

ÖKOLOOGILINE TAASKASUTAV PÕLLUMAJANDUS

Juhend tootjatele ja nõustajatele



OSA I: TOOTMINE

Karin Stein-Bachinger, Moritz Reckling, Artur Granstedt



Part financed by the European Union
(European Regional Development Fund
and European Neighbourhood and
Partnership Instrument)



BERAS implementation
Baltic Ecological Recycling
Agriculture and Society

Ökoloogiline taaskasutatav põllumajandus (Baltic Ecological Recycling AgriculturE and Society)

BERASe rakendamise projektis (2010–2013) loodi võrgustik, kuhu kaasati talud ja kohalikud algatused kogu toiduahelas tootjast tarbijani, et aidata kaasa Läänemere soodsa seisundi kujunemisele. Rahvusvahelist projekti kaasrahastasid EL ja Norra (Läänemere piirkonna programm 2007–2013).

Ökoloogiline taaskasutatav põllumajandus (ÖTP) põhineb kohalikel ja taastuvatel ressurssidel ning see aitab:

- vähendada lämmastiku ülejääki rohkem kui 50%
- vähendada märkimisväärselt fosfori ülejääki
- vältida sünteetilisi taimekaitsevahendeid ja parandada mitmekesiste külvikordade abil kahjuritest looduslikku tõrjet
- vähendada kasvuhoonegaaside õhkupaikamist, sest väliseid sisendeid kasutatakse vähe ja suureneb süsinikusidumine
- liblikõieliste abil parandada mullaviljakust ja loodusliku lämmastiku varusid
- kaitsta elurikkust
- suurendada kohaliku toidu kasutamist
- soodustada maaelu arengut piirkonnas

ÖTP talu on mahetalu, mis tegutseb kooskõlas ELi mahemäärusega (EÜ) 834/2007 ja täiendavate tingimustega:

Külvikord: vähemalt 30% liblikõielisi

Loomad/põllumajandusmaa tasakaalus: 0,5–1,0 loomühikut hektarile

Isevarustus: üle 80% oma sööda ja sõnniku kasutamine

Efektive toitaeringlus: talus ja talude koostöös

Sisu

Osa 1 Tootmine

Kuidas säästa Läänemerd?
Mullaviljakus
Külvikord
Libliköielised
Sõnnik
Loomakasvatus
Taimekaitse
Fosfor
Ettevõtete koostöö
ÖTP Tarkvara
Lämmastikukalkulaator
Libliköieliste hindaja
ROTOR – mahekülvikorrplaneerija

Osa 2 Majandus

Olukorra analüüs
Vajalike muudatuste planeerimine
Investeeringud hoonetesse,
loomadesse ja masinatesse
Uus majandamine
Madal sisendite tase, ÖTP ja koostöö
Valitud eri riikide näited

Osa 3 Turustamine

Olukorra analüüs
Turundusstrateegiad
Turunduskanalite valik sihtgrupini jõudmiseks
Turundusvahendid ÖTP ettevõtetele
ÖTP heade tavade näited

Osa 4 Ettevõtete näited

Valgevene	DAK kitsekasvatustalu
Taani	Stengården
Eesti	Mätiku talu
Soome	Peltomäki talu
Saksamaa	Neuheimi talu
Poola	Zdziarski talu
Poola	Plotta talu
Rootsi	Stora Elghammar
Rootsi	Ingelstorpi talu



Ökoloogiline taaskasutatav põllumajandus Juhend tootjatele ja nõustajatele

Juhendmaterjalide komplekt koosneb:

Osa 1:	tootmine
Osa 2:	majandus
Osa 3:	turustamine
Osa 4:	näited
Osa 5:	tarkvara



BERAS implementation
Baltic Ecological Recycling
Agriculture and Society

Toimetajad	Karin Stein-Bachinger, Moritz Reckling, Johannes Hufnagel, Artur Granstedt
Juhendmaterjali kolleegium	Artur Granstedt (SE), Karin Stein-Bachinger (GE), Henning Hervik (DK), Helle Reeder (SE), Jaroslaw Stalenga (PL), Wijnand Koker (SE), Moritz Reckling (GE), Johannes Hufnagel (GE). Kolleegiumit toetasid mitmed (projekti)partnerid.
Kujundus ja illustratsioonid	© 2013 Nikola Acuti, Berlin, www.gruenegrafik.de
Tõlge eesti keelde	Argo Peepson
Eestikeelse tõlke toimetajad	Airi Vetemaa, Elen Peetsmann
Tootmine	Ecoprint AS

Rohelist värvi tekst viitab raamatu muule peatükile.

Juhendi autorid koostasid materjali oma parimate teadmistega ja selle vaatasid liiksaks läbi mitmed eksperdid. Sellele vaatamata võib materjal sisaldada vigu. Seetõttu ei anna autorid mingeid garantiisid ega võta kohustusi.

Juhend on kaitstud autoriõigustega, seda võib reprodutseerida ja levitada potentsiaalsete huvilistele. Kohustuslik on viidata autoritele.

Esmatrükk. August 2013

ISBN 978-3-00-042440-3 (inglisekeelne väljaanne)

ISBN 978-9949-33-264-9 (trükis)

ISBN 978-9949-33-265-6 (pdf)

Kontakt:

Kulturcentrum 13,

15931 Järna, Rootsi

Tel. +46 (0) 8 551 577 99

info@beras.eu

www.beras.eu

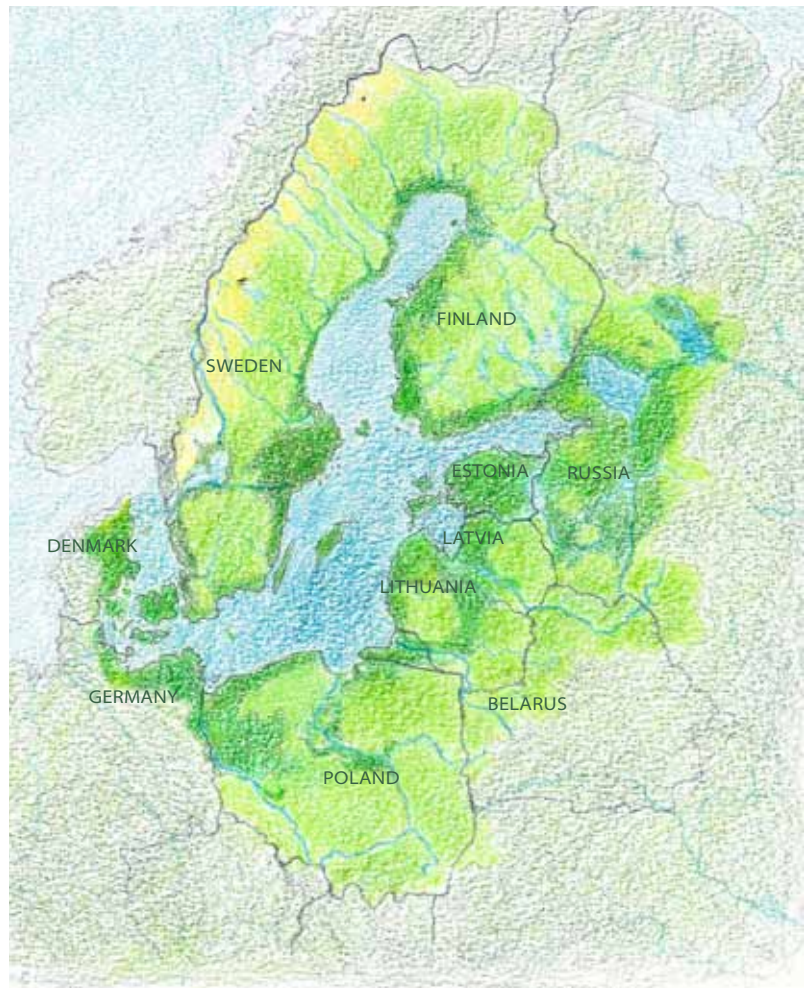


Osa 1: Tootmine

Sisukord

Eessõna	5
Kuidas säästa Läänemerd?	7
Mullaviljakus	15
Külvikord	27
Liblikõielised	39
Sõnnik	51
Loomakasvatus	63
Taimekaitse	79
Fosfor	89
Ettevõtete koostöö	97
ÖTP Tarkvara	105
Lämmastikukalkulaator	107
Liblikõieliste hindaja	113
ROTOR – mahekülvikorrplaneerija	121
Lisad	129
Viited	129
Lühendid	132
Toimetajate ja autorite aadressid	133
Projekti partnerid	134

Läänemere valgala



BERASe tulevik

Euroopa Liidu projekti Beras Impelementation lõpus 2013. a sõlmiti kokkulepe huvitatud organisatsioonide võrgustiku loomiseks, et arendada edasi BERASe kontseptsiooni ning kindlustada selle elluviimist Läänemere piirkonnas ja tutvustada seda ka mujal maailmas.

Eessõna

Vaatamata paljudele meetmetele ei vähene Läänemere eutrofeerumine ja meie ökosüsteemide vastupanuvõime on ohus. Sellises olukorras pole lahenduseks tavapärased meetmed, tarvis on uut lähenemist. BERAS (*Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society*) projekti raames töötatakse välja soovitud, mis tagavad ökoloogiliselt kestliku majandamise kogu toiduahelas põllumehest tarbijani.

Ohus on meie ökosüsteemide vastupanuvõime

BERASe põhimõtted on väljatöötatud kahe rahvusvahelise projekti raames, mida on osaliselt rahastanud Euroopa Liit ja Norra (Läänemere piirkonna programm), BERAS (2003–2006) ja BERAS Implementation (2010–2013). Projektid on üheksa Läänemere-äärse riigi (Rootsi, Taani, Saksamaa, Poola, Valgevene, Leedu, Läti, Eesti ja Soome), Venemaa ja Norra ühine jõupingutus, kuhu on kaasatud riiklikud ja kohalikud ametivõimud, ülikoolid ja uurimisinstituudid, nõuandeteenistused, mahepõllumajanduse ja keskkonnakaitsealased MTÜd, tootjaorganisatsioonid ja teised institutsioonid.

BERAS – taust ja põhimõtted

Ökoloogiline taaskasutatav põllumajandus (ÖTP) põhineb mitmeaastasel uurin-gutel, kus on välja selgitatud meetmed ja tegevused, kuidas maheettevõtteid majandada nii, et need oleksid tõeliselt kestlikud ja keskkonnasõbralikud. BERAS on tõestanud oma potentsiaali vähendada toitainete leostumist, suurendada mulla süsinikusidumise võimet/vähendada kliimamõjusid ning suurendada elurikkust ja mullaviljakust.

BERASe raames on edukalt käivitud piirkondlikud jätkusuutlikud toidukogukonnad kõigis Läänemere-äärsetes riikides.

Tarbijaid kaasav „Puhta Läänemere menüü“ pakub võimalust tarbida head toitu ohustamata seejuures Läänemerd ja Maa taluvuspiire.

Ökoloogilise taaskasutatava põllumajanduse juhend keskendub põllumeeste tegevusele. See on valminud Läänemere-äärsete riikide põllumeeste, nõustajate ja teadlaste koostöös. Juhendiga loodame innustada tavatootjaid ÖTPle üle minema ja toetada mahetootjaid tootmise jätkusuutlikumaks ümberkorraldamisel.

BERAS – taust ja põhimõtted

Täname kõiki autoreid panuse eest ja Dr. Karin Stein-Bachingeri Saksamaa Leibnizi keskusest koordineerimise eest.



Artur Granstedt
dotsent
projekti koordinaator



Jostein Hertwig
vandeadvokaat
BERASe sekretariaadi juht



KUIDAS SÄÄSTA LÄÄNEMERD?

Arthur Granstedt ja Karin Stein-Bachinger

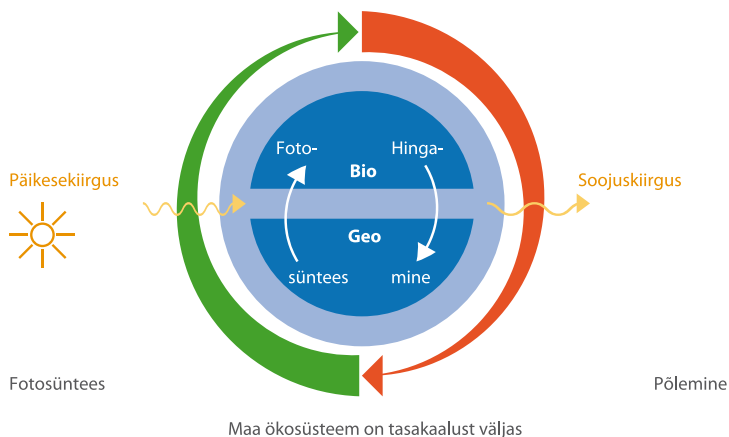
Peamised eesmärgid	8
Läänemere ökoloogiline seisund	9
Põllumajanduse olukord	10
Tulevikutsenaariumid	12
Ökoloogilise taaskasutava põllumajanduse (ÖTP) põhimõtted	13
Ettevõtte näide – toitaineringlus	14

Peamised eesmärgid

Globaalsed aspektid

Päikeseenergia, toitainete taaskasutamine, orgaaniline aine ja elusorganismide mitmekesisus koostoimes annavad meile õhu, mida hingame, vee, mida joomme ja toidu, mida sööme. Tasakaalus ökosüsteemis on roheliste taimede võime fotosünteesida orgaanilisi aineid tasakaalus orgaanilise aine lagunemise ja põletamisega. Meie tulevik on ohus, sest orgaanilise aine lagunemine ja fossiilsete süsinikuühendite põletamine on suurem kui rohelised taimed suudavad sünteesida ^[1,24].

Peamised ökoloogilised tingimused, energiavood, ringlus ja elurikkus



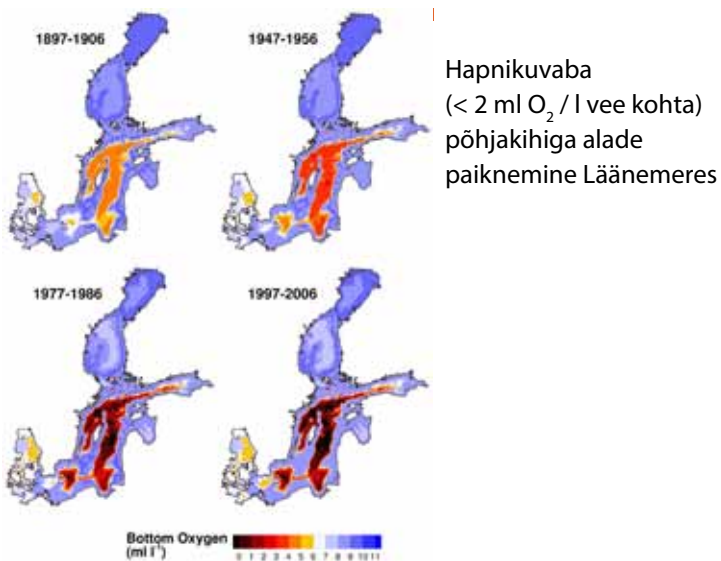
Mida me saame teha?

Ilma taaskasutuse (ringluseta) põllumajanduses ja teistes sektorites kasutatakse taastumatud ressursid ära, need vabanevad keskkonda ning see põhjustab üha rohkem ja rohkem reostust. Süsinikdioksiidi ja teiste kasvuhoonegaaside globaalse õhkupaiskamise suurenemine ning lämmastiku- ja fosforiühendite ülejääk mullas ja vees koos mürgiste kemikaalide koguste suurenemisega on praegu meie peamised keskkonna-probleemid.

