

HYÖNTEISET MUOVIJÄTTEEN KÄSITTELYSSÄ



Kiertotalous ja hyönteiset
–webinaari
Niina Huikuri
Apila Group Oy AB
16.2.2021

Taustaa

- Savonia AMK:n Insect Savo hanke tilasi syksyllä 2020 Apila Groupilta selvityksen hyönteisten mahdollisuuksista hajottaa mansikan viljelyssä syntyvää muovijätettä.
- Viimevuosina on havaittu, että hyönteiset syövät ja hajottavat elimistössään muovia. Tähän kykeneviä lajeja on löydetty jo useita. On todettu, että monet hyönteisistä voivat metaboloida osan muovista saamastaan energiasta elimistön ylläpitoon, kun taas osa muuttuu kaasuksi ja loput kiinteäksi ulosteeksi. Ulosteista on myös havaittu löytyvän glykolia, jonka osalta on päätelty että muovia on hajonnut raaka-aineikseen.
- Suomessa on 1000 ha mansikkapeltoa, josta syntyy 500 tonnia LDPE muovikalvojäätettä. Hehtaarilta syntyy 500 kg multaista katemuovia.
- Pohjois-Savossa viljellään 30% Suomen mansikoista. Siellä syntyy vuosittain 150 tonnia muovikalvojäätettä hävitettäväksi.
- Yleisimmät kaupallisesti käytetyt katemateriaalit ovat musta LDPE muovikalvo
- Ongelma on saada muovijätteet maatiloilta pois. Useat jätteenkerääjät/-käsittelijät eivät halua multaisia muoveja niiden käsittelyn kalleuden takia.
- Selvityksessä tarkastellaan mahdollisuutta hajottaa LDPE katemuovit muovia syövien hyönteisten avulla.



Selvityksen sisältö

- Selvityksessä arvioitiin mansikan viljelyssä käytetyn katemuovin koostumuksen sekä viljelyssä käytettävien torjunta-aineiden pohjalta muovin hajottamismahdollisuuksia tenebrio molitor jauhopakintoukan avulla
- Näiden osalta kasvatukselle laadittiin riskin arviointi sekä riskien hallintakeinot
- Lisäksi muoville mahdollisesti tarvittavaa esikäsittelyä arvioitiin peilaten hyönteisistä julkaistuun tutkimustietoon
- Esikäsittelyssä tarvittavista laitteistoista selvitettiin hintatietoja mahdollista pilottitutkimusta varten
- Selvityksessä myös arvioitiin muiden maataloudessa käytettävien muovien soveltuvuutta käsittelyyn sekä mahdollisia lainsäädännön rajoitteita kasvatukselle
- Menetelmän kannattavuutta arvioitiin lopputuotteiden mahdollisen arvon sekä hyönteistuotannon nykyisten kustannusten kautta. Menetelmän kannattavuutta verrattiin muihin jo käytössä tai kehitteillä oleviin muovinkäsittelymenetelmiin.



Lainsäädännön rajoitteet

Toimintaa koskeva lainsäädäntö:

[Eläintautilaki 441/2013](#)

[Eläinsuojelulaki 247/1996](#)

[Lannoitevalmistelaki 539/2006](#) sekä [Kansallinen lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelo](#)

[Rehulaki 86/2008](#)

[Laki eläimistä saatavista sivutuotteista 24.4.2015/517](#) sekä [sivutuoteasetus \(EY\) N:o 1069/2009](#)

[Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527](#)

[Ympäristönsuojeluasetus 713/2014](#)

[Jätelaki 17.6.2011/646](#)

Ruokavirastolla oma ohje elintarvikehyönteisten kasvatuksesta [\(10588/2\)](#)



Lainsäädännön rajoitteet

- Suomessa on ollut käytössä tulkinta, tekninen hyönteinen. Niiden avulla voitaisiin käsitellä mm. jätteitä => ei sovellu rehuksi tai elintarvikkeeksi
=> Suomessa muovinkäsittely hyönteisillä voi olla mahdollista

Seuraavia asioita olisi hyvä selvittää:

