/ kuva / Anna-Leena Ylhäinen

03 MAATALOUSTUOTANNOSSA SOVELLETAAN BIOLOGIAA, KEMIAA JA FYSIIKKAA

Maataloustieteiden tutkimuskohteena ovat ruoantuotantoon liittyvät biologiset, kemialliset, teknologiset tai taloudelliset kysymykset.

Kasvutekijöiksi kutsutaan kaikkia niitä ilmastosta tai maaperästä aiheutuvia tekijöitä, jotka vaikuttavat kasvien kasvuun.

Tasapainoinen ruokinta on tärkeä osa kotieläinten hyvinvointia.

3.1 Maataloustuotannon tieteellinen perusta

Biologia kuuluu luonnontieteisiin, joka kertoo meille elollisen luonnon ilmiöistä ja lainalaisuuksista. Opimme tunnistamaan kasvi- ja eläinlajeja, kasvinosia, geenien toimintaa, hyönteisten elinkierron munasta aikuiseksi hyönteiseksi ja monia muita mielenkiintoisia luontoon liittyviä asioita. Ruoan alkutuotantoa tutkivia tieteenaloja ovat **maataloustieteet**, joissa **sovelletaan laaja-alaisesti biologian**, **kemian ja fysiikan tietoja ruoantuotannon ongelmien ratkaisemiseksi**. Maataloustieteisiin kuuluvia tieteenaloja ovat perinteisesti kasvintuotantotieteet, joissa tutkitaan pelto- ja puutarhakasvien tuotantoon liittyviä kysymyksiä, sekä kotieläintieteet, maatalousteknologia tai agroteknologia, maaperätieteet ja maatalousekonomia. Maataloustieteissä tutkitaan myös runsaasti ympäristöön liittyviä kysymyksiä. Näiden soveltavien tieteiden kysymykset liittyvät suoraan ruoan alkutuotannon kehittämiseen ja tuotannon ongelmien ratkaisuun. Maataloustieteet eroavat esimerkiksi biologiasta siinä, että maataloustieteissä etsitään ratkaisuja olemassa oleviin ongelmiin tai kehitetään uusia tuotantotapoja, jotka ovat myös taloudellisesti kannattavia. Pelkkä ilmiöiden kuvaaminen ei riitä, vaan ratkaisut on pystyttävä soveltamaan maataloustuotannossa.

Ilmiö	Biologia	Maataloustieteet
Kasvien yhteyttäminen	Yhteyttämisreaktio ja siinä muodostuneiden yhdisteiden tunnistaminen.	Kasvin kasvuolojen optimointi siten, että mahdollisimman suuri osa yhteyttämistuotteista kulkeutuu satona korjattaviin kasvinosiin, kuten viljoilla jyviin.
Märehtijöiden rehunsulatus	Ruoansulatuskanavan rakenteen ja fysiologisten toimintojen kuvaus.	Rehuannoksen koostaminen tilan tuottamista ja ostamista rehuista niin, että se tyydyttää eläinten ravinnontarpeen mahdollisimman taloudellisesti.
Eläimen perimä	Genomin kartoitus ja ominaisuuteen vaikuttavien geenialueiden tunnistus.	Vasikoiden maidontuotantokyvyn arviointi heti syntymän jälkeen tehdyn genomisen arvostelun perusteella.
Pelto	Pelloilla esiintyvät kasvi- ja eläinlajit.	Viljelyn kehittäminen siten, että eri kasvi- ja eläinlajien menestymistä maatalousympäristössä parannetaan esimerkiksi viljelemättä jätettyjen alueiden tai viljelytoimien ajoituksen avulla.
Hyönteiset	Hyönteisten elinkierron kuvaaminen munasta aikuiseksi.	Haitallisten hyönteisten lisääntymisen edellytysten ymmärtäminen ja viljelytekniikoiden kehittäminen niin, että hyönteisten aiheuttamat ongelmat viljelykasveille voidaan minimoida.

BIOLOGI MAATALOUSTIETEILIJÄ

Viljely vaatii osaamista

Viljelytekniikalla tarkoitetaan kasvilajille soveltuvien viljelytoimenpiteiden joukkoa, jolla varmistetaan hyvä ja laadukas sato. Mahdollisia **viljelytoimia** ovat esimerkiksi perunan istutus, lannoitus, kasvinsuojelu, sadonkorjuu ja varastointi. Jokaisen viljelytoimen taustalla on vuosikymmenien aikana tehtyjen tutkimusten tulokset, joiden perusteella ohjeistus on suunniteltu. Onnistuneilla viljelytoimilla on suora vaikutus sadon määrään, korjattavien tuotteiden laatuun ja tuotannon kannattavuuteen. Suunnitellessaan uuden viljelykasvin tuotantoa maatilalla on viljelijän ensimmäisenä selvitettävä uudelle lajille sopiva viljelytekniikka. Mikäli viljelijä istuttaa siemenperunat liian myöhään tai käyttää liian suurta typpilannoitusta, ei sato ehdi **valmistua eli tuleentua** syksyyn mennessä. Perunasatoa kyllä saadaan, mutta perunaerän laatu ei ole toivottava. Mikäli viljelijä myy kyseisen perunasadon elintarviketeollisuudelle, on sadon prosessointilaatu huono. Tällaisesta perunaerästä valmistetut ranskalaiset tai perunalastut ovat väriltään tummia ja kinkkukiusauksesta tulee tummanharmaa. Tällaisia tuotteita kuluttajat eivät hyväksy, joten kyseinen perunasato on käytännössä arvoton.

/ oraat / kuva / Sakari Alasuutari

Viljelytoimien ajoittaminen on tärkeä myös viljelyn kannattavuuden vuoksi. Kuluttajat haluavat uusia perunoita lakkiaisjuhliin, jolloin myös uusista perunoista saatava kilohinta on korkea. Mikäli viljelijä ei ole onnistunut viljelytoimissaan, aiheutuu siitä taloudellisia menetyksiä.

Viljelytoimiin liittyy niin **biologisia** kuin **teknologisia ja taloudellisi**a ratkaisuja, ja ratkaisujen taustalla on aina **kasvifysiologian** ymmärtäminen. Esimerkiksi tuleentumisen aikana perunalle kehittyy itämislepo, joka estää itämisen, vaikka olosuhteet olisivat muuten suotuisat. Itämislevon vuoksi et onnistu kasvattamaan kesän perunasadosta heti syksyllä uutta satoa, vaikka istuttaisit perunat lämpimään multaan. Perunan varastoinnille itämislepo on sen sijaan hyvin toivottu ominaisuus. Alkutalvesta jääkaapissa säilytettyihin perunoihin ei tule ituja, mutta heti joulun jälkeen perunat heräävät kevääseen itämislevon purkauduttua.

/ perunantaimi / kuva / Mervi Seppänen

/ kuvat / Mervi Seppänen

Satofysiologiassa kasvin biologisia prosesseja hallitaan viljelytekniikan avulla. Kun biologiassa kuvataan yleisesti erilaisia biologisia ilmiöitä, keskitytään satofysiologiassa niihin olennaisiin ilmiöihin, jotka ratkaisevat sadon määrän ja laadun kannalta tärkeitä kysymyksiä. Esimerkiksi perunan itämislevon pituuden säätelyllä pyritään varmistamaan ruokaperunan hyvä laatu pitkälle kevääseen.

Osa viljelykasveista vaatii erityistä tarkkuutta

Osaa peltokasveista kutsutaan **erikoiskasveiksi** johtuen niiden viljelyn vaatimasta erityisestä tarkkuudesta. Esimerkiksi valkuaiskasveista rypsin ja rapsin viljelyssä epäonnistumisen riski on suurempi kuin ohran viljelyssä. Rypsin ja rapsin kylvösiemen on pieni ja se tulee kylvää riittävän matalaan,

Rypsi- ja rapsipellot loistavat kesällä keltaisina. Pienet siemenet muodostuvat lituihin.

/ kuva / Mervi Seppänen

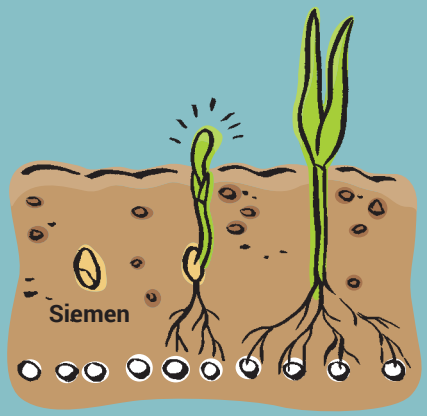
Rypsin sirkkataimet houkuttelevat aaltojuovakirppoja, jotka runsaasti esiintyessään voivat tuhota taimen.

jotta siemenen sisältämät ravintovarat riittävät sirkkataimen kasvuun maan pinnalle. Lajit eivät sovellu sen vuoksi viljelyyn kaikilla maalajeilla ja erityistä huomiota on kiinnitettävä peltomaan muokkaukseen ennen kylvöä.

Rypsin ja rapsin sirkkataimet houkuttelevat myös useita **kasvintuhoojia** kuten aaltojuovakirppoja ja rapsikuoriaisia. Ne voivat nopeasti tuhota taimen kärkikasvupisteen, jossa uudet

Auringonkukka on maailmalla yleisesti viljely öljy- ja valkuaiskasvi. Suomessa siemensato ei ehdi valmistua, ja sen takia viljely ei meillä onnistu.