Mahepõllumajandus ja elustiili muutmine aitavad nende probleemide lahendamisele kaasa – peame tegutsema kohe! BERASE projekti, mille raames on koostatud ka see juhend, eesmärk on toetada põllumajandussektori tegevusi, mis aitavad kaasa ökoloogilise tasakaalu taastamisele, minnes üle ÖTPlle.

Läänemere ökoloogiline seisund

Läänemeri on unikaalne mereala. Lämmastiku ja fosfori kaod leostumise ja erosiooni tõttu on peamiseks eutrofeerumise põhjustajaks jõgedes, järvedes ning lõpuks meres. Seal põhjustavad need toitained vetikate vohamist ja nn vee öitsemist. Kui vetikad surevad, kasutab nende lagunemine vees lahustunud hapnikku. Vees lahustunud hapniku puudus soodustab vesiniksulfiidi eritavaid organisme. See surmab palju kalu ja veeorganisme. Tulemuseks on aasta-aastalt suurenevad sumrud merepõhjaga alad. Vesiniksulfiidi tekib nüüd väga suurel alal – ligi 70 000 ruutkilomeetrit^[1].



Läänemere valgala pindala on ligi 1,7 mln km², see on peaaegu neli korda suurem kui mere enda pindala. Läänemere valgala hõlmab Rootsi (25%), Soomet (19%), Poolat (18%), Venemaad (17%), Valgevenet (5%), Lätit (4%), Leedut (4%), Eestit (3%), Taanit (2%), Saksamaad (2%), Norrat (1%) ja Ukrainat (1%). Kokku elab sellel alal 85 miljonit inimest. Valgala 170 mln hektarist on 30 mln haritav maa. Läänemerre leostuva lämmastiku ja fosfori kogusest 50% pärineb põllumajandusest.

Valgala

Helsingi komisjon (HELCOM) on valitsustevahelise koostöö raames kolm aastakümnet töötanud Läänemere merekeskkonna kaitseks. HELCOMi Läänemere tegevuskava eesmärk on taastada Läänemere hea keskkonnaseisund aastaks 2021 (www.helcom.fi).

HELCOM

Põllumajanduse olukord

Rootsi viljaka mullaga piirkondades on ülekaalus taimekasvatuseetevõtted. Nendes ettevõtetes antakse aastas keskmiselt 150 kg lämmastikku (N) hektarile, peamiselt sünteetiliste väetiste näol, mille tootmiseks on kasutatud fossiilset kütust (ca 1 kg naftat 1 kg N tootmiseks, lisaks täiendav kasvuhoo- negaaside õhkupaiskamine Haber-Bosch ammoniaagisünteesi protsessist). Saagiga eemaldatakse ca 100 kg N/ha, seega on N kadu keskkonda ca 50 kg N/ha aastas. See arv pärineb riiklikust statistikast, mida koguti toitainete säästmise programmi "*greppa näringen*" raames rohkem kui 1000 Rootsi ettevõtetest ^[1,2].

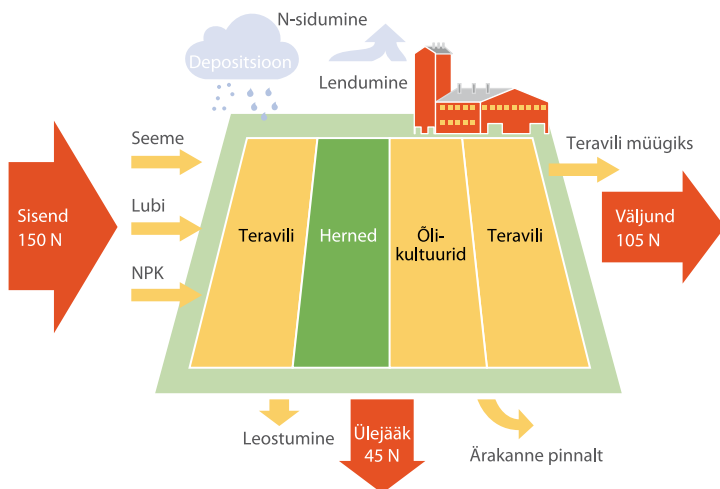
Kuigi lämmastiku ja fosfori kaod pole kõige suuremad just seda tüüpi ettevõtetes, on eeltingimused selleks loodud. Suurem osa taimetoodangust müüakse söodatööstuste kaudu loomakasvatuseetevõttesse, kus on suur toitainete ülejääk ning kadu atmosfääri ja veekogudesse (kuni 130 kg N/ha) selle asemel, et neid ringluses hoida ^[1,2].

Spetsialiseerunud taimekasvatuseetevõte on sõltuv iga-aastastest sünteetilistest väetistest (lämmastik, fosfor, kaalium), et kompenseerida saagiga eemaldatavate toitainete kogust. Nagu alloleval joonisel näha, toodetakse peamiselt teravilja. Ligikaudu 80% toodangust müüakse söodatööstuste kaudu loomakasvatuseetevõtetele.

Spetsialiseerunud taimekasvatuseetevõte

Sisend, väljund ja lämmastiku ülejääk (kg/ha aastas)

Andmed: 563 ettevõtte 2001–2006, andmed Rootsi põllumajandusameti aruandest 2008: 25



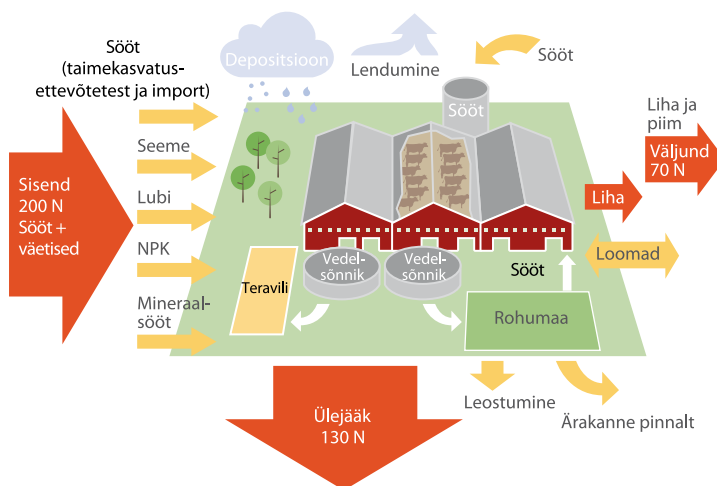
Loomakasvatus on kontsentreerunud peamiselt Lõuna-Rootsi, Taani ning Kesk- ja Lääne-Soome. Spetsialiseerunud loomakasvatustetevõttes on loomkoormus kaks kuni kolm korda suurem kui võimaldaks ettevõtte enda söödatootmisvõime. Selle tulemusel toodetakse rohkem sõnnikut kui suudetakse ettevõtte taimekasvatuses ära kasutada. Spetsialiseerunud taimekasvatustetevõtete toodetud loomasöödas olevad taimetoitained viiakse üha vähematesse, kuid seda intensiivsematesse loomakasvatustetevõtetesse, kus toitainete ülejääk koguneb ja lõpuks satub keskkonda.

Osa söodast tuuakse täiendavalt teistest riikidest ning sellel on tõsised mõjud keskkonnale – metsade hävitamine, et teha ruumi soja ja õlipalmide kasvatamiseks. Rohumaadega loomakasvatustetevõtted ostavad lisaks sünteetilisi väetisi, kuigi sõnnikut jääb üle. 701 ettevõtte ^[1, 2] andmetel on piimandustalude toitainete ülejääk 130 kg N ja 3 kg P hektari kohta aastas. Kasvav loomkoormus põhjustab lämmastiku ja fosfori ülejäägi suurenemist. Seda tüüpi ettevõtted põhjustavad kõige suurema osa Läänemere lämmastiku ja fosfori põllumajandusreostusest.

Spetsialiseerunud loomakasvatustetevõte

Sisend, väljund ja lämmastiku ülejääk (kg/ha aastas)

Keskmine: 701 ettevõtte 2001–2006, andmed Rootsi põllumajandusameti aruandest 2008: 25



Tulevikustsenaariumid

Kui uued ELi liikmesriigid (Eesti, Läti, Leedu, Poola) saavutavad sama toitainete ülejäägi taseme kui Rootsi, Soome ja Taani, suureneb kogukoormus Läänemerele 50% [2, 3].

Pikaajalised põldkatsed ja toitainete liikumise hindamine ettevõtetes näitavad, kuidas on võimalik suurendada mullaviljakust ja parandada looduslikku tootmisvõimet moodsa mahetootmisviisi abil, mis põhineb kohalikel ja taastuvatel ressurssidel. See on ökoloogiline taaskasutatav põllumajandus (ÖTP), mis loob sidemed kogu toiduahela vahel tootjast tarbijani.

ÖTP mõju

ÖTP rakendamisel väheneb N ülejääk hektari kohta 50% ja väheneb kasvuhoonegaaside õhkupaiskamine võrreldes tavatootmisega [2,3]. Fosfori leostumine peaaegu puudub ja sünteetiliste taimekaitsevahendite kasutamine puudub täiesti. Tänu vähesele välisele sisendile väheneb kasvuhoonegaaside emissioon. Paraneb mullaviljakus ja toidukvaliteet, samuti elurikkus.

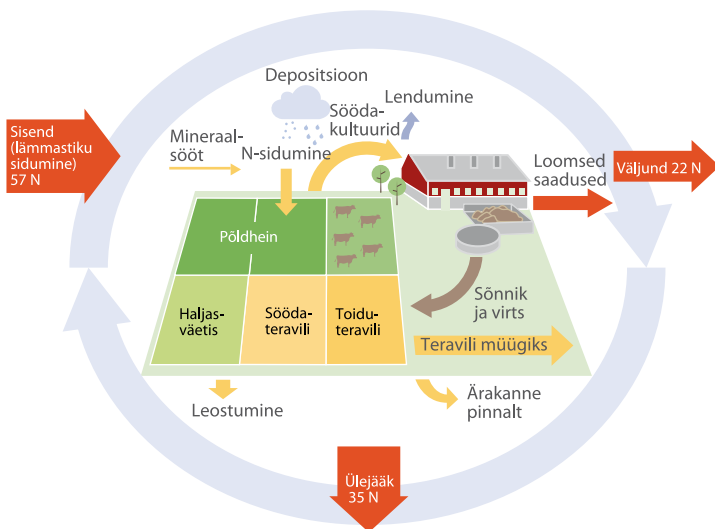
Ökoloogiline taaskasutatav põllumajandus ei tähenda, et naaseksime idüllilise pildi juurde, mis oli 100 aastat tagasi – see on igaveseks kadunud. Siiski ei tähenda see, et me ei saaks – kasutades kõiki tänaseid tehnoloogilisi ja bioloogia alaseid teadmisi – taastada põllumajandust, mis põhineb tingimustel, et tagada ökosüsteemide kestlikkus.



Ökoloogilise taaskasutava põllumajanduse põhimõtted

ÖTP põhineb mahepõllumajanduse taaskasutuse (ringluse) põhimõtetel, mis on ühendatud mitmekesiste külvikordade kasutamisega, kus on suur osakaal lämmastikku siduvaltel liblikõielistel¹. ÖTP ettevõtetel on taime- ja loomakasvatus heas tasakaalus, loomkoormus on kooskõlas ettevõtte (või koostööd tegevate ettevõtete) söodatootmise võimega. Kui eesmärk on võrreldes tavatootmisega vähendada lämmastiku kadu 50% võib kogu vajaminevast söödast mujalt sisse tuua maksimaalselt 20%^[1].

Ökoloogilise taaskasutava põllumajanduse (ÖTP) ettevõtte skemaatiline illustatsioon^[1]



Sisemine ring näitab toitainete ja orgaanilise aine liikumist mulla, lauda ning taimede vahel^[1]. Külvikorra võtmelemendiks on liblikõielised. Huumust ehitavate kultuuridena tagavad nad mullaviljakuse säilimise ja lämmastiku järgnevale kultuurile ning on kasulikud ka taimekaitse seisukohalt. Suur osa saagist läheb oma loomadele söödaks. ÖTP ettevõtetes on tähtis roll mäletsejalistel (loomakasvatus), sest nad suudavad seedida tselluloosi ja seetõttu saab neile sööta kultuure, mida inimtoiduks kasutada ei saa. Sõnnik läheb tagasi mulda ja aitab seeläbi kaasa mullaviljakuse säilitamisele ja suurendamisele.



Allolev näide kirjeldab kultuuride jaotust, külvikorda ja loomi biodünaamilises eksperimentaallettevõttes Skillebys Järnas (Rootsi), iseloomustades ka uuritud ÖTP ettevõtteid ^[2,3].

Loomade arv on viidud vastavusse söödatootmise võimalustega (0,6 LÜ hektarile). See on sama loomkoormus, mis on põllumajanduses keskmiselt ja on seotud loomsete saaduste tarbimisega Euroopas (2/3 valgutarbimisest). Selles ettevõttes põhineb tootmine mäletsejalistel, ülejäänud haritav maa (16%) on toiduteravilja tootmiseks ja aianduseks.

Laudasõnnikut kasutatakse enne põllule viimist sageli ka biogaasi tootmiseks (eriti Saksamaal). Biogaasi tootmiseks võib kasutada ka näiteks suurkõökide jäätmeid, seega suureneb taaskasutatavate toitainete osa veelgi.

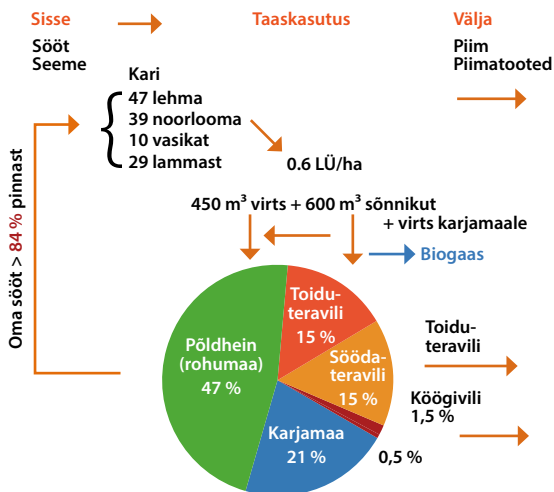
Näide ÖTP ettevõttest

Nädisettevõte

Nädisettevõte Yttereneby–Skilleby Järnas Rootsis. Loomkoormus on viidud vastavusse ettevõtte söödatootmise võimega. Põllumajandusmaast on 84% söödakultuuride all, müügis kasvatatavad kultuurid moodustavad 16%. Loomkoormus on 0,9 LÜ/ha (= Rootsi keskmine).

Haritav maa	ha		külvikord
Külvikord	106	aasta	1 suviteravili allakülviga
Karjamaa	29		2 põldhein I
Köögivili			3 põldhein II
Juurviljad	2		4 põldhein III
Kokku	137		5 talivili
Looduslik karjamaa	25		

Yttereneby ja Skilleby 2003





MULLAVILJAKUS

Karin Stein-Bachinger

Miks see on tähtis?	16
Mullaviljakuse põhimõtted	17
Mulla orgaanilise aine ülesanded ja kasulikkus	18
Kuidas mullaviljakust säilitada ja suurendada?	20
Mullaviljakuse hindamine	22
Huumusbilanss	24
Toitainebilansid	25

Miks see on tähtis?

