



Kuva 1. Porakoneeseen rakennettu australialainen Side-Winder käytössä Tammelassa 2007. (valokuva Tiina Ylioja)

Injektiolaitteiden käyttökokemuksia kuusen siemenviljelmiltä

TIINA YLIOJA | METLA
OLLE ROSENBERG | SKOGFORSK

Runkoinjektion etuja

Runkoinjektio (tai endoterapia) on menetelmä, jossa kasvinsuojeluaine injektoidaan elävän puun runkoon, jolloin aine liikkuu nestevirtauksen mukana latvustoon. Menetelmän toimivuutta kuusen siemeniä ja käpyjä syöviä hyönteisiä vastaan tutkitaan kuusen siemenviljelmillä Suomessa ja Ruotsissa. Runkoinjektioilla on monta etua verrattuna kasvinsuojeluinertuuskäyttöön: kasvinsuojeluaineen levittäminen haluttuun kasviin ja tuholaiseen, sade ei huuho kasvinsuojeluainetta pois suojattavalta kasvosalta, UV-säteily ei heikennä tuotteen tehoa eikä ympäristöön aiheudu kaukolevintää.

Runkoinjektioita on kehitetty arvokkaiden puustopuiden suojelemiseksi erityisesti Yhdysvalloissa ja Italiassa. Menetelmä on kehitetty lehtipuille. Havupuiden pihka tukkii helposti ja nopeasti injektioreitit. Portugalissa runkoinjektioita käytetään mäntyankeroista vastaan. Suomessa ja Ruotsissa ei ole rekisteröity mitään insektisidiä tai fungisidiä injektioikäyttöön. Menetelmä on tutkimusvaiheessa. Siemenviljelyksillä injektioitavia puita on lukuisia, ja koska menetelmä on työvoimavaltainen, injektioilaitteen täytyy olla työhön hyvin soveltuva. Kasvinsuojeluaineiden

injektiokeiteitä tehdessämme olemme saaneet kokemusta myös injektioilaitteista. Hyvä injektioilaitte on tarpeen myös kukintaa indusoitaessa gibberelliiniä injektoiden.

Ensimmäiset injektioilaitteekokeilut siemenviljelmillä

Ensimmäiset runkoinjektiot tehtiin vuosina 2005 ja 2007, jolloin

käytimme kahta laitetta. Ensimmäinen oli amerikkalainen Arbor Systemsin Wedgle Direct-Inject laite (www.arborsystems.com). Tuolloin laitteella injektioitiin nilan ja puun väliseen tilaan kuoreen erillisellä työkalulla asennettavan pienen tulpan (WedgeCheck) läpi (Harala 2008, Rosenberg ym. 2012). Menetelmä vaati >5 mm paksuutta kuorelle, että tulppa pysyi paikallaan tiiviisti. Laitteella pystyi injektioimaan joko 1 ml tai



Kuva 2. SideWinderin kulmikas ratkaisu injektioainesten kuljettamiselle maastossa. Injektointi tapahtui repun vasemmalla sivulla olevasta kahvasta, jolla myös paineistettiin pullo. (valokuva Tiina Ylioja)



Kuva 3. Arborsystemsin Wedgle Direct-Inject laitteen injektointikärki kuusessa. (valokuva Curt Almqvist, Skogforsk)

Laite toimi luvatusi. Kuitenkin 10 ml yhteen reikään injektoituna repussa olevaa kahvaa hitaasti painettaessa oli liian nopea, eikä kuusivarte ehtinyt imeä sitä kaikkea. Kasvinsuojeluaineesta tuli valumaa pitkin runkoa.

Tuoreet käyttökokemukset

Nykyisin Wedgle Direct-Inject on kehittynyt aiemmasta versiosta (www.arborsystems.com). Päivitimme laitteemme injektointiin suoraan kuoren läpi puuaineeseen. Ensin injektointikärki nakutetaan tähän tarkoitettuun työkalulla (tipsetter) runkoon siten, että neulassa oleva venttiili jää kuoren ulkopuolelle, mutta se

0,5 ml kerrallaan. Injektiot tehtiin rungon ympäri, yksi pistos kutakin alkavaa 10 cm ympärysmittaa kohden.

Australialaisella Sidewinder® Tree Injector (www.treeinjectors.com)

Kuva 4. Gibberelliiniä injektoidaan Wedgle Direct-Inject laitteella Ruotsissa kesällä 2013. (valokuva Mats Hannerz, Silvinformation AB)

porainjektorilla kasvinsuojeluainetta pystyi laittamaan 10 ml tai vähemmän yhteen reikään. Laite oli rakennettu porakoneeseen ja näytti hieman ”kotikutoiselta” kantoreppuineen (kuvat 1 ja 2). Säiliö paineistettiin repussa olevalla kahvalla pumppaamalla. Ensin porattiin reikä ja sitten poraan asennettiin injektiojärki.



