeuttavaa vaikutusta, saattaa osoittautua riittämättömäksi. Eristävän kerroksen puuttuminen kasvattaa maassa routakerroksen pak-

suutta, jolloin maan roudasta sulaminen saattaa keväällä myöhästyä jopa kaksi kuukautta (Virkejärvi 2014). Se lisää välillisesti myös rousteen ja ns. fotoinhibition riskiä.

Rouste muodostuu tavallisesti keväällä, jolloin päivällä sulanut vesi jäätyy ilman lämpötilan pakastuttua yön aikana. Veden jäätyminen lisää sen tilantarvetta, jolloin maa pyrkii kohoamaan ylöspäin ja siitä syntyvä liike katkoo samalla kasvien juuria. Kasvien juurten katkeaminen häiritsee niiden vesitaloutta ja kevätuulet sekä aurinko kuivattavat lopulta helposti koko kasvin. Roustetta esiintyy yleisemmin orgaanisilla kuin kivennäismailla. Pellon märkyys keväällä lisää rousteen esiintymisriskiä.

Pellolla olevasta liiasta vedestä on haittaa sekä sulana että jäätyneenä. Pellon tulviminen ja pellonpinnalle kertyvä ylimääräinen, jäätyvä vesi aiheuttavaa sen, että kasvien ja peltomaan luontainen kaasujenvaihto estyy. Maahan kertyy kasveille haitallisia, myrkyllisiä kaasuja (Hopkins & Hüner 2004). Lisäksi kasvien hapensaanti estyy, jolloin niiden energiatalous häiriintyy. Pellon kunnossa oleva vesitalous vähentää edellä kuvattuja haittoja.

Lumen sataminen heikosti routaantuneeseen maahan lisää lumihomeriskiä, koska se antaa edullisten lämpöolosuhteiden ansiosta mahdollisuuden homeiden lisääntymiselle. Lumihome on yleinen luonnossa esiintyvä homesieni, joka viihtyy etenkin pelloilla sekä vielä elävässä että jo kuolleessa kasvimassassa. Voimakas saastunta johtaa versojen tai koko kasvin tuhoutumiseen. Kasvi pyrkii korvaamaan tuhoutuneet versot ja kehittää tuhoutuneiden tilalle uusia versoja, mikä kuitenkin hidastaa kasvun käynnistymistä ja johtaa epätasaiseen kasvustoon. Lumihomeriskiä vähennetään peittaamalla kylvösiemen ja kasvuston torjunta-ainekäsittelyllä syksyllä.

Kasvien yhteyttäminen sisältää valoreaktion ja pimeäreaktion. Valoreaktio muuttaa auringonsäteilyenergiaa kasvin sisältämissä viherhiukkasissa kemialliseen muotoon, jota pimeäreaktio käyttää siirtäessään kemiallisen energian kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Fotoinhibitiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa kasvin saama liian suuri auringonsäteily määrä johtaa valoreaktion häiriintymiseen (Lundell 2007). Tällainen tilanne voi syntyä, jos lumi sulaa liian varhain keväällä.

## 4 Syysviljojen lajikekokeet Ruukissa 2011-2014

MTT:n Ruukin toimipisteessä toteutettiin vuosina 2011-2014 Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta myöntämien hankerahoitusten tuella syysvehnän, rukiin, ruisvehnän, syysrapsin ja syysohran viljelykokeita, joissa selvitettiin eri lajikkeiden menestymistä Pohjois-Pohjanmaalla.

### 4.1 Syysviljakokeiden toteutus

Kokeet perustettiin vuosittain 5.9.2011, 29.8.2012 ja 4.9.2013. Kokeiden esikasvina oli kevätilja. Syksyllä 2011 ja 2013 perustettujen kokeiden koelohkojen pellon maalaji oli karkea hieta ja syksyllä 2012 perustettujen kokeiden koelohkojen hieta. Koelohkot olivat multavia. Koelohkojen viljavuustutkimuksen tulokset esitetään Taulukossa 1.

**Taulukko 1.** MTT:n Ruukin toimipisteessä vuosina 2011-2013 perustettujen syysviljojen viljelykokeiden peltolohkojen viljavuustutkimuksen tulokset. Ravinteiden pitoisuus ilmoitetaan muodossa mg l<sup>-1</sup>.

Vuosi	Maalaji	pH	Ca	K	P	Mg
2011-2012	KHt	6,2	915	40	14,4	53
2012-2013	HHt	6,9	2870	87	19,8	140
2013-2014	KHt	6,3	960	75	18,4	66

Kokeet lannoitettiin syksyllä NPK -lannoitteella (YaraMila Pellon Y6, N:P:K 18:4:14), jonka levitysmäärä vaihteli vuosittain, mutta oli keskimäärin 196 kg ha<sup>-1</sup> (kts. LIITE 1). Kokeiden syksyn typpilannoitus oli siten noin 30 kg ha<sup>-1</sup>. Kokeiden kevätlannoitus tehtiin lumien sulettua ja pellon pinnan kuivettua toukokuussa. Vuosien 2012, 2013 ja 2014 lannoituspäivät olivat 15.5., 24.5. ja 8.5. Lannoituksessa käytettiin NPK-lannoitetta (YaraMila Pellon Y4, N:P:K 20:2:12) vuosina 2012, 2013 ja 2014 575, 550 ja 402 kg ha<sup>-1</sup>. Viimeisenä koekeväänä lannoitusta täydennettiin vielä Suomensalpietarilla (N:P:K 27:0:1) niin, että kevään typpilannoitusmäärät olivat 115, 110 ja 122 kg ha<sup>-1</sup>.

Koekasvustot torjuttiin talvihuoa aiheuttavia kasvitauteja vastaan syksyllä 2011 (1.11.) ja syksyllä 2013 (11.11.). Syksyllä 2012 ei torjunta onnistunut vaikeiden sääolosuhteiden takia tekemään. Kokeesta torjuttiin vuosittain rikkakasvit. Torjuntaan käytettiin tarvetta vastaavia valmisteita (Logran 20 WG, Basagran ja Ariane S). Levitysmäärä vastasi valmistajan ohjeita. Kasvustoon levitettiin kasvunsääde (Moddus) vain alkukesällä 2012.

Lajikkeiden kasvuajan pituus laskettiin kylvöpäivämäärän ja kasvuston keltatuleentumispäivämäärän erotuksena. Viljakasvuston keltatuleentumisen jälkeen jyväsadon ravintoaineiden määrä ei enää lisääntynyt, mutta sen kuiva-ainepitoisuus voi kohota, koska jyvistä poistuu vettä. Siksi jyväsadon puinti tehdään vasta keltatuleentumisen jälkeen, jolloin jyväsadon kuivaustarve on pienempi.

Tehoisa lämpötilasumma (TLS) ilmoitetaan korjuuvuoden aikana kasvukauden alusta kasvuston keltatuleentumiseen asti kertyneenä summana. Jyväsadon määrä ilmoitetaan niin, että jyväsadon kuiva-ainepitoisuus on vakioitu pitoisuuteen 850 g kg<sup>-1</sup> (=kosteus 15 %).

Lajikekokeet toteutettiin ruutukokeina niin, että yhden ruudun pinta-ala oli koevuodesta riippuen joko 10 - 12 m<sup>2</sup>. Kukin lajike kylvettiin satunnaistetussa järjestyksessä koalueen kolmelle eri ruudulle. Lohkoittain satunnaistetun kokeen tulosten tilastollinen käsittely tehtiin SAS -ohjelman GLM -proseduurilla. Lajikkei-

den keskiarvojen erojen tilastollinen merkitsevyys testattiin Tukeyn testillä. Merkittävän eron kynnsarvoksi valittiin se, että lajikkeiden välinen ero toistuu koejärjestelyissä vastaavissa olosuhteissa aina vähintään 95 prosentin todennäköisyydellä.

## 4.2 Koevuosien sääolosuhteet

Taulukossa 2 esitetään vuosien 2011-2014 kasvukausin kuukausittaiset keskilämpötilat ja pitkän aikavälin (1981-2010) keskiarvo. Kun lasketaan koevuosien eri kuukausien keskilämpötila ja verrataan sitä pitkän aikavälin vastaavan kuukauden lämpötilaan, voidaan todeta, että ero on suurin toukokuun ja syyskuun osalta. Tämä viittaa siihen, että koevuosien kasvukausi käynnistyi keskimäärin aiemmin ja jatkui keskimäärin pitkempään kuin keskimäärin vuosina 1981-2010. Koevuosien kaikkien muidenkin kuukausien keskilämpötila oli pitkän aikavälin keskiarvoa suurempi.

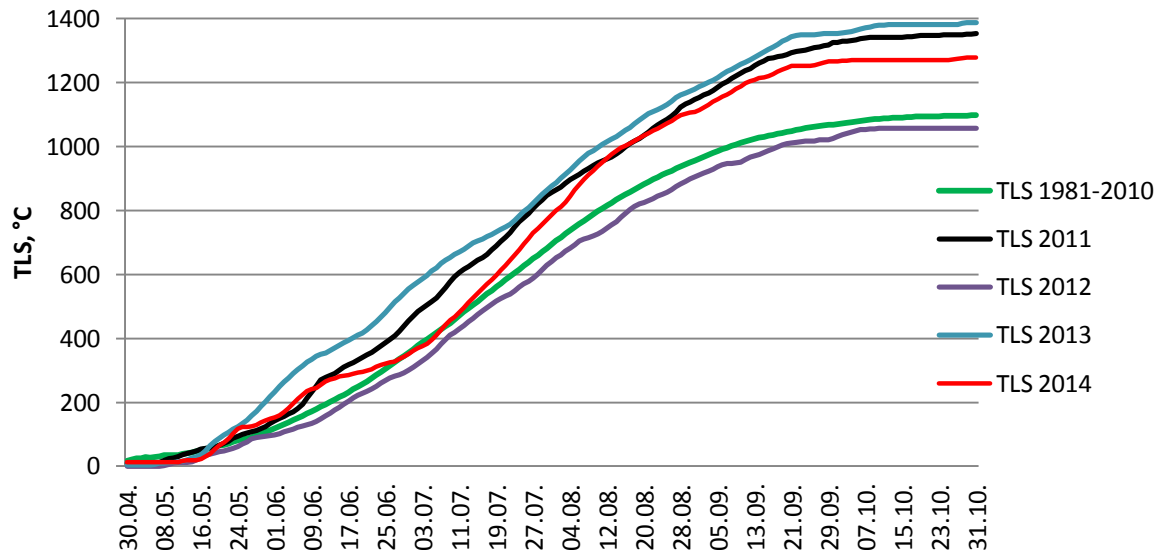
Jos koevuosien kasvukauden keskilämpötila lasketaan toukokuun alusta syyskuun loppuun ulottuvan jakson keskilämpötilana, voidaan todeta, että koevuosista vuosi 2012 oli selvästi viilein. Sen kasvukauden keskilämpötila jäi hiukan pitkäaikavälin vastaavaa keskiarvoa alemmaksi (11,6 °C vs. 11,8 °C), kun muiden vuosien keskiarvo ylitti selvästi pitkän aikavälin keskiarvon.