Globaalsed aspektid

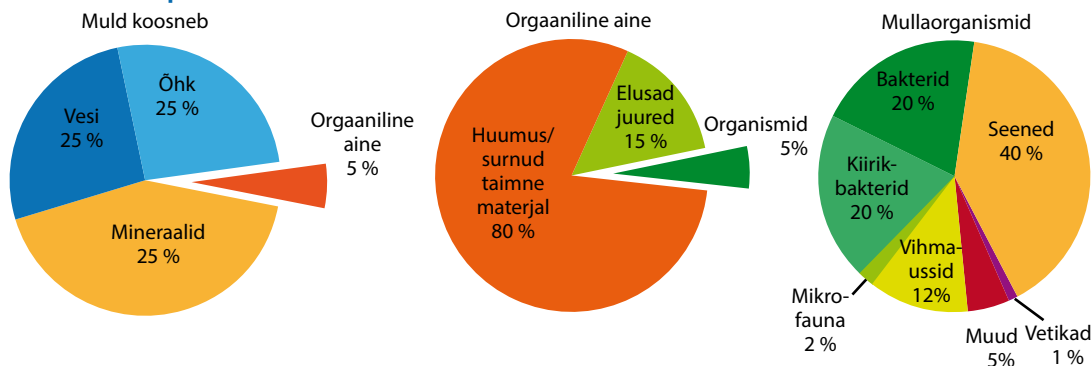
Muld on elu alus. See on unikaalne ja kompleksne süsteem, mis sisaldab loendamatu hulgal elusorganisme. Muld, mis koosneb orgaanilisest aineest, mineraalidest, veest ja õhust, hoiab käigus paljusid ainevahetusprotsesse. Vaid 11% (1,5 mld ha) Maa pinnast (13,4 mld ha) on haritav maa, mis sobib taimekasvatuseks^[34]. Lisaks püsirohumaad, mis on aluseks mäletsejalistele (*loomakasvatus*) sööda tootmiseks. Et tagada Maa kasvavale elanikkonnale toit ka tulevikus, on elava mulla eest hoolitsemine hädavajalik.

Põllumajandus, kus on suur osakaal üheaastastel monokultuuridel, kus toimub ülekarjatamine ja/või ohtlike kemikaalide intensiivne kasutamine, põhjustab viljakate muldade omaduste halvenemist ja väljakurnamist. Nende maade asendamiseks raiutakse metsi, mis on peamiseks teguriks kasvuhoonegaaside õhkupaiskamise suurenemisel ja põhjustab globaalset soojenemist.

Multifunktsionaalsus

Lisaks mulla elupaigafunktsioonile ja taimetoitainete allikale on mullaviljakus väga tähtis ka veeressursside kaitse seisukohalt. Muld on märkimisväärne süsiniku siduja ja seeläbi väheneb kasvuhoonegaaside õhkupaiskamine. ÖTP aitab meie kõige olulisemat ressursi – mulda – säilitades kaasa paljudele tähtsatele ökosüsteemi funktsioonidele ja teenustele.

Muld kui kompleksne süsteem^[35]



Mullaviljakuse põhimõtted

Mullaviljakust ei saa osta, see on pideva elu- ja laguprotsesside koostoime tulemus. Looduslikud ökosüsteemid on üles ehitatud pidevale elusorganismide elu ja surma tsüklile, mis moodustabki mulla orgaanilise aine. Selles tsüklis on suur osa süsiniku ja lämmastiku sidumisel.

Inimtegevusest tugevalt mõjutatud ökosüsteemis on vaja säilitada ja suurendada mulla orgaanilise aine sisaldust, et vältida mulla vaesestumist. Eelkõige tähendab see, et tuleb kasvatada piisavalt mitmeaastaseid kultuure, et tagada lämmastiku ja süsiniku sidumine. ÖTP ettevõtetes on vajalik, et umbes kolmandikul **külvikorrast** kasvatatakse mitmeaastasi kultuure nagu põldhein, et kompenseerida mulla orgaanilise aine lagunemist ja tagada piisav lämmastiku mineraliseerumine (võrdle **liblikõielised**).

Pikaajalist mullaviljakust mõjutavad kõik majandamisotsused, peamiselt **külvikord** ja harimine, **loomakasvatus** ning **sõnniku** kasutamine, mis on saadud ettevõttes toodetud sööda tootmisest.



Huumuse sisaldus arvutatakse: C-sisaldus korrutatuna 1,7.

Mineraalmullas sisaldab huumus umbes 58% C:

1% C = 1,7% huumus

1% C = 45 t C/ha = 80 t huumus/ha mulla ülemises 0-20 cm kihis

C:N suhe 10:1 = 4500 kg N/ha

Definitsioon

Orgaaniline aine sisaldab kogu surnud taimset, loomset ja mikroobset materjali mullas ja mullapinnal ning nende jääke, eriti jne. Huumus on mullas toimuva laguprotsessi (humifikatsioon) lõppsaadus. See on orgaanilise süsiniku kogunemise tõttu musta või tumepuuni värvi. Kuni 80% orgaanilist ainet sisaldab stabiilset, inertset huumust, umbes 20% on võimalik lagundada. Huumusesisalduse suurenemine põhjustab süsinikuga rikastumist, vähene misel vabaneb õhku CO₂. Orgaanilist ainet analüüsitakse süsinikusisaldusena (Corg, %).

Mulla orgaanilise aine ülesanded ja kasulikkus

Viljakaid muldi iseloomustab jätkusuutlik tootlikkus, mis on põllumehe jaoks väga tähtis. Samuti nende iseregulatsioonivõime, nt patogeenide vastu. Viljakad mullad varustavad meid puhta põhjaveega, olles ohtlike ainete vastaseks filtriks, ning säilitavad toitaineid ja süsinikku.

Mahepõllumajanduse alguses 1920ndatel kirjeldati selle juhtpõhimõtteid ahela „terve muld – terved taimed – terved loomad – terved inimesed”^[36] abil. Huumus loob aluse pidevateks ehitus- ja lagunemisprotsessideks ning mõjutab mulla füüsikalisi, keemilisi ja bioloogilisi omadusi. ÖTPs on nende protsesside tasakaalus hoidmine tootmise võtmelement.



Mulla orgaaniline aine ja huumus^[9]

- soodustavad mullaelustikku ja mulla struktuuri,
- varustavad toitainetega mulda ja mulla mikroorganisme,
- suurendavad veemahutavust,
- parandavad poorsust ja raskete muldade murenemist,
- takistavad toitainete leostumist,
- stabiliseerivad muldi erosiooni vastu,
- kiirendavad kevadist taimekasvu, sest muld soojeneb kiiremini,
- aitavad kergema harimise tõttu kütust säästa,
- avaldavad positiivset kliimamõju CO₂ sidumise tõttu.

CO₂ akumulatsioon

Arvutused näitavad^[15], et mullas on võimalik siduda kuni 500 kg C aastas, olenevalt esialgsest C-sisaldusest ja liblikõieliste-kõrreliste ning muude huumusesisaldust suurendavate kultuuride kasutamisest külvikorras. See võrdub umbes 1,5 kuni 2 t CO₂/ha aastas.



Huumusesisaldus ja kvaliteet

Mulla huumusesisaldust iseloomustavad orgaaniline süsinik (C_{org}) ja lämmastik (N_{org}). Nende suhe annab teatud ettekujutuse huumuse kvaliteedist. C:N suhe varieerub 10–12:1. Huumusesisaldust saab muuta vaid teatud piirides ^[28].

Haritava maa mulla C-sisaldus on 0,6–4%. Saksamaa nõuetele vastavuse nõuete kohaselt peab erinevate mullatüüpide minimaalne huumusesisaldus 6-aastase perioodi jooksul olema järgmine:

Savi sisaldus <13 %: 1% huumust (= 0,6% C)

Savi sisaldus >13 %: 1,5% huumust (= 0,9% C)

Savi sisaldus >25 %: >2% huumust (= 1,2% C)

Värsketel taimejäänustel on C:N suhe suurem, lagunemisel see väheneb. Orgaaniline materjal (taimedest või sõnnikust), mis on viidud mulda või mullapinnale, toidab mullaorganisme, parandab õhustatust ja orgaanilist aktiivsust, mille tulemusel muutuvad toitained taimedele paremini kättesaadavaks.

Mullaorganismide aktiivsus soodustab lagunemisprotsesse, mis omakorda mõjutab mineraliseerumist. Lühike vegetatsiooniperiood, sademeterohkus ja põud põhjustavad mineraliseerumise vähenemist. Mullaharimine ja happeliste muldade lupjamine suurendavad bakterite aktiivsust ning võivad põhjustada huumuse vähenemist. Liblikõielisi sisaldav külvikord säilitab soodsa mikroobipopulatsiooni ja seeläbi paraneb mullaviljakus.

Haritava maa ülemine mullakiht sisaldab umbes 60–90 tonni huumust hektari kohta. See on võrdne 3000–6000 kg N hektari kohta. Hea mulla temperatuuri ja -niiskuse juures võib 1–3% orgaanilisest lämmastikust, mis on seotud mulla orgaanilisse ainesse, koos teiste toitainetega, nagu fosfor, väävel ja mikroelemendid, saada mineralisatsioonil taimedele kättesaadavaks ^[27].

Näide

Huumusesisaldus:

1,5 %



3,0 %



Mineralisatsioon:

20–40 kg N/ha

40–80 kg N/ha





Kuidas mullaviljakust säilitada ja suurendada?

Soovitused

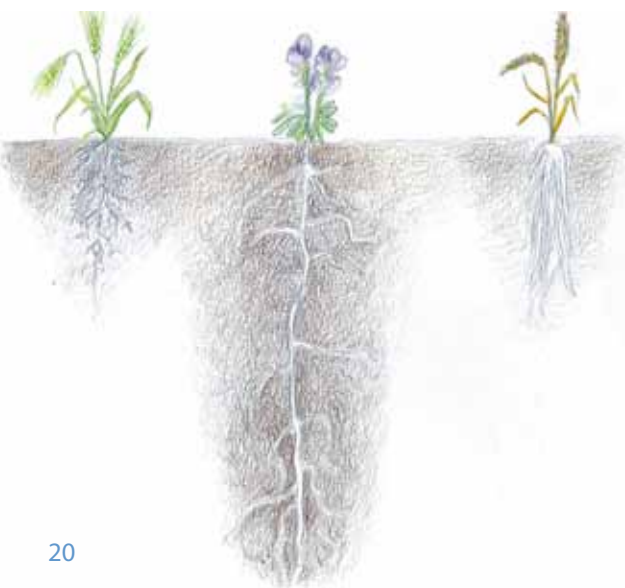
Pikaajalist mullaviljakust mõjutavad ettevõtte majandamisotsused, peamiselt külvikord ja harimine, loomakasvatus ning sõnniku kasutamine.

Positiivse mõju saavutamiseks on vaja: ^[19,9]

- Hoolikalt planeerida külvikorda. See peaks sisaldama vähemalt 30% liblikõielisi, mis on peamiseks huumusesisaldust suurendavaks kultuuriks. Tasakaalus peavad olema huumust tarvivad ja mullaviljakust suurendavad kultuurid (vaata näiteid järgnevatel lehekülgedel).

Mullaviljakuse suurendamise võtmetegur on kultuuride juuresügavus. Üheaastaste kultuuride (nt teraviljade) juured võivad ulatuda 1,5 m, seevastu ristiku juured kuni 4 m sügavusele, kui seda kasvatada mitmeaastasena. Juurekarvadel on oluline mõju kaaliumi ja teiste vajalike toitainete kättesaadavusele ^[37].

- Anda orgaanilist materjali haljasväetiste, sõnniku ja kompostiga. Saagikoristusjäädid nagu põhk ja juured on samuti positiivse mõjuga.
- Taimejäänused ja sõnnik ühtlaselt mulda viia.
- Nii palju kui võimalik, hoida mulda kaetuna, et takistada erosiooni ja toitainete leostumist.
- Minimeerida harimist. Intensiivne harimine võib mulla huumusesisaldust suurel määral vähendada.
- Vältida mulla tihendamist. Mikroobide tegevus paraneb mullas, kui see on õhustatud ja vett hästi läbilaskvate pooridega. Vett hästi läbilaskvate pooridega mullas pääsevad juured sügavamale, paranevad taimetervis ja toitainete omastamine.



- Vajadusel piisavalt lubjata. Sobiv pH on mulla ülemiste kihtide stabiilsuse ja toitainete kättesaadavuse eeltingimuseks. Happelisus vähendab bakterite aktiivsust. Selle tulemusel väheneb lagunemine ja toitainete eraldumine. Võib tekkida fosfori ja molübdeeni puudus. Optimaalne pH enamiku kultuuride jaoks on 6–7. Eriti tundlikud happelisuse suhtes on liblikõielised, samas nt kartul talub ka suhteliselt happelisi muldi. Kui pH on aga üle 7, väheneb fosfori kättesaadavus.



Vihmaussid ^[51]

Vihmaussidel koos muu mullaelustikuga on unikaalne roll mullaviljakuse loomisel. Kuni 8-aastase elueaga vihmaussid toodavad kuni 100 tonni väljaheiteid hektari kohata aastas. See on võrdne mullakihi paksenemisega kuni 0,5 cm haritaval maal ja kuni 1,5 cm rohumaal. Väljaheide sisaldab 5 korda rohkem lämmastikku, 7 korda rohkem fosforit ja 11 korda rohkem kaaliumit kui muld. Vihmausside tegevusel on mullale positiivne mõju, sest nad murendavad mulda, mis parandab selle õhustatust, samuti paraneb vee ja toitainete mahutavus ning lihtsustub mullaharimine.

Vihmaussid töötlevad haritaval maal kuni 6 t orgaanilisi jäätmeid hektari kohta aastas ja kannavad mullaosakesi alumistest kihtidest ülemistesse. Kuni 90% vihmaussikäikudest on täidetud taimejuurtega, võimaldades neil sügavamatesse mullakihtidesse tungida. Intensiivse mullaharimise tõttu on mullas vähem vihmaussikäike, mistõttu väheneb ka huumusesisaldus. Masintööde tõttu võib vihmausside arvukus väheneda kuni 70%.

Kultuurid ja nende mõju huumusesisaldusele

Pea meeles!