Kuva 5. TREE I.V. systeemin injektointikärjen venttiilien avaus. (valokuva Tiina Ylioja)

on tiiviisti kuoressa kiinni (kuva 3). Saatavilla on eripituisia kärkiä, itse käytimme pitkää neulaa (1.5” Portle Tips). Neula on ummessa kärjestä, mutta neulan pinta on täynnä pieniä reikiä, joista kasvinsuojeluaine leviää injektoidessa. Injektiolaite kiinnitetään puussa kiinni olevaan kärkeen ja injektoidaan hitaasti kahvoista puristaen haluttu määrä (kuva 4). Laitteella voi yhdellä puristuksella injektoida 1 ml kerrallaan, mutta siihen on säädettävissä myös 0,5 ml annos. Mikään ei kuitenkaan estä injektioimasta toistamiseen, ja kokemuksemme mukaan 2 ml injektointi onnistuu. Toimenpide esitetään helppona Arborsystemsin tuotevideossa (<http://www.arborsystems.com/professionals/how-to-videos/>).

Injektiokärkien asetin on melko painava kantaa. Käytännössä lukuisien vartteiden injektointi päivässä vaatii kahden, mieluummin kolmen henkilön yhtäaikaista työskentelyä. Yhdysvalloissa markkinoidaan injektoriin liitettäviä käyttövalmiita kasvinsuojeluainepulloja, joita ei ole rekisteröity käytettäväksi Euroopassa. Eurooppaan ArborSystems toimittaa tyhjiä vakuumpulloja ja tutkimustarkoituksissa ne on täytettävä itse koelupahakemuksessa sovitulla kasvinsuojeluaineella. Pullojen täyttö on hidasta, siinä käytetään apuna siirtoletkua ja injektoria. Letkun avulla voi injektoida mistä tahansa pullosta, mutta tuolloin on suuri vaara ympäristöön kohdistuvalle pistekuormitukselle (pullosta valuu kasvinsuojeluainetta) sekä työntekijän altistumiselle.



Ruotsissa kokeilimme edellisen lisäksi amerikkalaista Arborjetin TREE I.V. systeemiä (www.arborjet.com). Siinä kasvinsuojeluaine kaadetaan isoon pulloon, joka paineistetaan käsipumpulla mallia ”polkupyörä”. Jotta saa halutun määrän ainetta kuhunkin vartteeseen, pulloon on mitattava haluttu tilavuus liuosta jokaiselle vartteelle erikseen. Pulloon liitetään letku, joka haarautuu neljäksi. Haarojen päässä on venttiilein varustetut injektointikärjet, joilla voidaan säädellä aineen kulkeutumista letkusta puuhun. Puuhun porataan erillisellä porakoneella reiät,

joihin painetaan ruuvimeisseliä muistuttavalla työkalulla muovitulpat (Arborplugs). Venttiilien kärjet asennetaan näihin muovitulppiin ja venttiilit avataan (kuva 5). Paineistetusta pullosta alkaa virtaus, ja kasvinsuojeluaine imeytyy puuhun useaan reikään yhtäaikaaisesti. Imeytyminen voi kestää 15 min (kuva 6), jona aikana voi laittaa seuraavan vartteen käsittelyyn, mikäli käytössä on useampi TREE I.V. systeemi. Injektoitaessa tiedetään puuhun imeytyvän insektisidin kokonaistilavuus, mutta ei sitä, kuinka paljon yksittäiseen reikään imeytyy.



Kuva 6. TREE I.V. pullon sisällön imeytymistä tarkkailtiin Ålbrunnan siemenviljelyksellä. (valokuva Olle Rosenberg, Skogforsk)

Tavoitteena suojata indusoidut kukinnot jo edeltävänä kesänä

Suomessa ensimmäisissä kokeissa runkoinjektiot tehtiin keväällä juuri ennen kukintaa tai kukinnan alkuvaiheessa. Kokeissa käytettiin Arborsystemsiltä maahan tuotua insektisidiä Greyhound™ jonka tehoaineena oli abamektiini (2 %). Suomessa lupaava torjuntatulos jäi alhaiseksi ja suuntaa-antavaksi. Ruotsissa ainetta injektoidiin myös käpyvuotta edeltävänä kesänä 2005 ja tuolloin aine osoitti säilyttävän tehonsa ja suojasi käpyjä hyönteisiä vastaan vuonna 2006.

Gibberelliinillä on onnistuneesti indusoitu kukintaa (Rosenberg ym. 2012). Gibberelliini injektoidaan runkoihin käpyvuotta edeltävänä kesänä milloin kukintasilmuksen muodostus määrätty. Gibberelliinin injektoinnista tulee kustannuksia, joten samankaltaisesti olisi järkevää suojella indusoitu käpysato tuhonaiheut-

tajilta myös kasvinsuojeluaineella. Pyrkimyksenä on, että siementuottajat voisivat injektoida gibberelliiniä ja kasvinsuojeluainetta sekoitettuna, jolloin selvittäisiin yhdellä injektioilla kukintaa edeltävänä vuonna.

