

# envitecpolis

TIEDOSTA VAIKUTUS

**Kasvintuhoojariskin minimointi Tyrnävän alueen  
kiertotalousympäristössä (biokaasulaitos + maatilat)  
ja High Grade -perunanviljelyalueen suojeleminen**

Tyrnävän ja Kempeleen alueen viljelijäryhmähanke / Tyrnävän Kehitys Oy



**Envitecpolis Oy**

Infotilaisuus 12.3.2025 Tyrnävällä



Euroopan unionin  
osarahoittama

# Selvityksen tausta ja tarve

- Tyrnävän ja Limingan pellot muodostavat Euroopan mittakaavassa ainutlaatuisen High Grade siemenperunan tuottamiseen soveltuvan viljelyalueen (High Grade Seed Potato Production Zone), jossa tuotetaan erittäin korkealaatuista siemenperunaa. Alueella on Euroopan Unionin hyväksyntä.
- Alueen erityisasema perustuu EU:n kasvinsuojelulainsäädännön tuntemien, perunalle vaarallisten kasvintuhoojien puuttumiseen.
- Muualla Euroopassa vastaavia alueita on vain neljä: Pohjois-Saksassa, Skotlannissa, Irlannissa ja Azorien saarilla Portugalissa.
- High Grade -alueella on erittäin tarkat laatuvaatimukset, jota seurataan tarkasti. Mikäli alueelle päätyy kasvintuhoojia, on mahdollista, että alue menettää arvokkaan High Grade -statuksen.
- Tyrnävän ja Kempeleen alueen viljelijäryhmähankkeessa selvitettiin kriittisimmät perunan kasvintuhoojat, jotka voivat olla vaaraksi High Grade alueelle. Työn tuloksena oli tarkoitus hahmottaa, kuinka kasvintuhoojien leviämisen riskiä Tyrnävän ja Kempeleen alueella voidaan minimoida, mikäli alueelle rakennetaan tulevaisuudessa erilaisia maataloussyötteitä hyödyntävä biokaasulaitos, jonka yhtenä lopputuotteena on pelloille takaisin palautuva luomukelpoinen mädätysjäännös.
- Selvitys toteutettiin Envitecpolis Oy:n toimesta tekemällä suppea kirjallisuuskatsaus ja kontaktoimalla yhdessä sovitut tahot (mm. LUKE, Ruokavirasto, Demeca Oy), joilta kaivattiin näkemystä keskeisten kasvintuhoojien käyttäytymiseen biokaasulaitoksella ja niiden mahdolliseen leviämiseen takaisin pelloille mädätysjäännöksen kautta.



# Keskeisimmät kasvintuhoojat



# Keskeisimmät kasvintuhoojat HG-alueella

- Perunan karanteenituhoojat joiden tiedetään esiintyvän Euroopan unionin alueella;
  1. **Bakteerit:** *Clavibacter sepedonicus* (vaalearengasmätä), *Ralstonia solanacearum* (tummarengasmätä)
  2. **Sienet ja munasienet:** *Synchytrium endobioticum* (perunasyöpä)
  3. **Hyönteiset ja punkit:** *Leptinotarsa decemlineata* (koloradon kuoriainen), *Bactericera cockerelli* (koisokemppi)
  4. **Ankeroiset:** *Globodera pallida* (valkoperuna ankeroinen), *Globodera rostochiensis* (keltaperuna ankeroinen), *Meloidogyne chitwoodi* (mukulaäkämäankeroinen), *Meloidogyne fallax* (kavalaäkämäankeroinen)
- Muita HG-alueen siemenperunalle haitallisia/ikäviä tuhoojia:
  - *Spongospora subterranea* (möhösieni / kuorirokko)
  - *Pomovirus solani*, *Potato mop-top virus*, *PMTV* (maltokaarivirus)
- Muulle viljelytoiminnalle haitallisia kasvintuhoojia:
  - *Avena Fatua* (hukkakaura)

Lähde: <https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/kylvosiemenet-ja-siemenperuna/siemenperunan-tuotanto/perunan-kasvintuhoojat/>



# Taulukko peruna- tai multajakeessa kulkeutuvista perunantuhojista

Tuhoaja	Karanteenistatus	Voi esiintyä kotimaisessa raaka-aineessa?	Voi levitä käsittelemättömissä sivuvirroissa?	Voi levitä käsitellyissä sivuvirroissa?
<b>ANKEROISET</b>				
Kuorilahoankeroinen ( <i>Ditylenchus destructor</i> )	Säädely ei-karanteenituhoaja	Ei	Kyllä	Epävarmaa
Valkoperuna-ankeroinen ( <i>Globodera pallida</i> )	Unionin karanteenituhoaja	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Keltaperuna-ankeroinen ( <i>Globodera rostochiensis</i> )	Unionin karanteenituhoaja	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Mukulaäkämäankeroinen ( <i>Meloidogyne chitwoodi</i> )	Unionin karanteenituhoaja	Ei	Kyllä	Epävarmaa
Kavalaäkämäankeroinen ( <i>Meloidogyne fallax</i> )	Unionin karanteenituhoaja	Ei	Kyllä	Epävarmaa
<b>BAKTEERIT</b>				
<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	Säädely ei-karanteenituhoaja	Ei	Ei	Ei
<i>Candidatus Phytoplasma solani</i>	Säädely ei-karanteenituhoaja	Ei	Ei	Ei
Vaalearengasmätä ( <i>Clavibacter sepedonicus</i> )	Unionin karanteenituhoaja	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tummarengasmätä ( <i>Ralstonia solanacearum</i> )	Unionin karanteenituhoaja	Ei	Kyllä	Ei
<b>SIENET JA SIENIMÄISET ELIÖT</b>				
Kuorirokko ( <i>Spongospora subterranea</i> )	Säädely ei-karanteenituhoaja	Kyllä	Kyllä	Epävarmaa
Perunasyöpä ( <i>Synchytrium endobioticum</i> )	Unionin karanteenituhoaja	Ei	Kyllä	Kyllä
Perunaseitti ( <i>Thanatephorus cucumeris (R. solani)</i> )	Säädely ei-karanteenituhoaja	Kyllä	Kyllä	Epävarmaa
<b>VIRUKSET JA VIROIDIT</b>				
Krysanteemin kitukasuviroidi ( <i>Chrysanthemum stunt viroid</i> )	Säädely ei-karanteenituhoaja	Ei	Kyllä	Epävarmaa
Perunan kierrelhtivirus (Potato leaf roll virus)	Säädely ei-karanteenituhoaja	Kyllä	Ei	Ei
Perunan sukulamukulaviroidi (Potato spindle tuber viroid)	Säädely ei-karanteenituhoaja	Ei	Kyllä	Epävarmaa