Negatiivne mõju			Positiivne mõju		
---	--	-	+	++	+++
Suhkrupeet Kartul Köögivili	Mais Köögivili	Teravili Õlikultuurid	Kaunvili Allakülvikultuurid Põldhein (sügiskülv)	Talvised kultuurid Põldhein (kevadine allakülv)	Mitmeaastased libliköielised Põldhein

Agrotehnika mõju mulla süsinikusidumisele ^[15]

Meede	C sidumine /emissioon t/ha/a
Haritava maa rohumaaks muutmine, sh libliköielised, libliköielistega haljasväetiskesa	> 1,0
Pikaajaliste libliköieliste/libliköieliste-kõrreliste segu külvamine	0,6 kuni > 1,0
Orgaanilised väetised (sõnnik, sete, kompost)	> 0,5
Minimeeritud harimine	0 kuni 0,25
Rohumaa/kesa haritavaks maaks muutmine	> -1,0
Maisikasvatus siloks	-0,4 kuni -0,8

Mullaviljakuse hindamine

Põllumees saab mullaviljakust hinnata mitmel moel. Mullaprotsesside keerukuse tõttu tuleks kombineerida mitmeid meetodeid: visuaalne vaatlus põldudel, analüüsid ning huumus- ja lämmastikubilansi koostamine ^[25, 36, 38, 39].

a) Visuaalne kontroll

- Hea mulla indikaatoriks on terved taimed.
- Nöges ja kummel viitavad mulla tihenemisele.
- Mulla struktuur pinnal: ümarad mullaosakesed ja väikesed augud (nt vihmausside tegevusest) viitavad viljakale mullale.
- Taimejäänuste muldaviimine: kui põhk jääb mitmeks kuuks pinnale, pole mullaorganismid aktiivsed.
- Viljakas muld lõhnab hästi ja tundub katsudes meeldiv (sõrmeproov).
- Märjal ajal ja varakevadel viitavad taimed sellele, kus mineralisatsioon ja taimetoitainete sisaldus on väike. Mulla tihendamine, halb drenaaz ja vee kogunemine võivad põhjustada lämmastikupuudust, mis piirab saaki.

b) Visuaalne kontroll lihtsate vahenditega

- Labidaproov mulla tihenemise, juurte tiheduse, mullaosakeste struktuuri (ümarad või teravaservalised, kas neid on võimalik katki murda), vihmaussikäikude ja teiste mullaorganismide uurimiseks (vaata foto).
- Mullapuuriga saab uurida tihendatud mulla ulatust ja levikut. Seda saab kasutada ka kevaditi veemahutavuse hindamiseks.
- pH määramine indikaatorpaberiga.



c) Lämmastiksisalduse analüüs

- Osades riikides on õigusaktidega nõutud kindla meetodika alusel mullaanalüüside tegemine iga 5-6 aasta järel (mullaproovid võetakse sügisel pärast saagikoristust või varakevadel).
- Põhitoitainete P, K, Mg, S ja mikroelementide sisaldus peab olema piirkonnale vastaval tasemel. Need tasemed leiab väetamissoovitustest. Kui on tuvastatud selge puudujääk, on mõistlik neid elemente lisaks anda, kasutades mahepõllumajanduses lubatud ja soovitatavaid väetisi.

Tuleb arvestada, et P ja S on osaliselt orgaaniliselt seotud ja taas-
→ kasutatakse koos taimejäänuste, biomassi ja sõnnikuga. Orgaaniliselt seotud toitainete potentsiaalne mineralisatsioon ei kajastu üldistes analüüsitulemustes.

- pH peab olema optimaalne. Väärtusi alla 5 ja üle 8 peaks vältima. Liivmuldadel on madalam pH (5,5–6,5) tavaline. Puudused põhjustavad mulla- ja taimeterviseprobleeme. Mahepõllumajanduse reeglid lubavad kasutada looduslikku päritolu lubiväetisi.
- Lämmastiku- ja süsiniksisalduse analüüs on vajalik, sest muutused toimuvad vaid pikema aja jooksul. Üle 95% lämmastikust on seotud orgaanilises aines ja vaid 1–3% muutub igal aastal mineralisatsiooni abil kasutatavaks. Orgaanilise süsiniksisalduse (C_{org}) mõõtmine annab aimu mulla teatud spetsiifilistest väärtustest, kuid ei anna täit infot mullaviljakuse kohta! Mullaproove ei tohiks võtta pärast sõnniku laotamist!



Huumusbilansid

Alternatiivina eeltoodud meetoditele või neile täienduseks võib kasutada lihtsasti kättesaadavatel andmetel põhinevat huumusbilansi meetodit ^[25]. Viimastel kümnenditel on nähtud palju vaeva erinevate meetodite väljatöötamiseks, peamiselt just Saksamaal ^[38]. Huumusbilansimeetodid põhinevad huumust vähendavate kultuuride (nt juurviljad, silomais) ja huumust tootvate kultuuride (nt libliköielised) osakaalul külvikorras, liiks arvestatakse süsinikurikaste materjalide nagu sõnniku ja põhu andmist ^[25]. Arvestada tuleb, et meetodit ei saa üks ühele teistesse riikidesse üle tuua, kuid ülevaate andmiseks on need sobilikud.

Arvutusnäited



Külvikord A): 40% libliköielisi ja 0,5 LÜ/ha, tulemuseks on positiivne huumusbilanss.

Külvikord B): 20% libliköielisi ja kartul ning vahekultuurid koos väiksema arvu loomadega. Tulemuseks negatiivne mõju huumusbilansile. Et kompenseerida suure huumustarbega kartuli kasvatamist, on tarvis rohkem libliköielisi ja vähem teravilju ja/või kartulit.

A)	Huumus- tarve*	Huumuse tootmine*	Huumus- bilanss*
0.5 LÜ/ha → 4 t sõnnikut/ha aastas		Vahe- kultuurid	Sõnnik
Libliköielised-kõrrelised	600	0	0
Talinisu 20 t/ha <i>kõdusõnnik</i>	-280	0	800
Tritikale	-280	0	0
Hernes	160	0	0
Talirukis + libliköielised-kõrrelised a.k.	-280	200	0
Külvikorra keskmine	-16	40	160

B)	Huumus- tarve*	Huumuse tootmine*	Huumus- bilanss*
0.25 LÜ/ha → 2 t sõnnik/ha aastas		Vahe- kultuurid	Sõnnik
Libliköielised-kõrrelised	600	0	0
Talinisu	-280	0	0
Kartul 10 t/ha <i>kõdusõnnik</i>	-760	200	400
Tritikale	-280	0	0
Talirukis + libliköielised-kõrrelised a.k.	-280	200	0
Külvikorra keskmine	-200	80	80

*kg C/ha aastas

Kuigi selle meetodiga seoses on tarvis teha veel täiendavaid uuringuid, aitab see hinnata erinevate majandamismeetodite mõju põllu tasandil, eriti mahepõllumajandusele ülemineku ajal. Arvutuste aluseks on võetud huumuse taastootmiskoeffitsiendid, mis on saadud pikaajalistel põldkatsetel ^[38]. See on Saksa nõuetele vastavuse süsteemis üheks mulviljakuse hindamise soovituslikuks meetodiks. Arvutused on viidud ka tarkvarra ROTOR.

Toitainebilansid

Lisaks eeltoodud meetoditele saab toitainete (N, P, K) liikumist ja efektiivsust hinnata toitainebilansi meetodil (ettevõtte, põllu ja lauda tasandil). BERASe projekti raames arvutati projektis osalevate riikide nn „taluvärava“ bilansid kasutades Rootsi meetodit STANK in MIND. Tulemused on leitavad mitmetes publikatsioonides ^[1, 2, 3].

On väga tähtis, et info N ja teiste toitainete sidumise ja kasutamise kohta oleks teada ning oleks infot selle kohta, kas toitainete kättesaadavus on vastavuses taime vajadustega ^[1]. Kui see tasakaal on saavutatud, on toitainete kadu keskkonda väga väike. Taluvärava bilanss annab infot ettevõttesse sisse ostetud toitainete (sööt, loomad, seeme jmt), samuti liblikõieliste seotud lämmastiku kohta. Väljundiks on kogu müüdnud toodang (taimed, loomad, piim jne) ^[1, 5].

Näide N sisendist ja väljundist:

1. N ülejääk vastab potentsiaalsele kaole keskkonda.
2. Tasakaalus bilanss (+/- 20 kg/ha) näitab head olukorda.
3. Negatiivne bilanss näitab N puudust ja ebapiisavat N-ga varustatust. Puudust tuleb kompenseerida nt liblikõieliste osakaalu suurendamisega külvikorras.

Fosfori defitsiit kuni 2 kg/ha kompenseeritakse mulla murenemisprotsessiga ja sügavajurelised taimed (nt ristik) võtavad seda mineraalainete sügavamatest kihtidest, kus lahustumatu P on kogutud mulla mineraalidesse.

Tulemuste
tõlgendamine



Teaduslikud tulemused

ÖTP ettevõtete taluvärava bilansid näitavad, et toitaine ülejääki on võimalik efektiivselt vähendada ^[1,3]. Paljud agronoomilised meetmed (vt külvikord, libliköielised, sõnnik ja fosfor) aitavad potentsiaalseid kadusid ära hoida.

Uues uuringus, kus võeti kokku 74 tava- ja maheettevõtte paari võrdlustulemused ^[50], selgub, et maheettevõtete muldades on märkimisväärselt rohkem orgaanilist süsinikku, mis tähendab, et mahe/ÖTPI on potentsiaali süsiniku sidumiseks mullas.

Uuringud on näidanud, et võib tekkida ka toitainepuudus ^[11, 40]. Seda võib põhjustada libliköieliste vähene osakaal külvikorras ja vähene või ebaefektiivne sõnniku kasutamine. Eriti taimekasvatusele spetsialiseerunud ettevõtetes vähendatakse libliköieliste-kõrreliste osa, et saaks kasvatada võimalikult palju kultuure müügiks. Sellistel juhtudel saab vajaliku N sisendi lämmastikku siduvate katte- või vahekultuuridega, samuti libliköieliste allakülviga. Pikas perspektiivis võib sellega mullaviljakus siiski väheneda ja suureneda umbrohtumus, mistõttu võib väheneda ka müügi kultuuride saagikus ^[40]. Need on tugevad argumendid ÖTPle üleminekuks, kus taime- ja loomakasvatus on tihedalt seotud (ettevõttes endas või lähedalasuvate ettevõtete koostöös).

Õigusaktide piirangu

2009. aastast on maksimaalne N ülejääk Saksamaal piiratud 60 kg/ha aastas. Paljudes riikides on olemas ametlikud toitainebilansimeetodid, et jälgida nõuetele vastavuse nõudeid. Vajadusel on soovitatav arvutuste tegemisel ja tulemuste interpreteerimisel appi võtta nõustaja.



KÜLVIKORD

Karin Stein-Bachinger & Moritz Reckling

Miks see on tähtis?	28
Kultuuride valik	30
Rotatsioonid	32
Toitaineid siduvad kultuurid ÖTP külvikordades	34
10-punkti plaan külvikorra koostamiseks	35
Külvikorra näited segatüüpi ÖTP ettevõtetes	36
Külvikorra näited ÖTP ettevõtete koostöös	38
Kontrollnimekiri	40

Miks see on tähtis?

Põhitõed

Hea külvikorra planeerimine on ÖTP ettevõtete jaoks vältimatult vajalik, et tagada suured saagid ja kvaliteetne toodang ning terve ja viljakas muld. Libliköielisi, mis on sügavajuurelised, seovad lämmastikku ning loovad huumust ja mullaviljakust, kasvatatakse tasakaalus lämmastiku- ja huumusenõudlike kultuuridega nagu teraviljad ning köögiviljad ja teised rühvelkultuurid.

Ajalugu

Läänemere-äärsete riikide rahvaarvu kasvuga seotud toiduvajadus kaeti 150 aastat tagasi tänu libliköieliste kasvatamise ja taimejäänuste ning sõnniku kasutamisele. Sel ajal oli igal ettevõttel just nii palju loomi kui neid jõuti oma söödaga ära toita^[1]. 20nda sajandi keskel seoses mineraalväetiste ja pestitsiidide kasutamise ning sööda sisseostmisega lihtsustusid külvikorrad, mis sisaldasid vaid väheseid kultuure ja enamasti olid libliköielisteta. Alates 70ndatest, seoses mahepõllumajanduse arenguga, hakkas teadlikkus seoses külvikordadega taas suurenema. Tänapäeval on üldlevinud arusaam, et külvikord on mahepõllumajanduse alus^[21].

Kuidas alustada?

ÖTPlle üleminekul tuleb külvikord kohandada ettevõtte struktuuri, kohalike olude, turu ning tööjõu ja tehnika olukorraga. Peamine probleem on tagada ettevõtte kasumlikkus, säilitades pikaajalises perspektiivis mullaviljakust^[8, 21].

Ülemineku protsess algab mitmeaastaste libliköieliste külviga. Peamiselt kasvatatakse libliköieliste-kõrreliste segusid, mida kasutatakse söödaks või multsiks. Sageli on põldude muutlikkuse ja äriliste otsuste tõttu ettevõttes mitu rotatsiooni. Kõik ÖTP ettevõtete rotatsioonid sisaldavad siiski mitmeaastasi libliköielisi.



Definitsioon

Külvikord tähendab huumust suurendavate ja huumust tarbivate kultuuride vaheldust põllul mitmeaastase tsükli jooksul, arvestades samal ajal ettevõtte ja põldude eripärasid.



Külvikorra eesmärgid ja kasulikkus

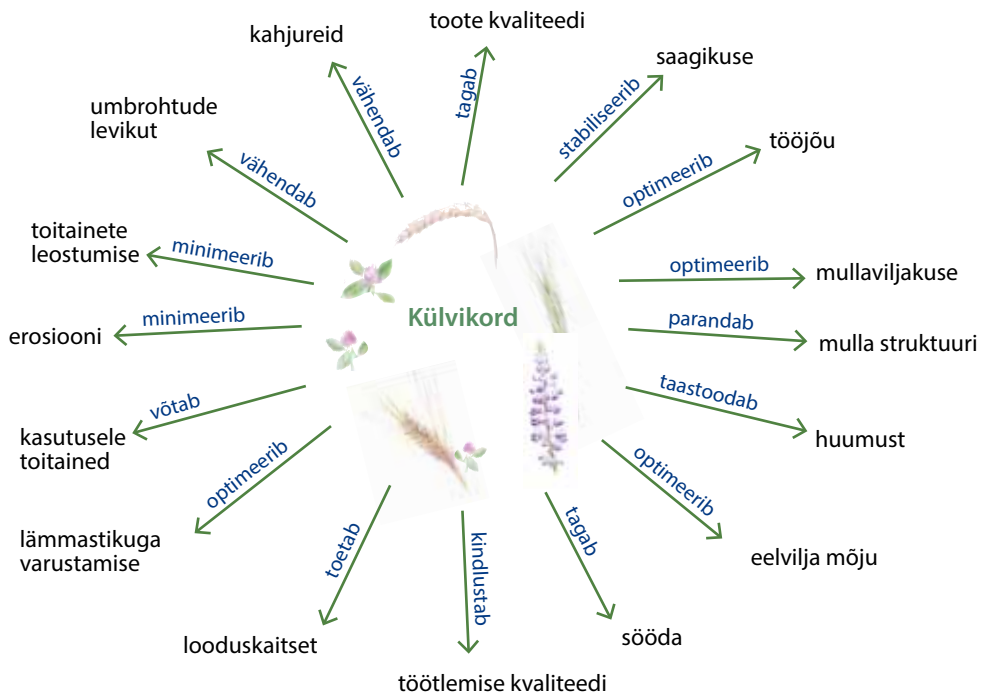
Külvikorra peamine eesmärk on toota:

- majanduslikult kasulikke müügikultuure ja
- kvaliteetset sööta.

See saavutatakse majanduslikult ja agronoomiliselt põhjendatud rotatsiooni koostamisega, arvestades fütosanitaarseid piiranguid ja taimede toitainevajadust. Hästi koostatud külvikord on muuski mõttes kasulik – hoitakse kontrolli all umbrohud, kahjurid ja haigused, tagatakse saakide stabiilsus, sööda ja toidu kvaliteet ning keskkonna- ja looduskaitse.



Külvikorra kasulikkus [kohandatud 58]



Suurem osa neist mõjudest ilmnevad pikema aja jooksul ja on nii otsesed kui ka kaudsed.