Jokaiselle viljelykasville on kehittynyt tutkimustiedon ja kokemusten perusteella kasvilajille ja tuotantoalueelle soveltuva viljelytekniikka. Yksi tärkeistä viljelytoimista on **kylvö**. Kuinka paljon siemeniä kylvetään hehtaarille ja milloin? Kylvetäänkö siemenet riviin vai hajakylvönä, kuinka suurta riviväliä tulisi käyttää? Kylvösiemenen koko määrittää optimaalisen kylvösyvyyden, joka voi vaihdella pienten siementen yhdestä senttimetristä aina suurten siementen kymmeneen senttimetriin asti. Kylvöajankohtaan vaikuttavat Suomessa kasvilajin herkkyys alhaisille lämpötiloille sekä peltomaan ominaisuudet. Osa lajeista tulee kylvää lämpimään maahan, kun taas toiset lajit pystyvät kasvamaan ja kehittymään jo muutamassa lämpöasteessa ja kestävät lyhyitä pakkasjaksoja.



Viljan siemen kylvetään noin 5 cm syvyyteen. Suomessa käytetään yleisesti **kylvölannoitinta**, joka sijoittaa lannoiterakeen siemenen läheisyyteen. Siemenestä kehittyvät juuret saavuttavat nopeasti lannoiterakeet ja kasvuunlähtö on nopeaa.

/ kuva / Mervi Seppänen

lehdenaiheet kehittyvät. Taimivaiheen jälkeen seuraava haasteellinen ajankohta rypsin ja rapsin viljelyssä on kukinnan aikana, jolloin rapsikuoriaiset voivat runsaana esiintyessään tuhota kukintoja ja estää siemensadon muodostumista. Maatilan valitsema tuotantosuunta määrittelee käytettävän kasvinsuojelun ja sen, minkä suuruisen riskin sadon menetyksestä viljelijä ottaa. Tavanomaiseen tai integroituun tuotantoon keskittynyt viljelijä voi torjua kasvintuhoojia kasvinsuojeluaineilla, mutta luomutuotannossa sadonmenetyksen riski on suurempi. Kaiken kaikkiaan rypsin ja rapsin onnistunut viljely vaatii erityistä perehtymistä lajien viljelytekniikkaan.

Viljelijä optimoi kasvuston yhteyttämiskykyä

Yksinkertaisuudessaan suuri ja laadukas sato tarkoittaa sitä, että viljelijä on onnistunut optimoimaan auringon säteilyenergian muuntamisen kemialliseksi energiaksi omalla peltolohkollaan. Onnistumiseen vaikuttavat laji- ja lajikevalinta, joiden ansiosta koko kasvukausi hyödynnetään tehokkaasti. Lisäksi hän on onnistunut maksimoimaan yhteyttämisen lopputuotteena muodostuneiden sokereiden kulkeutumisen sato-osiin eli jyviin, mukuloihin tai marjoihin.

Nettofotosynteesi = Bruttofotosynteesi - Hengitys

Kasvin lehdet vastaanottavat auringon säteilyenergiaa ja muuntavat sen yhteyttämisen avulla kemialliseksi energiaksi ja sokereiksi.

Osa lehdistä on kasvuston yläosissa hyvissä valo-oloissa, ja siellä yhteyttämistuotteita muodostuu runsaasti. Kasvin alalehdillä valon määrä voi olla vähäinen, etenkin jos kasvusto on liian tiheää.

Alalehdet voivat epäedullisissa oloissa kuluttaa enemmän energiaa hengityksen kautta kuin tuottaa yhteyttämällä.

Viljelijä pyrkii viljelytoimilla optimoimaan yhteyttävän lehtipinta-alan, jotta yhteyttämistuotteiden nettokertymä eli yhteyttämistuotteiden kokonaismäärä vähennettynä kasvihengitykseen kuluvalla määrällä olisi mahdollisimman suurta pinta-alaa kohden. Viljelyteknisissä kokeissa on selvitetty viljelykasveille optimaalinen kasvutiheys, jolloin sadontuottokyky on maksimissaan.

3.2 Ilmastolliset kasvutekijät määrittävät viljelyyn soveltuvat kasvilajit

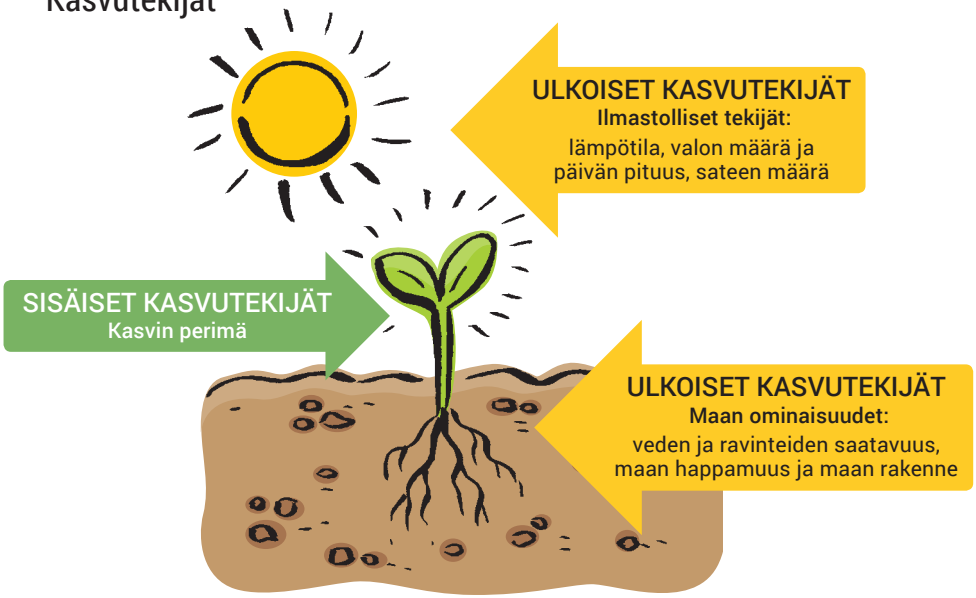
Peltokasvien tuotanto on hyvin riippuvaista sääoloista. **Kasvutekijöiksi** kutsutaan kaikkia niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat kasvien kasvuun ja sitä kautta sadon määrään ja laatuun. Kasvilaji ja –lajike ovat **sisäisiä kasvutekijöitä**, jotka määrittävät kasvin ominaisuudet ja sen reagoimisen ulkoisiin kasvutekijöihin. **Ulkoisia tekijöitä** ovat lämpötila, valon määrä, veden ja ravinteiden saatavuus sekä maan ominaisuudet kuten maalaji, maan happamuus ja rakenne.

Lämpötila ja lämpösumma

Kasvin perimä määrää miten se reagoi lämpötilaan ja esimerkiksi lämpötilaoptimi kasvulle vaihtelee lajien

> Kasvukausi alkaa keväällä, kun vuorokauden keskilämpötila ylittää pysyvästi +5 °C. Kasvukausi päättyy, kun keskilämpötila laskee alle +5 °C tai jos peräkkäisinä öinä esiintyy kovia yöpakkasia tai lumi peittää maan. Lämpösummakertymä lasketaan puolestaan niiden vuorokauden keskilämpötilojen summana, jotka ylittävät +5 °C. Jos keskilämpötila on kasvukauden aikana kolmena päivänä peräkkäin +15 °C, kertyy lämpösummaa tuolloin 30 astetta.

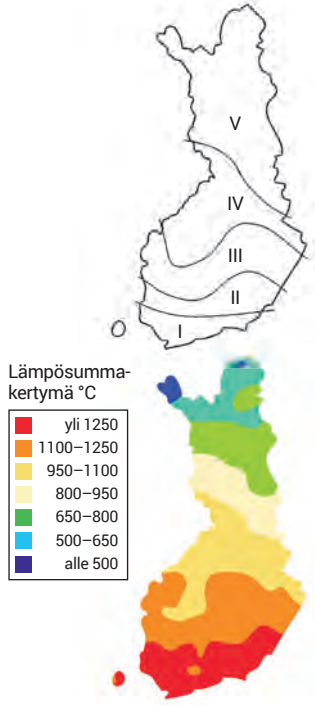
Kasvutekijät



välillä suuresti. Kasvilajit, jotka tuottavat parhaan sadon melko viileissä lämpötiloissa, soveltuvat meille parhaiten. Tällaisia lajeja ovat esimerkiksi nurmikasvit ja peruna sekä meillä yleisesti viljellyt viljalajit ohra, kaura, ruis ja vehnä. Suomalaisten viljelykasvien optimilämpötila kasvulle onkin noin 16–18 °C. Eräät kasvilajit sen sijaan hyötyvät korkeista lämpötiloista. Maissi, kurpitsa ja viiniköynnös ovat lajeja, jotka tuottavat suuremman sadon, kun kasvulämpötila on edellä esitettyä korkeampi.