- Muovia syötettäessä tulisi pystyä todistamaan että muovi ei ole haitaksi ko. hyönteisille ja soveltuu rehuksi. Selvitettävä minkälainen muovirehuseos tulisi olla jotta hyönteiset kasvaisivat normaalisti. *(perustuu eläinsuojelulakiin (247/1996)35 ja eläinsuojeluasetukseen (396/1996) 36)*
- Ympäristönsuojelu- ja jätelainsäädännön mukaan jätteistä tai tuotannosta ei saa aiheutua haittaa ympäristölle, maisemalle tai ihmisille. Ko. tuotanto olisi ympäristölupa ja jätteenkäsittelylupa velvollinen
=> Muovia ei saisi päätyä ympäristöön tuotannon tai tuotosten kautta
=> Lopputuotosten (hyönteinen, lanta, muu kasvatusjäte) puhtauden varmistaminen mikäli niistä tulee tuotteita?



Lainsäädännön rajoitteet

- Rehu ja elintarvikekäyttöön sallitaan uuselintarvikeasetuksen perusteella ilmoitetut hyönteiset. Ns. Teknisen käytön osalta esim. jätehuollossa lainsäädäntöä ei vielä ole.
- Jätteen syöttämisen johdosta, tulkitaanko hyönteiset ja niiden lopputuotteet jätteeksi (jätelainsäädäntö)?
- Mitä tehdään lannalle, joka sisältää mahdollisesti rehua, jossa muovia mukana (jätteeksi luokiteltava)? Voiko muovia syöneitä hyönteisiä käyttää biokaasulaitoksissa tai kompostoinnissa, jos ne sisältäisivät jonkin verran mikromuovia?
- Millaiset pitoisuudet mikro- tai nanomuovia sallitaan mm. lannoitteeksi, maisemointi maa-aineksissa?
- Jos voidaan todistaa, että tekniset hyönteiset ovat turvallisia käyttää edelleen rehuksi, niin miten asiassa voitaisiin edetä? Mm. styroksin syöttökokeita on tehty ns. superwormilla Zophobas moriolla. Styrokseksi sisältää myrkyllistä palonestoainetta. Stanfordin yliopiston kokeissa todettiin, että palonestoaine hävisi 48h aikana kokonaan elimistöstä.
- Mikäli toukat erittävät lannan mukana kemikaalia, kuten glykolia, miten se vaikuttaa lannan jatkokäsittelyyn lain mukaan? Mm. Isovahakoisan toukkien on havaittu hajottavan muovia takaisin alkuaineiksi, jolloin ne ovat erittäneet ulosteeseen glykolia.



Käytetyn mansikkamuovin ominaisuudet ja epäpuhtaudet

Muovin tuote- ja käyttöominaisuudet sekä kemialliset komponentit

- mustaa LDPE- tai LLDPE-muovia jossa yleensä myös UV-suojaus. Esim. Eiffel- ja Rani Plast -mansikkamuovien paksuus on 0,06 mm, mutta myös ohuempia 0,048 mm kalvoja käytetään.

=> LDPE muovia syötetty tutkimuksissa hyönteisille onnistuneesti!

- Lisäaineita UV suojaus HALS sekä hiilimusta
- HALS:sta ei ole varmuutta koska ei ole tutkittu selkärangattomilla. Todennäköisesti kuitenkin vaaraton.



Maaperästä tarttuvat epäpuhtaudet

- Hiekka, kivet, multa kasvinosat ovat sellaisenaan vaarattomia
- Tunnistettuja mansikkamaan hyönteisiä ovat mansikantuholaiset sekä petohyönteiset
- *Mansikantuholaisia ovat mansikkapunkki, vattukärsäkäs, hillanälvikäs, mansikka-ankeroinen, peltolude, vihannespunkki, etana*
- *Petohyönteisiä ovat petopunkit, petoluteet, hämähäkit, kiitäjät, muut kovakuoriaiset*
- *Näistä lajeista haittaa todennäköisemmin aiheuttaisi petohyönteiset. Kuitenkin verrattuna kasvuympäristöön monet tuskin selviävät siellä. Toukat saattavat syödä vieraslajit itse.*
- *Muiden kasvattomoiden kokemuksen perusteella hämähäkit ja kärpäsentoukat saattaisivat olla potentiaalisimpia kasvattamoon pesiytyviä lajeja.*
- *Petopunkki tarvitsee 95% kosteuden lisääntyäkseen ja varasto eli viljapunkki 60% kosteuden. Ei kasvupotentiaalia jos kosteus pidetään alle näiden.*