Taulukoissa on listattuna perunateollisuuden sivuvirtojen tai sen mukana kulkeutuvassa multajakeessa mahdollisesti esiintyvien perunan tuhoojien mahdollisuudet levitä käsittelemättömissä tai lainsäädännön mukaisesti käsitellyissä perunateollisuuden sivuvirroissa, mikäli niitä käytetään kierrätyslannoitteina.

Lähde: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/content>

Tuhoaja	Karanteenistatus	Voi esiintyä kotimaisessa raaka-aineessa?	Voi levitä käsittelemättömissä sivuvirroissa?	Voi levitä käsitellyissä sivuvirroissa?
Tomaatin pronssilaikkuvirus (Tomato spotted wilt virus)	Säädely ei-karanteenituhoaja	Ei	Kyllä	Epävarmaa
<b>HYÖNTEISET</b>				
<i>Epitrix cucumeris</i>	Hätätoimenpidetuhoaja	Ei	Kyllä	Ei
<i>Epitrix papa</i>	Hätätoimenpidetuhoaja	Ei	Kyllä	Ei
Kolorandonkuoriainen ( <i>Leptinotarsa decemlineata</i> )	Suoja-aluehuhoaja	Ei	Kyllä	Ei
<i>Tecia solanivora</i>	Unionin karanteenituhoaja	Ei	Kyllä	Ei

# Kirjallisuuskatsaus



# Kasvinterveysriskiin vaikuttavia asioita

- **Alkuperä:** Mistä raaka-aine on peräisin? Tiedetäänkö esiintykö raaka-aineen tuotantopaikassa kasvintuhoojia?
- **Sivuvirran tyyppi:** Mistä sivuvirrasta on kyse? Mitä muita jakeita ko. sivuvirta mahdollisesti sisältää esim. multa tai muut kasvit? Sivuvirrat voivat sisältää muitakin kuin perunateollisuutta vioittavia kasvintuhoojia.
- **Kasvintuhoojan biologia:** Huomioida kasvintuhoojan mahdollisuus leviämiseen ja asettumiseen, mikäli on syytä epäillä kasvintuhoojaa, jota ei esiinny alueella ennestään. Jotkin perunan tuhoajat vioittavat muitakin kasvilajeja.
- **Käsittelyn vaikutus:** Osa kasvintuhoojista muodostaa kestäviä lepoitiöitä (osa sienistä ja bakteereista), jotkin virukset ja viroidit kestävät kuumuutta hyvin ja jotkin ankeroslajit muodostavat kystoja. Nämä kaikki voivat kestää hyvin erilaisia käsittelyjä ja säilyä kauan maassa tai kasvimateriaalissa. Pohtia käsittelyitä sellaisen tutkitun kasvintuhoojan kautta, joka on mahdollisimman samanlainen.
- **Käyttökohde:** Suunnitella lopputuotteen käyttökohde. Pohtia mahdollisuutta käyttää lopputuotetta esim. viherrakentamisessa tai käyttöä lannoitteena toiselle kasvilajille kuin mistä raaka-aine on peräisin. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon kasvintuhoojien säilymisaika maassa ilman isäntäkasvia. Onko mädätysjäännöksessä mahdollisesti esiintyviä kasvintuhoojia esiintynyt käyttöpaikalla ennestään.

Lähde: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/content>



# Kasvintuhoojien säilyvyys

- Aikaan perustuvalla käsittelyllä (vanhennuksella) voidaan eliminoida kasvintuhoojat, jotka eivät muodosta pitkäikäisiä kestromuotoja tai kykene käyttämään kuollutta orgaanista materiaalia ravintonaan.
- Kasvintuhoojien säilymisestä on kuitenkin vaikea tehdä yleistyksiä, sillä säilymiseen vaikuttavat:
  - tuhoajien omat ominaisuudet
  - ympäristöolosuhteet
  - ympäristön muut mikrobit
- Esimerkkejä perunan kasvintuhoojien säilymisestä maaperässä:
  - valkoperuna-ankeroinen selviää infektiokykyisenä maassa ilman isäntäkasvia ainakin 12 vuotta
  - keltaperuna-ankeroinen ainakin 32 vuotta
  - Perunasyövän talvi-itiöt ovat äärimmäisen kestäviä ja voivat säilyä infektiokykyisinä maassa yli 40 vuotta
- Virusten kestävyys ympäristössä vaihtelee päivistä vuosiin:
  - Perunan Y virus (PVY, Potyvirus) säilyy vedessä infektiokykyisenä viikon
  - Pepinon mosaiikkivirus (PepMV, Potexvirus) kaksi viikkoa
  - Perunan sukkulamukulaviroidi (PSTVd) seitsemän viikkoa
  - Tupakan mosaiikkivirus (TMV) voi säilyä infektiokykyisenä maitiaisnesteessä jopa kahdeksan vuotta
- Kasvintuhoojan esim. karanteenituhoojan löytyminen/havaitseminen pellolta voi tapahtua vasta vuosien kuluttua saastumisesta.

