

# Kasvinsuojeluainejäämien hallinta kierrätyslannoitteissa

*Miten kasvinsuojeluainejäämät kertyvät kierrätyslannoitevalmisteisiin ja miten ne vaikuttavat kasveihin ja ympäristöön?*

*Miten jäämiin liittyviä riskejä voidaan hallita tuotteiden valmistuksessa, käytössä ja sääntelyssä?*

## Hankkeen nimi:

Kierrätyslannoitteiden kasvinsuojeluainejäämät ja niiden hallinta (KIERTOKAS)

## Tekijät:

Liisa Maunuksela, Kati Räsänen, Salla Selonen, Katri Siimes, Lauri Äystö, Elli Auvinen, Marleena Hagner, Kati Hakala, Johanna Järivistö, Maria Kalliola, Mikko Lehtonen, Matti Leppänen, Annamari Lesonen, Marjaana Nousiainen, Johanna Rajasärkkä, Kimmo Rasa, Marika Rastas, Anne Relander, Minna Sarvi, Elina Tampio

## Hankkeen tiivistelmä

KIERTOKAS-hankkeen (2023–2026) tavoitteena oli edistää turvallista ravinteiden kiertoa ja lannoiteomavaraisuutta tuottamalla tutkimustietoa kierrätyslannoitteiden kasvinsuojeluainejäämistä ja niiden hallinnasta.

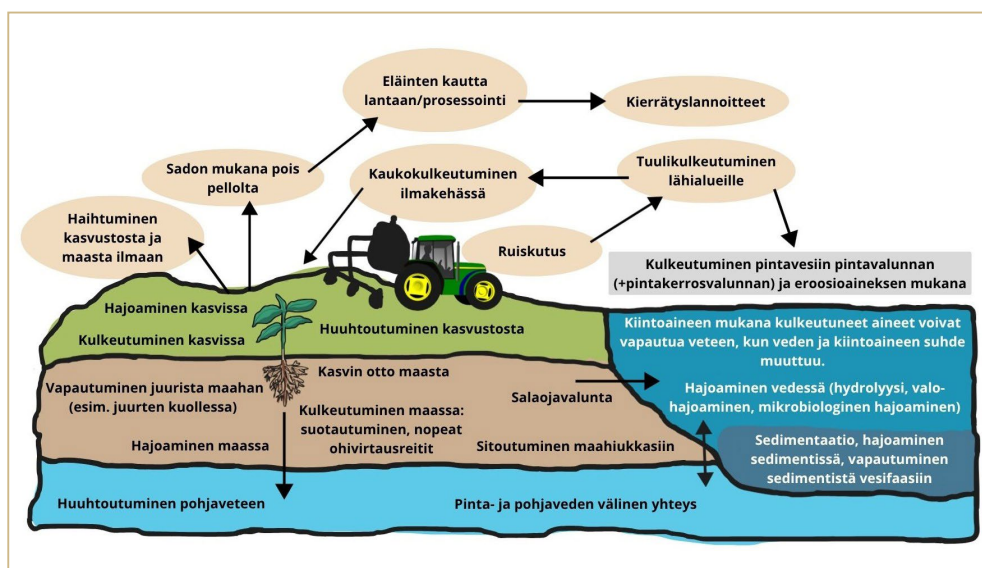
Tulokset osoittivat, että rikkakasvien torjuntaan tarkoitettuja kasvinsuojeluaineita eli herbisidejä, kuten klopyralidia, aminopyralidia ja glyfosaattia, voi kulkeutua kierrätyslannoitteisiin kasvimateriaalien ja lannan kautta. Jo pienet pitoisuudet lannoitteissa voivat heikentää herkkien kasvien kasvu. Aineiden esiintymistä kierrätyslannoitteissa selittää muun muassa niiden kemiallinen pysyvyys, kyky säilyä eläinten ruoansulatuksessa ja biomassojen käsittelyssä sekä niiden kulkeutumisherkyys maasta kasviin.

Tutkimuksissa havaittiin, että kierrätyslannoitteissa esiintyvien jäämien vaikutukset riippuvat niiden biosaatavuudesta ja lannoitemateriaalista. Linsi ja tomaatti osoittautuivat toimiviksi indikaattorikasveiksi jäämien vaikutusten arvioinnissa.