/ kuva / Shutterstock

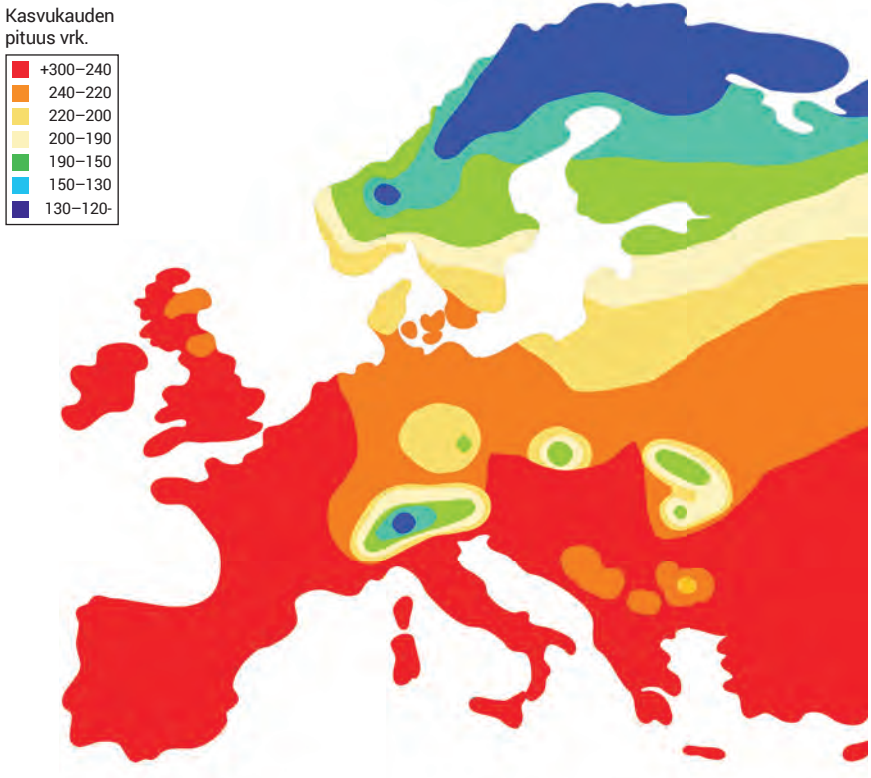
Viljely-vyöhyke	Esimerkkejä eri viljelyvyöhykkeille soveltuvista kasvilajeista
I	syys- ja kevätvehnä ja syysruis, ruisvehnä, myöhäiset ohra- ja kauralajikkeet, kevät- ja syysrypsi ja -rapsi, härkäpapu, herne, rehumaissi, sokerijuurikas, peruna, nurmiheinät, apilat, sinimailanen.
II	syys- ja kevätvehnä ja syysruis, myöhäiset ohra- ja kauralajikkeet, sokerijuurikas, herne syysrypsi ja -rapsi, peruna, rehumaissi, nurmiheinät ja apilat, sinimailanen
III	syysruis, melko myöhäiset ohra- ja kauralajikkeet, vehnä, kevätrypsi, peruna, nurmiheinät ja apilat
IV	peruna, aikaiset ohra- ja kauralajikkeet, nurmiheinät ja apilat
V	peruna, hyvin talvenkestävät nurmiheinät



Suomi on jaettu viiteen viljelyvyöhykkeeseen, joiden rajat kulkevat pääsääntöisesti kasvukauden lämpösummakertymän mukaisesti. Kasvukauden pituus vaihtelee Etelä-Suomen yli 180 vuorokaudesta pohjoisimpien osien alle 110 vuorokauteen. Lämpösummakertymä puolestaan vaihtelee näillä alueilla yli 1 250 asteesta 400–500 asteeseen. taulukosta näkee, kuinka pohjoiseen mentäessä viljelyyn soveltuvien lajien lukumäärä vähenee. Lähteet: Ilmatieteen laitos ja Seppänen ym. 2008.

Suomessa lämpötila on kasvien **kasvua ja sadontuottoa eniten rajoittava tekijä**. Kasvilajien ja -lajikkeiden soveltuvuutta viljelyyn eri osissa Suomea kuvataan viljelykasvin vaatiman ja lämpötilaan perustuvan **kasvuajan** perusteella. **Kasvukauden pituus ja lämpösummakertymä** puolestaan kertovat alueen ilmasto-oloista ja tietoa voidaan hyödyntää alueelle soveltuvien lajien ja lajikkeiden valintaan.

Lämpötila on yhteydessä kasvin **kasvu- ja kehitysnopeuteen**. Lämpösumman avulla voidaan ennustaa kasvien kehitystä ja arvioida sadon-



Kasvukauden pituus eri Euroopan maissa. Etelä-Euroopassa vuorokauden keskilämpötila on melkein jokaisena päivänä vuodessa yli +5 °C eli kasvukausi jatkuu ympäri vuoden. Lähde: Ilmatieteen laitos.

korjuun ajankohta. Hellekausien aikana lämpösummaa kertyy nopeasti, kun taas viileinä ajanjaksoina saman lämpösumman kertymiseen vaadittava aika on huomattavasti pidempi. Tämän voi havaita esimerkiksi kotipuutarhassa viljeltäessä sokerimaissia. Helteisenä kesänä syöntikelpoisia maissintähkiä voi valmistua jo heinäkuussa kun taas viileänä kesänä vasta syyskuun puolella.

Viljelykasvien menestyminen riippuu paljon sääoloista

Viljelykasvit jaotellaan **yksi- tai monivuotisiksi** riippuen siitä, kylvetäänkö uusi kasvusto uudestaan joka kevät vai talvehtivatko kasvit useita vuosia. Yksivuotisilla viljelykasveilla tarkoitetaan lajeja, jotka kylvetään yleensä aikaisin keväällä ja joiden sato korjataan saman

/ kuva / Sakari Alasuutari

Suomessa syyskylvöiset ja monivuotiset kasvilajit ja -lajikkeet valitaan niiden **talvenkestävyyden** perusteella. Peltokasveille talven pituus, lumipeitteen määrä ja kesto sekä pakkaspäivien ankaruus vaikuttavat talvehtimisen onnistumiseen.

kasvukauden aikana. Yksivuotisia viljelykasveja ovat esimerkiksi kevätviljat kuten ohra ja kaura. **Syyskylvöiset kasvit** kylvetään syksyllä ja ne muodostavat sadon talvehtimisen jälkeen seuraavana kasvukautena. Syysruis ja -vehnä ovat yleisimpiä syyskylvöisiä kasveja Suomessa. Monivuotisista viljelykasveista korjataan satoa useana kasvukautena. Puutarhakasveista marjapensaat ja hedelmäpuut ovat monivuotisia, peltokasveista nurmet.

Suomen olosuhteisiin hyvin sopeutuneet lajit ja lajikkeet reagoivat erityisesti **päivän pituuden** lyhentymiseen syksyllä ja pysäyttävät kasvunsa, kun taas keskieurooppalaista alkuperää olevat lajikkeet jatkavat vielä kasvuaan. **Kasvun pysähtyminen** on ensimmäinen vaihe kasvin kylmäkaraistumisreaktioissa, joka aloittaa talveen valmistautumisen. Ilman riittävää karaistumista talvituhojen määrä voi olla suuri. Suomen talvi on hyvin

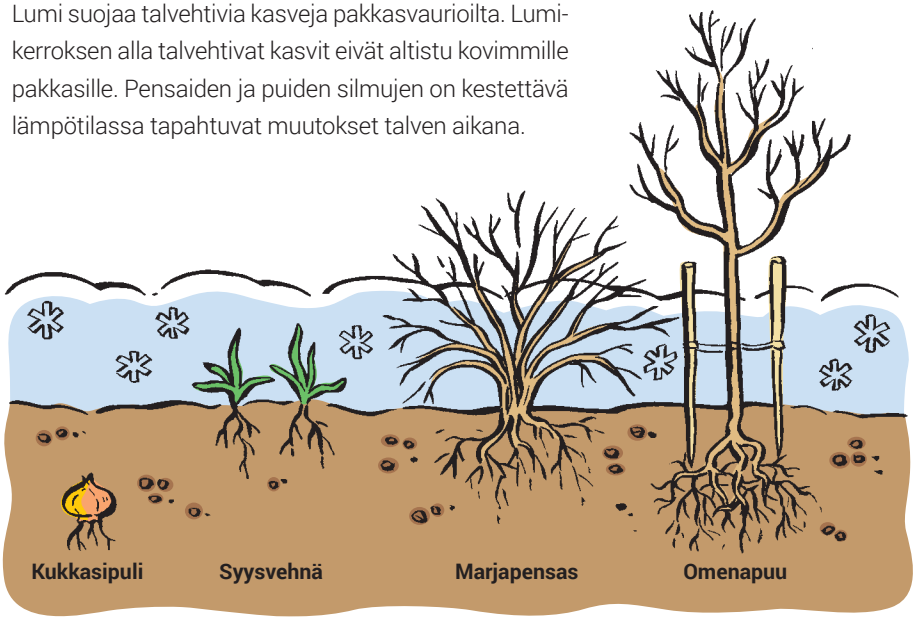
Talvehtivat peltokasvit kohtaavat talven ja kevään aikana monenlaisia stressejä kuten pakkaslämpötiloja ja hapettomia oloja jää- tai vesikerroksen alla. Talviaikaisten vesisateiden määrän ennustetaan lisääntyvän tulevaisuudessa, mikä lisää myös tulvien esiintymistodennäköisyyttä. Apilat ja sinimailanen ovat tulvalle herkimpiä peltokasvejamme.

Välimeren ilmastossa viljat kylvetään yleisesti syksyn ja talven sadekausien jälkeen ja sato korjataan keväällä ennen kuivuusjakson alkua. Kun Suomessa viljelytekniikat on kehitetty mahdollistamaan onnistunut sato lyhyessä kasvukaudessa ja ankarina talvina, on Välimeren alueen viljelytekniikkojen lähtökohtana kuivuusjakson välttäminen. Viljoilla jyvien aiheiden muodostuminen on herkkä kehitysvaihe kuivuudelle.

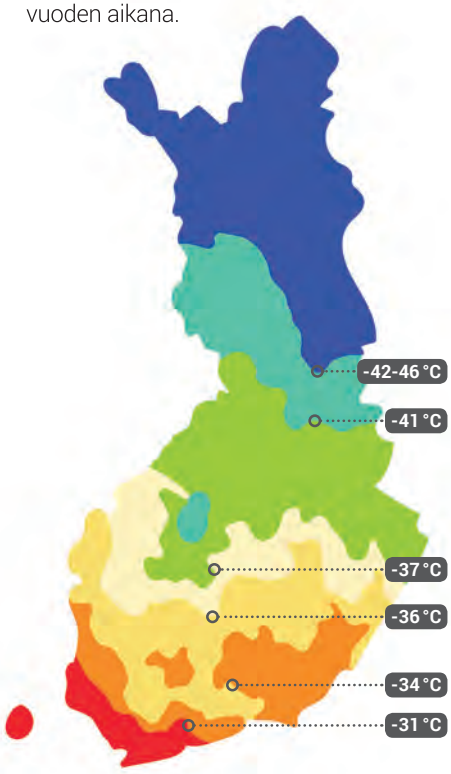
pitkä. Lumisina talvina talvehtimisongelmia esiintyy yleensä vähemmän, sillä lumikerros suojaa kasveja kovilta pakkasilta.