Lähde: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/content> & [https://perunasta.fi/wp-content/uploads/2020/10/Kasvintuhoojat\\_Virtanen\\_31012020.pdf](https://perunasta.fi/wp-content/uploads/2020/10/Kasvintuhoojat_Virtanen_31012020.pdf)





# Lannoitelainsäädäntö

- Lannoitelainsäädännössä määriteltyjen toimien (käsittelyvaatimukset ja mahdolliset käytön rajoitukset) avulla pyritään ennaltaehkäisemään kasvintuhoojien leviämistä kierrätyslannoitteissa.
- Lannoitetuotteiden valmistamista sekä markkinointia säätelee kansallinen lannoitelaki (711/2022), jonka tavoitteena on edistää hyvälaatuisten, turvallisten ja kasvintuotantoon sopivien lannoitevalmisteiden tarjontaa, lannoitevalmisteiden ja lannan asianmukaista käyttöä sekä tarvittavien tietojen saatavuutta lannoitevalmisteiden käyttäjille ja ostajille.
- Kansallisen lainsäädännön mukaan lannoitevalmiste ei saa sisältää sellaisia määriä haitallisia eliöitä, että sen käyttöohjeiden mukaisesta käytöstä voi aiheutua vaaraa kasvien terveydelle.
- Kansallisen lainsäädännön mukaan lannoitevalmisteissa ei saa esiintyä esimerkiksi: juuripoltesientä, ankeroisia, rengasmätää tai perunasyöpää.
- Karanteenikasvintuhoojien leviämisen ehkäisemiseksi perunateollisuuden sivutuotteet on ennen lannoitekäyttöä joko kompostoitava, lämpökäsiteltävä tai käsiteltävä muulla kasvinsuojeluviranomaisen hyväksymällä menetelmällä.

Lähde: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/content> & <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/8d62f7ba-fd1d-4fbd-b2e5-71f886de60f4/content> & <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220711>



# Lannoitelainsäädännön edellyttämät käsittelyt ja niiden vaikutus kasvintuhoojiin

- Karanteenituhoojien leviämisen ehkäisemiseksi perunateollisuuden sivutuotteet tulee nykyisen kansallisen lainsäädännön mukaan joko:
  - Kompostoida (vähintään 55 °C, 40 % kosteus, 2 viikkoa)
  - Lämpökäsitellä kosteana (vähintään 70 °C, 1 tunti, enintään 12 mm palakoko) → Biokaasulaitoksella mahdollista ☺
  - Käsitellä käyttämällä muuta kasvinsuojeluviranomaisen hyväksymää menetelmää
- Yllä olevat käsittelyt riittävät tuhoamaan useimmat sivutuotteiden raaka-aineessa (mm. perunan mukulat, muut kasvin osat) tai sen mukana kulkeutuvassa multajakeessa mahdollisesti esiintyvät kasvintuhoojat, mutta eivät kaikkia.
- Vaadittavat käsittelyt eivät eräiden tutkimusten mukaan riitä tuhoamaan perunan karanteenituhoojista mm. perunasyöpää, vaalearengasmätää eikä peruna-ankeroisia.
- Mikäli lannoitevalmisteiden raaka-aine sisältää kasvintuhoojia, voivat ko. tuhoajat levitä uusille alueille lannoitevalmisteiden välityksellä, jos:
  - 1) Käsittelyprosessi ei niitä eliminoi, 2) Ilmasto-olosuhteet mahdollistavat tuhoojien selviytymisen 3) Isäntäkasveja on tarjolla
  - **HUOM:** Jos jokin kolmesta edellä mainitusta seikasta ei toteudu, leviämiskasvi on olematon.
- Lisäksi täytyy huomioida, että yllä olevien käsittelyjen vaikutuksia on tutkittu vain noin puolella niistä perunan tuhoajista, jotka voivat levitä perunan mukuloiden välityksellä tai perunan mukana kulkeutuvassa multajakeessa.
- Yllä mainitut käsittelyt eliminoivat tehokkaasti useimmat kasvintuhoojat, mutta muillakin aika-lämpötilayhdistelmillä voidaan saavuttaa sama tulos.
- Lannoitekäyttöä varten tarvitaan tapauskohtainen arviointi raaka-aineen mahdollisesti sisältämistä tuhoajista, prosessissa käytettyjen käsittelyjen vaikutuksesta ja lannoitevalmisteiden käyttökohteesta. Edellä mainittujen tietojen pohjalta voidaan perustella vaihtoehtoinen käsittely, käsittelemättä jättäminen tai käytön rajoitukset.