**Taulukko 2.** Vuosien 2011-2014 kasvukauden kuukausittaiset keskilämpötilat (°C) ja pitkän aikavälin (1981-2010) keskiarvo. Tulokset perustuvat Ilmatieteen laitoksen MTT:n Ruukin toimipisteeseen sijoitetun säähavaintoaseman mittaustuloksiin.

<b>Kuukausi</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>1981-2010</b>
Toukokuu	8,6	7,9	11,6	8,5	7,9
Kesäkuu	15,7	11,8	16,2	11,8	13,1
Heinäkuu	18,0	16,0	15,4	19,0	15,9
Elokuu	14,3	13,5	14,8	15,4	13,5
Syyskuu	10,9	9,0	10,6	9,9	8,4

Kasvien käyttöön tulevaa lämpöä kuvataan tehoisan lämpösumman (TLS) avulla, joka saadaan, kun päivän keskilämpötilasta vähennetään viisi astetta ja saatu erotus lisätään edellisten päivien aikana kertyneeseen summaan. Koevuosien kasvukauden aikana kertynyt lämpösumma esitetään Kuvassa 1. Kuva paljastaa hyvin jo aiemmin todetun, eli koevuosien kasvukaudet olivat vuotta 2012 lukuun ottamatta keskimääräistä lämpimämpiä.



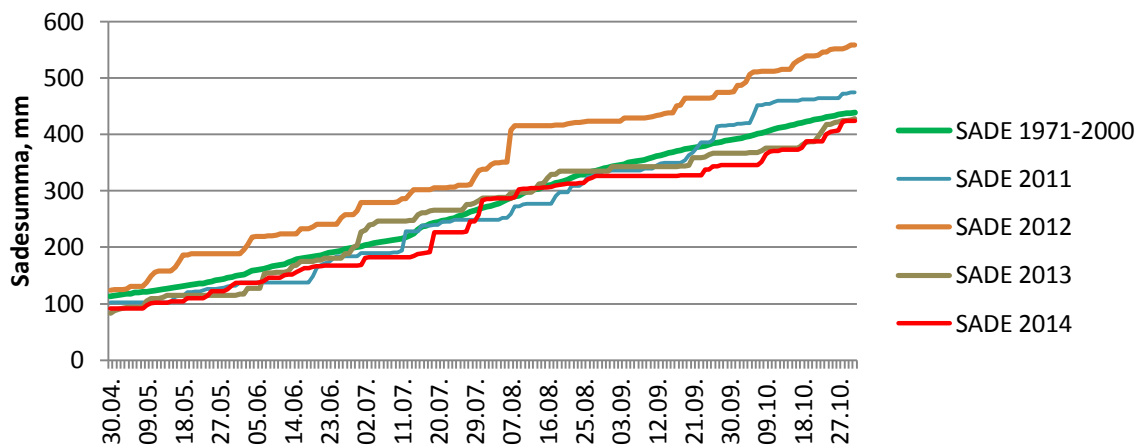


**Kuva 1.** Koevuosien 2011-2014 kasvukausien aikana kertynyt TLS (°C). Mukana myös vuosien 1981-2010 keskiarvo. Tulokset perustuvat Ilmatieteen laitoksen MTT:n Ruukin toimipisteeseen sijoitetun säähavaintoaseman mittaustuloksiin.

Koevuosien kasvukauden kuukausittainen sademäärä esitetään Taulukossa 3. Sateiden määrä ja jakaantuminen kasvukauden aikana (Kuva 2) vaikuttaa kasvien veden saantiin ja sitä kautta sadon määrään ja laatuun. Muita kasvin vesitalouteen vaikuttavia tekijöitä ovat sulamisvesistä keväällä kertyvä vesimäärä, kasvukauden keskilämpötila ja kasvupaikan maalaji. Vesitalous vaikutti selvimmin vuoden 2012 satoon, sillä vuosi 2012 oli koko kasvukauden ajan sateinen. Elokuussa (6.8.) sattunut voimakas sade kerrytti vuorokauden aikana 75 % koko kuukauden sademäärästä, mikä johti peltojen tulvimiseen. Sateiden jatkuminen koko syksyn ajan vaikeutti pahoin viljasatojen korjuuta. Vaikean kesän haitat ulottuivat syksyn vaikeiden kylvöolosuhteiden ja vettyneen maan vahvan routaantumisen kautta aina seuraavaan vuoden kasvukauden alkuun saakka. Syksyllä 2012 perustetut syysviljakokeet talvehtivat heikosti ja tuottivat talvesta selviteissä vaatimattoman sadon.

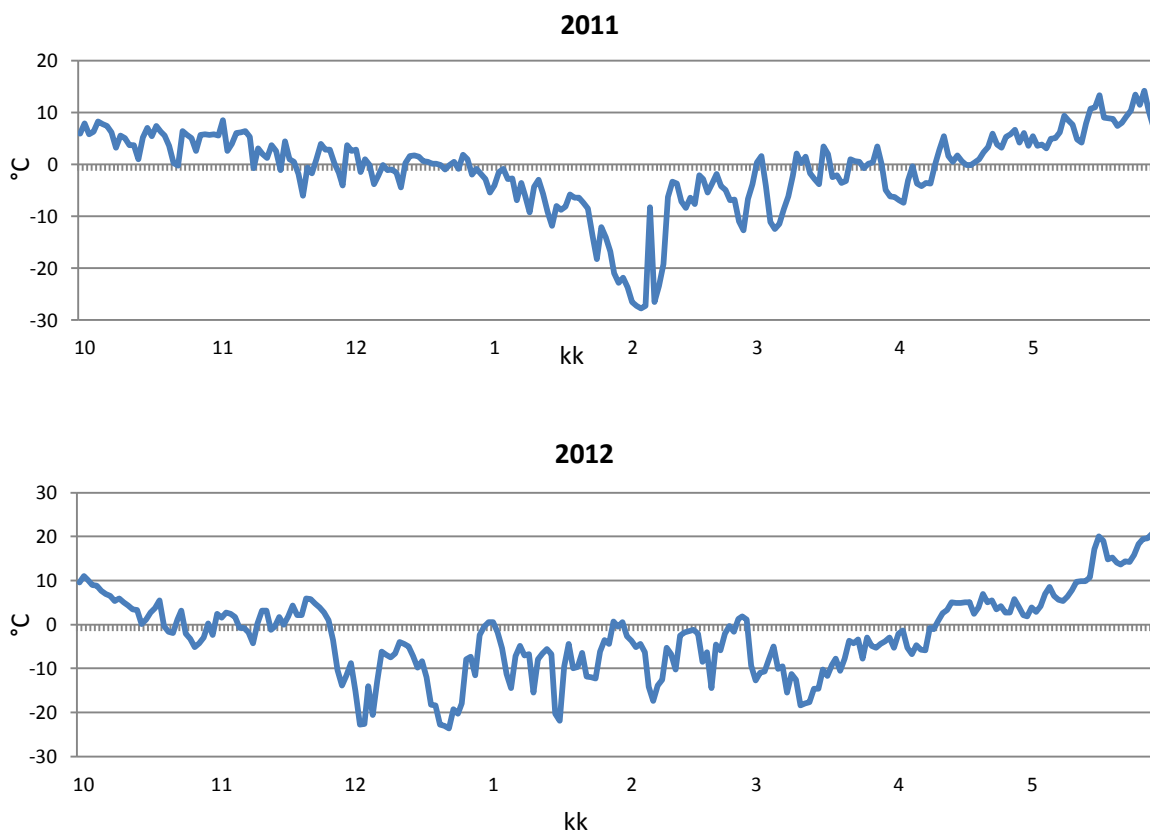
**Taulukko 3.** Vuosien 2011-2014 kasvukauden kuukausittaiset sademäärät (mm) ja pitkän aikavälin (1981-2010) keskiarvo. Tulokset perustuvat Ilmatieteen laitoksen MTT:n Ruukin toimipisteeseen sijoitetun säähavaintoaseman mittaustuloksiin.