Erityisiä ongelmia aiheuttavat talven aikana pelloille muodostunut jääpeite tai tulva. Kasvilajien välillä on huomattavia eroja siinä, kuinka kauan ne säilyvät hengissä tulvan alla hapettomissa oloissa. Esimerkiksi apilat ovat heinäkasveja herkempiä tulvalle. Valittaessa kasvilajeja ja -lajikkeita viljelyyn tasapainotellaan suuremman sadon ja talvehtimisen onnistumisen välillä. Pohjoisiin oloihin sopeutuneiden lajien ja lajikkeiden viljelyvarmuus on parempi; toisin sanoen niiden koko vuoden sato menetetään esimerkiksi talvituhojen seurauksena

Lumi suojaa talvehtivia kasveja pakkasvaurioilta. Lumikerroksen alla talvehtivat kasvit eivät altistu kovimmille pakkasille. Pensaiden ja puiden silmujen on kestettävä lämpötilassa tapahtuvat muutokset talven aikana.



Lämpötilalukema kertoo alimman pakkaslämpötilan, joka alueella voi esiintyä 15 vuoden aikana.



Hedelmäpuiden ja puuvartisten koristekasvien menestymisvyöhykkeet. Lähde: Solantie 1988.

paljon harvemmin kuin samoihin olosuhteisiin tuotujen eteläisten lajikkeiden sato.

Hedelmäpuut ja marjapensaat ovat monivuotisia ja tuottavat satoa vuosikymmenien ajan. Ne eivät ole suojaavan lumipeitteen alla talvella vaan altistuvat koville pakkasille. Hedelmätarhaan istutettavien lajien ja lajikkeiden tulee kestää hyvin monenlaisia talven sääoloja. Erityisesti talven alin pakkaslämpötila määrittää viljelyn levinneisyyttä. Suomi voidaankin jakaa kahdeksaan puutarhakasvien menestymisvyöhykkeeseen sen perusteella, kuinka todennäköisiä ankarien pakkasten esiintyminen on 15 vuoden aikana.

Suomessa sataa riittävästi – mutta väärään aikaan

Sateen määrä kasvukauden aikana on Suomessa yleensä riittävä. Ongelmia peltokasvien tuotannolle aiheuttaa sateen epätasainen jakautuminen kasvukauden aikana. Keväällä esiintyy yleisesti kuivuusjaksoja, kun taas syksy on sateinen. Kevään kuivuus voi haitata kevätkylvöisten kasvien itämistä ja myöhemmin tähkän ja jyvänaiheiden kehitystä. Vaikka kevätkuivuuden aiheuttamia ongelmia ei havaita kasvien lakastumisina, voidaan **satopotentiaalia** eli mahdollisuus korkeimpaan mahdolliseen satoon menettää. Kevätkuivuuden seurauksena menetettyä satopotentiaalia ei enää pystytä korjaamaan vaikka kasvukauden lopulla sateen määrä olisi sopiva.

Syksyn sateisuus puolestaan vaikeuttaa sadonkorjuuta ja voi alentaa erityisesti viljojen **sadon laatua**. Korkean satopo-

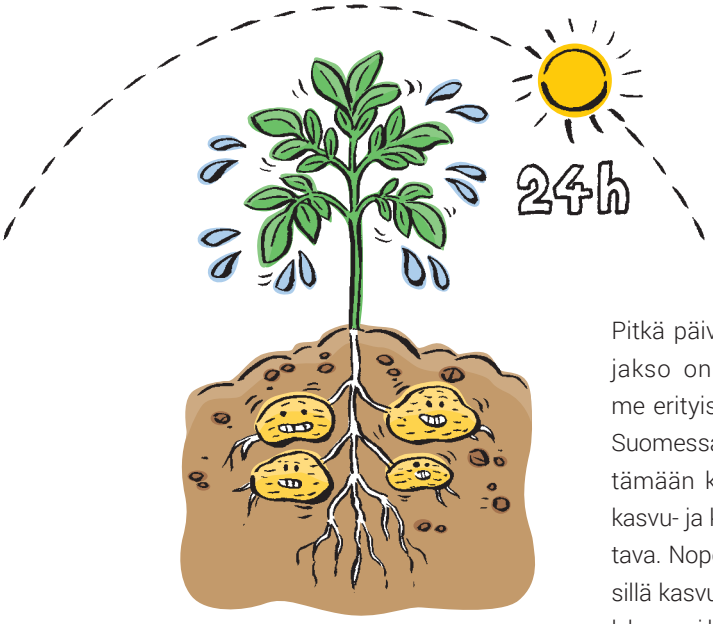
Kasvilaji ja -lajike. Kasvilajeja ovat esimerkiksi peruna ja ohra. Jokaisella lajilla on runsaasti jalostettuja lajikkeita, joiden ominaisuudet vaihtelevat. Esimerkiksi perunalajikkeita on jalostettu soveltuvaksi erilaisiin käyttötarkoituksiin. Nopeakasvuiset lajikkeet soveltuvat varhaisperunaksi, hidaskasvuisemmat talviperunaksi ja pitkään varastointikauteen. Kaupassa perunalajikkeet on jaoteltu niiden tärkkelyspitoisuuden mukaan. Perunalajikkeet, joiden tärkkelyspitoisuus on pieni, soveltuvat hyvin perunasalaatteihin ja keittoihin. Paljon tärkkelystä sisältävät lajikkeista taas saa hyvin perunasosetta.

Viljoilla lajikkeiden **aikaisuus** on ollut tärkeä jalostuksen kohde Suomessa. Aikaisuudella tarkoitetaan nopeaa kasvurytmiä ja lyhyttä kasvuaikavaatimusta. Ohralajikkeet voidaan jakaa aikaisuuden perusteella ryhmiin. Aikaiset lajikkeet soveltuvat viljelyyn myös pohjoisimmassa Suomessa, missä kasvukausi on lyhin. Aikaisten ohralajikkeiden kasvuaika voi olla 85 vuorokautta ja myöhäisten hieman alle 100 vuorokautta. Aikaisia lajikkeita voi viljellä myös Etelä-Suomessa, mutta tällöin ei hyödynnetä koko kasvukautta ja sadon määrä jää pienemmäksi kuin alueellinen satopotentiaali sopivia lajikkeita viljeltäessä olisi. Kasvin perimästä johtuva nopea kehitysrytmi ei anna mahdollisuuksia suurempaan sadontuottokykyyn. Myös helle- ja kuivuusjaksot voivat nopeuttaa kasvien kehitysrytmiä ja pienentää satoa.

tentiaalin lajikkeet vaativat pidemmän kasvukauden tuleentuakseen kuin alhaisemman satopotentiaalin lajikkeet. Tämän seurauksena satoisien lajikkeiden puinti ajoittuu myöhään syksylle ja riski sadon laadun huononemiseen on suurempi. Ilmastomuutoksen myötä kevätkuivuus ja syyssateisuus saattavat olla muuttumassa entistä äärevämpiin sadeolosuhteisiin läpi vuoden, kun myrskyiksi kasvavien sateiden ennustetaan yleistyvän.

Viljelykasvit mittaavat päivän pituutta

Suomessa valo-olot ovat hyvin erityiset pohjoisesta sijainnista johtuen. Valojakson pituus eli päivänpituus on suuri heti kasvukauden alkaessa. Myös valon intensiteetti, joka vaikuttaa kasvien yhteyttämistehokkuuteen, on korkea jo varhain keväällä. Pitkä päivä nopeuttaa viljelykasvien kehitysrytmiä pidentämällä päivittäistä fotosyntee-



Pitkä päivänpituus eli pitkä valojakso on tuotantoympäristömme erityispiirre. Pohjoisimmassa Suomessa kasvit pystyvät yhteyttämään keskikesällä läpi yön ja kasvu- ja kehitysnopeus onkin valtava. Nopeaa kasvua tarvitaankin, sillä kasvukausi on huomattavasti lyhyempi kuin Etelä-Suomessa. Pitkä päivä myös lisää joidenkin aromaattisten yhdisteiden muodostumista ja yrttien ja maustekasvien maku voi olla vahvempi.

siin sopivaa aikaa ja vaikutus on viileän ja lauhkean ilmaston oloissa sitä suurempi mitä korkeampi lämpötila on. Monien viljelytoimien tavoitteena on hyödyntää nimenomaan kevään valo-olot mahdollisimman tehokkaasti. Tämä tarkoittaa mahdollisimman aikaista kylvöä sekä sitä, että keväällä kylvettävillä lajeilla maan pinta on mahdollisimman nopeasti yhteyttävän lehtipinta-alan peitossa.

Kasvinjalostuksen ja valinnan myötä monien viljelykasvien päivänpituusvaatimus on poistunut ja viljelyyn on jalostettu päiväneutraaleja lajikkeita. Esimerkiksi peruna, jonka alkuperä on Etelä-Amerikan Andeilla, on alun perin lyhyen päivän kasvi ja se tuotti maanalaisia mukuloita ainoastaan riittävän lyhyessä päivässä. Ensimmäiset Suomeen tuodut perunat eivät välttämättä tuottaneet mukuloita vaan ainoastaan maanpäällisiä marjoja. Jalostuksen myötä viljelyssä olevat perunalajikkeet ovat päiväneutraaleja ja ne voivat tuottaa mukulasadon jopa Lapin yöttömässä yössä. Perunalajikkeiden välillä esiintyy kuitenkin eroja niiden herkkyydessä pitkälle päivälle ja peltokokeita tarvitaan viljelyyn parhaiten sopivien lajikkeiden löytämiseen.