Lähde: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/content> & <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/8d62f7ba-fd1d-4fbd-b2e5-71f886de60f4/content>



# Biokaasulaitoksen mahdollisuus vaikuttaa kasvintuhoojien leviämiseen



# Mädätyksen vaikutus kasvintuhoojien tuhoutumiseen

- Termofiilisen mädätyksen (50-60 °C) vaikutusta perunan kasvintuhoojiin ei ole tutkittu.
- Mesofiilinen mädätys kolmen viikon ajan 35 °C asteessa **tuhoaa** keltaperuna-ankeeroisen kystat, mutta **ei kaikkia** valkoperuna-ankeeroisen kystoja.
- Vaalearengasmätä **saatiin hävitettyä** jätevesilietteestä 7 vuorokauden mädätyksessä 35 °C asteessa (Turner et al. 1983, cit. Noble & Roberts, 2004).
- Tummarengasmätä **on saatu tuhottua** 48 tunnin mädätyksessä 35–38 °C asteessa Iso-Britannian kasvintuotannon kehittämistyöryhmän mukaan (British Potato Council, 2002).
- Perunasyöpäjätteen mesofiilinen mädätys biokaasulaitoksessa 37 °C asteessa 14 vuorokauden ajan **ei vaikuttanut** perunasyövän elävyyteen (Schleusner et al., 2019).

Lähde: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/content>



# Tuhoojia, jotka selviävät hygienisoinnista

- Selkein mitattava kasvintuhoojien eliminoimiseen vaikuttava tekijä / prosessiparametri on lämpötila.
- Perunan karanteenikasvintuhoojista valkoperuna-ankeroinen, perunasyöpä ja vaalearengasmätä voivat eräiden tutkimusten mukaan selvitä lannoitevalmisteasetuksen mukaisesta kuumennuksesta (1h ja 70 °C).
- Parhaiten kuumuutta kestävät kasvintuhoojat ovat tupakan mosaiikkivirus (TMV, Tobamovirus) 80 °C, 1 tunti ja perunasyöpä 140 °C, 2 tuntia.
- Tupakan mosaiikkiviruksen hävittämiseksi massa tulee kuumentaa 80 °C asteeseen 2 tunniksi tai 85 °C asteeseen 1–2 tunniksi.
- Muita tunnin lämpökäsittelystä 70 °C asteessa mahdollisesti selviäviä organismeja ovat:
  - juurikkaan nekroottista keltasuonivirusta (BNYVV, Benyvirus) levittävä alkueläin Polymyxa betae
  - kurkun vihermosaiikkivirus (CGMMV, Tobamovirus)
  - tomaatin mosaiikkivirus (ToMV, Tobamovirus)
- Kannattaa huomioida, että muiden kuin perunasyövän ja TMV:n osalta tiedot kuumuuden kestävydestä perustuvat vain yhteen tutkimukseen.

Lähde: <https://helda.helsinki.fi/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/download>



# Hygienisoinnilla mahdollisesti ehkäistäviä perunan tuhoojia (monista tuhoojista on tehty vain 1 tutkimus, joten 100 % varmuutta tuhoutumisesta ei ole)

- Möhöjuuri
- Polymyxa betae
- Aphelenchoides subtenuis
- Sipulilahoankeroinen (Dithylenchus dipsaci)
- Valkoperuna-ankeroinen (Globodera pallida)
- Keltaperuna-ankeroinen (Globodera rostochiensis)
- Hallaäkämäankeroinen (Meloidogyne hapla)
- Meloidogyne incognita
- Meloidogyne javanica
- Kuoliolaikkuankeroinen (Pratylenchus penetrans)
- Bakteerilakaste (Clavibacter michiganensis ssp. Michiganensis)
- Vaalearengasmätä (Clavibacter sepedonicus)
- Clavibacter xyli ssp. Xyli
- Tulipolte Erwinia amylovora
- Tyvimätä, märkämätä (Pectobacterium atrosepticum)
- Märkämätä (Pectobacterium carotovorum)
- Tyvimätä, märkämätä (Dickeya ent. Erwinia chrysanthemi)
- Pseudomonas savastanoi pv. Phaseolicola
- Versomätä (Pseudomonas syringae pv. Syringae)
- Tummarengasmätä (Ralstonia solanacearum)
- Xanthomonas campestris pv. Vesicatoria
- Kuorimätä (Phytophthora cactorum)
- Phytophthora kernoviae
- Phytophthora megasperma
- Versopolte (Phytophthora ramorum)
- Sydänmätä (Pythium ultimum)
- Mesisieni (Armillaria mellea)
- Harmaahome (Botrytis cinerea)
- Macrophomina phaseolina
- Olpidium brassicae
- Perunaseitti (Rhizoctonia solani)
- Pahkahome (Sclerotinia sclerotiorum)
- Sipulin pahkamätä (Sclerotium cepivorum)
- Perunasyöpä (Synchytrium endobioticum) (enemmän tutkimusta, että hygienisointi ei tehoa)
- Lakaste (Verticillium albo-atrum)
- Lakaste (Verticillium dahliae)
- Tomaatin pronssilaikkuvirus (Tomato spotted wilt virus)
- Pikkusiplari (Eumerus strigatus)
- Narsissikärpänen (Merodon equestris)

Sinisellä värjätyt on merkittävimpiä kasvintuhoojia.