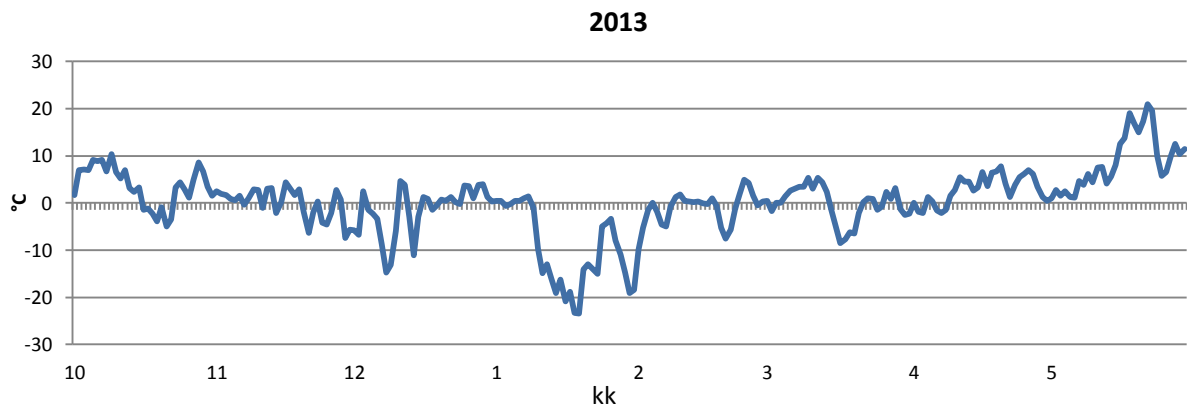
Kuukausi	2011	2012	2013	2014	1981-2010
Touko	29,1	64,6	31,1	45,5	41,6
Kesä	52,9	76,4	88,3	31,1	49,8
Heinä	64,2	73,5	84,4	115,3	76,7
Elo	86,1	84,5	47,7	43,8	71,2
Syys	81,4	51,6	31,3	18,4	49,6
Loka	58,6	83,8	61,9	78,2	51,9



**Kuva 2.** Koevuosien 2011-2014 aikana vuoden alusta lokakuun loppuun kertynyt sademäärä (mm). Tulokset perustuvat Ilmatieteen laitoksen MTT:n Ruukin toimipisteeseen sijoitetun säähavaintoaseman mittaustuloksiin.

Kuvassa 3 esitetään koevuosien talvikauden vuorokausittainen keskilämpötila lokakuun alusta seuraavan vuoden toukokuun loppuun saakka. Vuosien 2011-2012 ja 2013-2014 talvikaudet poikkeavat talvesta 2012-2013, sillä sen aikana pakkaskautta kesti marraskuun lopusta huhtikuuhun saakka. Kahtena muuna talvikautena kylmimmän pakkaskauden kesto-aika oli lyhyempi ja ajoittui painavampana vuoden alkuun kuin loppuun.



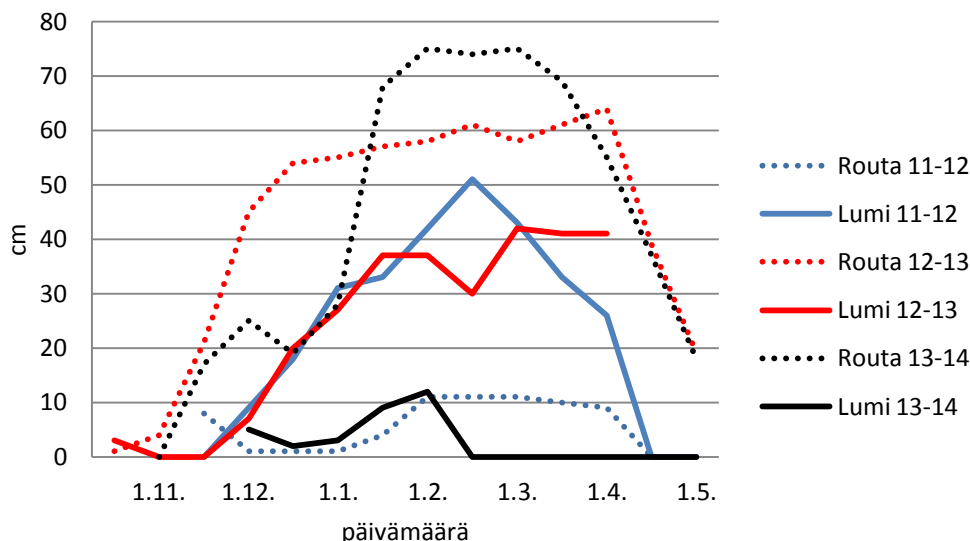


**Kuva 3.** Yllä olevissa kuvissa esitetään talvikauden vuorokauden keskilämpötila koevuosittain lokakuun alusta toukokuun loppuun saakka. Vaaka-akselilla näkyvät numerot tarkoittaa kuukauden järjestysnumeroa. Tulokset perustuvat Ilmatieteen laitoksen MTT:n Ruukin toimipisteeseen sijoitetun säähavaintoaseman mittaustuloksiin.

Kuvassa 4 esitetään lumipeitteen paksuus ja roudan syvyys koevuosien talvikausien aikana. Mittaukset tehtiin kahden viikon välein kynnetyltä pellolta, jonka maalaji oli karkea hieta. Ensimmäisenä koevuonna, syksyllä 2011 kylvyt koekasvustot, saivat lumipeitteen joulukuun puolivälissä ja lumipeite oli paksuimmillaan (51 cm) maaliskuun alusta ja suli huhtikuun puolivälin jälkeen. Maa routaantui joulukuun alussa, routa on vahvimillaan (11 cm) helmikuun puolivälistä maaliskuun loppuun ja suli samaan aikaan lumien kanssa. Ilmeisesti kohtuullisen vahva lumipeite suojasi maan syvemältä routaantumiselta.

Toisena koevuonna pysyvä lumipeite tuli samoin joulukuun puolivälissä. Se on paksuimmillaan (42 cm) maaliskuun puolivälissä ja suli huhtikuun puolivälin jälkeen. Maa routaantui jo marraskuun alussa ja routa oli vahvimillaan (64 cm) huhtikuun puolivälissä ja säilyi maassa pitkälle toukokuuhun saakka. Roudan sulamista hidasti tuolloin pitkään jatkuneet pakkaset. Maan routaantumista lisäsi ilmeisesti pitkä pakkaskausi ja syksyn 2012 märkyys. Veden kyllästämät pellot routaantuivat helposti ja routa oli todennäköisesti rakenteeltaan ”kovaa”, mikä saattoi selittää sen, että roudan sulaminen keväällä kesti pitkään.

Viimeisenä koevuonna lunta oli vain vähän ja lumipeitteen kesto aika lyhyt. Vaikka lumipeitteen vahvuus oli suurimmillaan samanaikaisesti kuin sää oli kylmin, maa routaantui kuitenkin syvälle. Routakerroksen paksuus oli helmi-maaliskuun ajan 75 cm. Routa kuitenkin suli verrattain nopeasti kevään koittaessa. Roudan sulamista todennäköisesti nopeutti lumipeitteen puuttuminen tai vähäisyys kevättalven aikana. Kovien pakkasten puuttuessa aurinko lämpösäteily saattoi sulattaa ja lämmittää nopeasti pellon pintaa.



**Kuva 4.** Roudan ja lumipeitteen vahvuus (cm) marraskuun alun ja toukokuun lopun välisenä aikana vuosina 2011-2014 MTT:n koepaikalla Ruukissa. Mittaukset tehtiin kahden viikon väliajoin kivennäismaalta, joka oli kynnetty.

## 4.3 Syysvehnä

Syysvehnän sato voidaan markkinoida myllyteollisuuteen tai käyttää rehuviljana. Teollisuudelle leipäviljana myytävän jyväsadon hehtolitrainon tulee olla yli 78 kg, raakavalkuaispitoisuuden yli 11,5 % ja sakoluvun yli 180. Vastaanottovaatimukset vaihtelevat myllyittäin.

### 4.3.1 Syysvehnän viljelykokeet Ruukissa

MTT:n Ruukin toimipisteessä vuosina 2011 - 2014 tehdyissä syysvehnän viljelykokeissa selvitettiin syysvehnän ja sen eri lajikkeiden menestymistä Ruukissa. Kokeissa olivat mukana seuraavat syysvehnälaajikkeet: Artika, Magnifik, Urho, Nelson ja Secese sekä linjanumerolla nimetty BOR02858. Kolme ensimmäistä lajiketta olivat mukana kaikkina kolmena koevuonna, BOR02858 kahtena ja kaksi viimeistä lajiketta vain vuonna 2014. Seuraavassa esitetään lajikejalostajien laatimat lyhyet kuvaukset kokeissa mukana olleista lajikkeista.

Arktika on Boreal Kasvinjalostus Oy:n (BOR) jalostama, hyvin talvenkestävä lajike, joka mahdollistaa viljelyn aina kolmannen viljelyvyöhykkeen eteläosiin saakka. Se on vanhempia lajikkeita, kuten Urhoa, saatoisampi, hehtolitrainoltaan korkea ja sakoluvun kestävyydeltään hyvä. Arktikan korsi on hieman pidempi kuin esimerkiksi Urhon. Arktikalle suositellaan kasvunsäädäkäsittelyä. Arktikalla on erittäin hyvä lumihomeen kestävyys. Arktika soveltuu muiden syysvehnien tapaan parhaiten viljeltäväksi kivennäismailla.

Magnifik on ruotsalaisen kasvinjalostajan (SW) syysvehnälaajike, jonka kuvataan olevan Artikan tavoin hyvin talvenkestävä. Magnifikin korsi on erittäin luja ja pituudeltaan keskimääräinen. Magnifikin taudinkestävyys on hyvä. Magnifikin hehtolitraino on korkea, jyvä pienehkö ja valkuaispitoisuus keskimääräinen. Sakoluku on hyvällä tasolla. Magnifik soveltuu kaikille maalajeille.

Urho on kotimainen (BOR) erittäin talvenkestävä, melko aikainen lajike. Urhon jyvä on keskikokoinen, hehtolitraino on muiden lajikkeiden tasolla ja sadon valkuaispitoisuus on syysvehnäksi hyvä. Urhon sakoluku on korkea ja kestävä. Urhon korsi on keskipitkä ja lakoontuminen melko vähäistä. Lumihomeen ja pakkasen kestävyudet ja toipuminen talven rasitteista ovat Suomessa vaadittavalla tasolla. Talvituhojen vähäisyys

tuokanaan hyvän viljelyvarmuuden. Kasvunsäätöiden käyttö on tarpeen erityisesti voimakaskasvuissa ja tiheissä kasvustoissa. Urho menestyy savimaiden ohella hyvin myös karkeilla kivennäismailla.

Nelson saksalaisen kasvinjalostajan (SZ Schweiger GbR) kasvinjalostajan jalostama lajike, jota suositellaan hyvän taudinkestävyytensä ansiosta luomutuotantoon. Sen korren kuvataan olevan vahva ja kasvuston hyvin laon kestävä.