3.3 Peltomaan ominaisuudet

Ilmastollisten tekijöiden lisäksi **maaperäominaisuudet** vaikuttavat viljelykasvien menestymiseen ja satoisuuteen. Kasvilajille annetuissa viljelyohjeissa on usein kuvattuna sille soveltuva **maalaji** sekä **maan happamuus**. Maalajit luokitellaan maassa esiintyvän kivennäisaineksen sisältämän **maalajitteen** sekä **orgaanisen aineksen** perusteella. Kivennäismaan lajitteet luokitellaan niiden raekoon perusteella lohkareista ja kivistä savekseen. Kivennäismaan maalaji ja sen ominaisuudet viljelyssä määräytyvät sen maalajitteen mukaan, mitä esiintyy eniten. Kun maassa on orgaanista ainesta yli 20 %, se luokitellaan orgaaniseksi maaksi. Orgaanisten maiden luokittelu perustuu orgaanisen aineksen määrän ohella niiden syntytapaan. Multamaissa orgaanista ainesta on 20–40 % ja turvemaissa yli 40 %. Kivennäismaiden luokitteluun voidaan lisätä myös maininta orgaanisen aineksen määrästä. Kivennäismaan orgaanisen aineksen määrää kuvaavat määreet vähämultainen, multava ja runsasmultainen.

Viljelijä tuntee peltonsa maalajit ja erityispiirteet

Viljelijät tuntevat peltolohkojensa maalajit ja maan ominaisuudet ja pystyvät päättelemään, **mitä kasvilajeja kannattaa viljellä**. Maalaji vaikuttaa erityisen paljon maan **vesitalouteen** ja siihen, kuinka helposti viljelykasvit kärsivät kuivuudesta. Karkeimmilla maalajeilla, joiden raekoko on suuri, vesi ei

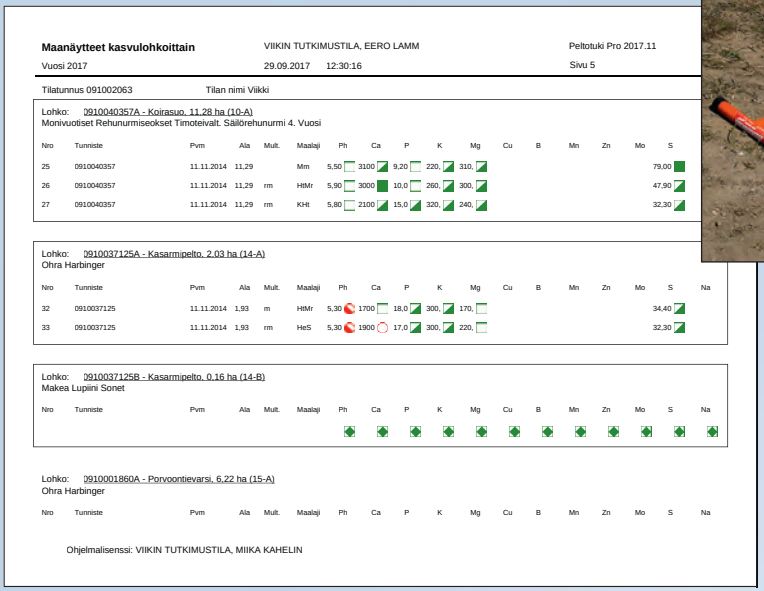
> Hikevillä maalajeilla vesi nousee kapillaarisesti alemmista maakerroksista kasvin juurien ulottuville.

nouse kapillaarisesti yhtä korkealle kuin pienemmästä raekoosta muodostuvilla hikevillä maalajeilla. Tämän seurauksena karkeiden hiekkamaiden kasvustot ovat usein alttiimpia kuivuudelle kuin sellaiset, joiden kasvualustassa eniten esiintyvä maalajite on esimerkiksi hieno hieta. Maalaji vaikuttaa myös **ravinteiden pidätyskykyyn**. Maalajitteet, joiden raekoko on pieni, pidättävät ravinteita paremmin kuin karkeat lajitteet. Tämä johtaa esimerkiksi siihen, että karkeilla hiekkamailla liukoisten ravinteiden huuhtoutumisriski on suurempi kuin hienojakoisilla mailla. **Viljelyohjeissa** voidaan todeta, että kasvilaji viihtyy parhaiten keveillä kivennäismailla tarkoittaen yleisimmin hienoa tai karkeaa hietaa tai hienoa hiekkaa.

Maan **happamuus** vaikuttaa suuresti viljelykasvin kasvuun ja satoisuuteen. Suomessa viljelymaat ovat luontaisesti happamia ja vaativat säännöllistä kalkitusta maan pH:n nostamiseksi. Viljelyohjeissa esimerkiksi kauran ja perunan todetaan viihtyvän verrattain alhaisessa pH:ssa 5,8–6,6, kun taas herne, härkäpapu tai öljykasvit vaativat pH:n 6–6,5.

Lannoitus ja **kalkitus** suunnitellaan maan happamuuden ja sen sisältämien ravinnemäärien perusteella. Pellon ravinnetila selvitetään vähintään viiden vuoden välein tehtävän **viljavuustutkimuksen** perusteella. Tutkimuksessa analysoidaan maan multavuus ja happamuus sekä selvitetään eri ravinteiden määrän perusteella **maan viljavuusluokka**. Mikäli jonkin ravinteen määrä on viljavuusluokan perusteella huono tai välttävä, valitaan tavanomaisessa viljelyssä lannoitteeksi tuotteita, joissa kyseisen ravinteen määrä on pellon ravinnetilaan nähden mahdollisimman sopiva.

> Maan happamuutta kuvataan pH-arvon avulla. Se kertoo maaveden vetyionioniaktiivisuudesta. Mitä korkeampi vetyionioniaktiivisuus on, sitä matalampi on pH ja sitä happamampi on maa.



Maanäytteet kasvulohkoittain VIIKIN TUTKIMUSTILA, EERO LAMM Peltotuki Pro 2017.11

Vuosi 2017 29.09.2017 12:30:16 Sivu 5

Tilatunnus 091002063 Tilan nimi Viikki

Lohko: 0910040357A - Koirasuo, 11,28 ha (10-A)
Monivuotiset Rehunurmiseokset Timoteivalt. Säilörehunurmi 4. Vuosi

Nro	Tunniste	Pvm	Ala	Mult.	Maalaji	Ph	Ca	P	K	Mg	Cu	B	Mn	Zn	Mo	S
25	0910040357	11.11.2014	11,29		Mm	5,50	3100	9,20	220,	310,						79,00
26	0910040357	11.11.2014	11,29	rm	HtMr	5,90	3000	10,0	260,	300,						47,90
27	0910040357	11.11.2014	11,29	rm	KHt	5,80	2100	15,0	320,	240,						32,30

Lohko: 0910037125A - Kasarmipelto, 2,03 ha (14-A)
Ohra Harbinger

Nro	Tunniste	Pvm	Ala	Mult.	Maalaji	Ph	Ca	P	K	Mg	Cu	B	Mn	Zn	Mo	S	Na
32	0910037125	11.11.2014	1,93	m	HtMr	5,30	1700	18,0	300,	170,						34,40	
33	0910037125	11.11.2014	1,93	rm	HeS	5,30	1900	17,0	300,	220,						32,30	

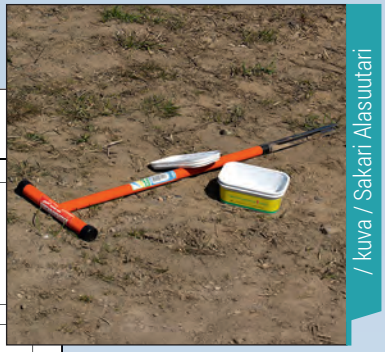
Lohko: 0910037125B - Kasarmipelto, 0,16 ha (14-B)
Makea Lupiini Sonet

Nro	Tunniste	Pvm	Ala	Mult.	Maalaji	Ph	Ca	P	K	Mg	Cu	B	Mn	Zn	Mo	S	Na

Lohko: 0910001860A - Porvoontieyarsi, 6,22 ha (15-A)
Ohra Harbinger

Nro	Tunniste	Pvm	Ala	Mult.	Maalaji	Ph	Ca	P	K	Mg	Cu	B	Mn	Zn	Mo	S	Na

Ohjelmalisenssi: VIIKIN TUTKIMUSTILA, MIIKA KAHELIN



/ kuva / Sakari Alasuutari

Viljavuustutkimusta varten pelloilta otetaan näytekairalla edustava maanäyte ravinteiden määrän, maan multavuuden ja happamuuden määrittämistä varten.

Kalkituksella ylläpidetään maan kasvukuntoa. Kalkitusaine saa maassa aikaan reaktion, jossa happamuus neutraloituu. Pellot kalkitaan tarpeen mukaan yleensä noin viiden vuoden välein. Vaaleaa kalkitusainetta levitetään pellolle kerralla useamman vuoden tarvetta varten.

/ kuva / Sakari Alasuutari

Maalajite	Raekoko (mm) rakennustekni-sessä luokituk-sessa
saves	alle 0,002
hiesu	0,002–0,02
hieno hieta	0,02–0,06
karkea hieta	0,06–0,2
hieno hiekka	0,2–0,6
karkea hiekka	0,6–2
sora	2–20
kivet	20–200
lohkareet	yli 200

Multavuusluokka	Muokkausker-roksen orgaa-nisen aineksen pitoisuus (%)
vähämultainen	alle 3
multava	3–5,9
runsasmultainen	6–11,9
erittäin runsasmultainen	12–19,9
multamaa	20–40
turvemaa	yli 40

Suomalainen maan kivennäisaineksen luokitus maalajitteen raekoon sekä multavuuden perusteella.