Kultuuride valik

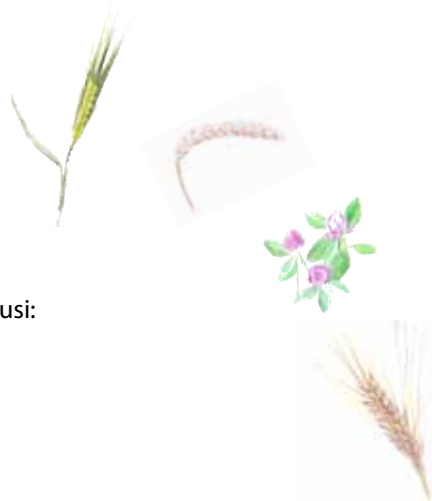
Et koostada sobiv külvikord, tuleb arvestada kultuuride majanduslike ja agronoomiliste nõuetega.

Kultuuride valikul tuleb arvestada:

- kliima ja mullatüübiga (sademed, temperatuur, pH, mulla lõimis),
- söödavajaduse ja müügipotentsiaaliga.

Kuus sammu ÖTPle üleminekul kultuuride valikul ^[22]

Samm	Muudatus	Kriteerium kultuuri valimiseks/ väljajätmiseks	Näited
1	Jätta välja	Vähene müügipotentsiaal	Suhkrupeet
2	Vähendada osakaalu	Fütoanitaarsed probleemid, müügikultuuride mitmekesistamine	Nisu
		Suur umbrohtumuse risk, ettevõttesisene nõudlus väike	Oder
3	Spetsiifiliste kultuuride osa suurendamine	Toitainetega varustamine keeruline, asendamine põldheinaga	Mais siloks
		Söödanõudluse tagamine, N sidumine, umbrohtude ja haiguste allasurumine	Põldhein, kaunvili
4	Müügikultuuride osa määramine	Müügipotentsiaal, majanduslikud tingimused, tööjõuvajadus, külvikord	Nisu, rukis, kartul
5	Uute kultuuride lisamine	Müügipotentsiaal, kultuuride mitmekesistamine, külvikord, N sidumine	Köögivil, spelta, põldhein, liblikõielise/teravilja segu
6	Vahekuultuuride osa suurendamine	Mullaviljakuse suurenemine, N leostumise vähenemine, sööda tootmine, umbrohtude allasurumine	Keerispea, rukis/vikk tatar, ristik, sinep



Kultuuride valikul külvikorda tuleb arvestada järgnevaid omadusi:

- N tarve ja varustus,
- mõju huumusele,
- fütosanitaarne mõju (maksimaalne sagedus ja minimaalne vahe kasvatamisel),
- erosioonioht.

Külvikorra pikkus sõltub valitud kultuuride minimaalsest kasvatamise vahest ja maksimaalsest sagedusest (vt näited peatüki lõpus).

ÖTPle sobiva külvikorra kultuuride iseloomustus

(Vt ka täpsustusi libliköieliste kohta) ^[ekspert hinnang]

Kultuur	Maksimaalne sagedus (%)	Minimaalne vahe (aastat)	N tarve	N varustamine*	Mõju huumuse-sisaldusele	Vee-erosiooni oht**
Libliköielised söödakultuurid	piirkondlikult erinev		väike	väga suur	suur suurenemine	väga väike
Kaunvili	20	4	väike	suur	suurenemine	väike
Teravili (üldine)	75	vaata täpsustusi vaata täpsustusi				
Lehtkultuurid (üldine)	50					
Silomais	66	0	suur	väike	suur vähenemine	suur
Kartul	20	4	suur	väike	suur vähenemine	suur
Kaer	25	3	väike	väike	vähenemine	keskmise
Nisu, tritikale	33	0	suur	väike	vähenemine	keskmise
Oder	50	1	väike	väike	vähenemine	keskmise
Rukis	66	0	väike	väike	vähenemine	keskmise
Raps	20	4	keskmise	küllaltki suur	vähenemine	keskmise
Kattekultuurid	-	-	väike	suur	suurenemine	väike

* N varustamine näitab järelejääva N mõju; ** vegetatsiooniperioodi jooksul

Soovituslik ligikaudne kultuurirühmade osa külvikorras:

Kultuurirühmade osa (ha %) erinevatele ÖTP ettevõtetüüpidele ^[kohandatud 22]

Ettevõtetüüp	Libliköielised	Teravili	Rühvelkultuurid	Vahekultuurid
Piimandus	30-50 ¹⁾	30-50	5-15	20-50
Segatüüpi (peamiselt mäletsejalised)	30-40 ²⁾	40-60	10-20	20-50
Segatüüpi (sead)	30-35 ³⁾	40-60	15-25	40-60

¹⁾ peamiselt libliköielised söödakultuurid, ²⁾ söödakultuurid ja kaunviljad,

³⁾ söödakultuurid või kaunviljad haljasväetiseks, müügiks, ristikuseemne kasvatamiseks

Rotatsiooni omadused

Kultuure ja kultuurirühmi tuleb vaheldada, et vähendada võimalikke probleeme umbrohtude, haiguste ja kahjuritega (**taimekaitse**). See sisaldab ülaltoodud kultuurirühmi, suvi- ja talivilju.

Rotatsiooni omadused iseloomustavad erinevate kultuuride sobivust üksteise suhtes. Tuleb arvestada, et detaile, nagu uued sordid ja vahekultuurid, pole arvesse võetud.

- Valida tuleks parimad kultuuride kombinatsioonid rotatsioonis arvestades fütosanitaarseid nõudeid ^[23]!
- Vältida tuleks kahe kultuuri kombinatsiooni, millel on väga positiivne eelkultuuri mõju („luksuskombinatsioon“).
- Põldheina rajamiseks on erinevaid mooduseid, mis nõuavad spetsiifilist eelkultuuri nagu teravili, millele sobib allakülv.
- N-nõudlikud kultuurid, millel on suur majanduslik väärtus, nt kartul või toiduteravili, tuleks külvata pärast põldheina!

Erinevate kultuuride sobivus rotatsioonis ^[kohandatud 8]

Järelkultuur	Eelkultuur												
	Talinisu	Suvinisu	Talioder	Oder	Talirukki, tritikale	Spelta	Kaer	Mais	PH	Kaunvili	Kartul	Taliraps	Päevalill
Talinisu	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Suvinisu	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Talioder	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Oder	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Talirukki, tritikale	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Spelta	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Kaer	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Mais	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Põldhein	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Kaunvili	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Kartul	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Taliraps	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea
Päevalill	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea	Hea

Kultuuride sobivus





Eelkultuuri mõju

Liblikõielised, eriti söödakultuurid, on head eelkultuurid, sest:

- seovad mügarbakterite abil õhulämmastikku,
- varustavad järgnevat kultuuri N-ga,
- parandavad mulla füüsikalisi omadusi,
- toidavad mullaorganisme,
- toetavad mulla huumusesisalduse suurenemist,
- sügavate juurte abil muutuvad kättesaadavaks toitained sügavamatest mullakihtidest,
- varustavad taimi mullavarudes oleva P-ga.

Rühvelkultuurid on head eelkultuurid, sest:

- vähendavad umbrohtumust intensiivse harimise tõttu,
- parandavad mulla füüsikalisi omadusi (muredam, hästi õhustatud muld),
- jätavad järelkultuuridele palju N, sest taimejäänustes on väike C:N suhe.

Siiski on need vähem head, sest:

- vähendavad tugevalt huumusesisaldust,
- on vastuvõtlikud haigustele (eriti kartul ja suhkrupeet).

Teraviljad on vähem head eelkultuurid, sest:

- neil on suur C:N suhe taimejäänustes,
- suurendavad umbrohtumuse ohtu,
- vaesestavad mulda.

Teraviljade väärtus eelkultuurina väheneb järgnevalt:

kaer > rukis > nisu > oder.

Mõju saagikusele on kultuuriti erinev ja seda mõjutab eelkultuur ning mullatüüp. Mõju saagile on suurem vähemviljakatel muldadel. Mõju tuleb arvesse võtta majanduslike arvutuste tegemisel ja see näitab kui tähtis on õigesti planeeritud külvikord.

Eelkultuuride mõju saagikusele



Vahekultuurid ÖTP külvikordades

Pärast põhikultuuride valimist tuleks külvikorda kaasata võimalikult palju vahekultuure.

Vahekultuuridel, nagu sinep, taliraps ja libliköieliste segud, on rotatsioonis mitmeid ülesandeid:

- toitainekao vähendamine,
- N kogumine (järelkultuurile kergesti kättesaadav),
- täiendav söodatootmine,
- umbrohtumuse vähendamine,
- täiendava juurebiomassi moodustamine,
- mulla kaetuna hoidmine.

Sõltuvalt ettevõtte tüübist ja vegetatsiooniperioodi pikkusest võib vahekultuure rajada allakülvina või suviste või talviste vahekultuuridena.

→ Peamised tegurid, mida vahekultuuride valikul peab arvestama, on vegetatsiooniperioodi pikkus ja vee kättesaadavus.

- Allakülvina kuivades piirkondades ning niiskemates suvise või talvise vahekultuurina.
- Talvised vahekultuurid nagu taliraps või raihein sobivad liivastele muldadele, sest vähendavad leostumist.
- Mitmeaastaste umbrohtude levikut tuleks piirata kõrrekoorimisega.

Soovitused

Libliköieliste osa rotatsioonis

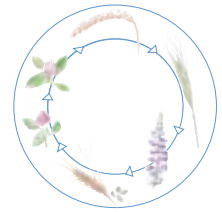
ÖTP ettevõtete külvikorras peaks eesmärgiks olema vähemalt 30% libliköielisi, peamiselt mitmeaastast põldheina. Libliköielisi, mis on segudes, tuleks arvestada vastavalt järgnevale näitele. 30% põldheina ei võrdu 30% libliköielistega! Libliköieliste vahekultuure mõju on väiksem kui libliköieliste põhikultuuridel.

Libliköieliste arvestamine 6-aastases külvikorras

Kultuurid	% 6-aastases külvikorras	Libliköielised segus (%)	Libliköielised külvikorras (%)
2-aastane põldhein	33	30	10
2-aastane põldhein	33	60	20
2-aastane põldhein	33	80	25
1 aasta hernes/kaer segavili	17	50	8
1 aasta kaunvili	17	100	17

Et saavutada eesmärk 30% libliköielisi külvikorras, peab 6-aastane külvikord sisaldama 33% põldheina (80% libliköielist), lisaks üks aasta libliköielisi sisaldavat segavilja! Kui põldheina on vähem, tuleb eesmärgi saavutamiseks kasvatada täiendavalt libliköielisi (nt kaunvili)!

10-punkti plaan külvikorra koostamiseks [7, 8]



1. Vali kultuurid, arvestades turupotentsiaali ja hindu, söödavajadust, mullatüüpi ja kliimat.
2. Tasakaalus külvikorras on 30% (puhas libliköieline) kuni 40% (libliköieliste-kõrreliste segu) libliköielisi, maksimaalselt 20% vahelharitavaid kultuure ja kuni 60% teravilja. Teraviljarohkesse külvikorda planeeri suviteravilju ja vahekultuure.
3. Et toota kogu vajaminev sööt ise, arvuta söödavajadus, arvestades kõikide söödakultuuridega, lisaks arvesta püsirohumaadelt tulev sööt.
4. Et vältida mullaga levivaid haigusi ja kahjureid, arvesta kultuuride ja kultuurirühmade järjestikustel aastatel kasvatamise nõudeid (ristöielised, teraviljad, kaunviljad).
5. Et vältida umbrohtude levikut, vahelda suvi- ja talivilju, samuti peaks külvikorras olema üks juurvili või muu rühvelkultuur.
6. Kontrolli mullaanalüüsides P, K ja huumuse olukorda ja planeeri **sõnniku** jaotamine igale põllule külvikorra jooksul, et suurendada **mullaviljakust**, toitainete kasutamist ja tagada head saagid, toodangu kvaliteet ning vältida toitainete leostumist.
7. Teraviljakoguse arvestamiseks arvuta välja allapanuks vajaliku põhu kogus.
8. Mulla struktuuri parandamiseks, toitainete kasutuselevõtuks ja veevarustuse parandamiseks kasvata pärast madalajuurelisi kultuure sügavajuurelisi ning väldi mulla tihendamist raskete masinatega, eriti märjal perioodil.
9. Töömahu jagamiseks ja erinevate umbrohuliikide allasurumiseks vahelda suvi- ja talivilju.
10. Toitainete leostumise vähendamiseks hoia mulda võimalikult vähe katmata. Kasvata kattekultuure, vahekultuure pärast suvivilja ja vastupidi, kasuta allakülve (**libliköielised**), kultuuride segusid (nt segavili) ja haljasväetist.

Ja lõpuks: säilita info õnnestumiste ja ebaõnnestumiste kohta, et saaksid edaspidi külvikorda parandada!

Tahad välja selgitada, kas külvikord on kestlik?

→ Arvuta huumusbilanss (**mullaviljakus**)

Soovid abi külvikorra planeerimisel ja edukuse hindamisel?

→ Kasuta tarkvara **ROTOR**

Külvikorra näited

segatüüpi ÖTP ettevõtetes ^[21, 1, 5]

2-aastaselt üleminekuperioodil on mullaviljakuse suurendamiseks soovitatav suurendada liblikõieliste osakaalu üle 30%. Sea- ja linnukasvatustes on liblikõieliste suure osa saavutamine keeruline, sest liblikõielisi ei saa söödaks kasutada. Selle asemel võiks seda tüüpi ettevõtetes kasvatada kaunvilja, liblikõielisi vahekultuure ja liblikõielisi-kõrrelisi multšiks. Mitmeaastane põldhein on suurema mõjuga **mullaviljakusele** kui üheaastane.



Agronoomiliselt sobivate külvikordade näiteid

		Rootsi	Soome	Saksamaa	Läti	Poola	Valgevene
1. aasta	kevad	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein
	suvi						
	sügis						
	talv						
2. aasta	kevad	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein
	suvi						
	sügis						
	talv						
3. aasta	kevad	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein
	suvi						
	sügis						
	talv						
4. aasta	kevad	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein
	suvi						
	sügis						
	talv						
5. aasta	kevad	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein
	suvi						
	sügis						
	talv						
6. aasta	kevad	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein
	suvi						
	sügis						
	talv						
7. aasta	kevad	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein	põldhein
	suvi						
	sügis						
	talv						

a.k.=allakülv; külvikordades kasutatakse ka orgaanilist väetist.

liblikõieline kaunvili teravili silomais kesa/vahekultuur



ÖTP ettevõtete
koostöö

Taimekasvatuseettevõtted peaksid tegema koostööd lähedalasuvate loomakasvatuseettevõtetega, et toitainete taaskasutamiseks vahetada sööta ja sõnnikut. Külvikord sõltub suurel määral loomade söödavajadusest. Taimekasvatuseettevõttes peaks külvikorras alati olema kaunviljad ja liblikõielised kultuurid. Liblikõielisi söödakultuure võib kasvatada söödaks teisele ettevõttele, biogaasi tootmiseks või seemnekasvatuseks. Haljasväetiskesa on samuti kasulik – nt kasvatada segus põldheina, ristikut ja raiheina.

Taimekasvatuseettevõtetel on liblikõieliste külvikorda toomiseks järgnevad võimalused:

- Teravilja ja kaunvilja tootmine koostööd tegevatele piima-, sea- või kanakasvatuseettevõtetele.
- Vahekultuuride ja haljasväetiste kasvatamine, vaheldades suvi- ja talikultuure.
- Mullaviljakuse suurendamiseks on põldheina soovitatav kasvatada kaks aastat.
- Liblikõieliste seemnekasvatus (kaunviljad ja söödakultuurid).
- Haljasväetis (liblikõieliste segu multšimine).