Prosessointimenetelmistä pyrolyysi (470 °C, 90 min) poisti jäämiä tehokkaasti, mutta sen tiedetään vähentävän fosforin ja typen käyttökelpoisuutta kasveille. Kompostointi ja mädätys vähensivät jäämiä vaihtelevasti.

Viljelijäkyselyn mukaan kierrätyslannoitteiden käyttöä rajoittavat erityisesti kustannukset, saatavuus sekä huoli tuoteturvallisuudesta.

Keskeinen johtopäätös on, että nykyinen riskinarviointi ja sääntely eivät riittävästi huomioi kiertotalouden ainevirtoja. Kierrätyslannoitteiden turvallisen käytön edistäminen edellyttää riskinarvioinnin, omavalvonnan, tutkimuksen ja neuvonnan kehittämistä.



**Kuva 1.** Kasvinsuojeluaineiden kulkeutuminen ympäristössä. Sadon mukana peltoilta poistuvasta torjunta-ainemäärästä osa voi päätyä kierrätyslannoitteisiin ja lannoituksen mukana myös takaisin peltoon. (Kuva: Katri Siimes ja Aurora Haveri).

*Hankkeen päämääränä on tuottaa tietoa kierrätyslannoitteiden kasvinsuojeluainejäämistä ja niiden hallinnasta, jotta voidaan edistää turvallista ravinteiden kiertoa ja lannoiteomavaraisuutta.*

## Johdanto

Kierrätyslannoitteet ovat keskeinen osa kestäväää maataloutta. Haasteena on, että kierrätyslannoitevalmisteisiin voi päätyä kasvinsuojeluainejäämiä. Jäämät kulkeutuvat kasviperäisistä sivuvirroista eläinten rehuihin, rehuista lantaan ja lannasta lannoitteisiin. Kasvinsuojelujäämiä päätyy kierrätyslannoitevalmisteisiin erityisesti maassa hitaasti hajoavista herbisideistä (aminopyralidi, klopyralidi, pikloraami, glyfosaatti).

Kasvinsuojeluainejäämien hallinta edellyttää riskinarvioinnin ja sääntelyn päivittämistä koko tuotantoketjussa. Keskeisiä riskejä ovat jäämien kulkeutuminen kasvualueisiin ja viljelykasveihin, haittavaikutukset herkille kasveille kuten tomaatille, epävarmuus kierrätyslannoitteiden turvallisuudesta sekä puutteet nykyisessä riskinarvioinnissa. EU:ssa kasvinsuojeluaineiden hyväksyntään vaadittava riskinarviointi ei tällä hetkellä kata jäämien siirtymistä kierrätyslannoitteisiin eikä lannoitteiden valmistuksessa käytettyihin sivuvirtoihin.



**Kuva 2.** Kypsyviä keltaisia luumutomaatteja kasvustossa. (Kuva: Rodeo)

*Useiden menetelmien käytöllä selvitetään riskejä ketjun eri vaihessa.*

## Aineisto

- Selvitys herbisidien jäämistä ja vaikutuksista ympäristöön
- Viljelijäkysely (n=1358 + jatkokysely n=177)
- Mallinnus (herbisidien kulkeutumisesta ja pitoisuuksista kierrätyslannoitevalmisteissa ja niiden raaka-aineissa kulkeutuminen ja pitoisuudet)
- Bio- ja kemialliset testit herbisidien vaikutusten määrittämiseen
- Biomassojen prosessointikokeet herbisidijäämien selvittämiseksi

*Kierrätyslannoitteet ovat välttämättömiä ravinnekierron kannalta, mutta niiden turvallinen käyttö edellyttää nykyistä tarkempaa jäämien hallintaa.*

## Tulokset, niiden vaikuttavuus ja johtopäätökset

KIERTOKAS-hankkeen tulokset osoittavat, että kierrätyslannoitteet ovat keskeinen osa ravinteiden kierrätystä, huoltovarmuutta ja lannoiteomavaraisuuden vahvistamista. Hankkeessa tunnistettiin kasvinsuojeluainejäämiin liittyviä riskejä, erityisesti klopyralidin, aminopyralidin, glyfosaatin ja pikloraamin osalta.