Lähde:<https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/content>



# Kuorirokko

- Kuorirokkomikrobi tartuttaa perunan mukuloita, juuria ja maavarsia, joihin voi muodostua kestoitiöitä.
- Kestoitiöt säilyvät maassa pitkään (yli 10 vuotta).
- Kuorirokkomikrobi leviää kestoitiöinä maa-aineksessa, perunan pinnalla ja juurissa. Kestoitiöitä ei muodostu kasvin maanpäällisiin osiin.
- Kuorirokko ei leviä maanpäällisen kasvuston mukana → mikäli biokaasulaitoksessa hyödynnetään syötejakeena vain maanpäällistä kasvuston osaa, ei siinä esiinny kuorirokkoa.
- Kuorirokko voi levitä kaluston tai muun esim. kenkien mukana, jos multajietta (sis. Itiöitä) jää kalustoon esim. renkaisiin tai kengänpohjiin ja kulkeutuu niiden mukana.
- **HUOM:** Urakoitsijoiden, jotka käyvät monilla pelloilla on syytä kiinnittää asiaan huomiota ja olla huolellisia sen suhteen.
- **TULOS 1:** Kuljetuskaluston vesipesu riittää ehkäisemään kuorirokon leviämistä. Pelkkä vesi on riittävä, kunhan multajae saadaan pois kalustosta.
- **TULOS 2:** Muiden kasvintuhoojien näkökulmasta kaluston pesuun olisi hyvä käyttää lisäksi jotain desinfiointiainetta.

Lähde: Lea Hiltunen, Luonnonvarakeskus



# Perunajakeet biokaasulaitoksen syötteenä

- Perunalla voi esiintyä erilaisia kasvitauteja ja -tuholaisia. Osa näistä kasvintuhoojista aiheuttaa merkittäviä satotappioita perunaviljelmille.
- Perunanviljelyssä muodostuvien kasvijätteen käsittelyssä ja käsitellyn materiaalin peltolevityksessä on otettava huomioon niihin sisältyvä kasvintuhoojien leviämiskahva.
- Käytettäessä perunan varsimassaa biokaasulaitoksen syötejakeena, on otettava huomioon ainakin rengasmädän, ankerosten ja perunasyövän mahdollinen leviämiskahva (Ruokavirasto 2023).
- Vaarallisten kasvintuhoojien leviämisen ennaltaehkäisemiseksi Ruokavirasto suosittelee perunasivujakeiden käsittelyssä syötejakeen lämpökäsittelyä kosteana 70 °C:ssa vähintään tunnin ajan alle 12 mm partikkelikoossa.
- Lannoitevalmisteita koskevasta lainsäädännöstä eikä kasvinterveyspuolen lainsäädännöstä tule erityisiä vaatimuksia High Grade -alueeseen liittyen. High Grade -alueeseen liittyvät säädökset koskevat ainoastaan alueella markkinoitavaa ja alueella käytettävää siemenperunaa (Ruokavirasto 2024).
- Biokaasulaitoksen operoijan on huomioitava, että raaka-aineiden käsittelystä ja lopputuotteiden käytöstä ei saa aiheutua kasvi- tai eläintautien leviämiskahva.





# Lisäkeinoja kasvintuhoojien leviämisen ehkäisyyn

- Kalkkistabilointi
  - Voi eliminoida perunan tummarengasmädän, jos pH nostetaan yli 12 vuorokauden ajaksi
  - Voidaan vähentää mm. valko- ja keltaperuna-anteroisen kystien elävyyttä, mutta ei poistaa niitä kokonaan
- UV-käsittely ja hapettavat kemikaalit
- Suodatus
  - Kiinteä aine erotetaan nesteestä suodattimen avulla
  - Suodattimen tiheys määrittää sen mitä kasvintuhoojia nesteestä voidaan poistaa
  - Suodattimeen kertyvä sakka tulee käsitellä vielä muilla menetelmillä
  - Esimerkkejä erilaisista suodattimista: Polyesterihuopasuodatin, hiekkasuodatus ja Ruovikkosuodatinjärjestelmä
  - Suodatuksella voidaan tehostaa myös muiden käsittelyjen tehoa
- Kaikki menetelmät eivät välttämättä ole sovellettavissa biokaasulaitokselle. Osa kuitenkin voi olla! 😊

Lähde: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/content>



# Biokaasulaitoksen suunnittelussa huomioitavat asiat Tyrnävällä



# Syötteiden valinnat biokaasulaitoksella

- Syötepohjan valinnalla on suuri merkitys mm. kasvintuhoojien leviämisen ehkäisemisessä.
- Tärkeää on oikeanlaisen syötepohjan valitseminen:
  - Pohtia kannattaako vastaanottaa syötteitä vain niiltä tiloilta, jotka eivät ole tekemisissä perunajakeiden kanssa.
  - Pohtia kannattaako, ottaa riskiä siitä, että HG-alueen ulkopuolelta tuotavista syötteistä saattaa tulla alueelle sellaisia kasvintuhoojia, jotka vaikuttavat haitallisesti alueen siemenperunaviljelyyn ja sitä kautta mahdollisesti HG-statukseen.
  - Jos alueen ulkopuolisia syötteitä halutaan vastaanottaa laitokseen → Otetaan vastaan vain sellaisia ulkopuolisia syötejakeita, joista tiedetään ettei perunaa ole viljelty ko. pelloilla yli 10 vuoteen tai lantajakeita, joista tiedetään, ettei eläinten ruokinnassa ole käytetty perunajakeita.
  - Ei vastaanoteta suuren riskin omaavia syötejakeita, esim. perunajakeet.
- Peltourakointiin on syytä kiinnittää huomiota, sillä kasvintuhoojat voivat levitä mm. traktorin renkaiden välityksellä pellolta toiselle.
- Pohtia tulisiko kaluston jolla syötejakeita kuljetetaan olla peräisin HG-alueelta → vältetään riskiä, että HG-alueen ulkopuolelta tulisi kasvintuhoojia kaluston mukana alueelle.
- Pyritään minimoimaan kasvintuhoojien pääsy laitosalueelle mahdollisimman hyvin, jolloin myös lopputuotteen kasvintuhoojapaine olisi pienempi.
- Syötejakeet vastaanotetaan katettuihin varastoihin, joista ne siirtyvät suoraan esikäsitteily-yksikköön.