Secese on tsekkiläisen kasvinjalostusyrityksen (SELGEN) jalostama syysvehnälajike. Lajikekuvauksen perusteella Secese on aikainen, hyvin laonkestävä, sienitauteja hyvin kestävä lajike.

#### 4.3.2 Syysvehnäkokeiden tulokset

Maa routaantui syksyllä 2011 ennen lumentuloa ja lumipeitteen vahvuus oli talvena 2011-2012 suhteellisen paksu. Roudan paksuus jäi vahvan lumipeitteen ansiosta suhteellisen ohueksi ja sulii melko varhain keväällä, mikä puolestaan mahdollisti kasvukauden käynnistymisen varhain keväällä. Koekasvustojen tiheydeksi arvioitiin syksyllä 2011 keskimäärin 96 % (Bor02858 98 %, Magnifik 98 %, Arktika 94 % ja Urho 92 %) ja kevättiheydeksi keskimäärin 94 % (Bor02858 98 %, Magnifik 96, Artika 93 % ja Urho 92 %). Talvituhojen määrä jäi vähäiseksi, eikä talvehtiminen vaikuttanut kokeesta puidun sadon määrään (Taulukko 4). Kasvu-kausi 2012 oli sateinen ja viileä. Koekasvustojen keltatuleentumiseen tarvittava lämpösumma oli keskimäärin 853 °C. Se oli myöhempiä koevuosia pienempi, mutta sään viileyden takia sadon korjuu ei kuitenkaan ajoittunut koesarjan varhaisimmaksi. Kesän 2012 sadon hehtolitraino jäi koesarjan pienimmäksi, mikä viittaa siihen, että jyväsadon kehittyminen jäi kasvukauden viileyden takia keskeneräiseksi. Puinnin siirtäminen myöhemmäksi ei olisi auttanut tilannetta, koska sää jatkui koko syksyn ajan viileänä. Lajikkeet puitiin syyskuun alussa, jolloin niiden kasvuaika oli keskimäärin runsas vuosi, eli 367 vrk. Lajikkeiden kasvuaikojen välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Jyväsadon määrä oli keskimääräinen runsaat 6 300 kg ha<sup>-1</sup>. Lajikkeista Urho tuotti kokeessa muita suuremman sadon. Kasvustojen lakoontuminen jäi jopa yllättävän vähäiseksi, vaikka kasvukauden sää altisti viljakasvustot lakoontumiselle. Lakoontumisesta oli vähäisiä havaintoja Artikalla ja Urholla, jotka kasvoivat korrenpituudeltaan muita lajikkeita pidemmiksi. Sadon laatua arvioitiin hehtolitrainon perusteella. Sen mukaan Arktikan laatu oli Urhoa parempi.

Vuoden 2013 koe kylvettiin kasvukauden 2012 haastavissa olosuhteissa. Koe saatiin kuitenkin perustettua ilmeisen hyvin, sillä kasvuston syystiheys oli keskimäärin 98 %, eikä lajikkeiden välillä ollut merkitseviä eroja. Runsaat sateet ja maan kyllästyminen vedellä sekä talvikauden aikana useaan kertaan sulanut lumipeite loivat kuitenkin pohjan tuntuvien talvituhojen synnylle. Veden kyllästävä maa routaantui syvälle ja maan sulaminen jatkui keväällä paljon pidempään kuin lumipeitteen häviäminen. Kylmä maa hidasti kasvun käynnistymistä ja rasitti kasvustoa. Vaikka vaikeaa talvea seurasi hyvä kasvukausi, se ei kuitenkaan kyennyt korjaamaan talven harvaksi jättämää kasvustoa ja siitä aiheutunutta sadonmenetystä. Koekasvuston kevättiheys oli keskimäärin vain 38 % (Bor02858 64 %, Magnifik 57 %, Urho 40 %, Arktika 31 ja Event 0 %). Jos tuloksista poistetaan Event-lajike, tiheydeksi saadaan 48 %, eli kasvustosta tuhoutui talven aikana noin puolet. Mittavista talvituhoista huolimatta koetta päätettiin kuitenkin jatkaa. Kasvustot kehittivät keltatuleentumisasteelle elokuun loppuun mennessä. Ilmeisesti kova talvi ja sen seurauksena harvaksi jäänyt kasvusto vaikutti lajikkeiden kehittymiseen niin, että niiden luontaiset aikaisuuserot mitätöityivät. Ehkä eroa häivytti osaltaan myös lämmin kasvukausi, sillä keltatuleentumiseen mennessä kertynyt lämpösumma oli keskimäärin 1 173 °C, mikä oli 320 °C suurempi kuin edellisenä vuonna. Kokeessa korjatun jyväsadon määrä oli keskimäärin 3 263 kg, eli noin puolet edellisen vuoden sadosta, mikä kasvuston tiheys huomioiden oli odotettavissa oleva satomäärä. Kaksi satoisinta lajiketta olivat samat kuin edellisen vuoden kokeessa, mutta nyt järjestys oli toinen. Sadon hehtolitraino oli edellistä vuotta suurempi, mikä johtui todennäköisesti suosiollisemmasta kasvukaudesta 2013. Lajikkeiden korrenpituus jäi vuonna 2013 poikkeuksellisen lyhyeksi.

**Taulukko 4.** MTT:n Ruukin toimipisteessä vuosina 2011-2014 toteutettujen syysvehnän viljely- ja lajikekokeiden tulokset. Taulukkoon merkitty vuosiluku tarkoittaa syysvehnän satovuotta. Koetulokset esitetään aluksi vuosittain ja lajikkeittaan ja lopuksi vuosi- ja lajikekeskiarvoina niin, että aineistossa ovat mukana enää lajikkeet Artika, Magnifik ja ja Urho, jotka olivat mukana kaikkina koevuosina. Jos lajikekeskiarvoilla on eri yläviite, lajikekeskiarvojen välinen ero on tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,05$ ).

Vuosi	Lajike	Tuleentuminen	Kasvuaika	TLS	Sato	Pituus	Lako	Talvi- tuho-	HLP
		pvm	vrk	°C	kg/ha	cm	%	%	kg
2012	Arktika	29.8.2012	365	844	6 236 <sup>a</sup>	118 <sup>a</sup>	5	1	77 <sup>a</sup>
	Bor02858	30.8.2012	365	851	6 069 <sup>a</sup>	90 <sup>b</sup>	0	1	75 <sup>ab</sup>
	Magnifik	5.9.2012	374	889	6 303 <sup>a</sup>	87 <sup>b</sup>	0	2	77 <sup>ab</sup>
	Urho	27.8.2012	363	827	6 734 <sup>b</sup>	110 <sup>a</sup>	1	1	74 <sup>b</sup>
2013	Arktika	31.8.2013	372	1173	2 509 <sup>a</sup>	85	0	69 <sup>ab</sup>	79 <sup>a</sup>
	Bor02858	31.8.2013	372	1173	2 994 <sup>a</sup>	69	0	34 <sup>b</sup>	76 <sup>b</sup>
	Magnifik	31.8.2013	372	1173	4 131 <sup>b</sup>	68	0	41 <sup>b</sup>	79 <sup>a</sup>
	Urho	31.8.2013	372	1173	3 419 <sup>ab</sup>	79	0	58 <sup>ab</sup>	75 <sup>b</sup>
	Event	31.8.2013	372	1173	-	-	-	100 <sup>b</sup>	
2014	Arktika	13.8.2014	343	976	6 510	115 <sup>a</sup>	0	2	82 <sup>a</sup>
	Magnifik	17.8.2014	347	1 010	6 575	88 <sup>b</sup>	0	5	82 <sup>a</sup>
	Urho	11.8.2014	341	951	5 840	108 <sup>a</sup>	0	7	80 <sup>b</sup>
	Nelson	11.8.2014	341	951	6 995	85 <sup>b</sup>	0	14	81 <sup>ab</sup>
	Secese	10.8.2014	340	938	6 917	79 <sup>b</sup>	0	5	81 <sup>ab</sup>
<b>Keskimäärin vuodet 2012-2014</b>									
	Arktika		362	1 022	5 085	106 <sup>a</sup>	2	24	79
	Magnifik		365	1 037	5 670	81	0	16	79
	Urho		361	1 018	5 331	99 <sup>a</sup>	0	22	77

Lumipeite oli ohut koko talven 2013-2014 ajan ja sulii jo varhain keväällä. Lumipeitteen ohuus ja sen osittainen häviäminen suoja-aiden aikana ei kuitenkaan johtanut mainittaviin talvituhoihin. Kasvustojen tiheys keväällä 2014 oli keskimäärin 93 %. Kevättiheydessä ei ollut lajikkeiden välisiä tilastollisesti merkitseviä eroja. Aikainen kevät ja lämmin kasvukausi nopeuttivat sadon kehitystä niin, että kasvuston keltatuleentumiseen tarvittu kasvuaika oli vain 342 vuorokautta. Lyhyestä kasvuaikasta huolimatta kasvun aikana kertynyt lämpösusma oli kuitenkin keskimäärin 965 °C. Aiempina vuosina hyvin menestynyt Urho oli nyt heikkosatoisin lajike. Vaikka satoero suurimpaan satoon yltäneeseen Nelsoniin oli runsaat 1 000 kg, lajikkeiden välinen satoero ei ollut kuitenkaan vielä tilastollisesti merkitsevä ( $p > 0,18$ ). Vuonna 2014 korjattu sato oli laadultaan paras, sillä sadon hehtolitraino oli tuolloin koesarjan korkein. Urhon ja Arktikan korsi kasvoi muita lajikkeita pitemmäksi.

Kokeessa olivat mukana kaikkien kolmen koevuoden ajan Arktika, Magnifik ja Urho. Kun lasketaan niiden koesarjan aikana keskimäärin saavuttamat tulokset, voidaan todeta, että lajikkeiden välille syntyi tilastollisesti merkitsevä ero vain korrenpituuden suhteen. Koetulokset antoivat kuitenkin kohtuullisen luotettavaa tietoa siitä, että edellä mainituista kolmesta lajikkeesta Magnifik menestyi hiukan muita kahta paremmin.