Maalaji määrittää pellon **viljelyominaisuudet** kuten **ravinteiden sitoutumispaikkojen määrän**. Hienojakoisessa saveksessa on runsaasti varastopaikkoja ravinteille ja saveshiukkasten pinnalla on negatiivinen varaus. Saves pystyykin pidättämään positiivisesti varautuneita kationeja kuten kalsiumia (Ca^{2+}), magnesiumia (Mg^{2+}), kaliumia (K^{+}), natriumia (Na^{+}) ja ammonium-muotoista (NH_4^{+}) typpeä hiukkastensa pinnalle. Maassa olevat alumiinin ja raudan oksidit pystyvät puolestaan sitomaan fosforia (PO_4^{3-}) ja molybdeeniä (MoO_4^{2-}). Pidättyneet ravinteet eivät ole vaarassa huuhtoutua maasta sade- tai valuntavesien mukana. Karkeilla maalajeilla, joiden hiukkaskoko on suurempi, sitoutumispaikkoja on vähemmän ja ravinteiden huuhtoutumisriski kasvaa. Negatiivisesti varautuneet maahiukkaset tai alumiinin ja raudan oksidit eivät pysty sitomaan negatiivisesti varautuneita ravinteita kuten nitraattityppeä (NO_3^{-}) tai kloridia (Cl^{-}). Nämä ravinteet ovat vapaana maanesteessä ja alttiina huuhtoutumiselle.

Maaperän kuntoa uhkaavat monet tekijät.

- eroosio
- orgaanisen aineksen väheneminen
- tiivistyminen
- saastuminen
- biologisen monimuotoisuuden väheneminen
- maaperän sulkeminen rakentamisella
- suolaantuminen
- tulvat ja maanvyörymät

Maan hyvän laadun säilyttäminen on tärkeää

Maaperä on suhteellisen ohut kerros maapallon pinnalla. Se on keskeinen biosfäärin osa, joka on vuorovaikutuksessa ilman ja veden kanssa. Maaperässä tapahtuvat toiminnot vaikuttavat sadon määrään ja biomassan tuotantoon, puhtaan veden riittävyyteen, vesistöihin joutuvaan ravinnekuormitukseen ja ilmakehään tapahtuviin kaasumaisiin päästöihin. Maassa elää erittäin monimuotoinen **eliöstö**, joka osaltaan muodostaa mittavan paikallisen geenivarannon. Maaperä on myös raaka-aineiden lähde, ja se on rakennusten sekä teiden alusta. Maaperän kunnon heikkeneminen alentaa muun muassa **viljellyn maan tuottavuutta** ja laatua sekä lisää maan kautta tapahtuvaa **ympäristökuormitusta**.

Maaperä on ruoantuotannon perusta. Sen ravinteisuus ja puhtaus vaikuttavat **ruoan ravitsemukselliseen arvoon ja turvallisuuteen**. Jotta kasvit yhteyttävät tehokkaasti, ne tarvitsevat maasta vettä ja siihen liuenneita ravinteita. Niiden ottoon kasvi tarvitsee hyvinvoivan juuriston. Maan laatu vaikuttaa ratkaisevasti juuriston toimintaa, ja sitä kautta kasvien kasvuun ja sadontuottoon.

Viljelymaan laatu koostuu **kemiallisista, biologisista** ja **fysikaalisista** tekijöistä. Kaikki tekijät ovat tärkeitä ja ne kytkeytyvät toisiinsa. Kemiallisista tekijöistä huolehditaan lannoittamalla ja kalkitsemalla kasvin vaatimusten mukaisesti ja pitämällä yllä maan mul-

Maaperä on uusiutumaton luonnonvara. Maaperässä tapahtuu fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia proseseja, jotka säätelevät **veden ja muiden aineiden kiertoa**. Maaperän eliöyhteisö on määrältään ja monimuotoisuudeltaan eli **diversiteetiltään** paljon suurempi kuin muu biosfääri. Maaperä mahdollistaa maa- ja metsätalouden harjoittamisen. Se on keskeinen tekijä yhteiskunnan toiminnassa kuten rakennusalustana ja raaka-aineiden lähteenä sekä ympäristönsuojelussa.

Maapallon jäästä vapaana olevasta **pinta-alasta kaksi kolmasosaa** käytetään ruoantuotantoon tai on asutuksen tai metsien peittämää. Väestönkasvun ja ilmastonmuutoksen seurauksena tarvitsisimme vuoteen 2050 mennessä kaksi kertaa enemmän maata kuin mitä sitä on tällä hetkellä vapaana. Tällaiseen maa-alan lisäämiseen ei ole mahdollisuutta. Samaan aikaan pinnoitamme 2 % parasta viljelymaata asfaltilla rakentaessamme teitä ja asutusalueita. Viljelymaasta on tullut 2000-luvulla kaupankäynnin kohde. Yksin Iso-Britannia ja Kiina ovat ostaneet Afrikasta Saksan kokoisen maa-alueen ruoantuotantoa varten.

tavuutta, kuten eloperäisen aineksen määrää ja hiilen varastoa. Biologinen kunto pysyy hyvänä, kun mikrobiston ja muun eliöstön elinolot tehdään suotuisiksi muun muassa lisäämällä maahan säännöllisesti eloperäistä ainesta niiden ruoaksi. Maan fysikaaliset tekijät riippuvat maan rakenteesta, jonka hoidon tavoitteena on vettä läpäisevä maaprofiili sekä kestävä muru- ja huokosrakenne. Hyvälaatuisessa maassa vesi ja ilma pääsevät liikkumaan. Maan rakennetta hoidetaan huolehtimalla, että maan kuivatus ja ojitus toimivat, maata ei muokata liikaa, maata ei tiivistetä koneilla ja että kasvinvuorotus on monipuolinen sisältäen syväjuurisia kasveja. Parhaillaan tutkitaan, miten voidaan edistää maatalousmaan kysyä sitoa hiiltä eli toimia hiilen nieluna. Vielä tällä hetkellä se on hiilen lähde.

/ kuva / Mervi Seppänen

Maan rakennetta voi tutkia lapiotestin avulla.

Sinimailasella on syvälle tunkeutuva pääjuuri. Kuvassa sinimailasen juuret ovat kääntyneet kasvamaan sivusuuntaan, koska maa on tiivistynyt kovaksi ja juurten kasvu on estynyt. Tällä pellolla maan tiivistymisen ovat aiheuttaneet lietelannan levityksessä ja säilörehun korjuussa käytetyt raskaat työkoneet.

/ kuva / Mervi Seppänen

/ Lehmät ovat laumaeläimiä / kuva / Sakari Alasuutari

3.4 Lajinmukainen hoito parantaa eläinten hyvinvointia

Eläinten hyvinvointi on noussut yhä tärkeämmäksi aiheeksi, josta kantavat huolta niin tuottajat kuin kuluttajat. Yleisimmät kotieläimemme naudat, lampaat, siat ja siipikarja ovat **laumaeläimiä**. Lajitoverien seura on tärkeää, mutta liian suuri ryhmä tai jatkuvat muutokset ryhmän kokoonpanossa aiheuttavat stressiä. Eläinlajin erityispiirteet tulee tuntea, jotta niille voidaan tarjota mahdollisimman lajinmukaiset, hyvinvointia tukevat olosuhteet. Pienet porsaat ja untuvikot esimerkiksi tarvitsevat hyvin lämpimän ympäristön, kun sen sijaan naudat viettävät mielellään aikaa ulkona talvipakkasillakin.

Rehustus on merkittävä kotieläinten hyvinvointiin vaikuttava tekijä. Rehuja tulee olla tarjolla riittävästi, etteivät eläimet joudu kilpailemaan rehusta ja kärsimään nälkää. Rehujen pitää myös tyydyttää eläimen ravitsemukselliset tarpeet niin, ettei se rupea kärsimään puutostaudeista eikä ruoansulatuskanavan toiminta häiriinny esimerkiksi liian vähäisen kuidun saannin takia. Märehtijät ja hevoset ovat selkeästi **kasvinsyöjiä**. Siat ja erityisesti siipikarja käyttävät luontaisesti **sekaravintoa**, tosin kasvipainotteisesti, mutta esimerkiksi hyönteiset sopisivat hyvin täydentämään niiden rehuannosta. Eläinten riittävä vedensaanti on myös varmistettava.

Ruokinnan suunnittelussa huomioidaan rehun energiasisältö suhteessa eläimen syöntikykyyn. Esimerkiksi isoa

/ kuva / Sakari Alasuutari

Nykyaikaisissa pihattonavetoissa lehmät saavat halutessaan rapsutuksen automaattiselta karjaharjalta.

Pahnueella tarkoitetaan samalla porsimiskerralla syntyneitä porsaita.

pahnuetta imettävä emakko tarvitsee maidontuotantoa varten hyvälaatuista rehua niin paljon kuin pystyy syömään. Porsaiden **vieroituksen** jälkeen maidontuotanto loppuu ja emakon energiantarve vähenee. Jos sille tarjotaan edelleen samaa erittäin energiapitoista rehua, täytyy rehun määrä rajoittaa hyvin pieneksi, ettei emakko liho liikaa. Pieni rehumäärä ei kuitenkaan tarjoa riittävästi vatsantäytettä vaan emakko kokee nälkää. Parempi vaihtoehto on antaa sille vähemmän energiaa sisältävää rehua ja kuitupitoisia virikerehuja, jolloin se saa syödä itsensä kylläiseksi ilman vaaraa liiallisesta lihomisesta.

Porsaiden ollessa pieniä rajoitetaan emakon liikkumista karsinassa, jotta porsaat eivät jää makuulle käyvän emakon alle ja ruhjoudu. Myöhemmin pahnue siirretään omaan karsinaan, jossa ne kasvavat yhdessä.