# Kontaminaation ehkäisy & operointi laitosalueella

- Syötejakeiden ja mädätysjäännöksen kuljetusten huolellisella suunnittelulla voidaan ehkäistä kontaminaatiota laitosalueella.
- Kaluston sekä henkilöstön kenkien yms. maan kanssa kontaktissa olevien kohteiden huolellinen pesu ehkäisee maajakeiden mukana kulkeutuvien kasvintuhoojien leviämistä.
- Syötteiden purkaminen suoraan varastoihin / esikäsitteily-yksikköön.
- Hyödynnetään katettuja varastointiratkaisuja laitosalueella → vältetään/minimoidaan riski, mahdollisista ilman/eläinten mukana leviävistä kasvintuhoojista (mm. ankeroisten kystat voivat levitä valumaveden tai tuulen kuljettaman maa-aineksen mukana)
- Kaluston pesut syötejakeiden tuonnin ja mädätysjäännös jakeen noutamisen välillä → Mikäli halutaan toteuttaa kuljetuksia menopaluu kuljetuksina samalla kalustolla.
- Mikäli eri kuljetuksilla tuodaan syötejakeita ja haetaan mädätysjäännöstä voidaan kalusto (mädätysjäännöksen noutaminen) mahdollisesti pestä jo ennen laitosalueelle menoa → Puhdas puoli, jossa ei pitäisi esiintyä merkittäviä määriä kasvintuhoojia.
- Ollaan huolellisia siitä, miten kaluston pesussa muodostuvat vedet käsitellään → Perunantuhoojat voivat levitä myös veden mukana.
- Tärkeää huomioida tulevien jakeiden sekä alueelta pois lähtevien jakeiden reititys, ettei tule ristikontaminaatiota jakeiden välillä → Pidetään ns. likainen (syötejakeet) ja puhdas (mädätysjäännös jakeet) puoli erillään toisistaan.
- Suunnitellaan laitosalueen komponenttien sijoittelu siten, että kontaminaation tapahtuminen pyritään ehkäisemään.



# Syötteiden esikäsittely & reaktorin olosuhteet

## Syötejakeiden murskaaminen

- Saadaan pienennettyä syötejakeiden palakokoa vähintään 12 mm (lakisääteinen minimivaatimus), mutta myös pienemmiksi partikkeleiksi tarvittaessa.
- Syötejakeiden murskaaminen voidaan toteuttaa useampaankin kertaan esim. kaksi kertaa → tehostaa hygienisoitumista

## Lämpötila

- Korkeammalla lämpötilalla voidaan vaikuttaa kasvintuhoojien esiintymiseen
- Kasvintuhoojien käyttäytymistä ei ole testattu termofiilisessä mädätyksessä. Termofiilinen mädätys on myös herkempi biokaasureaktorin sisällä olevan biologisen prosessin muille häiriöille → Yleisenä suosituksena on mesofiilinen prosessi.

## Viipymäaika

- Pidemmällä viipymäajalla reaktorissa voidaan vaikuttaa kasvintuhoojien esiintymiseen → Hyvä ottaa huomioon reaktorien mitoituksessa
- Jälkimädätyksellä tai kahden reaktorin ratkaisulla voidaan lisätä mädätysjäännöksen hygieenisyyttä (ohivirtauksen minimointi) sekä vähentää metaanihävikkiä → pidentää syötteiden viipymäaika reaktorissa tai jälkimädätysaltaassa.

## pH

- pH:n nostamisella voidaan hidastaa bakteerien ja taudinaiheuttajien kasvua reaktorissa. Biokaasuprosessin pH-arvo on yleensä noin 7-8, mutta erilaiset bakteerit viihtyvät parhaiten neutraaleissa oloissa (pH 6,6-7,5). (Motiva 2013, 6; Arkima 2015, 45.)



# Mädätysjäännöksen hygienisointi & jälkikäsittely

- Biokaasulaitoksen yhteydessä olevalla hygienisointiyksiköllä voidaan tuhota monia perunantuhojia, mutta ei kaikkia.
- Hygienisointiyksiköllä voidaan tuhota salmonella ja hukkakaura sekä vähentää kasvintuhojien esiintymistä mädätysjäännöksessä.
- Hygienisoinnin teho riippuu lämpötilan ja ajan lisäksi käytetyistä raaka-aineista (syötejakeet) ja muista olosuhteista, kuten prosessiteknologiasta, prosessin hallinnan huolellisuudesta ja kasvintuhoajan fysiologisesta tilasta.
- Jos halutaan olla varmoja hygienisoinnista, niin siinä tapauksessa hygienisointiyksikkö kannattaa sijoittaa biokaasureaktorin jälkeen → Kaikki tuotettu mädätysjäännös saadaan hygienisoitua.
- Korkeampi lämpötila tehostaa hygienisointia.
- Kohdeprosessin valvonta on keskeinen tehtävä, kun määritetään hygienisoinnin tehokkuutta → Valvotaan, että hygienisoinnin ehdot täyttyvät esim. 1 tunti 70 C°.
- Prosessin validointi, valvonta, prosessidatan seuranta ja lopputuotteen valvonta eivät ole korvattavissa pelkällä lopputuotteen valvonnalla vain yhden kasvintuhoajan osalta, koska erilaisten kasvintuhojien esiintyminen materiaalissa voi vaihdella. (Lähde: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/content>)