Hankkeen tulokset osoittavat, että kasvinsuojeluainejäämien esiintyminen kierrätyslannoitevalmisteissa on seurausta monivaiheisista kulkeutumis- ja hajoamisprosesseista, joihin vaikuttavat aineiden kemialliset ominaisuudet, ympäristöolosuhteet sekä tuotantoketjun eri vaiheet kasvinsuojeluaineen käytöstä lannoitteen valmistukseen. Kirjallisuustiedon perusteella erityisesti pyridiinirakenteiset herbisidit (aminopyralidi, klopyralidi, pikloraami) ovat ympäristössä suhteellisen pysyviä, vesiliukoisia ja liikkuvia yhdisteitä, jotka voivat kulkeutua helposti maaperässä sekä päätyä kasveihin ja vesistöihin. Niiden biologinen hajoaminen on hidasta ja riippuu mikrobiaktiivisuudesta.

Kasvinsuojeluaineet voivat siirtyä kasveista rehujen mukana eläimiin ja edelleen lantaan (usein lähes muuttumattomina) sekä lannan ja muiden sivuvirtojen kautta kierrätyslannoitteisiin ja takaisin kasvinviljelyyn. Erityisesti klopyralidin ja aminopyralidin jäämien on osoitettu säilyvän käsittelyprosesseissa, kuten kompostoinnissa, jossa pitoisuudet voivat tilapäisesti kasvaa kompostoitavan massan vähenemisen seurauksena. Glyfosaatti käyttäytyy osin eri tavoin. Se sitoutuu voimakkaasti maaperään, mikä hidastaa sen hajoamista maaperässä, mutta se hajoaa kompostoinnissa. Sen hajoamistuote AMPA on myös pysyvä ja fytotoksinen yhdiste.

Mallinnustulosten mukaan osa aineista siirtyy maasta kasveihin ja niistä edelleen kierrätyslannoitteisiin. Vaikka kasveihin siirtyvän aineen prosenttiosuus on pieni ja pitoisuudet kierrätyslannoitteissa pieniä, voivat ne ylittää herkille kasveille haitallisia tasoja. Biotestit osoittivat, että jo alhaiset klopyralidipitoisuudet voivat heikentää herkkien kasvien kasvua. Hankkeessa kehitetyt kasvibiotestit osoittautuivat käyttökelpoisiksi erityisesti klopyralidi- ja glyfosaattijäämien tunnistamisessa. Kasvitesteissä linsi ja tomaatti toimivat herkinä indikaattorikasveina.

Keskeinen havainto on, että ympäristöriskit eivät määräydy pelkästään aineen pitoisuuden perusteella, vaan biosaatavuus, lannoitemateriaali ja altistumisreitti ovat ratkaisevia. Lisäksi tutkimus osoittaa merkittävän puutteen sääntelyssä: EU:n kasvinsuojeluaineiden riskinarviointi ei tällä hetkellä systemaattisesti huomioi jäämien kulkeutumista kierrätyslannoitteisiin eikä niiden pitkäaikaisia ympäristövaikutuksia.

Viljelijäkyselyn perusteella kierrätyslannoitteiden käyttöön vaikuttavat samanaikaisesti useat tekijät, joista keskeisimpiä ovat käytettävyys, kustannukset, saatavuus, turvallisuus ja tasalaatuisuus. Käytön edistäminen edellyttää kohdennettuja toimenpiteitä kuten tukea käyttöönottoon, taloudellisia ohjaukeinoja ja kannustimia sekä luotettavaa tutkimustietoa haitta-aineista ja tuoteturvallisuudesta.

## Tulevaisuuden haasteet

- Puutteellinen tieto jäämien kulkeutumisesta sivuvirroissa
- Prosessointimenetelmien vaihtelevat vaikutukset
- Kierrätyslannoitteiden hyväksyttävyys lannoitemarkkinoilla
- Luomutuotannon erityisvaatimukset
- Seuranta- ja analyysimenetelmien kehittäminen

*Kierrätyslannoitteet ovat välttämättömiä kestäväen maatalouden kannalta, mutta kasvinsuojeluainejäämien hallinta edellyttää koko kiertotalousketjun tarkastelua.*