/ kuva / Sakari Alasuutari

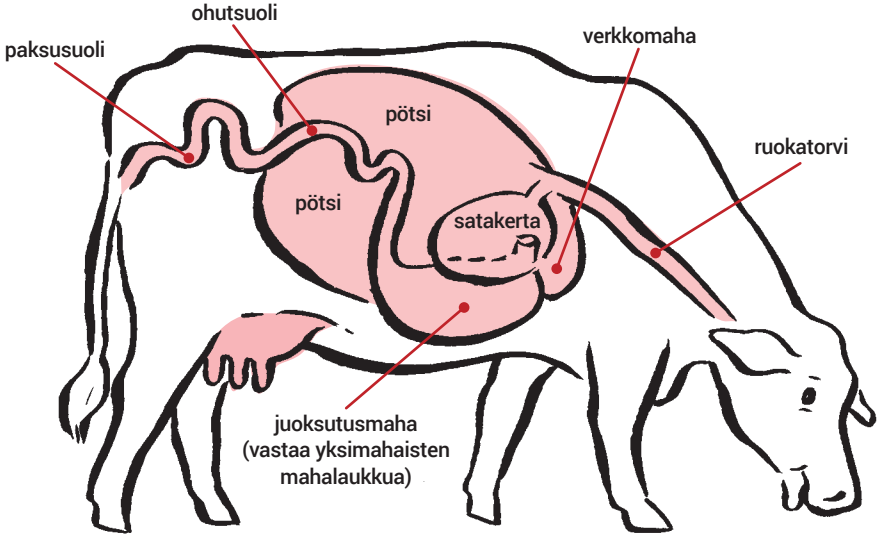
Mitä on tehokas kotieläintuotanto?

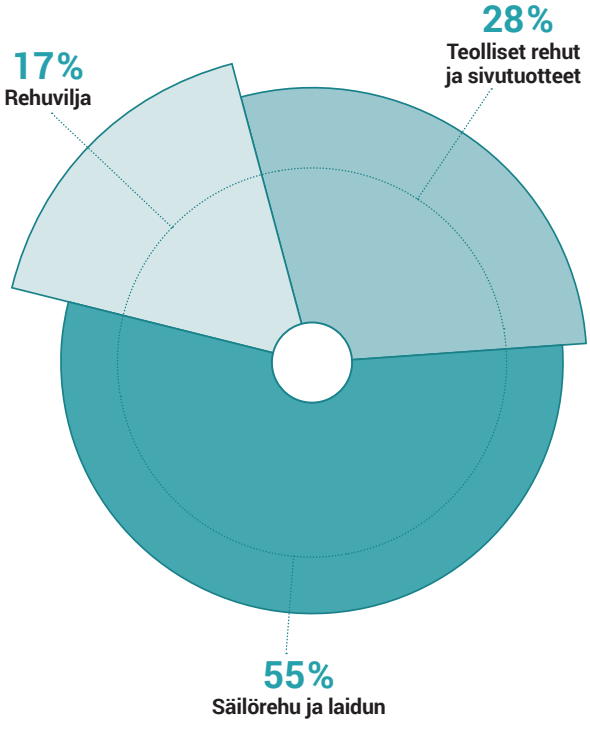
Kotieläintuotannon yhteydessä puhutaan usein tehokkaasta tuotannosta, mutta mitä se tarkoittaa ja milloin tuotanto on tehokasta? Onko kaikki muu kuin luonnonmukainen tuotanto tehokasta tuotantoa? Voiko luomutuotanto olla tehokasta? Jos ajatellaan kotieläinten tuotanto- ja kasvatusoloja, tämän päivän kotieläinten olosuhteet ja ruokinta ovat huomattavasti paremmat kuin esimerkiksi 1950-luvulla. Voisi ajatella, että tehokkaasta tuotannosta on kyse ainakin silloin, kun eläinten kasvatuksessa käytetään kasvuhormoneja tai antibiootteja tai eläinten kasvatusolot ovat huonot. Suomen kotieläintuotantoa edellä mainitut tekijät eivät koske, joten onko suomalainen kotieläintuotanto tällöin tehokasta tuotantoa?

Pötsi tekee lehmästä märehtijän

Märehtijöiden rehunsulatus on huomattavasti yksimahaisten eläinten rehunsulatusta monimutkaisempi. Ruoansulatuskanavan alkupäässä on iso, lypsylehmällä noin 100 litran vetoinen **pötsi-verkkomaha**, jossa monipuolinen mikrobisto aiheuttaa rehumassan fermentoitumisen eli käymisen. Lehmän ruokkiminen onkin oikeastaan näiden **pötsimikrobien** ruokkimista, ja niille sopii ravinnoksi kuitupitoinen nurmirehu, jota nisäkkäät eivät ilman mikrobien apua pysty käyttämään hyväkseen. Märehtiessä rehutuppo eli **märepala** nousee pötsistä ruokatorvea myöten lehmän suuhun. Lehmä jauhaa sitä noin minuutin ja nielaisee sen uudestaan. Rehukappaleiden koko pienenee ja rehuun sekoittuu sylkeä, mikä edistää rehun sulatusta pötsissä. Märehtiminen tarjoaa lehmille myös mielekästä tekemistä, joten ne eivät yleensä kärsi virikkeiden puutteesta tuotanto-olosuhteissa.

Ruoansulatuskanava on ”putki” joka alkaa suusta ja päättyy peräaukkoon, josta ulosteet poistuvat. Märehtijän ainutlaatuisen ruoansulatuskanavan muodostavat etumahat eli pötsi, verkkomaha ja satakerta, jotka anatomisesti ovat ruokatorven laajentumia. Juoksutusmaha vastaa yksimahaisten mahalaukkua. Ohutsuoli, paksusuoli ja peräsuoli ovat rakenteeltaan ja toiminnaltaan samantyyppisiä kuin yksimahaisilla eläimillä.





Lypsylehmien rehuannoksen keskimääräinen koostumus Suomessa vuonna 2016. Lähde: ProAgria.

Lehmän oma aineenvaihdunta saa käyttöönsä mikrobien aineenvaihdunnan lopputuotteita eli pötsin seinämän läpi **imeytyviä haihtuvia rasvahappoja**. Lehmän valkuaisaineiden saanti puolestaan perustuu pötsistä alempaan ruoansulatuskanavaan ruokasulan mukana kulkeutuvaan pötsissä muodostuneeseen mikrobimassaan. Pötsiä voi pitää evoluution huipputuotteena, joka mahdollistaa märehtijän menestymisen kuitupitoisia rehuja käyttäen ja ilman korkealaatuista kasvivalkuaista sekä helposti sulavia hiilihydraatteja (tärkkelys, sokeri).

Pötsillä on myös haittansa. Mikrobit hajottavat rehujen valkuaisaineita, jotka olisivat sellaisenaan käyttökelpoisia myös lehmälle. Lisäksi pötsikäymisessä muodostuu **metaania**, jonka määrä on merkittävä, keskimäärin 6 % rehujen sisältämästä kokonaisenergiasta. Metaani huonontaa rehun hyväksikäyttöä mutta on lisäksi merkittävä kasvihuonekaasu. Pötsin metaanintuotannon pienentämiseen on etsitty ratkaisuja monista eri keinoista ja tutkimustyö aiheen ympärillä on viime vuosina ollut hyvin aktiivista. On selvitetty erilaisten rehun mukana annettavien mikrobistoon vaikuttavien yhdisteiden sekä rehuannoksen koostumuksen vaikutuksia metaanin muodostumiseen pötsissä. Varsinaista läpimurtoa ei ole vielä saatu aikaan.

Yksimahaisten eläinten rehuhyötysuhde on huippuluokkaa

Vaikka lehmän pötsi antaa etulyöntiaseman kuitupitoisten rehujen käytössä, ovat **yksimahaiset** tuotantoeläimet eli siat ja siipikarja rehuhyötysuhteeltaan ylivoimaisia. Siat ovat tehokkaita viljan ja valkuaispitoisten elintarviketeollisuuden sivuvirtojen hyödyntäjiä. Moderneissa sikaloissa käytetään usein

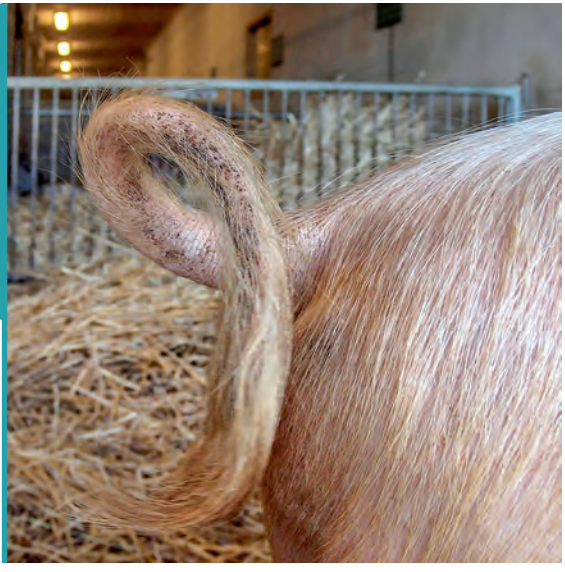
Sikojen ja siipikarjan rehuhyötysuhde on hyvä, ja niiden kyky muuntaa rehujen ravintoaineet lihaksi on märehtijöitä parempi.

liemiruokintaa. Liemirehun koostumus optimoidaan tarkasti vastaamaan sikojen ravintoaineiden tarvetta aminohappotasolle asti. Sikojen valkuaisruokinta perustuu ohutsuolessa sulavien aminohappojen määriin, ja rehuannosta voidaan tarvittaessa täydentää synteettisillä aminohapoilla.