Mansikkatilalla käytetyt agrokemikaalit

- Mansikkatiloilla käytetään useita eri agrokemikaaleja mm. tuholaisten torjunnassa ja homeenestoaineina.
- Näitä kemikaaleja saattaa tarttua myös mansikkapeltojen muoveihin.
- Selvityksessä listattiin Suomessa mansikkatiloilla yleisesti käytetyt agrokemikaalit, niiden kauppanimet, kemiallinen luonne, käyttötarkoitus ja arvio haitallisuudesta hyönteisille
- 22 agrokemikaaleista 14 kappaletta oli listattu mahdollisesti vaaralliseksi ja yksi varmasti vaaralliseksi.
- Näistä vaarallisin hyönteisille on pyretroidit, jota valmistetaan kauppanimellä Mavrik.
- Kahta ei arvioitu, sillä niiden kauppalupa loppuu ensivuonna. Sprirodiklofeenin ja tiaklopridin käyttölupa loppuu tänä vuonna, joten näitä torjunta-aineita ei tarkasteltu.
- Myöskään Iprodionin jäämiä ei tulevaisuudessa pitäisi löytyä, sillä valmisteen käyttölupa loppui v.2018.



Muovin mukana tulevien kemikaalien, epäpuhtauksien ja organismien riskit sekä riskien hallintamahdollisuuksia suhteessa hyönteisten biologisiin ominaisuuksiin

-Riskien arviointi ja hallintataulukko



Riskitekijä	Riskinkuvaus	Todennäköisyys	Riskin vakavuus	Riskin hallintakeinot
Agrokemikaalit	Agrokemikaalit voivat aiheuttaa riittävän suurina pitoisuuksina haittaa kasvatukselle. Jos pitoisuudet ovat riittävän suuret joutuisi muovit pesemään jolloin prosessista tulee hintava. Jos tehdään hygienisointi, on selvitettävä voiko agrokemikaalit muuttua haitallisempaan muotoon.	Suurentunut	Haitallinen	<p>1. Torjunta-aine valitaan seuraavin perustein: a. Ei todistetusti aiheuttaisi haittaa muoviahajottaville hyönteisille. b. Kemikaali hajoaisi talven aikana. c. Vesiliukoinen jolloin huuhtoutuisi sulamisvesien mukana pois.</p> <p>2. Muovit voidaan myös pestä, tosin siitä aiheutuu merkittäviä lisäkustannuksia.</p> <p>3. Riittävän korkeassa lämpötilassa muovin kuumennus voisi hajottaa osan kemikaaleista. Tarkistettava tapauskohtaisesti käytetyn agrokemikaalin käyttäytyminen kuumennuksessa.</p>
Multa, hiekka, kivet, kasvinosat	Jos ei huomioida niiden mukana kulkeutuvia eliöitä, ei niistä sellaisenaan pitäisi olla haittaa prosessin hyönteisille. Murskain on oltava riittävän hyvälaatuinen, jottei hiekka ja kivet vaurioita teräosia.	Pieni	Vaaraton	<p>1. Epäpuhtaudet voidaan pestä</p> <p>2. Iso osa maa-aineksesta voidaan saada irti linkoamalla kuivana.</p>



Hyönteiset	Haitan aiheuttaminen kasvatuksessa pieni syömällä prosessihyönteisiä, pesiytymällä kasvattamoon tai levittäen sairauksia ja parasiittejä. Mansikkapelloilla elävät kasvinsyöjälajit eivät todennäköisesti pärjää prosessiolosuhteissa. Petohyönteiset ovat suurempi uhka, mikäli pääsevät lisääntymään. Selvityksessä listatut hyönteiset tuskin lisääntyvät prosessissa ja näin ollen vaarantavat merkittävästi prosessia.	pieni	hieman haitallinen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mikäli hyönteisistä ei ole haittaa muovia ei tarvitse pestä/hygienisoida. 2. Muovin kuumennus 70 C 1h ajan 3. Muovin sulatus yli 100C:ssa 4. Kaasutus esim otsonin avulla. <p>Soveltuvuus testattava ensin.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Muovin pesu 6. Isommat hyönteiset voivat kuolla linkoamalla muoveja jolloin suurin osamullasta irtoaisi.
Bakteerit, virukset ja parasiitit	Epäpuhtauksien ja vieraitten hyönteisten mukana leviävät bakteerit, virukset ja parasiitit. Esim. jauhopukintoukka on lajina melko kestävä. On mahdollista että prosessihyönteiset eivät sairastu ulkoa tulevista taudinaiheuttajista tai parasiiteista.	suurentunut	haitallinen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mikäli hyönteisistä ei ole haittaa muovia ei tarvitse pestä/hygienisoida. 2. Muovin kuumennus 70 C 1h ajan 3. Muovin sulatus yli 100C:ssa 4. Kaasutus esim otsonin avulla. <p>Soveltuvuus testattava ensin.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Muovin pesu