# Omavalvontasuunnitelma

- Omavalvonta on tärkein osa koko kokonaisuutta. Tällä on suurin merkitys tuhoojien mahdollisen leviämisen ehkäisemisessä.
- Kaikkien lannoitevalmisteita tuottavien toimijoiden on laadittava omavalvontasuunnitelma.
- Suunnitelma on laadittava ennen toiminnan aloittamista ja se on liitettävä Ruokavirastolle tehtävään kirjalliseen ilmoitukseen.
- Biokaasulaitoksen ollessa toiminnassa Ruokavirasto valvoo omavalvontasuunnitelman toteutumista.
- Omavalvontasuunnitelmassa tulee kuvata käsittelyn kriittiset vaiheet eli vaarat ja niiden hallinta.
- Biokaasulaitoksella, jossa käsitellään eläinperäisiä sivutuotteita, omavalvontajärjestelmän tulee perustua HACCP-järjestelmään (Hazard Analysis and Critical Control Points).
- Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 965/2023 säädetään omavalvontavelvollisuudesta sekä laitoksen hyväksynnästä.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetuksesta 965/2023 löytyvät tiedot, joiden mukaan toiminnanharjoittajan on ilmoitettava ja raportoitava lannoitevalmisteen tuottamiseen liittyvistä asioista.
  - Esim. lannoitevalmistajan tulee ottaa mädätysjäännöksen jokaisesta erästä hygienian osoittava testi siinä vaiheessa, kun erä on valmis lannoitteeksi. Erän koon määrittää lannoitevalmistaja.

Lähde: Tampio ym. 2018 [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/542240/luke-luobio\\_37\\_2018\\_2X.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/542240/luke-luobio_37_2018_2X.pdf?sequence=8&isAllowed=y) & <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230964>



# Mädätysjäännöksen peltolevityksen suunnittelu

- Viljelijät vastaavat mädätysjäännöksen peltolevityksen toteutuksesta oman tilansa pelloilla.
- Laitoksen operoija on ensisijaisesti vastuussa mädätysjäännöksen sisältämien tuhoojien leviämisestä.
- Mädätysjäännöksen lannoitekäyttöön sisältyy suuruudeltaan tuntematon riski karanteenikasvintuhoojien ja muiden haitallisten tuhoojien leviämisestä.
- Suosittelemme ottamaan huomioon mädätysjäännöksen peltolevityksessä:
  - Mädätysjäännöstä levitetään niille peltolohkoille, joita ei tulla käyttämään perunan viljelyssä seuraavina vuosina.
  - Mädätysjäännöstä levitetään niille peltolohkoille, jotka eivät sijaitse perunan viljelyssä käytettävien peltojen valuma-alueilla.
  - Mädätysjäännöstä ei levitetä myöskään lohkoille, joilta voi tulla valumia peltolohkoille, joissa mahdollisesti viljellään perunaa lähivuosina.
  - Huolellisella peltoliikenteen suunnittelulla voidaan ehkäistä tuhoojien mahdollista leviämistä alueella.





# Kasvinterveysriskiin vaikuttavia asioita: Tyrnävän biokaasulaitos

- **Syötteen alkuperä:** Vastaanotetaan vain HG-alueen sisäpuolelta syötejakeita laitokseen.
- **Syötejakeen tyyppi:** Vastaanotetaan vain maataloudestaperäisin olevia jakeita. Ei vastaanoteta perunantuotannon sivuvirtoja laitokseen. Pyritään vastaanottamaan mahdollisimman puhtaita/kasvintuhoojavapaita jakeita laitokselle.
- **Kasvintuhoojan biologia:** Pyritään ehkäisemään sellaisten kasvintuhoojien tuominen alueelle, joita siellä ei ennestään esiinny.
- **Käsittelyn vaikutus:** Mädätysjäännöksen hygienisointi vähintään 70 C° ja 1 tunnin ajan partikkeli koossa 12 mm. Hygienisoinnin lämpötilan nostolla, viipymäajan pidentämisellä ja partikkelikoon pienentämisellä voidaan tehostaa hygienisointia ja vähentää siten mahdollisten kasvintuhoojien esiintymistä lopputuotteessa eli mädätysjäännöksessä.
- **Käyttökohde:** Ei käytetä mädätysjäännöstä lannoitteena perunan viljelyyn käytettävillä lohkoilla tai niiden läheisyydessä olevilla valuma-alueilla. Hyödynnetään mädätysjäännös lannoitteena nurmi ja viljapelloilla.
  - Esim. karanteenituhoojista perunasyöpä ja vaalearengasmätä sekä peruna-ankeroiset, voivat tutkimusten mukaan selvitä nykyisen lannoitelainsäädännön vaatimusten mukaisista käsittelyistä (mm. hygienisointi), ovat tuhojia vain perunalla, joten näitä tuhojia sisältävän lannoitevalmisteen käyttämisessä esimerkiksi viljan viljelyssä ei näennäisesti ole riskejä, kunhan vain huolehditaan siitä, ettei kyseisellä lohkolla viljellä perunaa riittävän pitkään aikaan. (Lähde: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/content>)