#### 4.4 Ruis

Rukiin kylvösiemenenä käytetään tyypillisesti ns. populaatiolajikkeita. Ne ovat talvenkestäviä ja hyvin Suomen kasvuoloihin sopivia. Ristipölytteisenä lajina rukiin siemen taantuu nopeasti ja siemen on uusittava

riittävän usein. Viime vuosina rukiin viljelyyn on tullut käyttöön myös hybridilajikkeita. Hybridilajikkeen siemen tuotetaan pölyttämällä äitipopulaatio ainoastaan isäpopulaation tuottamalla siitepölyllä. Kun isä ja äiti ovat geneettisesti kaukana toisistaan ja niiden yhdistelmä on valittu oikein, saadaan risteytys siemen, hybridilajike, jonka elinvoima ja satopotentiaali ovat heteroosi-ilmiön johdosta erittäin korkeat. Hybridilajikkeella tuotettua satoa ei voi käyttää kylvösiemeneksi, eli siemen on uusittava joka vuosi. Hybridilajikkeiden jalostus ja lisäys tapahtuu poikkeuksetta selvästi Suomea eteläisemmissä oloissa.

#### **4.4.1 Rukiin viljelykokeet Ruukissa**

Ruukissa vuosina 2011-2014 toteutetuissa rukiinviljelykokeissa oli mukana sekä perinteisiä populaatiolajikkeita että hybridilajikkeita. Kokeissa olivat mukana seuraavat lajikkeet: Riihi, Evolo, Reetta, Brasetto ja Caspian, joista jatkossa lyhyet lajikekuvaukset.

Riihi on talvenkestävä, satoisa kotimainen (BOR) lajike ja sen talvenkestävyys, toipumiskyky talvihuhoista ja lumihomeenkestävyys ovat hyviä. Sen korsi on pitkäkö ja laontorjunta tarpeen. Riihi menestyy erityisen hyvin karkeilla kivennäismailla. Suositellaan vyöhykkeille I, II, III. Riihi on jyvänkooltaan, hehtolitrainpainoltaan ja valkuaispitoisuudeltaan perinteisten kotimaisten lajikkeiden tasoinen. Sakoluku on ollut keskimäärin muiden kotimaisten lajikkeiden tasoinen. Kylvösiementen peittäus on tärkein toimenpide lumihomeen torjumiseksi.

Evolo on saksalainen (KWS Lochow GMBH) hybridilajike, jolla on myös erittäin hyvä talvenkestävyys, suuri jyväkoko, korkea hehtolitraino, korkea sakoluku ja sakoluvun kestävyys. Suositellaan vyöhykkeille I – II. Maalajeista Evololle sopivat parhaiten savi-, hiesu- ja hietamaat. Sopiva kylvöajankohta on elokuun loppupuoli. Evolon korsi on lyhyt. Evolon talvenkestävyys ja lumihomeen kestävyys on hyvä.

Reetta on suomalainen (BOR) viljelyvarma ruislajike, joka sopii viljeltäväksi rukiin koko tuotantoalueella. Sen satotaso lähentelee hybridirukiita. Reetan hehtolitraino on korkea, sakolukuominaisuudet hyvät ja valkuaispitoisuus korkea. Reetan jyvät ovat pienikokoista. Reetta on kokeissa pärjännyt hyvin kaikilla viljelyvyöhykkeillä, sekä karkeilla kivennäismailla että savimailla, lumisilla ja vähälumisilla alueilla. Erinomaisen talvenkestävyytensä ja hyvän laonkestävyytensä ansiosta Reetta soveltuu hyvin myös luomutuotantoon. Reetan vanhempi lajikkeita lyhempi ja lujempi korsi tuo viljelyyn varmuutta.

Brasetto on saksalainen (KWS Lochow GMBH) hybridiruislajike. Se on korrenlujuudeltaan erittäin hyvä ja sen satopotentiaali on korkea. Satoisuus perustuu hybridilajikkeille ominaiseen elinvoimaan, kasvi tuottaa runsaasti versoja ja tähkiä, tähkät ovat suuria, siemenen koko suuri ja hehtolitraino on korkea. Suositellaan vyöhykkeille I – II. Brasetto menestyy parhaiten tyypillisillä rukiin viljelymailla savi-, hiesu- ja hietamailla. Sopiva kylvöajankohta on elokuun loppupuoli. Braseton talvenkestävyys on hyvä. Brasetossa on alttiutta lumihomeelle, joten reheville kasvustoille suositellaan aina lumihometorjuntaa. Caspian on on Evolon ja Braseton tavoin hybridilajike.

#### **4.4.2 Ruiskokeiden tulokset**

Rukiin lajikekokeet perustettiin vuosittain samalle lohkolle syysvehnäkokeiden kanssa. Kokeiden kylvö, lannoitus ja kasvisuojelutoimet toteutettiin myös vastaavalla tavoin kuin syysvehnäkokeessa.

Syksyllä 2011 kylvetyssä rukiin viljely- ja lajikekokeessa oli kolme lajiketta (Evolo, Reetta ja Riihi), joista yksi oli hybridilajike (Taulukko 5). Kasvustot olivat täystiheät syksyllä ennen talvehtimista, mutta talvi vähensi Evolon tiheyttä niin, että kasvuston tiheys väheni keskimäärin 16 %. Kasvustot saavuttivat keltatuleentumisasteen keskimäärin 4.9.2012, eli noin viikkoa myöhemmin kuin samaan aikaan kylvetty syysvehnäko. Ruislajikkeiden kehitysnopeus vaihteli selvästi, sillä aikaisimmin ja viimeksi keltatuleentuneen lajikkeen aikaero oli runsaat kolme viikkoa. Sadon kehitystä hidasti kasvukauden 2012 viiveys. Suurimman sadon tuottaneen Evolon ja pienimmän sadon tuottaneen Riiehen satoero oli huomattava, mutta ei kuitenkaan vielä tilas-

tollisesti merkitsevä. Korsisadossa oli korrenpituuden suhteen kuitenkin kaikkien lajikkeiden välillä merkitsevät erot. Kasvuston lakoontumisalttius myötäili korrenpituuden lisääntymistä, mutta lakoontumisasteen välillä ei lajikkeiden välille saatu kuitenkaan merkitsevää eroa. Lajikkeet eivät eronneet toisistaan myöskään hehtolitrapäinon suhteen.

Talvi 2012-2013 oli vaikea syysvehnän tavoin myös rukiin talvehtimiselle. Vuoden 2013 ruiskoe saatiin perustettua onnistuneesti syksyllä 2012 kylvämällä kokeeseen kaikkiaan kolme eri lajiketta. Niiden kasvustot olivat vielä syksyllä tiheitä, mutta kasvustojen kevättiheys oli enää keskimäärin 39 %. Talvi koetteli eniten Brasettoa, jonka talvituho 77 %. Kasvustot korjattiin syyskuun alussa, eli noin vuosi kylvön jälkeen. Heikosti onnistunut talvehtiminen heijastui lajikkeiden kasvuun niin, että lajikkeiden luontaiset kasvuaikaerot jäivät olemattomiksi. Harvat kasvustot riittivät tuottamaan vajaat puolet vuoden 2013 satomäärästä. Lajikkeiden väliset satoerot eivät olleet merkitseviä. Reetan korrenpituus on molempia hybridilajikkeita pitempi. Kasvustojen lakoontumista ei arvioitu, koska ne eivät harventuneina olleet edustavuudessaan tyyppillisiä.

**Taulukko 5.** MTT:n Ruukin toimipisteessä vuosina 2011-2014 toteutettujen rukiin viljely- ja lajikekokeiden tulokset. Taulukkoon merkitty vuosiluku tarkoittaa satovuotta. Koetulokset esitetään vuosittain ja lajikkeittaan. Jos lajikkeiden keskiarvot on merkitty eri yläindeksillä, niiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero. Lopuksi esitetään kokeissa kaikkina vuosina olleiden Evolon ja Reetan tulokset keskimäärin koko koesarjan aikana.

Vuosi	Lajike	Tuleentuminen pvm	Kasvuaika vrk	TLS °C	Sato kg/ha	Pituus cm	Lako %	Talvituho %	HLP kg
2012	Evolo	17.9.2012	382 <sup>a</sup>	999 <sup>a</sup>	7860	123 <sup>a</sup>	41	16 <sup>a</sup>	69
	Reetta	24.8.2012	358 <sup>b</sup>	857 <sup>b</sup>	6855	139 <sup>b</sup>	27	0 <sup>b</sup>	71
	Riihi	6.9.2012	367 <sup>b</sup>	919 <sup>ab</sup>	6206	160 <sup>c</sup>	40	0 <sup>b</sup>	69
2013	Evolo	31.8.2013	367	1178	3749	81 <sup>a</sup>	.	46 <sup>a</sup>	74 <sup>a</sup>
	Reetta	31.8.2013	367	1178	4284	102 <sup>b</sup>	.	47 <sup>a</sup>	72 <sup>ab</sup>
	Brasetto	31.8.2013	367	1778	2037	83 <sup>a</sup>	.	77 <sup>b</sup>	70 <sup>b</sup>
2014	Evolo	11.8.2014	342 <sup>cb</sup>	959 <sup>bc</sup>	9041 <sup>ab</sup>	120 <sup>b</sup>	23	1	75 <sup>a</sup>
	Reetta	10.8.2014	340 <sup>c</sup>	933 <sup>c</sup>	7956 <sup>b</sup>	137 <sup>a</sup>	19	0	75 <sup>a</sup>
	Brasetto	13.8.2014	343 <sup>b</sup>	979 <sup>ab</sup>	9582 <sup>a</sup>	126 <sup>ab</sup>	15	0	76 <sup>a</sup>
	Caspian	18.8.2014	348 <sup>a</sup>	1017 <sup>a</sup>	6054 <sup>c</sup>	120 <sup>b</sup>	2	12	72 <sup>b</sup>
<b>Keskimäärin vuodet 2012-2014</b>									
	Evolo		362	1045 <sup>a</sup>	6883	108 <sup>a</sup>	32	21	73
	Reetta		354	990 <sup>b</sup>	6365	126 <sup>b</sup>	23	16	73