## Toimintasuositukset

- **Säätely ja riskinarviointi.** Kasvinsuojeluaineiden riskinarvioinnin laajentaminen kattamaan koko kiertotalousketjua: kasvinsuojeluaineiden siirtyminen kasveista lantaan ja sivuvirtoihin ja edelleen kierrätyslannoitteisiin sekä altistuminen kasvualustojen kautta. Nykyinen EU-riskinarviointi ei huomioi tätä ketjua.
- **Kohdennettu säätely herkille käyttökohteille.** Luodaan erilliset ohjeet kierrätyslannoitevalmisteille, myös luomutuotantoon, sillä kasvilajikohtainen herkkyys on merkittävä.
- **Raja-arvojen määrittäminen kierrätyslannoitevalmisteille.** Kansallisten tai EU-tason raja-arvojen laatiminen keskeisille herbisideille kierrätyslannoitteissa. Nykyisin on käytössä osittainen säätely, kuten merkintävaatimus lantapohjaisille tuotteille, joissa on yli 50 µg/kg aminopyralidia tai klopyralidia. Herkille kasveille haitalliset pitoisuudet voivat kuitenkin olla tätä matalampia. On huomioitava viljelykasvien herkkyys, eikä ainoastaan aineiden haitallisuus ihmiselle, tuotantoeläimille tai ympäristölle.
- **Raaka-aineketjun hallinta ja ongelmien ennaltaehkäiseminen.** Kohdistetaan toimenpiteet raaka-aineisiin, joissa jäämäsäädös on korkea. Rehu, kuivikkeet ja sivuvirrat ovat keskeisiä jäämien lähteitä, ja klopyralidijäämät voivat moninkertaistua ketjussa. Toimenpiteinä riskimateriaalien tunnistaminen ja ohjeistus käyttörajoituksista.
- **Seuranta ja mallinnus osaksi päätöksentekoa.** Tehostetaan mittausdatan, mallinnuksen ja riskinarvioinnin käyttöä. Verrattain yksinkertaisillakin laskentatavoilla voidaan hahmottaa niitä prosesseja, joihin puuttamalla voitaisiin vähentää ympäristöön ja/tai lannoitevalmisteisiin päätyvää kuormitusta.
- **Vahvistetaan lannoitevalmistajien omavalvontaa.** Laaditaan kansalliset ohjeet biotestien hyödyntämisestä, kehitetään riskiperusteista näytteenottoa, kohdennetaan valvontaa korkean riskin raaka-aineisiin kuten broilerinlantaan, vinassiin/melassiin sekä rehupohjaisiin sivuvirtoihin.
- **Testimenetelmien käyttöönotto.** Lisätään kasvibiotestit osaksi turvallisuusarviointia, esimerkiksi omavalvontaan, sillä herkkien kasvien vaste voi ilmetä jo pienissä pitoisuuksissa, joissa perinteinen eikä kemiallinen analytiikka ei yksin riitä.
- **Viestintä ja markkinoiden toimivuus.** Lisätään läpinäkyvyyttä tuotteiden koostumuksesta ja kehitetään ohjeistusta herkille kasveille, sillä viljelijöiden epävarmuus rajoittaa käyttöä ja luottamus on keskeistä kiertotalouden edistämisessä.
- **Tutkimuksen kohdentaminen.** Rahoitetaan hankkeita, joissa tutkitaan erityisesti jäämien yhteisvaikutuksia, pitkäaikaisvaikutuksia, vaikutuksia eri ympäristötekijöiden kanssa, hajoamistuotteiden kuten AMPAN roolia haittavaikutuksissa, eri prosessointiteknologioiden vaikutuksia, huomioiden käsittelymenetelmien ketjutus (esim. mädätteen kompostointi) sekä biosaatavuutta eri materiaaleissa ja miten kierrätyslannoitteisiin ja kasvinsuojeluainevalmisteiden hyväksyntään liittyvää päätöksentekoa voisi parantaa. Tutkimusaukkoja on etenkin kasvinsuojeluainejäämien pitkäaikaisvaikutuksista ja yhteisvaikutuksista ympäristötekijöiden kanssa.

## Tarkempi lukeminen

- Kiertokas-hankkeen loppuraportti
- Kasvinsuojeluainejäämät kierrätyslannoitevalmisteissa - pikloraamin, klopyralidin, aminopyralidin ja glyfosaatin jäämät ja vaikutukset ympäristöön. 06/2026. ISBN 978-952-358-076-3. Ruokaviraston tutkimuksia 2/2026
- <https://www.ruokavirasto.fi/kiertokas>