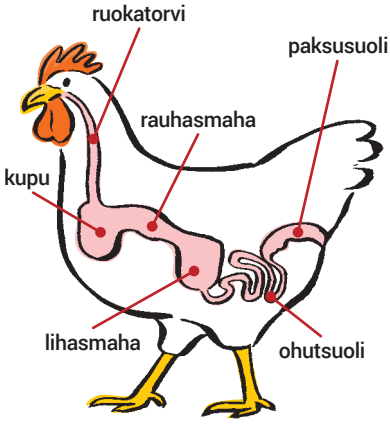
Lihasiipikarjan eli broilereiden ja erityisesti kalkkunoiden kasvunopeus on tuotantoeläinten huippuluokkaa. Pystyäkseen käyttämään kasvupotentiaalinsa täysin ne tarvitsevat erittäin hyvin sulavia ja runsaasti valkuaista sisältäviä rehuja. Lihasiipikarjan tuotanto on sopimustuotantoa, jossa maatalousyrittäjä ja lihanjalostusyritys tekevät tiivistä yhteistyötä eläinten hankinnan, hoidon ja ruokinnan osalta.

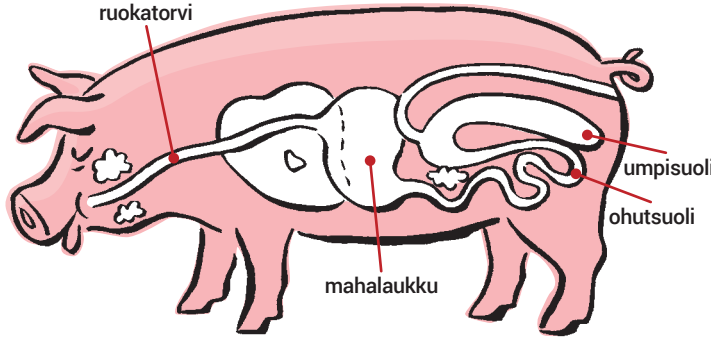
Sian ruoansulatus muistuttaa paljon ihmisen vastaavaa, ja sikoja voidaankin käyttää tutkimuksissa ihmisen ravitsemuksen mallina. Lintujen ruoansulatuskanavassa sen sijaan on useita ominaispiirteitä. Ruoansulatuskanavan alkupäässä on kupu, johon linnut voivat varastoida rehua ennen kuin se etenee ruoansulatuskanavassa. Linnuilla ei

/ kuva / Sakari Alasuutari



Porsaiden hännän typistäminen on yleinen tapa muun muassa Keski-Euroopassa. Sillä estetään se, etteivät siat pure toistensa häntiä ja aiheuta niihin vammoja ja tulehduksia. Suomessa porsaiden häntien typistäminen ei ole sallittua.





ole hampaita, joten rehumassa hienontuu lihasmahassa, jossa on myös kiviä tehostamassa hienonnusta. Vasta sen jälkeen rehu jatkaa kulkuaan rauhasmahaan, joka vastaa mahalaukkua, ja siitä eteenpäin suolistoon. Lintujen typpiaineenvaihdunta poikkeaa nisäkkäistä eikä niillä ole ollenkaan virtsarakkoa. Linnut erittävät tarpeettoman typen elimistöstään virtsahapon muodossa yhdessä ulosteen kanssa. Nisäkkäillä typpi erittyy virtsassa urean muodossa.

/ kuva / Sakari Alasuutari

Fytaasientsyymi parantaa fosforin hyväksikäyttöä sikojen ruokinnassa

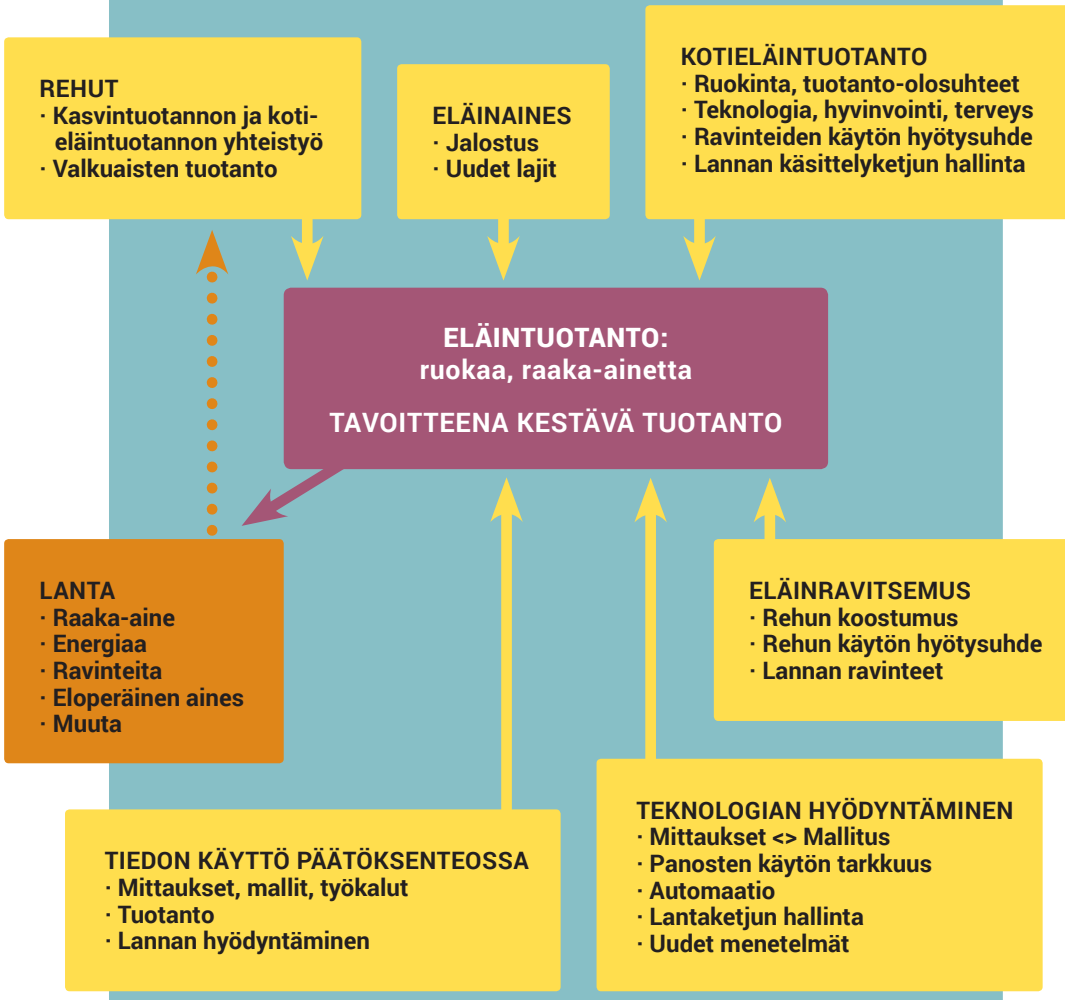
Tarkka ruokinta on tärkeää **tuotteiden laadun**, **tuotannon taloudellisuuden** ja **ympäristörasituksen pienentämisen** kannalta. Ruokintakokeissa määritetään rehujen energian, valkuaisen, aminohappojen ja fosforin eläimille tarpeellinen määrä tuotannon eri vaiheissa. Ruokintasuosituksia täsmennetään tutkimustulosten perusteella. Fosfori (P) on kasvien ja eläinten elintoiminnoille tärkeä kivennäisaine, mutta toisaalta vesistöihin valuva fosfori aiheuttaa rehevöitymistä. Kotieläinten rehuihin lisätään kivennäis- ja hivenaineita varmistamaan eläinten hyvä terveys ja tuotanto. Lisätyn fosforin määrä lasketaan tarkasti, sillä se on lisäkustannus ja lisää myös lantaan päätyvän fosforin määrää.

Viljan jyvät ovat sikojen pääasiallinen ravinto, ja ne sisältävät suhteellisen paljon fosforia. Jyvien fosfori on kuitenkin tiukasti sitoutuneessa muodossa fytiinihappona, jonka sulavuus sian ruoansulatuskanavassa on huono. Rehuun voidaan lisätä fytaasientsyymiä, joka hajottaa fytiinihappoa ja vapauttaa fosforia imeytymään sian elimistöön. Fytaasientsyymiä käytetään yleisesti sikojen rehuissa ja näin lantaan ja mahdollisesti vesistöihin päätyvän fosforin määrää on pystytty selvästi vähentämään.

Ympäristöön kohdistuvalla ravinnekuormituksella tarkoitetaan eläintuotannosta ympäristöön kulkeutuvia ravinteita, joista merkittävimmät ovat typpi ja fosfori. Ruokinnansuunnittelulla pyritään vähentämään ympäristökuormitusta antamalla eläimelle ravintoaineita vain sen verran kuin ne tarvitsevat, ei liikaa. Hyväksikäyttö kuvaa sitä osuutta typen tai fosforin saannista, joka pidättyy eläimeen.

Eläin käyttää osan pidättyneestä typestä ja fosforista solujen rakennusaineena, ja osa kulkeutuu varsinaiseen tuotteeseen eli maitoon, lihaan tai kananmuniin. Loppu erittyy eläimestä ulosteiden ja virtsan mukana lantaan. Lanta käytetään peltojen lannoitukseen, mutta osa lannan ravinteista karkaa ennen kuin se tulee kasvien käyttöön, mikä aiheuttaa ympäristöön ravinnekuormitusta. Maidontuotannossa typen hyväksikäyttö on noin 25–30 %, eli keskimäärin 70–75 % rehujen sisältämästä typestä päätyy lantaan. Naudanlihantuotannossa hyväksikäyttö on pienempi, mutta sian ja siipikarjantuotannossa hieman suurempi.

Ravinteet kotieläintuotannossa – tieteen mahdollisuudet tehostaa käyttöä ja vähentää päästöjä



Kotieläintuotanto on merkittävä toimija esimerkiksi typen ja fosforin kierrossa. Ravinteiden käytön tehostaminen ja ravinteiden kierrätys edellyttävät monitieteistä tutkimusta ja eri alojen tiedon käyttöä. Lähde: Laura Alakukku.