<p>LDPE muovin lisäaineet</p>	<p>Alustavan arvion mukaan HALS ei vaikuttaisi olevan haitallinen, mutta sitä ei ole testattu selkärankaisilla joten varmuutta asiasta ei ole. Hiilimusta on hiilipohjainen lisäaine joka ei ole vaarallinen eliöille. Haluavatko hyönteiset syödä muovia joka sisältää lisäaineita. Hyönteiset prosessoivat eri tavalla eri muoveja ja muovilaatuja.</p>	<p>pieni</p>	<p>todennäköisesti vaaraton testattava</p>	<p>testattava syövatko hyönteiset LDPE muovia joka sisältää lisäaineita.</p>
<p>LDPE muovi</p>	<p>Muovin mikro ja nano hiukkaset on todettu eliöille vaarallisimmaksi. Murskattaessa muovia muovi jauhautuu pienempään palakokoon jolloin voi syntyä pienempiä hiukkasia. Muovi ja sen partikkelit voivat joutua ympäristöön ja aiheuttaa haittaa vesistöille, maaperän eliöille ja eläimille sekä ihmisille. Murskattaessa ilmasta voi joutua hiukkasia keuhkoihin.</p>	<p>pieni</p>	<p>haitallinen</p>	<p>On huolehdittava siitä että muovit murskataan sisätiloissa jolloin muovia ei kulkeudu luontoon tuulen mukana. Sisätiloissa murskattaessa on huolehdittava että ihmisillä on riittävät hengityssuojaimet. Pestäessä sisätiloja voi jäteveden mukana kulkeutua muovin hiukkasia. Suurimpien hiukkasten lakaiseminen/imurointi pois lattialta ennen lattian pesua. Jäteveden suodattamis ja puhdistustarpeet selvitettävä ennen viemäriin laskemista. Ilmassa leijuvien muovihiukkasten pääsyn estäminen muihin huoneisiin tai ulkoilmaan otettava huomioon ilmastoinnin suunnittelussa.</p>
<p>Prosessi hyönteiset</p>	<p>Todennäköisesti käytettävät lajit ovat vieraslajeja ja potentiaalisia tuhohyönteisiä, jolloin niitä tai niiden munia ei saa joutua luontoon.</p>	<p>pieni</p>	<p>haitallinen</p>	<p>Kasvatuksen varotoimenpiteet on suunniteltava niin ettei prosessissa käytettäviä hyönteisiä tai niiden munia joudu luontoon esimerkiksi ihmisten, tavaroiden, laitteiden, jäteveden, jätteiden, ilman tai rakenteiden kautta.</p>

Ehdotus muovin esikäsittelystä maatilalla



1. Muovia käsittelevistä hyönteisistä

- Muovia elimistössään hajottamaan pystyviä hyönteisiä on löydetty useita lajeja.
- Näistä lajeista tarkastellaan eniten tutkittua jauhopukin toukkaa *Tenebrio molitor*.
- Toukat ovat pystyneet hajottamaan useita muovilajeja, kuten polyetyyleeniä PE, polypropeenia PP, EPS, PU, PUR, ABS, PLA ja jopa PVC:tä
- Pelkästään muovia syöttämällä hyönteiset eivät saa muita kasvulle elintärkeitä ravinteita. Nämä olisikin lisättävä käsiteltävän muovin sekaan.
- Muovin hajotusmekanismi on oletettua monimutkaisempi. Koostuu useista eri bakteerilajeista, mahdollisesti entsyymeistä sekä ruoansulatuselimistön toiminnasta. Eristettynä toisistaan eivät bakteerit eivätkä toukat toimineet yhtä tehokkaasti kuin yhdessä.