Kontrollnimekiri ^[9]

Planeeritava külvikorra hindamiseks kasuta järgnevat kontrollnimekirja ja aruta seda kolleegide ja nõustajaga.

Jah	Ei	
		Kas külvikord sisaldab vähemalt 30% libliköielisi?
		Kas huumuse ja N olukorda on kontrollitud?
		Kas turustusvõimalusi ja majanduslikku tulukust on kontrollitud?
		Kas külvikord tagab loomasööda?
		Kas N sidujad vahelduvad N tarbijatega?
		Kas külvikorras on erosiooni ja leostumise vähendamiseks haljasväetisi ning vahekultuure?
		Kas madalajuurelised kultuurid vahelduvad sügavajuurelistega?
		Kas umbrohte allasuruvad kultuurid eelnevad aeglasekasvulistele kultuuridele?
		Kas on arvestatud vahe pidamisega sama kultuuri kasvatamisel, et vähendada haigusi ja kahjureid?
		Kas kasvatatavad kultuurid võimaldavad olemasoleva tööjõu ja masinate efektiivset kasutamist?





LIBLIKÕIELISED

Karin Stein-Bachinger & Moritz Reckling

Miks need on tähtsad?	40
Liblikõieliste kasulikkus	41
Kaunviljade ja liblikõieliste söödakultuuride üldandmed	42
N sidumise hindamise meetodid	44
Kuidas N sidumist suurendada?	48
Liblikõieliste kasvatamine toitainete leostumise vähendamiseks	49

Miks need on tähtsad?



Üldised aspektid

Liblikõielised on ÖTP võtmekultuurid. ÖTP ettevõtetes tuleks liblikõielisi kestliku süsteemi tagamiseks kasvatada 30% pindalal. Tavaetevõtetes on liblikõieliste olulisus vähenenud seoses intensiivse sünteetiliste väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamise ning suuremahulise söödaimpordiga (peamiselt soja, ELi kaunviljakasvatuse toetamise lõppemise tõttu). Keskendumine vaid mõnele kasumlikele kultuuridele ja peamiste külvikorrapärimõtete eiramine (liblikõieliste puudumine, teravilja suur osa) on toonud kaasa probleemid, nagu huumusesisalduse vähenemine, mullaerosioon, toitainete ja taimekaitsevahendite sattumine veekogudesse jne. Külvikord, mis sisaldab liblikõielisi, aitab neid riske märkimisväärselt vähendada. Veelgi enam, ÖTP ettevõtetes aiavad liblikõielised varustada ettevõtet oma sööda ja toitainetega.

Unikaalne võime siduda N

Liblikõielised seovad õhulämmastikku nende juurtega sümbioosis olevate mügarbakterite abil. See on ÖTP ettevõtete kõige olulisem N allikas ja võimaldab vältida sünteetiliste väetiste kasutamist. N sidumine võib olla märkimisväärne – sobivates tingimustes kuni mõnisada kg N/ha aastas.

Edukas lämmastikuga varustamine liblikõieliste abil ÖTP ettevõtetes:

- N-sisendi optimeerimine N sidumise kaudu.
- Järgneva kultuuri N-ga varustamine minimaalsete kadudega.



*Kuidas aktiivseid mügarbaktereid ära tunda?
Roosaka värvi järgi!*

Definitsioon

Liblikõielised (*Fabaceae*) kuuluvad oalaadsete seltsi.

See on üks liigirikamaid perekondi ca 20 000 liigiga (kultuur- ja metsikud liigid). Sinna kuuluvad üheaastased, kaheaastased ja mitmeaastased rohttaimed, aga ka pöösad ja puud.

Liblikõieliste kasulikkus



Efektiivsel majandamisel on kasu liblikõielistest järgmine:

Ettevõtte jaoks

(peamiselt liblikõielise-kõrrelise segu)

- Säilitavad ja suurendavad pikaajalist mullaviljakust.
- On kõige olulisemaks N allikaks.
- Annavad suure valgusisaldusega sööta, eriti kaunviljad.
- Väga head eelkultuurina.
- Kobestavad mulla sügavamaid kihte tänu võimsatele juurtele.
- Teevad mükoriisa abil P kättesaadavaks.
- Vähendavad harimisintensiivsust.
- Aitavad kaasa taimetervise paranemisele ja tõrjuvad umbrohte.

Inimtoiduks

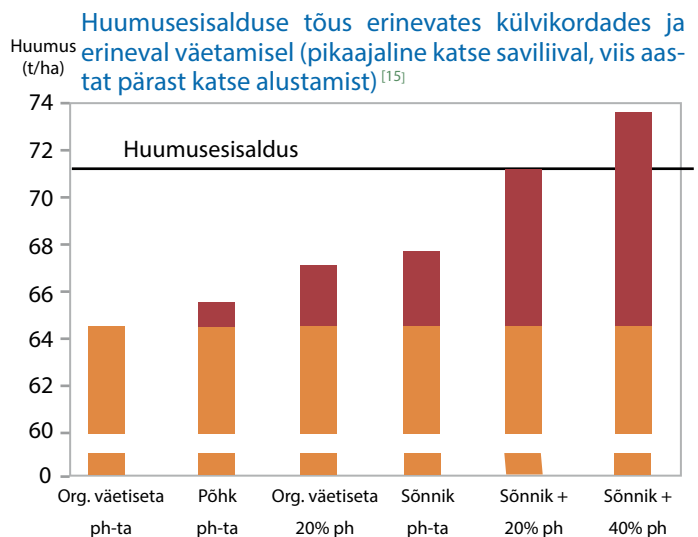
(kaunviljad)

- Pakuvad suure valgusisaldusega toitu (2-3 korda suurem valgusisaldus kui teraviljadel).
- Pakuvad vajalikke aminohappeid (vääruslik lisand teraviljadele).
- On alternatiiviks lihale.
- Pakuvad tooret uuenduslikule tervislikule toidule.

Keskkonnale

(põldhein ja kaunviljad)

- Vähendavad kasvuhoonegaaside (N_2O – naerugaas) öhkupaiskamist ja energiatarvet olles alternatiiviks sünteetilistele mineraalväetistele.
- Suurendavad elurikkust mullas ja mullapinnal.
- Vähendavad taimekaitsevahendite kasutamist paranenud taimetervise tõttu.
- Tugevdavad kohalikku/piirkondlikku tootmist ja vähendavad sõltuvust importsöödast.



Kaunviljade ja liblikõieliste söödakultuuride üldandmed

Taimikasvu suurendamiseks ja N sidumise parandamiseks on väga tähtis toitainete (P, K, S) tasakaal ja pH tase. Kui liblikõielisi kasvatatakse esmakordselt või pärast pikka pausi, peaks seemet enne külvi töötlemata mügarbakteri preparaadiga. Mügarbakterid säilivad mullas mitmeid aastaid.

Kaunviljad

Kaunviljad on oluliseks valguallikaks. Võrreldes teraviljaga jätavad nad vähe põhku, taimejäänustel on väike C:N suhe ja need lagunevad kiiresti. Neil on võime orgaaniliste hapete abil teha mullast kättesaadavaks P.

Mõnede kaunviljade kirjeldus (nõuded: + = kõrge, - = madal) ^[16]

Kaunvili	Vee- tarve	Mulla- kvaliteet	Iseendale järgnevuse taluvus	Kasvatamise vahe (aastat)	Optimaalne pH	Saagikus (t/ha) (vaesed-viljakad mullad)
Hernes	+	+	ei	5	6,0 - 7,0	1 - 4,5
Pölduba	+	+	ei	3-4	6,5 - 7,0	2 - 5
Lupiin			ei	3-4		
- kollane	-	-			5,0 - 6,0	1 - 3,5
- valge	+	+			6,0 - 7,0	2 - 4
- sinine	+	-			5,5 - 7,0	1 - 3,5
Sojauba*	+	+	jah		6,0 - 7,5	1 - 2,5

* Soja on lühipäevakultuur. Talle on vajalik temperatuur üle 6 °C, vegetatsiooniperiood 150 kuni 180 päeva. Mügarbakteriga töötlemine on vajalik eelkõige enne esimest külvi. Märkus: sojaube tuleb enne loomadele andmist töödelda.

Arvutusnäide



Keskmine toitainete eemaldamine/ha kaunviljadega:

1 t/ha (86% KA) ≈ 35 kg N, 4 kg P, 8 kg K

Märkus: Kaunviljade toitainete kasutamine on väga efektiivne, kui kaunvili söödetakse loomadele ja sõnnik antakse põldudele!

Segud

Kaunvilja kasvatatakse sageli segus teraviljaga, nt põlduba kaeraga, hernest odraga, rukist vikiga. Tähtis on siinjuures ühtlane külv ja kohe mulda viimine.

Elised: tihe juurdumine; vähem probleeme taimehaigustega; põhk ja juurejäänused lagunevad ja mineraliseeruvad lämmastikuks aeglasemalt, sest teraviljade C:N suhe on suurem.

Puudused: liblikõieliste väiksem osakaal põhjustab väiksemat N sidumist ja seega on segud eelkultuurina vähem väärtuslikud.



Liblikõielised söödakultuurid

Koristamise asemel võib need sisse künda, varustades mulda muuhulgas lämmastikuga. Ristik ja lutsern külvatakse **külvikorras** tavaliselt koos mitmesuguste kõrrelistega. Liblikõielised söödakultuurid on ÖTPs üliolulised, sest nad seovad ja jätavad mulda rohkem lämmastikku kui kaunviljad ja pakuvad loomadele suure valgusisaldusega sööta. Lisaks sellele on võimalik mitmeaastaste liblikõieliste abil efektiivselt alla suruda umbrohte nagu orashein.

Mõnede liblikõieliste söödakultuuride kirjeldus (nõuded: + = kõrge, - = madal) ^[4,16]

Segu	Veetarve	Mulla- kvaliteet	Kasvatamise kestus (aasta)	Kasvatamise vahe (aasta)	Optimaalne ph
Lutsern-körreline	+	-	1 - 3	3	6 - 7
Punane ristik-körreline	+	+	1 - 3	3	5,5 - 7
Valge ristik-körreline	-	-	1 - 3	0	5,2 - 7

Järgnevad toitained viiakse põllult ära:

1 t/ha liblikõielised-körrelised (100% KA) ≈ 25-30 kg N, 3,5 kg P, 2,5 kg K

Märkus: esimesel aastal eemaldatakse toitaineid veidi rohkem kui järgneval aastal.

Arvutusnäide

Praktikas on liblikõieliste söödakultuuride saagikust väga raske hinnata, kaalumata koormaid või silo(heina)rulle. Põllul on võimalik saagikust ligikaudselt hinnata kasutades rusikareeglit ^[5]:

Saagikuse kiire hinnang

Koristatud kõrrepikkus x 0,1 = t KA/ha

Näide: 45 cm kasvukõrgus miinus 5 cm lõikekõrgus

= 40 cm koristatud kõrrepikkus x 0,1 = 4 t KA/ha

Vahekultuuride segud¹

Teisi liblikõielisi või ristiku-lutserni ja teravilja segusid võib kasutada vahekultuurina (külvikord):

- Talvine vahekultuur: kahkjaspunane ristik (*Trifolium incarnatum* L.), Landsbergeri segu (talvivikk + kahkjaspunane ristik + üheaastane raihein).
- Suvine vahekultuur: kahkjaspunane ristik, aleksandria ristik (*Trifolium alexandrinum* L.),
- põldlinnujalg (*Ornithopus sativus* Brot.), pärsia ristik (*Trifolium resupinatum* L.),
- humallutsern (*Medicago lupulina* L.), maaristik (*Trifolium subterraneum* L.).

¹ Eesti oludesse sobivad nt segud:

- põldhernes, vikk, põlduba, päevalill, keerispea, valge sinep;
- punane ristik, Itaalia raihein, timut.

Hästi sobib ka nt tatar.

N sidumise hindamise meetodid

Selles peatükis on toodud kiired ja lihtsad meetodid N sidumise hindamiseks sõltuvalt kasvatatavast liblikõielisest.

Kaunviljad

Rusikareegel kaunviljade N sidumise hindamiseks:
Seotud N kogus on võrreldav N-sisaldusega saagis.

Järgnev tabel iseloomustab kaunviljade N sidumist, põhineb Saksamaa soovitusel ^[16].

Märkus: Need on keskmised andmed ja N sidumine võib erineda suurel määral, nt hernel 50–300 kg N/ha.

Kultuur	Saagikus Märjalt (t/ha)	N sidumine	
		kg N/t	kg N/ha
Põlduba	3,5	40	140
Hernes	3,0	35	105
Sinine lupiin	2,5	40	100
Soja	2,5	50	125
Läätsed	1,5	40	60
Vikk	2,0	40	80



Arvestada tuleb, et:

- Kaunviljasaagi müük tähendab samuti lämmastiku kadu! N kogusisend on 0, kui seemne saak müüakse. Tuleb märkida, et bilanss võib olla ka negatiivne.
- Kui kaunvilja saaki kasutatakse loomasöödaks, siis sõnniku kasutamisel oma põldudele jääb süsteemi rohkem lämmastikku. Spetsialiseerunud taimekasvatuse tegevõtted, eriti köögiviljakasvatuses, peaksid kasutama kogu taime väetamiseks, kui toitained taaskasutatakse ettevõttes/koostööd tegevates ettevõtetes.
- Kui ÖTPle üle minnakse, on vajalik teha umbkaudne arvutus (põllu ja ettevõtte tasandil) selle kohta, kui palju on tarvis taaskasutada, et tagada **külvikorra** tasakaalus N-bilanss (**arvutiprogrammid**)!



Libliköielised söödakultuurid

Libliköielised söödakultuurid seovad ligikaudu 200 kg N/ha/a, mis on ligikaudu kaks korda rohkem kui kaunviljadel. N sidumist on keeruline hinnata, kui libliköielised on külvatud näiteks segus kõrrelistega, sest vaja on hinnata libliköieliste kogust. Põllu vaatlus enne saagikoristust ja vastavate andmete kogumine aitavad paremat ülevaadet saada.

Rusikareegel libliköieliste söödakultuuride N sidumise hindamiseks:
35 kg seotud N/1 t libliköieliste saak (kuivaines)

Kuidas hinnata libliköieliste osa libliköieliste-kõrreliste segus?

Võib kasutada järgmist tabelit:

Libliköieliste saagi osakaal (%)		
Ulatus	Põllukülvikord	Püsirohumaat
Väga väike	1 - 20	1 - 5
Väike	21 - 40	6 - 20
Keskmine	41 - 60	21 - 40
Suur	61 - 80	> 40
Väga suur	81 - 100	

Libliköieliste hindamise arvutiprogramm



Libliköieliste osakaalu hindamine on keeruline ja vajab harjutamist. Seda saab teha lihtsa arvutiprogrammi abil, mis näitab erinevaid segusid ja võimaldab oma hindamisoskust katsetada ja treenida.

See on õige: 59%

saak kuivaines (t/ha) 3,1

värske materjali saak (t/ha) 15,5

0-20 %

21-40 %

41-60 %

61-80 %

81-100 %

järgmine pilt

Näited

Järgnev tabel näitab N sidumise suuri erinevusi sõltuvalt saagikusest ja liblikõieliste osakaalust. Põld, mille saagikus on 8 t KA/ha, annab 168 kg N vähem, kui selle liblikõieliste osakaal on 20% võrrelduna 80%!