# Yhteenveto ja lähteet



# Yhteenveto

- HG-alueella ei vielä esiinny perunalle vaarallisia kasvintuhoojia, joten niiden leviämisen riski alueella voidaan ajatella olevan pieni, kun käytetään alueen sisäpuolelta saatavia syötejakeita biokaasulaitoksessa.
- Laitoksen syötteiksi kannattaa valita mahdollisimman puhtaita oletettuja syötejakeita, jotka tulevat HG-alueen sisäpuolelta. Ei vastaanoteta perunantuotannon sivuvirtoja biokaasulaitokseen.
- Biokaasulaitos voi vaikuttaa monilla tavoilla kasvintuhoojien leviämisen riskin minimointiin
  - Syötejakeiden varastointi katetuissa varastoissa ja suorasyöttö varastosta esikäsittely-yksikköön.
  - Esikäsittelyssä syötejakeen palakoon pienentäminen, mikäli halutaan varmentaa palakoon pieneneminen voidaan murskaus tehdä useampaan kertaan.
  - Viipymäaika reaktorissa yli 21 päivää vähintään 37 C lämpötilassa (vaikutus mm. keltaperuna ankeraisen kystiin) → Reaktorin oikea mitoitus.
  - Mahdollisesti pitkä viipymäaika yhdessä reaktorissa tai kaksi reaktoria peräkkäin, jolloin ohivirtausta pystytään minimoimaan.
  - Hygienisointi vähintään 1 tunti 70 C°. Jos halutaan, hygienisointiyksikön prosessilämpötilaa voi nostaa yli 80 C° ja viipymäaika pidentää esim. 2 h.
  - Mädätteen kalkkistabilointi, pH:n nosto yli pH 12 vuorokauden ajaksi (vaikutus tummarengasmätään, valko- ja keltaperuna-ankeroiseen)
  - Mahdollinen suodatusmenetelmä tai kalvotekniikka (voi olla vaikutusta kasvintuhoojien minimoimiseen) siinä vaiheessa kun jalostetaan lannoitevalmisteita.
  - Varastointi: syötteiden ja mädätejakeiden varastot ovat katettuja.
  - Valvonta: omavalvontasuunnitelma, prosessinvalvonta, tietoisuus alueen kasvintuhoojatilanteesta yms.
  - Kuljetus: Puhdistettu kuljetuskalusto ja huolellinen peltoliikenteen suunnittelu (syötejakeiden korjuu & mädätysjäännöksen levitys).
- Alueen viljelijät voivat vaikuttaa monilla tavoin kasvintuhoojien leviämisen riskin minimointiin
  - Mädätysjäännöksen levitys: levitetään mädätysjäännös muille kuin perunan viljelyyn käytettäville lohkoille.
  - Omalla tilalla kasvintuhoojien seuranta ja raportointi biokaasulaitokselle.
  - Laitokselle tuottamien syötteiden laatuvaatimusten seuranta ja täyttäminen sekä biokaasulaitoksen ohjeistuksen noudattaminen.

# Lähteet

## Tutkimuksia/selvityksiä aiheesta:

- Loppuraportti Perunateollisuuden sivuvirtojen kasvinterveysriskit (2022). <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/342671>
- Toimintasuositukset- Kasviperäisten lannoitevalmisteiden käsittely (2022). <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/342668>
- Kirjallisuustutkimus perunateollisuuden sivuvirtojen lannoitekäytön vaikutuksesta kasvinterveyteen (2021). <https://helda.helsinki.fi/bitstreams/2b431231-392d-4b5e-b957-7edd3cf88341/download>
- Perunasyövän tutkimusta vahvistamassa. Ruokaviraston tiedote julkaisusta: Perunasyövän aiheuttamat ongelmat lisääntyvät Euroopassa, 4.12.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/laboratoriopalvelut/ajankohtaista-laboratoriopalveluista/perunasyovan-aiheuttamat-ongelmat-lisaantyyvat-euroopassa/>
- Rikkakasvit perunan kuorirokon väli-isäntinä (2022), LUKE Hiltunen Lea, Holappa Outi & Hokka Marjo (meneillään oleva tutkimus kesto 2026 asti).
- Perunan kuorirokko kuriin (2022). <https://journal.fi/smst/issue/view/8286>
- Hygienisointi osana maatalan biokaasulaitoksen prosessia (2022), Lääkkölä Elisa. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/750792/Laakkola\\_Elisa.pdf;jsessionid=E67DE02DBA01C6343B5362A30199D8B3?sequence=2](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/750792/Laakkola_Elisa.pdf;jsessionid=E67DE02DBA01C6343B5362A30199D8B3?sequence=2)
- [https://perunasta.fi/wp-content/uploads/2020/10/Hiltunen\\_Kuorirokon-epidemiologia.pdf](https://perunasta.fi/wp-content/uploads/2020/10/Hiltunen_Kuorirokon-epidemiologia.pdf)
- [https://perunasta.fi/wp-content/uploads/2020/10/LehtonenMT\\_sivuvirtojen\\_kasvinterveysriskit.pdf](https://perunasta.fi/wp-content/uploads/2020/10/LehtonenMT_sivuvirtojen_kasvinterveysriskit.pdf)
- [https://perunasta.fi/wpcontent/uploads/2020/10/Kasvintuhoojat\\_Virtanen\\_31012020.pdf](https://perunasta.fi/wpcontent/uploads/2020/10/Kasvintuhoojat_Virtanen_31012020.pdf)
- Tietopyyntö, Ruokavirasto 2024, Tarja Alainen, Ylitarkastaja Kasvien tuonti- ja lannoitejaosto.
- Lausunto, Ruokavirasto 2023,

## Puhelinhaastattelut

- Hiltunen Lea, LUKE, haastattelu 20.09.2024 & sähköpostiviesti 10.03.2025
- Leppänen Eero, Demeca Oy, 2025, haastattelu 28.11.2024



# Asiantuntija



## Jasmin Lehtinen

asiantuntija

biokaasu ja ympäristöluvut

+358 40 657 3150

jasmin.lehtinen@envitecpolis.fi



# envitecpolis.fi



**Jasmin Lehtinen**

Asiantuntija

040 657 3150

jasmin.lehtinen@envitecpolis.fi



Euroopan unionin  
osarahoittama