Jauhopukintoukka, tenebrio molitor

- 10 581 kJ 1 kg toukkia tarvitsee energiaa 0-12 viikkoiseksi asti (toukan paino 75 mg)
- 125 kJ 1 kg toukkia päivässä tarvitsee energiaa
- 10 J 1 toukka päivässä tarvitsee energiaa
- 4670 mg 1 kg toukkia syö PE muovia päivässä (=200 kJ)
- 0,35 mg 1 toukka syö PE muovia päivässä (=15 J)
- 43 000 kJ 1 kg LDPE muovin energiamäärä (NCV)
- 1 tonni toukkia voi hajottaa 1 tonnia muovia n. 15 kuukaudessa
- 1 tonni muovin hajottamiseksi 12 viikossa tarvitaan toukkia 5,5 – 7,1 tonnia
- Kehittymisnopeus on riippuvainen ympäristön lämpötilasta. Pidettäessä toukkia viileämmässä voidaan ne pitää toukkamuodossaan peräti kuusi kertaa pidempään kuin kasvattaessa optimilämpötilassa 27-32 astetta. Tällöin voisi säästää lämmityskuluissa. Jauhomadot voivat sopeutua elämään 15-40 asteen välillä.



Isovahakoisan toukka, Galleria mellonella

- Kasvaa loisena mehiläisten pesissä, syö ravinnokseen vahamaista mehiläiskennoa. Tämän ansiosta vahakoisan toukille on kehittynyt erityinen kyky sulattaa elimistössään pitkiä polymeeriketjuja
- Kasvatuskokeissa todettiin vahakoisan käyttävän muovia energiakseen 38 päivän aikana keskimäärin 0,35 mg LDPE muovia/toukka/päivä.
- Parhaimmillaan alkuvaiheessa toukat söivät muovia nopeammin, mm. 12 h aikana 100 toukkaa söi 92 mg muovia eli 1,84 mg /toukka/päivä.
- Näin ollen kilon verran toukkia voisi kuluttaa muovia 1,259 g – 6,618 g vuorokaudessa.
- Erityistä: Ulostesta löydettiin etyleeni glykolia, jota käytetään polymeroidessa muoveja. Muovi hajosi alkuaineeksensa.



2. Prosessin tuotokset ja niiden hyödyntäminen

- Prosessissa syntyy nykyisen tutkimustiedon valossa 1-7 -kertaisesti hyönteismassaa verrattuna syötettyyn muovin määrään
- Ulostetta syntyy 90 % toukkien loppupainosta
- Kitiinipitoisia kuoria taas 5-10 % hyönteismassasta
- Jätteitä esimerkiksi viljakuorista voi jäädä myös jonkin verran
- Hyönteisiä voidaan hyödyntää biokaasun tai biodieselin tuotannon raaka-aineena
- Rasvajakeita mm. Teknisinä rasvoina, kosmetiikka, nahkankäsittely
- Proteiinit Teknofunktionaalisina proteiineina?
- Kitiinille valtavasti erilaisia sovelluksia. Arvokas aine puhdistettuna.
- Etyleeniglykolilla on lukuisia eri käyttökohteita mm. muovit, jäänestoaine..