N sidumine liblikõieliste-kõrreliste segudes (rusikareegel) (Kesk-Euroopa tingimustes, arvestades liblikõieliste saagi osakaalu)

Kogusaak (t KA/ha aastas)	N-sidumine kg/ha aastas liblikõieliste saagi osakaaluga		
	20 %	50 %	80 %
4	28	70	112
8	56	140	224
10	70	175	280

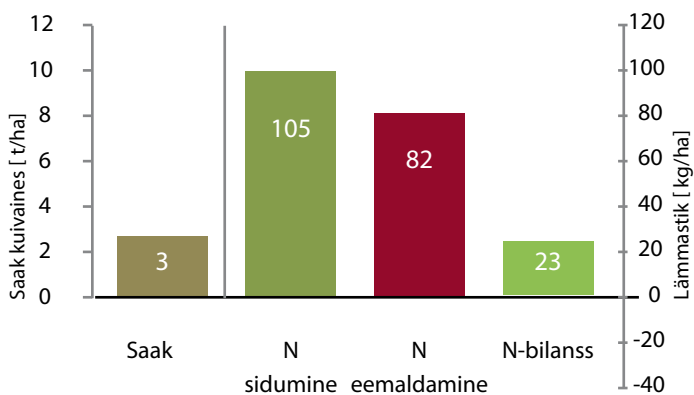
Lämmastikubilansi kalkulaator



Liblikõieliste söödakultuuride N sisendi ja N-bilansi hindamise lihtsustamiseks on välja töötatud lihtne ÖTP arvutitarkvara. Muutes algandmeid vastavalt ettevõtte tegelikule olukorrale (nt saagikus, koristusviis), on võimalik saada ülevaade ettevõtte olukorrast. Näide on järgneval joonisel.

Näite põhjal on N-bilanss 3 t/ha põldheina (50% ristikut) siloks koristades positiivne (23 kg N/ha). Kui segus on 30% ristikut, on N-bilanss negatiivne (-15 kg N/ha).

ANDMED		
Keskmine kõrgus	[cm]	45
Koristusviis	[vali]	silok
Saagikadu	[%]	20
Liblikõielisi	[%]	50
TULEMUSED		
Saak (koristatud)	[t/ha/KA]	3,2
N sidumine	[kg N/ha]	105
N eemaldamine	[kg N/ha]	82
N-bilanss	[kg N/ha]	23





N sidumine vahekultuuridega ^[16] (Saksamaa standardväärtused)

Vahekultuurid

Kultuur	Keskmine saak t/ha	N sidumine kg/ha
Ristik-körreline (50:50)	15	20
Ristik	15	38
Pödlinnujalg (<i>Ornithopus sativus</i>)	15	32
Hernes (söödaks)	15	38
Vikk (söödaks)	15	38
Teised üheaastased söödakultuurid	15	32

Valge ristik on kõige tavalisem rohumaaliik.

Rohumaa

Üldiselt arvestatakse N sidumisena 30 kg N/ha. Nagu ka kaunviljade puhul, on rohumaid võimalik täpsemalt hinnata:

1. Saaki saab hinnata, kasutades rusikareeglit lk 45.
2. N sidumist saab hinnata samuti alltoodud rusikareegli abil.

Rusikareegel N sidumiseks rohumaal:
30 kg seotud N / 1 t liblikõielise saak (KA)

Seotud N hulk on väga erinev, sõltudes ristiku hulgast rohumaal.

N sidumine rohumaal (rusikareegel)

Kogusaak (t KA/ha aastas)	N sidumine kg/ha aastas valge ristiku osakaaluga:			
	10 %	20 %	30 %	40 %
4	12	24	36	48
8	24	48	72	96
10	30	60	90	120

Kuidas hinnata liblikõieliste osakaalu rohumaal?

Võib kasutada arvutiprogrammi liblikõieliste hindamiseks.

Kuidas suurendada N sidumist? ^[5,17]

- Tasakaalus P ja K sisaldus, optimaalne mulla pH, hea mullastruktuur, sobivate kultuuride kasvatamine.
- Liblikõieliste-kõrreliste segu söödaks, kus liblikõieliste osa on 70–80%, annab positiivse N-bilansi.
- Niitmine söödaks annab oluliselt suurema N sidumise kui multšimine.
- Kui liblikõielisel söödakultuuril on lastud korra õitseda, saavutatakse elujõuline kasv.
- Suurim N sidumine toimub õitsemise ajal ja kauna loomisel (kaunviljad), seega tuleks saak koristada või multšida pärast seda.
- Liblikõielisi vahekultuure tuleks külvikorda planeerida nii palju kui võimalik.
- N sidumine sõltub mulla temperatuurist (>6 °C) ja vegetatsiooniperioodist. Liblikõieliste vahekultuuride isevarustamine N-ga algab pärast viit nädalat, seega tuleks need külvata võimalikult vara.
- Kasvatada tuleks kaunvilju, eriti hernest, valget lupiini ja soja, sest need teevad P kättesaadavaks ja see toetab ka N sidumist.
- Põldoa ja kaera segu on eriti efektiivne vähendamaks oa lehetäisi. Järgida tuleb soovitatavaid **külvikorras** kasvatamise vaheaegu.

Põllu N-bilansi näiteid ^[17]

Järgnev näide annab ligikaudse ülevaate N-bilansist põldudel erinevates tootmissüsteemides. Tuleb silmas pidada, et kui kaunviljade saak müüakse, võib N-bilanss kujuneda negatiivseks. Ja veel, liblikõielised söödakultuurid pakuvad N kahele või kolmele järelkultuurile, samas kaunviljad varustavad vaid ühte järelkultuuri. Seega tuleks liblikõielisi söödakultuure külvata enne majanduslikult olulisi kultuure (**külvikord**).



Liblikõieline	Loomadega		Loomadeta	
	Punane ristik	Hernes	Punane ristik	Hernes
Kasutusviis	Söödaks	Tera söödaks	Kasutamata	Tera müügiks
N sidumine kokku	220	90	180	90
N koristatud saagis	-340	-140	0	-140
N tagastamine sõnnikuga ¹⁾	170	70	0	0
Gaasilise N kadu multšimisel	0	0	-35	0
N-bilanss	+ 50	+ 20	+ 145	-50

¹⁾ Hinnanguline N kadu hoiustamisel ja loomadele andmisel: 50%

²⁾ Tagastatud sõnnik

Liblikõieliste kasvatamine toitainete leostumise vähendamiseks ^[5, 7]

Liblikõielised heintaimed

- Liivmuldadel peaks mullaharimine olema nii hiline kui võimalik, et vähendada N leostumise ohtu talvel. Harimiskordade vähendamine ja väiksem harimissügavus vähendavad N mineraliseerumist enne talve.
- Liblikõieliste segud peaksid sisaldama mitteliblikõielisi (kõrrelised, ristõielised) 20–25%, et vähendada leostumise ohtu, sest mineraalse lämmastiku saab kohe kinni püüda.
- Liblikõieliste multšimine võib põhjustada ammooniumi kadu 5–15%.

Kaunviljad

- Kõrrelise allakülv kasutab mulla N-i ja seetõttu väheneb leostumine liivmuldadel.
- Kui suvivila külvatakse pärast kaunvilja liivmuldadele, on soovitatav kõrrelise allakülv, et vähendada leostumist. Kui talivila järgneb liblikõielisele, tuleks see külvata kohe pärast liblikõieliste sisseküündi.

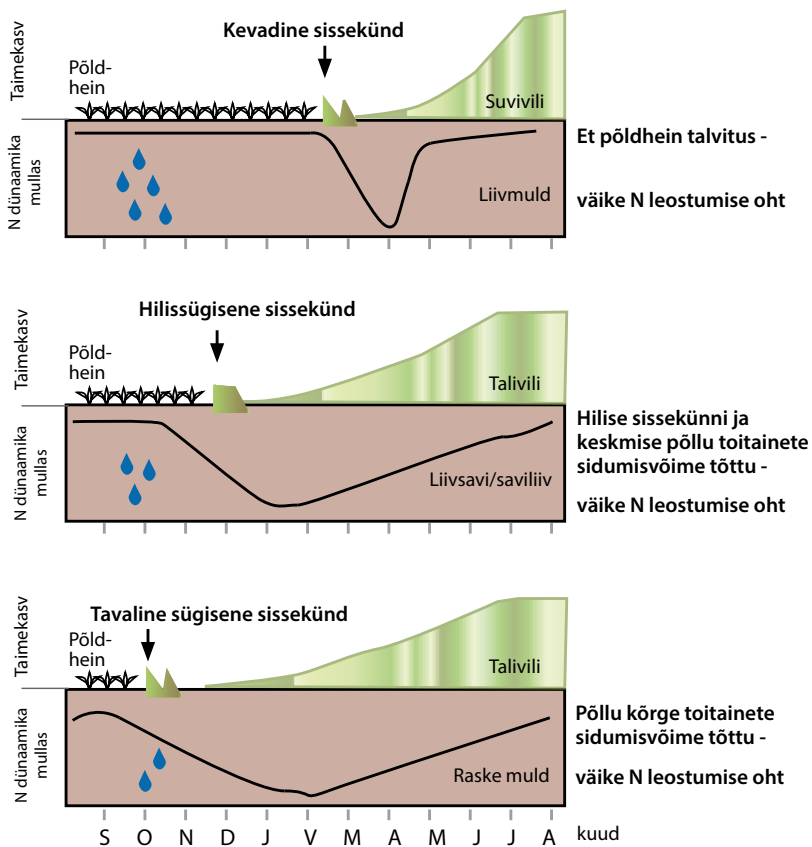
Liblikõielised vahekultuurid

- Liivmuldadel tuleks liblikõielisi vahekultuure külvata vaid segus mitteliblikõielistega.
- Soovitatav on kevadine sisseküünd.
- Suure leostuspotentsiaaliga muldadel peaks segus kasutama vähemalt ühte talvekindlat mitteliblikõielist.



Põldheina sissekünd leostumise vältimiseks

Põldheina sissekündi järgne N-sisalduse kirjeldus mullas erinevates mullatüüpides ^[18]





SÖNNIK

Karin Stein-Bachinger

Miks sõnnik on tähtis?	52
Potentsiaalne toitainete kadu (N, P, K)	53
Üldinfo	54
Toitainete kättesaadavus	56
Kuidas vähendada toitainete kadu hoiustamisel?	58
Kuidas vähendada toitainete kadu laotamisel?	60
Agronoomilised soovitused	61
Õigusaktide nõuded	62

Miks sõnnik on tähtis?



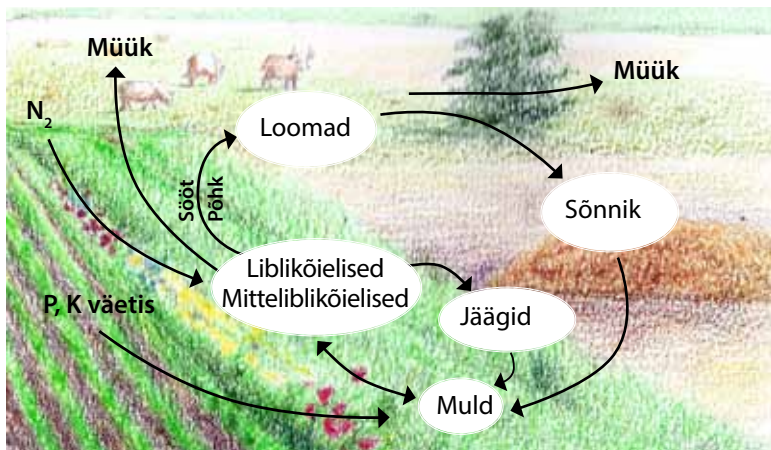
Sõnniku väärtus ÖTP ettevõtetes

Loomakasvatuses on sõnnikul toitaineringluses võtmeroll. Sellega viiakse mulda toitaineid, aga lisaks suurendab see mulla huumusesisaldust ja viljakust (veemahutavuse parandamine, õhustatus, veega varustatus ja energia mikrobioloogilise aktiivsuse tõstmiseks).

Kui ÖTPle üle minna, on efektiivne sõnniku hoiustamine ja kasutamine väga tähtsad, sest toitainete kadu põhjustab tõsist reostust ja samas raiskab väärtuslikke toitaineid. Sõnnik on peamine väetis ja seda saab külvikorras väga paindlikult kasutada. Sõnnikut on piiratud hulgal, sest loomade arv peab olema tasakaalus toodetava sööda kogusega ettevõttes/ettevõtete koostöös. ÖTP ettevõtetes peaks sisseostetava sööda kogus jääma alla 20%. 75–90% N ja P, mis loomadele söödetakse, läheb otse sõnnikusse (loomakasvatus). Sõnniku hulk, mida on võimalik mulda viia ja taimedele kättesaadavaks teha ning mulla huumusesisalduse suurendamiseks kasutada, sõltub sellest, kuidas sõnnikut hoiustatakse ja kasutatakse.

Need on olulised aspektid nii toitainete kasutamise kui keskkonnakaitse seisukohalt.

Toitaineringlus ettevõtte tasandil ⁽⁶⁵⁾



- Definitsioon**
- a) sügavallapanuga sõnnik – kuivainet $\geq 25\%$
 - b) tahe ehk allapanuga sõnnik – kuivainet $\geq 20\%$
 - c) poolvedel ehk allapanuta sõnnik – kuivainet 8,0-19,9%
 - d) vedelsõnnik ehk veega eemaldatud sõnnik – kuivainet $\leq 5-7,9\%$

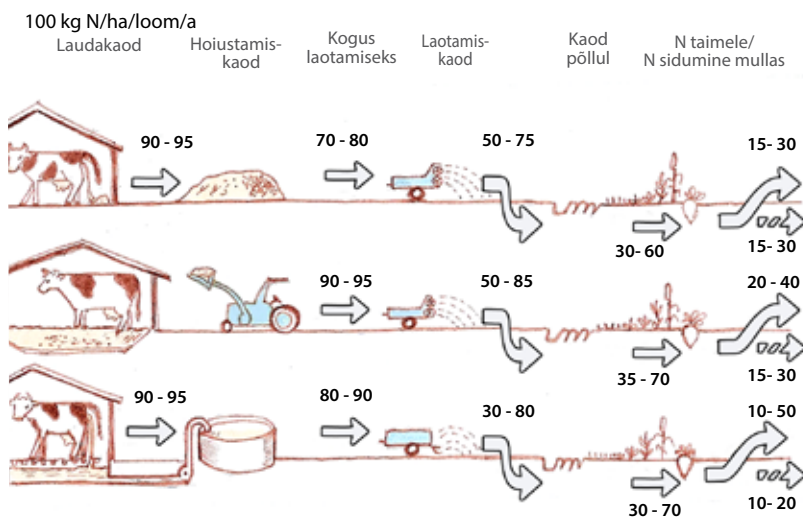


Potentsiaalne toitainekadu (N, P, K)

Lämmastiku (N) kadu tekib hetkest, kui see satub allapanusse, kuni hetkeni, mil see seotakse taime poolt^[9]. Kaod lendumisest ja leostumisest erinevad suuresti (5%–30%), sõltudes hoiustamisest, käitlemisest ja laotamisest.

Lämmastik

Sõnniku N sõltuvalt hoiustamisest ja laotamisest^[62]



Lisaks lämmastikule võib kompostimise käigus leostuda ka suurel hulgal kaaliumi (K) – kuni 50%. Fosfori (P) puhul toimub peamine kadu pärast põllule laotamist erosiooniga.