Syksyllä 2013 perustetun ruiskokeen kylvö ja talvehtiminen onnistuivat kokeeseen uutena lajikkeena otettua Caspiania lukuun ottamatta hyvin. Caspianin kasvusto jäi jo syksyllä harvaksi (tiheys 37 %). Ilmeisin syy oli heikko kylvösiemen, koska kaikkien muiden lajikkeiden kylvö tuotti täystiheän kasvuston. Talvi 2013-2014 ei harventanut kasvustojentihelyä, vaikka lumipeitteen vahvuus jäi ohueksi ja kesto aika lyhyeksi. Poikkeuksena oli kuitenkin uudelleen Caspian. Kun sen elinvoima ei riittänyt syksyllä kunnolla edes orastumiseen, oli odotettavissa, että sen talvenkestävyyskin olisi heikko. Odotukset toteutuivat ja Caspianin kasvusto harventui talven aikana vielä lisää niin, että sen kasvuston tiheys oli keväällä enää 33 %. Vuoden 2014 koe voitiin puidä edellisiä koevuosia aiemmin, sillä lajikkeiden kasvuaika oli ainoastaan keskimäärin 343 vrk. Evolo ja Brasetto tuottivat molemmat Reettaa suuremman sadon, mutta ainoastaan jälkimmäinen tilastollisesti merkitsevästi. Reetan korrenpituus oli Evoloa ja Caspiania pitempi.

Evolon ja Reetan kolmen vuoden koetulosten perusteella Evolanin kasvuaika oli noin viikon Reettaa pitempi. Lajikkeiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää satoeroa. Reetan korsi oli selvästi Evoloa pitempi, mutta se ei lisännyt Reetan lakoontumisriskiä. Sadon laatu oli molemmilla sama.



## 4.5 Ruisvehnä

Englanninkielisessä kirjallisuudessa ruisvehnästä käytetään nimeä triticale, joka on saatu yhdistämällä osia vehnän (*Triticum*) ja rukiin (*Secale*) tieteellisistä nimistä. Ruisvehnä on viljakasvina uusi, sillä se jalostettiin vasta 1800-luvun loppupuolella Skotlannissa. Risteytyksessä ruis toimii siitepölyn luovuttajana ja vehnä vastaanottajana. Risteytyksestä syntyvä hybridi on steriili, joka saadaan kolkisiini-käsittelyllä kuitenkin lisääntymiskykyiseksi. Risteytyksessä kasviin tavoiteltiin vehnän ruista suurempaa satoa ja parempaa laatua. Rukiin toivottiin tuovan mukanaan taudinkestävyyttä ja sopeutumista ankarampiin ympäristöolosuhteisiin. Tavoitteena oli tuottaa vilja, jonka viljely onnistuisi olosuhteissa, jotka ovat vehnälle liian heikot. Ruisvehnän hyvinä viljelyominaisuuksina mainitaan kuivuuden-, kylmän- ja taudinkestävyys. Sen viljely vaatii vehnään verrattuna vähemmän tuotantopanoksia (Mergoum & Gomez-Macpherson 2004). Ruisvehnän viljely ei ole kovin yleistä. Sen viljelyä rajoittaa uutuus viljelykasvina ja sadon kelpoisuus vain rehuksi. Ruisvehnän viljelyn uskotaan kuitenkin lisääntyvän, koska se sopii verrattain hyvin laajaperäiseen tuotantoon. Ruisvehnän hyväksi mainostettua taudinkestävyyttä voi hyödyntää siten, että sitä käytetään yksipuolisen ohranviljelyn välikasvina. Ruisvehnää viljellään tällä hetkellä runsaimmin Puolassa, Saksassa, Ranskassa, Valkovenäjällä, Kiinassa ja Australiassa. Sen viljelyä ja rehukäyttöä on tutkittu paljon Kanadassa. Ruisvehnästä on käytössä syyskylvöisen muodon ohella myös kevätkylvöinen muoto, joka ei vaadi vernalisaatiota jyväsadon kehittämiseen. Kevätkylvöinen muoto on syyskylvöistä myöhemmin tuleentuva.

Ruisvehnää viljellään pääosin rehuksi, koska se soveltuu vain rajoitetusti elintarvikekäyttöön. Ruisvehnän rehusato voidaan korjata joko puimalla jyväsaton, korjaamalla koko kasvi kokoviljasäilörehuksi tai laiduntamalla. Ruisvehnän jyvä sisältää suhteellisen runsaasti tärkkelystä, eli sen energia-arvo on hyvä. Jyväsadon raakavalkuaisen aminohappokoostumus on rehuarvoltaan samoin hyvä, sillä jyvien raakavalkuainen sisältää suhteellisen runsaasti lysiniä. Jyvien suhteellisen korkean energia- ja lysiinipitoisuus tarjoavat eniten etua sikojen ja siipikarjan ruokinnassa. Lihaskojojen ruokintakokeiden tulosten perusteella ruisvehnä voim haitatta korvata muita rehuviljoja. Ruisvehnän rehuvalkuaisen hyvä laatu vähentää samalla valkuaisen lisäruokinnan tarvetta. Siipikarjakokeissa ruisvehnällä ei ole saatu yhtä hyviä tuloksia. Märehtijöiden ruokintakokeissa on havaittu viitteitä siitä, että ruisvehnän tärkkelys hajoaa ohutsuolessa muita viljoja paremmin, jolloin se voisi teoriassa parantaa energian hyväksikäyttöä. Ruisvehnän ravitsemukselliset edut koskevat kuitenkin märehtijöiden ruokinnan sijasta sikoja ja siipikarjaa.

Ruisvehnää käytetään Pohjois-Amerikassa ja Australiassa myös laidunrehukasvina. Laidunnuskäytännöt mukailevat paikallisen ilmaston tarjoamia mahdollisuuksia niin, että tuleentunut ruisvehnäkasvusto niitetään syksyllä karholla ja jätetään se odottamaan talvella paikalla laiduntavien emolehmien rehuksi. Ruisvehnää käytetään myös perinteiseen laiduntamiseen. Tuolloin kylvö ajoitetaan niin, että kasvusto ei kylmäkaraistu, jolloin sen sadontuottoa säilyy hyvänä.

### 4.5.1 Ruisvehnäkokeet Ruukissa

Vuonna 2013 perutettu ruisvehnän viljely- ja lajikekoe toteutettiin samoin järjestelyin ja samalla koepaikalla kuin vastaan aikaan perustetut syysvehnä- ja ruiskokeet. Kokeiden perustamisessa ja hoidossa käytetty viljelytekniikka on selostettu aiemmin syysvehnäkokeen esittelyn yhteydessä.

Ruisvehnäkokeessa oli mukana kolme lajiketta: Mikado, Sequens ja Br1390a27 (Taulukko 6). Mikadon kerrotaan lajikekuvauksen perusteella olevan lyhytkortinen, laon-, taudinkestävä ja talvenkestävä rehutyyppin ruisvehnälajike. Sequens vahvuutena mainitaan mm. hyvä taudinkestävyys.

### 4.5.2 Ruisvehnäkokeiden tulokset

Ruisvehnälajikkeet eivät säilyneet täysin vaurioitta talvesta 2013-2014. Suurimmat tuhot kärsi Mikado. Jos ruisvehnälajikkeiden talvenkestävyyttä vertaa samaan aikaan kokeissa olleisiin syysvehnään ja rukiiseen, ruisvehnän talvenkestävyys ei ollut niitä ainakaan parempi. Mikadon ja Sequensin numerolajiketta lyhyempi korsi ilmeisesti vähensi kasvuston lakoontumista. Ruisvehnälajikkeet tuleentuvat vastaavaan aikaan syys-

vehnän ja rukiin kanssa. Parhaan sadon tuotti vielä nimeämätön lajike, vaikka lajikkeiden välinen satoero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

**Taulukko 6.** MTT:n Ruukin toimipisteessä syksyllä 2013 kylvetyn ja vuonna 2014 korjatun ruisvehnän viljely- ja lajikekokeen tulokset. Lajikkeet poikkesivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi vain lakoontumisen suhteen.

Lajike	Tuleen- tuminen	Kasvuaika	TLS °C	Sato kg/ha	Pituus cm	Lako %	Talvi- tuho-%	HLP kg
Mikado	20.8.2014	344	981	7886	90 <sup>a</sup>	0	16	76
Sequens	20.8.2014	344	987	7596	90 <sup>a</sup>	0	6	74
Br1390a27	20.8.2014	341	951	9026	110 <sup>a</sup>	5	5	76

## 4.6 Syysohra

Syysohralajikkeita (*Hordeum Vulgare* L.) on viljelyssä moni- ja kaksitahoisena. Syysohra ei ole menestynyt tehdyissä lajikekokeissa heikon talvenkestävyyden takia (Salo 2001). Syysohran viljelyalue rajoittuu pohjoisosiltaan Etelä-Ruotsiin.

### 4.6.1 Syysohrakokeet Ruukissa

Syysohrakokeissa Ruukissa on ollut viljelyssä lajikkeet Lester, Breunskylije ja BR 207-203. Lester on tsekkiäinen, monitahoinen ohra, jota käytetään rehuohrana. Breunskylije ja BR 207-203 ovat kaksitahoisia, saksalaisia ohralajikkeita (taulukko 7).

### 4.6.2 Syysohrakokeiden tulokset

Syysohran lajikekokeet perustettiin vuosittain samalle lohkolle syysvehnäkokeiden kanssa. Kokeiden kylvö, lannoitus ja kasvinsuojelutoimet toteutettiin myös vastaavalla tavoin kuin syysvehnäkokeessa. Syksyllä 2012 perustetussa kokeessa oli mukana vain yksi lajike, Lester. Se tuhoutui täysin talven 2012-2013 aikana. Aiemmin selostetusta käy ilmi, että talvi oli hyvin vaikea myös muille syysviljoille. Siksi Lesterin täydellinen talvituho oli jopa odotettavissa.