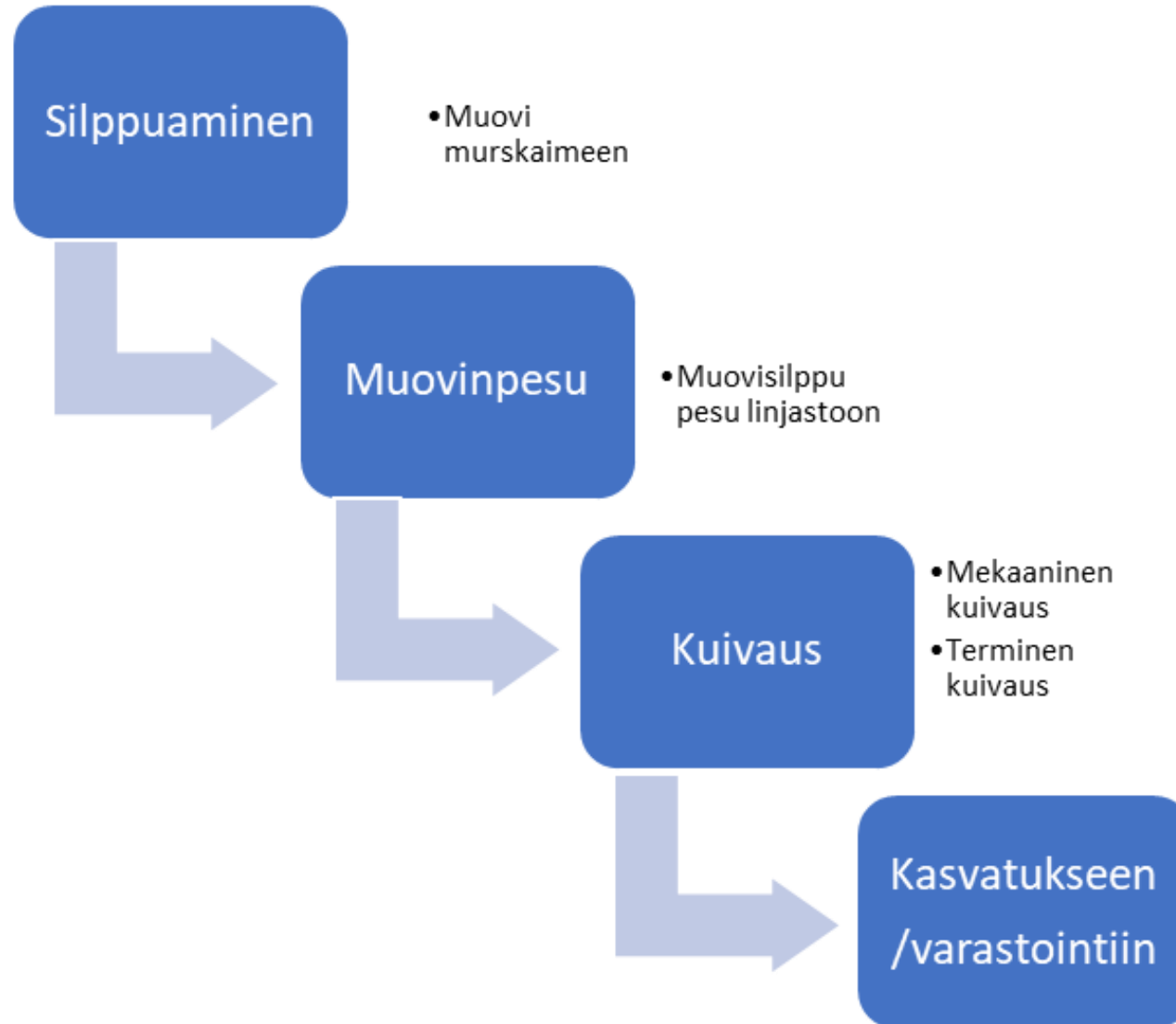


Muovin esikäsittelymenetelmät ennen hyönteisille syöttämistä

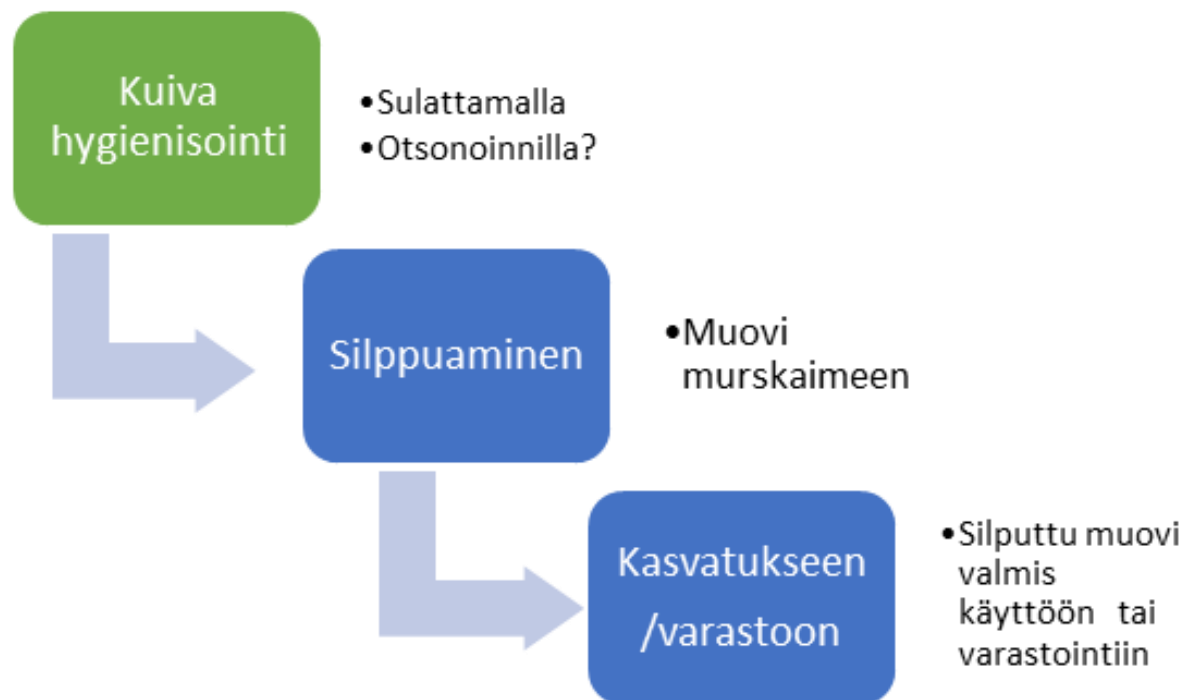
- Vesipesu esikäsittelynä kallista mm. Ekokem teki selvityksen multaisten maatalousmuovien hyödyntämisestä. Granulaateille tuli hintaa 499€/tonni.
- Alibaban kautta saatu tarjous 1000 kg/h kapasiteetin automaattiselle maatalousmuovien pesulaitokselle olisi 300 000 € ei sis. Asennuskuluja
- Pesulaitos sisältäisi murskauksen, esipesun, syväpesun ja kuivurin. Laitoksen tuottama muovimurskan palakoko olisi 10-15 mm ja vuosikapasiteetti luokkaa 8000 tonnia, 8000 tunnin käymisajalla.
- Muovin kierrätyksen konsultti Insinööri Eino Järvinen totesi, että pienemmillä maatalousmuovin vesipesujärjestelmillä voitaisiin päästä korkeintaan 200 €/tonni käsittelykustannukseen ilman granulointiyksikköä.



Kuva 1 Malli LDPE muovin esikäsittelystä vesipesulla



Malli 2. Muovin esikäsitteily hygienisoinnilla



Arvio hyönteisiin perustuvan ratkaisun toteutettavuudesta ja mittakaavasta sekä vertailu käytössä oleviin ratkaisuihin

- Yksi suurimpia kysymyksiä on, että kuinka paljon mikromuovia prosessissa voi syntyä?
- Jos muovia jää, niin voisiko ulosteet/jätteet jatkokäsitellä esim. mikrobien tai entsyymien avulla. Kompostoida tai biokaasuttaa jossa mukana ko. bakteereita.
- Menetelmän yhtenä mahdollisena kompastuskivenä voivat olla hyönteisten korkeat kasvatuskustannukset, jotka johtuvat tilojen lämmittämisestä ja kasvatuksen suuresta työvoiman tarpeesta
- Voisiko toukkien kasvatuksessa käyttää pienten laatikoiden sijaan suurempia altaita, jos toukat kasvatettaisiinkin esimerkiksi ilmavassa materiaalissa? Muovisilppu on alkuun ilmavaa
- Kasvatus alhaisemmissa lämpötiloissa => pienempi riski lämpötilan nousulle toukkalaatikossa, lämmityskulut pienemmät, kasvun hidastuminen => enemmän muoveja voitaisi prosessoida pienemmällä toukkamäärällä..