Suomessa tekemässämme kokeessa injektoidiin gibberelliiniä poran ja lääkeruiskun avulla kesäkuun alussa ja siitä neljän viikon kuluttua injektoidiin Wedgle Direct-Injectillä abamektiiniä (1,8 %) sisältävää valmistetta, joka on Suomen markkinoilla oleva ruiskutettava aine (rekisteröity mm. mansikan viljelyyn). Tavoitteena on varmistaa aiempi tulos, että abamektiinin tehokkuus säilyy yhtä hyvänä kuin kukintakeväänä injektoidaessa. Ruotsissa injektoidiin ensin 1 ml gibberelliiniä Wedgle Direct-Injectillä ja sitten saman neulan läpi perään 1 ml abamektiinivalmistetta ilman ongelmia. Injektiokohtien määrä riippui vartteen ympärimitasta. Lisäksi sekoitimme gibberelliinin ja emamektiini bentsoatti valmis-

	Wedgle Direct-Inject ArborSystems	TREE I.V. Arborjet
+	<ul style="list-style-type: none"> Ei vaadi rungon porausta Helppokäyttöinen Pieni pullo (120 ml) injektorissa kiinni Saatavissa letkulla varustettu iso pullo (1000 ml) ja sille selkäreppu Varaosat saatavilla Selkeät käyttöohjeet videoina (englanniksi) Eripituisia injektiojärjiä saatavana Maastossa ei tarvitse annostella kasvinsuojeluainetta pullosta toiseen. 	<ul style="list-style-type: none"> 4 injektointikohtaa yhtäaikaisesti Pullon (600 ml) täyttö helppoa Varaosat saatavilla Selkeät käyttöohjeet videoina (englanniksi) Tulppa jää suojaamaan porareikää Mukautuu puun nestevirtaukseen: yksi tai useampi neljästä kärjestä voi toimittaa ainetta puuhun enemmän kuin toiset.
-	<ul style="list-style-type: none"> Maastossa kannettavana erillinen asetin (tipsetter) injektiojärjille Valmiiksi insektisidillä täytetyt pullot vain USA:n markkinoilla Tyhjät vakuumpullot kömpelöitä täyttää Injektiojärjet taipuvat helposti Toimintahäiriöitä havaittu Neuloja irrotettaessa suojahansikkaat tahriintuvat kasvinsuojeluaineeseen: riski ihokontaktille kasvaa 	<ul style="list-style-type: none"> Perustuu poraukseen. Porareikiin on asennettava erilliset tulpat injektiojärjille. Paineistus raskasta manuaalipumpulla paljon injektoidaessa Paljon kantamista maastossa: porakone, vara-akku/akut, ämpäri Kasvinsuojeluaineessa olevat kärjet venttiileineen tahraa suojakäsineet: riski ihokontaktille kasvaa

teen TREE I.V. systeemin pulloissa eikä tämä sekoitus tuottanut ongelmia. Nyt odotamme vuoden 2014 käpysatoa saadaksemme tuloksia kokeistamme.

Injektiovarusteista

Suojavarusteina käytimme suojalaseja sekä pitkävartisia paksuja nitrilihansikkaita, joiden alla pidimme ohuita nitrilihansikkaita ns. laboratoriahanskoja, jotka vaihdettiin taukojen yhteydessä. Muutoin olimme suojautuneet tavallisilla pitkähihaisilla ja -lahkeisilla puuvillapitoisilla normaaleilla vaatteilla ja kengillä. Vaikka esittelyvideoilla saa hyvin siistin kuvan injektoinnista, käytännössä kummankin laitteen kärkien (etenkin Wedgle Direct-Injectin) irrottaminen ja käsittely tahraavat

suojakäsineet kasvinsuojeluaineella, joista aine helposti kulkeutuisi ihonkontaktiin esim. kasvoihin. Tämän vuoksi esim. hyttysuojahatun käyttö on suositeltavaa injektointaessa ja on keskityttävä, ettei kosketele vaatteitaan. Injektorit esitetään usein näppärästi työkaluvyöhön kiinnitettävänä, mutta käytännössä kasvinsuojeluainetta ei pidä päästää kosketuksiin vaatteiden kanssa.

Lopuksi todetaan, että testasimme vedellä ArborJetin pientä QUIK-jet (kuva 7) injektoria, joka käyttää porausta ja TREE I.V. pulloa. Tässä ruiskutyypissä injektorissa voidaan injektiomäärä säätää 5 ml asti olevan asteikon avulla. Laite vaikuttaa lupaavalta. Tutustumisen arvoinen olisi myös italialainen yksinkertaisen näköinen injektioterä BITE. Sil-

lä voi injektoida tavallisen lääkeruiskun avulla taikka liittää siihen paineistetun pullon.



Kirjallisuus

Harala, E. 2008. Kuusen (*Picea abies* (L.) Karst.) käpy- ja siemenhyönteisten torjunta. Metsäympäristön hoidon ja suojelun pro gradu. Metsätieteellinen tiedekunta. Joensuun yliopisto. 55 s + liitteet 5 s.

Rosenberg O, Almqvist C. & Weslien, J. 2012. Systemic insecticide and gibberellin reduced cone damage and increased flowering in a spruce seed orchard. *Journal of Economic Entomology* 105(3): 916-922.



Kuva 7. Arborjetin QUIK-jet koekäytössä. (valokuva Tiina Ylioja)