Syksyllä 2013 perustetussa kokeessa olivat mukana lajikkeista Lesterin lisäksi myös BR 207-203 ja Breunskylije. Syysohralajikkeiden talvenkestävyys on myös tässä kokeessa huono, mikä verotti satotasoa.

**Taulukko 7.** MTT:n Ruukin toimipisteessä syksyllä 2013 kylvetyn ja vuonna 2014 korjatun syysohran viljely- ja lajikekokeen tulokset. Lajikekoe tulosten välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Lajike	Tuleen- tuminen	Kasvu aika	TLS C	Sato kg/ha	Pituus cm	Lako %	Talvi- tuho-%	Hlp kg
Lester	18.8.2014	347	1017	3043	65	1	12	62
Br 207-203	18.8.2014	344	1017	3164	70	1	16	66
Breunskylije	18.8.2014	347	1017	1750	67	1	50	66

---

## 5 Syysrapsikokeet Ruukissa 2013-2014

---

### 5.1 Syysrapsi

Syysrapsin (*Brassica napus* L.) viljelyssä käytetään hybridi- että tavanomaisia lajikkeita. Hybridilajikkeilla on parempi satopotentiaali kuin tavanomaisella. Siksi mm. Saksassa ja Tanskassa viljellään pääasiassa vain hybridilajikkeita (Lyhagen 2000). Suomessakin käytetään puolikääpiöiviä hybridilajikkeita. Niiden kasvupiste on matalalla, suojassa kylmältä, mikä varmistaa kasvin talvehtimista. Niiden kasvusto on myös perinteisiä lajikkeita matalampi, varsi on tukevampi ja voimakkaammin haarova. Lyhyt kasvutapa mahdollistaa tasaisemman tuleentumisen ja helpomman sadonkorjuun (Berner 2013).

Syysrapsi kannattaa kylvää heinäkuun puolivälin jälkeen ennen elokuun puoliväliä. Suositeltu kylvösiemenmäärä on 50 - 70 kpl /m<sup>2</sup> ja kylvösyvyys 2-4 cm:ä (Peltonen 2013). Syysrapsin tulee saavuttaa 8 -lehtiaste ennen paleltumistaan syksyllä. Juuren läpimitan tulee kasvaa yli 8 mm paksuuteen ja vähintään 8 mm pituuteen. Syysrapsin tulee saavuttaa 450 – 500 asteen lämpösumma ennen kasvukauden päättymistä. (Lyhagen 2000).

### 5.2 Syysrapsikoe Ruukissa

MTT Ruukin toimipisteessä perustettiin kesällä 2013 (22.7.2013) syysrapsin lannoitus- ja viljelykoe. Kokeen esikasvina oli säilörehunurmi, joka käsiteltiin glyfosaatilla ensimmäisen niiton jälkeen (27.6.2013), jonka jälkeen kuollut kasvusto käsiteltiin edelleen kesantomurskaimella 18.7.2013 ja kynnettiin sekä kylvömuokattiin 22.7.2013. Koealueelle levitettiin etanasyöttirakeet 23.7.2013 (Sluxx 6,25 kg/ha) ja koealueen rikkakasvitorjunta tehtiin 6.8.2013, rikkakasvitorjunta (Butisan Top 2,0 l ha<sup>-1</sup>). Tuholaistorjunnan tarvetta ei syksyllä 2013 ollut.

Koelohkon maalaji oli karkea hieta (KHt). Kokeessa käytetty kylvösiemenen oli Pioneer Maximus PR44D06 lajike, joka on puolikääpiöivä hybridisyysrapsi. Kylvömäärä oli 50 itävää siementä neliömetrille, eli 2,7 kg ha<sup>-1</sup>. Koe suoritettiin kahdella typpitasolla. Kokeessa koekäsittelyinä olivat perustamisvaiheen typpilannoitusmäärät 30 kg ha<sup>-1</sup> ja 60 kg ha<sup>-1</sup>. Kokeessa tyyppiä 30 kg ha<sup>-1</sup> käytettiin lannoitetta YaraMila Tärkkelys Y2:ta (14-3-15) 212 kg ha<sup>-1</sup> ja kokeessa tyyppiä 60 kg ha<sup>-1</sup> lannoitteena oli YaraMila Pellon Y4 (20-2-12) yhteensä 301 kg ha<sup>-1</sup>. Kokeen rikkakasvit torjuttiin syksyllä (6.8.2013). Poikkeuksellisen lämpimän loppukesän ansioista kylvöpäivän ja kasvukauden päättymisen välisenä aikana kertynyt lämpösumma, 630 °C, ylitti selvästi aiemmin mainitun tavoitteen (450-500 °C). Kokeen kevätlannoitusessa (30.4.2014) käytettiin Yara Bela Sulfan (26-0-0-S14) valmistetta 460 kg ha<sup>-1</sup> ja boorilannoitukseen (2.6.2014) YaraVitaBortracia (1 l ha<sup>-1</sup>). Rapsin tuholaistorjuntaan (23.5.2014) käytettiin Avauntia (170 ml ha<sup>-1</sup>), 2.6.2014 Mavrikia (0,2 l ha<sup>-1</sup>) ja 6.6.2014 Mavrikia (0,2 l ha<sup>-1</sup>).



**Kuva 5.** Ruukissa kesällä 2013 perustettuun ja syyskuussa 2013 puidun syysrapsikokeen kuvia. Taustalla kuva huhtikuussa 2014 otettu kuva kasvustosta lumen sulamisen jälkeen (Kuva: Kati Mattila). Edessä vasemmalla kuva edellisen syksyltä kasvukauden päätyttyä (Kuva: Miika Hartikainen). Keskimmäisessä kuvassa vasemmalla talven tuhoama ja oikealla talven kestänyt kasvupiste (Kuva: Kati Mattila). Oikealla edessä kasvupisteestä kasvaneet uudet kasvulehdet keväällä 2014 (Kuva: Kati Mattila).

Syysrapsin talvehtiminen onnistui lopulta verrattain hyvin, vaikka olosuhteet olivat vaativat. Lumipeite sulii useita kertoja ja sulamisvedet pyrkivät muodostamaan koepaikalle jääpeitettä. Kasvustot kiinnostivat vähäisen lumipeitteen takia pellolla ruokailleita rusakoita ja metsäkauriita. Niiltä suojautuminen vaati koalueen aitaamisen. Lumi poistui koalueelta keväällä verrattain aikaisin, mikä kasvatti roustevaurioiden riskiä. Syysrapsikasvusto näytti keväällä näennäisesti elottomalta, mutta vaativat talvehtimisolosuhteet eivät olleet kuitenkaan vaurioittaneet maanalla suojassa olleita kasvupisteitä (Kuva 5).

Syysrapsikoe puitiin 1.9.2014. Kasvukauden 2014 alusta puintiin kertynyt lämpösumma oli tuolloin 1 114 °C. Kasvusto ei ollut vaikean talven jälkeen täystiheä, sillä painanteisiin kertynyt jää tuhosi osa koeruujujen kasvustosta. Vaikea talvi saattoi vaikuttaa jossain määrin myös kasvuston tasalaatuisuuteen. Kasvuston kukinta kesti noin kahden kuukauden ajan ja kasvustossa oli kukkivia yksilöitä vielä puintipäivänäkin. Puinti oli pakko kuitenkin käynnistää viimeistään tuolloin, koska linnut ruokailivat mielellään kasvustossa. Odotimme 3000kg/ha<sup>-1</sup> satoa, mutta lintujen aiheuttamat tuhot verottivat satoa sen verran, ettei tätä saavutettu. Perustamisvuonna suuremman typpilannoituksen (60 N kg ha<sup>-1</sup>) saaneen kasvuston tuottama siemensato oli 2 948 kg ha<sup>-1</sup>. Siemensadon hehtolitraino oli 65 kg ja kosteus 5,7 %. Niukemman typpilannoituksen (30 N kg ha<sup>-1</sup>) saaneen kasvuston siemensato 2 784 kg ha<sup>-1</sup>. Siemensadon keskimääräinen öljypitoisuus oli 42,8 %. Maailman pohjoisimmaksi arvelun syysrapsiviljelmän antamat tulokset olivat siinä määrin lupaavia, että kesällä 2014 tehdyn päätöksen mukaisesti syysrapsin viljelykokeita päätettiin jatkaa.

---

## 6 Yhteenveto

---

Syysviljojen viljely viljanviljelyalueen pohjoisosissa on ruista lukuunottamatta vähäistä tai olematonta. Viljelyn rajoittaa ankara talvi ja lyhyt kasvukausi. Ilmastonmuutos tulee kuitenkin muuttamaan tilannetta. Kasvukausien pidentymisestä ja lämpenemisestä syntyvä etu ei kuitenkaan riitä oikeuttamaan syysviljojen viljelyä, jos ne ei kykene selviämään talvestamme. Paksuudeltaan ja pysyvyydeltään vaihtelevammaksi muuttuva lumipeite asettaa uusia haasteita kasvien talvehtimiselle. Pakkasen vaikutus korostuu vähälumisina talvina.

Muutosta on siis sananmukaisesti ilmassa. Sen tuomien etujen hyödyntämiseen kannattaa varautua. Yksi varteenotettava vaihtoehto on syysviljojen sisällyttäminen viljelykiertoon. Niiden viljelyn haasteena suurempana riskinä näyttäisi olevan talvehtimisen onnistuminen kuin kasvukauden lyhyys.