Menetelmän plussat ja miinukset

- + Keino hävittää hankaliakin muovijakeita, jotka on aiemmin haudattu maahan
- + Voi poikia uusia teknisiä sovelluksia
- + Muovi ja sen sisältämä hiili saadaan osittain takaisin kiertokulkuun
- + Laaja muovien käsittelymahdollisuus
- + Useita mahdollisia tuotemahdollisuuksia
- Mikromuovien määrää ulosteissa ei tiedetä
- Tarvitaan jopa viisinkertainen toukkamäärä suhteessa muovimassaan
- Käsittelyaika on pitkä, min. 30 vrk
- Toukkien kasvatus voi olla arvokasta
- Lannan ja hyönteisten myynnin kannalta ei vielä tiedetä varmasti mitä niille voi tehdä
- Toukkien muovin hajotuskyvystä sekä sen tehostamismahdollisuuksista ei vielä tiedetä paljoa



Menetelmän kannattavuuden arviointia

Esimerkki liiketoimintamallista

Muovin porttimaksu	50	€/tonni
Lanta	5000	€/tonni
Kitiini	10 000	€/tonni
Hyönteiset	100	€/tonni

	tonnia	€
Muovin porttimaksu	1	50
Lanta	4,5	22500
Kitiini	0,75	7500
Hyönteiset	5	500
Yhteensä	11,25	30550

Tuotannon kustannus
max. 26000 €/tonni

Taulukko 1 Esimerkki tulojen muodostuksesta sekä tuotantokustannuksen maksimista.



Vertailu muihin muovinkäsittelymenetelmiin

Eri muovin ja muovien käsittelymenetelmien vertailu								
	Muoviraaka- aineen kierrätys	Uusiokäyttö	Muovin pyrolysointi polttoöljyksi	Muovin hajottaminen mikrobeilla tai entsyymeillä	Muovin hajottaminen hyönteisillä	Muovin poltto	Loppu- sijoitus maahan	Hajoamin en luonnossa
Menetelmän soveltuvuus:								
PE, LDPE	X	X	X	X	X	X	X	
PET	X	X	X	X	(x)	X	X	
PVC	(x)	X	(x)	?	(x)		X	
PP	X	-	X	X	X	X	X	
PS	X	X	X	X	X	X	X	
PUR				X	X	X	X	
EPS (styrokseksi)	X			X	X	X	X	
ABS	X	X		X	X		X	
PLA (biopohjainen)				X	X	X	X	X
Tekniset muovit	(x)	X		?	?		X	
Muut (ei biopohjaiset)				?	?		X	
Kallis menetelmä	X		X	X	?			
Eniten käytetyt menetelmät	X	X				X	X	
Vapautuuko menetelmässä CO2			X	(x)	(x)	X		
Luonnollista kiertokulkua jäljittelevä				X	X			
Muovi hajoaa takaisin raaka-aineiksi	X		X	X	X			
Likaiset maatalousmuovit	(x)		(x)	X	X	(x)	X	



Lopuksi

- Menetelmän osalta tulisi selvittää ja ratkaista tutkimuksen keinoin hyönteisiin ja lantaan mahdollisesti jäävät mikromuovien määrät, sekä selvittää voiko mahdollisen mikromuovijäämän määrää vähentää jollain keinolla?
- Prosessin lopputuotteiden soveltuvien käyttökohteiden määrittäminen olisi tärkeää, sillä helposti voi käydä niin, ettei lopputuotteita voida käyttää missään, jolloin koko menetelmä kaatuu kalleuteensa sekä liikevaihdon puutteeseen
- Jos lopputuotteet soveltuvat erityisen hyvin joksikin tekniseksi tuotteeksi, olisi hyvä määrittää mitä ne olisivat ja mitä tuottajan pitäisi tehdä riittävän laadun varmistamiseksi.
- Voisiko hyönteisten kitiinille olla omat markkinansa, mikäli ne soveltuisivat muita kitiiniraaka-aineita paremmin joksikin tuotteeksi? Esim. Biomuovit, lääkekapselit, luonnonlääkkeet suolistolle ja immunitietin tehostamiseksi..
- Jotta tällä menetelmällä tuotettu lanta kelpaisi myytäväksi, pitäisi selvittää lannan koostumus sekä mahdolliset jatkokäsittelytarpeet?
- Hyönteisten ulosteesta voisi myös olla mahdollista eristää muovia hajottavia bakteerikantoja sekä entsyymejä, jolloin niiden pohjalta voisi kehittää kustannustehokasta teknistä prosessia muovimassojen hajottamiseksi esim. mädätysprosessiin.





Kiitos mielenkiinnosta

Niina Huikuri
Ympäristötekniikan asiantuntija
niina.huikuri@apilagroup.fi
Puh. 0503456747
www.apilagroup.fi