---

## 7 Lähteet

---

- Berner. 2013. Pioneer Maximus Rapsi PR44D06. Viitattu 1.12.2014. Saatavissa internetistä: [http://kasvinsuojelu.berner.fi/sites/kasvinsuojelu.berner.fi/files/materiaalit/Pioneer%20-esite\\_-nettitaiteettu.pdf](http://kasvinsuojelu.berner.fi/sites/kasvinsuojelu.berner.fi/files/materiaalit/Pioneer%20-esite_-nettitaiteettu.pdf).
- Diepenbrock, W. 1981. Effects of light, temperature and nitrogen treatments upon the fatty acid composition of galactolipids of young and older leaves from winter rape plants. - *Physiol. Plant.* 52: 1-6.
- Hopkins, W. & Hüner, N. 2004. *Introduction to Plant Physiology* 3. painos. John Wileys & Sons, Inc. 559 s. ISBN 0-471-38915-3.
- Ilmasto-opas.fi 2014. Viitattu 1.10.2014. Saatavissa internetistä: <http://ilmasto-opas.fi/>.
- Jylhä, K., Fronzek, S., Tuomenvirta, H., Carter, T. R. & Ruosteenoja, K. 2008. Changes in frost, snow and Baltic sea ice by the end of the twenty-first century based on climate model projections for Europe. *Climatic Change* 86: 441-462.
- Jylhä, K., Tuomenvirta, H. & Ruosteenoja, K. 2004. Climate change projections for Finland during the 21st century. *Boreal Environment Research* 9: 127-152.
- Lundell, R. 2007. Varpujen ja ruohovartisten kasvien talvehtiminen. Talvitutkimuksen päivä – esitelmien tiivistelmät. Viitattu: 20.10.2014. Saatavissa internetistä: [http://www.helsinki.fi/bioscience/pecc/news/tt\\_tiivistelmat.pdf](http://www.helsinki.fi/bioscience/pecc/news/tt_tiivistelmat.pdf).
- Lynch, D. & Steponkus. P. 1981. Plasma Membrane Lipid Alterations Associated with Cold Acclimation of Winter Rye Seedlings (*Secale cereale* L. cv Puma). *Plant Physiology* April 1987 vol. 83 no. 4: 761-767.
- Lyhagen, R. 2000. Etablering av höstraps. *Svensk Frötidning* 5/2000. Viitattu: 17.11.2014. Saatavissa internetistä: <http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/00036.pdf>.
- Mergoum, M. & Go'mez-Macpherson, H. 2004. Triticale improvement and production. Food and Agriculture organization of The United Nations. Rooma. Viitattu: 8.10.2014. Saatavissa internetistä: <http://www.fao.org/docrep/009/y5553e/y5553e00.htm>.
- Peltonen, S. 2013. Maatalouskalenteri 2013. ProAgria Keskusten Liitto. s. 244. ISSN 0785-5133
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Hannukkala, A. 2007. Declining rapeseed yields in Finland: how, why and what next? *Journal of Agricultural Science* 145: 587-598.
- Peltonen-Sainio, P., Hakala, K. & Jauhiainen, L. 2011. Climate-induced overwintering challenges for wheat and rye in northern agriculture. *Acta Agriculturae Scandinavica. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science* 61: 75-83.
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Hakala, K. & Ojanen, H. 2009a. Climate change and prolongation of growing season: changes in regional potential for field crop production in Finland. *Agricultural and Food Science* 18: 171-190.
- Peltonen-Sainio, P., Hakala, K., Jauhiainen, L. & Ruosteenoja, K. 2009b. Comparing regional risks in producing turnip rape and oilseed rape - Impacts of climate change and breeding. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science* 59: 129-138.
- Pomeroy, M.K., Andrews C.J. & Fedak, G. 1974. Cold hardening and Dehardening Responses in Winter Wheat and Winter Barley. *Canadian Journal Plant Sciences.* 55: 529-535.
- Rasmus, S. 2007. Talvitutkimuksen päivä – esitelmien tiivistelmät. Viitattu: 15.10. 2014. Saatavissa internetistä [http://www.helsinki.fi/bioscience/pecc/news/tt\\_tiivistelmat.pdf](http://www.helsinki.fi/bioscience/pecc/news/tt_tiivistelmat.pdf).
- Räsänen, J. & Ruokolainen, L. 2006. Probabilistic forecasts of near-term climate change based on a resampling ensemble technique. *Tellus A* 58: 461-472.

Sakai, A. & Larcher, W. 1987. Frost Survival of Plants. Responses and Adaptation to Freezing Stress. Berlin: Springer-Verlag. s 321.

Salo, Y. 2001. Syysohra ei ole Suomen kasvi. Koetoiminta ja käytäntö. Liite 15.10.2001. 58 vuosikerta. Viitattu: 8.10.2014. Saatavissa internetistä: <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v58n3s02a.pdf>.

Saukkonen, L. 2008. Suomalainen sää. Ilmastonmuutos ja ääri-ilmiöt. Minerva Kustannus Oy. s. 176. ISBN 978-952-492-202-9.

Seppänen, M. 2005. Nurmikasvein talvenkestävyys – karaistuminen. Nurmitieto 2.4.1. Suomen Nurmiyhdistyksen ja MTT:n julkaisusarja. 7.03.2005. Viitattu: 15.10.2014. Saatavilla internetistä: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/nurmiyhdistys/Nurmitieto/sisallysluettelo/5D35795A9E79A2D0E040A8C0023C6A94>.

Solomon, S., Miller, Jr., H. L., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B. & Tignor, M. (toim.). 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, 1-18.

Virkajärvi, P. 2014. YLE: 'Tutkijat: Ilman lunta routa sulaisi vasta keskikesällä'. Viitattu: 2.12.2014. Saatavissa internetistä: [http://yle.fi/uutiset/tutkijat\\_ilman\\_lunta\\_routa\\_sulaisi\\_vasta\\_keskikesalla/7086749](http://yle.fi/uutiset/tutkijat_ilman_lunta_routa_sulaisi_vasta_keskikesalla/7086749).

## 8 Liitteet

### LIITE 1.

Syysvehnän, rukiin, syysohran, ruisvehnän ja syysrapsin kylvöpäivämäärä ja perustamislannoitus 2011-2014. Syysviljat kylvölannoitettiin vuosittain samalla lannoitteella, jonka koostumus vaihtui ensimmäisen koevuoden jälkeen. Syysrap- sia viljeltiin vuodesta 2013 alkaen.

Koevuosi	Kylvöpäivä	Syyslannoitus	N-P-K yht. kg ha <sup>-1</sup>
2011-2012	5.9.2011	YaraMila Pellon Y6 (18-4-14) 186 kg ha <sup>-1</sup>	33-7-26
2012-2013	29.8.2012	YaraMila Pellon Y6 (15-7-13) 200 kg ha <sup>-1</sup>	30-14-26
2013-2014	4.9.2013	YaraMila Pellon Y6 (15-7-13) 202 kg ha <sup>-1</sup>	30-14-26
Syysrapsi			
2013-2014	22.7.2013 (N30)	Yara Tärkkelys Y2 (14-3-15) 212 kg ha <sup>-1</sup>	30-19-32
	22.7.2013 (N60)	Yara Pellon Y4 (20-2-12) 301 kg ha <sup>-1</sup>	60-6-36

Syysvehnän, rukiin, syysohran, ruisvehnän ja syysrapsin satovuoden lannoitukset. Syysrap- sia viljeltiin vuodesta 2013 alkaen.

Koevuosi	Päivä- määrä	Kasvilaji	Kevätlannoitus	N-P-K yht. kg ha <sup>-1</sup>
2011-2012	15.5.2012	Ruis	YaraMila Pellon Y4 (20-2-12) 400 kg ha <sup>-1</sup>	80-8-48
		Syysvehnä	YaraMila Pellon Y4 (20-2-12) 575 kg ha <sup>-1</sup>	115-12-69
2012-2013	24.5.2013	Ruis	YaraMila Pellon Y4 (20-2-12) 400 kg ha <sup>-1</sup>	80-8-48
		Syysvehnä	YaraMila Pellon Y4 (20-2-12) 550 kg ha <sup>-1</sup>	110-11-66
2013-2014	8.5.2014	Ruis, syysohra	YaraMila Pellon Y4 (20-2-12) 402 kg ha <sup>-1</sup> , Suomensalpietari (27-0-1) 41 kg ha <sup>-1</sup>	91-8-48
		Syysvehnä, ruisvehnä	YaraMila Pellon Y4 (20-2-12) 402 kg ha <sup>-1</sup> , Suomensalpietari (27-0-1) 157 kg ha <sup>-1</sup>	122-8-50
2013-2014	30.04.2014	Syysrapsi	Yara Bela Sulfan (26-0-0-S14) 460 kg ha <sup>-1</sup>	120-0-0-S64



## LIITE 2.

Syysohran, syysrukiin, ruisvehnän ja syysvehnän kasvinsuojelu koevuosittain.

<b>Koevuosi</b>	<b>Päivämäärä</b>	<b>Toimenpide</b>	<b>Kasvinsuojeluaine</b>
2011-2012	1.11.2011	Talvituho	Basso 0,35 l/ha
	6.6.2012	Rikkakasvien torjunta Korrensäade	Logran 20 WG 20 g/ha Moddus 0,3 l/ha
2012-2013	30.5.2013	Rikkakasvien torjunta	Basagran SG 1,5 kg/ha
	13.6.2013	Rikkakasvien torjunta	Ariane S 2,0 l/ha
2013-2014	11.11.2013	Talvituho	Basso 1,25 l/ha
	23.5.2014	Rikkakasvien torjunta	Ariane S 2 l/ha

Syysrapin kasvinsuojelu 2013-2014.

<b>Koevuosi</b>	<b>Päivämäärä</b>	<b>Toimenpide</b>	<b>Kasvinsuojeluaine</b>
2013-2014	6.8.2013	Rikkakasvit	Butisan Top 2 l/ha
	23.7.2013	Etanasyötti	Sluxx 6,25 kg/ha
	23.5.2014	Tuhoeläimet	Avaunt 0,17 l/ha
	2.6.2014	Kasvitaudit	Acanto 0,3 l/ha
	2.6.2014	Kasvitaudit	Proline 0,3 l/ha
	2.6.2014	Tuhoeläimet	Mavrik 0,2 l/ha
	6.6.2014	Tuhoeläimet	Mavrik 0,2 l/ha