Fosfor ja kaalium

Hoiustamine on seotud laudatüübiga. Sõnnikut saab regulaarselt laudast välja viia ja hoiustada enne laotamist hoidlas lauda juures või auna-põllul. Sügavallapanu kasutamisel hoiustatakse sõnnikut mitmeid kuid laudas, mõnikord ka lauda juures. Virtsa ja vedelsõnnikut hoiustatakse mahutites. Nõuandeid toitainete kao vähendamiseks hoiustamisel ja laotamisel on esitatud järgnevatel lehekülgedel.

Hoiustamine



Üldinfo

Sõnniku kogus ja toitainesisaldus on väga erinev, sõltudes loomatüübist, allapanust, söödast, samuti hoiustamisviisist ja selle kestusest. Praktikas on aasta jooksul tekkiva sõnniku kogust raske hinnata. Järgnev tabel annab üldise ülevaate aasta jooksul veiste, sigade ja kanade toodetavast sõnnikukogusest ^[4].

Aasta jooksul toodetav sõnnikukogus looma kohta (365 päeva) ^[4]

Loom	Sõnnik ¹⁾ t/a	Vedelsõnnik m ³ /a	Virts m ³ /a
Veis (> 2 aasta)	10 (22 % DM)	18 (8 % DM)	4 (8 % DM)
Emis põrsastega	2 (22 % DM)	6 (5 % DM)	1,5 (5 % DM)
10 nuumsiga	8 (22 % DM)	19 (6 % DM)	6 (6 % DM)
100 munakana (värske sõnnik)	6 (22 % DM)	8 (14 % DM)	-

¹⁾ vähese allapanuga: 2–4 kg/LÜ päevas;
KA = kuivaine

Kompostimine

Hea komposti valmistamine on ÖTP ettevõtete jaoks tähtis. Tavaliselt sisaldab sõnnik ka allapanu, nt põhku, millel on suur süsiniku-lämmastiku suhe (80:1) võrreldes veisesõnnikuga (20:1). Kompostimiseks peaks süsiniku-lämmastiku suhe olema 25–35:1 (vt järgmine lehekülg).

Orgaaniline aine lagundatakse mikroorganismide poolt hapniku abil ja auna temperatuur võib nädala jooksul tõusta 60–70 °C-ni. Patogeenide ja umbrohuseemnete hävitamiseks peab temperatuur püsima 60 °C juures vähemalt 15 päeva. Järgnevalt tuleb temperatuur alandada alla 50 °C. Kõrgema temperatuuri korral muutub lämmastik ammoniaagiks ja lendub.

Sõnniku-ussid on aktiivsed kompostimise viimasel etapil, aidates komposti huumuseks muundada. Värske sõnniku maht väheneb 40–60% sõltuvalt käitlemisest ning süsiniku ja lämmastiku kadudest.



Teisendamine

P	x	2,29	=	P ₂ O ₅
K	x	1,21	=	K ₂ O
P ₂ O ₅	x	0,44	=	P
K ₂ O	x	0,83	=	K



Toitainesisaldus

Sõnniku ja vedelsõnniku käitlemiseks on palju erinevaid võimalusi ja seetõttu on ka põllule laotatava sõnniku toitainesisaldus väga erinev. Soovitav on teha sõnnikuanalüüsid, et saada täpsed andmed. See teeb planeerimise lihtsamaks, aitab vigu vältida ja aitab raha säästa.

Kui see pole võimalik, siis tuleb arvestada, et ametlikud andmed hindavad toitainesisaldust üldjuhul tegelikust kõrgemaks, kuna kasutatakse tavatootmise andmeid, kus sisend, nt söödaga, on suurem^[6]. Järgnevas tabelis on toodud mitmete maheettevõtete keskmised andmed, ^[6]erandi-na kanasõnnik) orienteeruva info andmiseks oma arvutuste tegemisel.

Loomad	Sõnniku tüüp	KA (%)	N _{üld}	P	K
Veis	Värske sõnnik (kg/t V ¹)	20	4	1,2	4,6
	Kompost ²	22	5	1,2	6,6
Siga	Tahesõnnik ² (kg/t V ¹)	20	6	2,5	5
Kanad	Kuivsõnnik (kg/t V)	60	30	10	13
Veis	Vedelsõnnik (kg/m ³ V)	8	3	0,4	2,5
Sead	Vedelsõnnik (kg/m ³ V)	6	4	1,5	3
Veis	Virts (kg/m ³ V)	2	2	0,1	3

¹) V = värske ²) kompostitud kuni 6 kuud

Kuna kompostimisel väheneb sõnniku maht oluliselt, suureneb aja jooksul enamasti kuivaine- ja toitainesisaldus ja C:N suhe väheneb. Aunas ei tohiks sõnnikut hoiustada üldiselt mitte üle 6 kuu.

The amount of manure available for arable land from:

LÜ/ha (laudas)

1,0 LÜ/ha (220 päeva laudas) →

1,0 LÜ/ha (290 päeva laudas) →

0,6 LÜ/ha (290 päeva laudas) →

Sõnnik

6 t/ha aastas

8 t/ha aastas

4,8 t/ha aastas

Toitainesisaldus veisesõnnikus ha kohta:

30 t sõnnikut ≈ 150 kg N 36 kg P 200 kg K

10 m³ vedelsõnnikut ≈ 30 kg N 4 kg P 40 kg K

10 m³ virtsa ≈ 20 kg N 1 kg P 80 kg K

Arvutusnäited

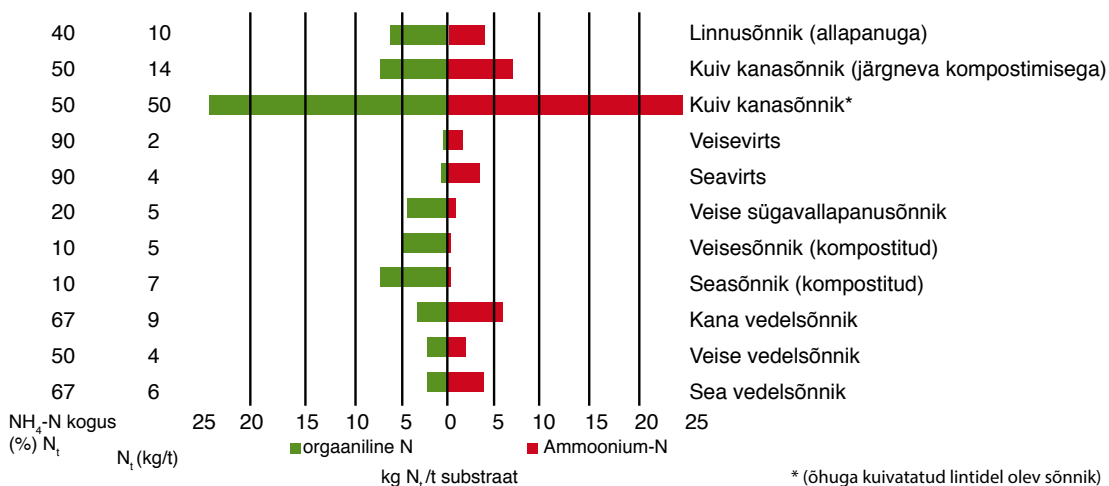


Toitainete kättesaadavus

Lämmastik

Mineraalne N (NO_3^- (nitraat) ja NH_4^+ (ammoonium)) sõnnikus on taimedele otse omastatav. Orgaaniline N on omastatav pärast mineraliseerumist, mis toimub mitme aasta jooksul. Mida suurem on ammooniumlämmastiku osakaal üldlämmastikus ja väiksem C:N suhe, seda suurem on otsemõju.

Sõnniku N iseloomustus^[4]



Mis on C:N suhe ja miks see on nii tähtis?

Kõik elusorganismid vajavad suhteliselt suures koguses süsinikku ja vähemal määral lämmastikku. Nende elementide tasakaalu nimetatakse süsiniku-lämmastiku suhteks (C:N). See suhe näitab, kui lihtsalt on bakteritel võimalik orgaanilist materjali lagundada. Mida rohkem on süsinikku võrreldes lämmastikuga, seda kauem võtab lagunemine aega. Optimaalne suhe on ca 30 osa süsinikku 1 osa lämmastiku kohta.

Süsiniku/lämmastiku suhe erinevates materjalides (oriendteeruvad väärtused)^[9]

Huumus	10 – 12 : 1
Turvasmuld	10 – 30 : 1
Veise tahesõnnik	20 : 1
Linnusõnnik	10 : 1
Köögilijajäätmed	12 - 20 : 1
Lehed	45 : 1
Põhk	80 : 1
Värske saepuru	500 : 1
Puidulaastud	100 - 500 : 1
Ajaleht	800 : 1





Võtmenäitajad

Huumuse taastootmine orgaanilistest materjalidest (huumusekvivalendina) ^[4,25]

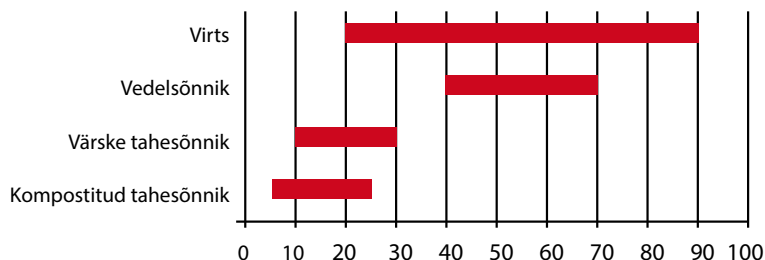
Värske sõnnik (20 % KA)	→ 28 kg Huumus-C/t substraat
Käärinud sõnnik (25 % KA)	→ 40 kg Huumus-C/t substraat
Kompostitud sõnnik (35 % KA)	→ 62 kg Huumus-C/t substraat
Sea/lehma vedelsõnnik (8 % KA)	→ 8 kg Huumus-C/t substraat
Linnusõnnik (sõnnik 25 % KA)	→ 22 kg Huumus-C/t substraat

Näide: 20 t käärinud sõnnikut annab 800 kg huumus-C/ha huumuse taastootmiseks (mullaviljakus, ROTOR).

N efektiivsus on väga erinev. Kuni 90% vedelsõnnikus olevast lämmastikust on taimedele omastatav, kuid on suur oht, et see lendub. Sõnniku N efektiivsus on üsna väike, kuid pikema aja jooksul võib omastatavaks muutuda 70% lämmastikust ^[4,6].

N

Lämmastiku efektiivsus esimesel aastal (%)



Erinevalt lämmastikust on 50–60% kogu fosforist omastatav esimese aasta jooksul. Ka suurem osa kaaliumist on omastatav. Sellele vaatamata võivad kompostimisel olla märkimisväärsed kaod (kuni 50% pinnaärvoolu tõttu), samuti leostumisega liivmuldadel.

P

K

N ja P potentsiaalne kättesaadavus sõnnikust

Laotamine 30 t/ha/aasta =		Omastatavus esimesel aastal		Kogus esimesel aastal/ha
150 kg N	→	20 %	→	30 kg
36 kg P	→	50 %	→	18 kg

Arvutusnäited



Kuidas vähendada toitainekadu sõnniku hoiustamisel?

Sõnnikut võib hoiustada aunades kas betoonalusel, kus väljanõrguva vedeliku saab kergesti kokku koguda, või põllul, kus peab looma kindlad tingimused, et leostumist vältida. Virtsa ja vedelsõnnikut hoitakse enamasti mahutites. Seal peab tähelepanu pöörama lendumisele. Riigiti on paika pandud ka vastavad nõuded, mida tuleb järgida.

Sõnnik

Sõnniku hoiustamiseks ja selle lagunenumalt kasutamiseks on palju võimalusi. Sõnniku juhuslikku auna kuhjamist (lootes parimat) tuleks vältida, sest see võib põhjustada suuri toitainekadusid, eriti leostumist. Kompostimine veekindlal alusel võimaldab väljanõrgunud vedeliku kokku koguda. Kui planeeritakse ÖTPle üleminekut, peaks rajatav süsteem sisaldama nii silomahla kui sõnnikust väljavalguva vedeliku kogumist.

Soovitused põlluhoidmiseks ^[5]

- Kontrollida puhvertsoonide nõudeid.
- Maksimaalne hoiustamine: 6 kuud², vahetada hoiustamiskohta.
- Eemaldada 5-10 cm ülemist mullakihti, et saada kätte kõik toitained.
- Kaugus veekogudest: vähemalt 20 m tasasel maal³.
- Paigutamine kallakul: ainult risti kallakuga.
- Eemaldamine soovitatavalt kevadel kuni hilissuvel.

Pinnase kaitse ja katmine kompostimisel N ja K leostumise vältimiseks ^[5]

Tingimus	Meede	Kuni 500 mm sademeid	500 – 1000 mm sademeid	>1000 mm sademeid
< 25 %	Kate	Põhk (kasulik, kuid mitte vältimatu)	Kate	Kate või kile pärast isesoojenemist
	Paigaldatud aluspind**	Kasulik	Vajalik	Vajalik*
> 25 %	Kate	Põhk (kasulik, kuid mitte vältimatu)	Põhk või kate	Kile
	Paigaldatud aluspind**	Pole vajalik	Kasulik	Vajalik

* Lisaks: eelkompostimine betoonalusel; ** nt põhk või savimineraalid nagu betoniit.

²⁾ Eestis lubatud ühe vegetatsiooniperioodi kasutuskogus.

³⁾ Eestis erinev, minimaalselt vähemalt 10 m.



Suur ammooniumikadu kompostimisel ^[5]

Tingimus	Meetmed olukorra parandamiseks
Soe, kuiv, tuuline	Auna mitte liigutada ega pöörata
Lamedad aunad, suur pind	Tõsta auna kõrgust, katta põhuga
Liivmullad	Aluspinna kaitsmine saviga

Virts ja vedelsõnnik

Kuna värsked vedelsõnnikud võivad põhjustada tõsist reostust, tuleks seda kääritada. Kuigi on suur oht ammooniumi lendumiseks, samuti lõhna tekkimiseks, on võimalik seda vähendada. Samuti umbrohtude ja patogeenide esinemist ning kääritatud vedelsõnnik on seega taimedele sobivam. Mahutid peaksid mahutama vähemalt 6 kuu⁴ sõnnikukoguse. Sea vedelsõnniku puhul on vajalik mahutite katmine, et vähendada lendumist. Mahutite katmine veisesõnnikuga, mis tekitab mahutile loodusliku katte^[4], pole siiski alati piisav ja täiendav katmine on seega soovitatav.

Virts ja vedelsõnnik

Soovitused hoiustamiseks ^[5]

Kriteerium	Ammooniumi emissiooni oht	Meetmed olukorra parandamiseks
Avatud mahuti	(Väga) suur	Katta pinnakiht purustatud põhuga
Kaetud mahuti	Väike	
Õhustamine	Väga suur	Välti või piira õhustamist, proovi leida tehniline lahendus kasutatud õhu rakendamiseks
Fermenteerimine (biogaasi tootmine)	Väike	Väga kiire muldaviimine pärast laotamist

⁴⁾ Eestis 8 kuud.



Kuidas vähendada toitainete kadu laotamisel?

Õigusaktide kohaselt tuleb sõnnik kultuurideta maal kohe pärast laotamist mulda viia⁵. Laotamist tuleb vältida kuuma, kuiva ja tuulise ilmaga ning kui muld on külmunud. Paksu virtsa tuleb lahjendada, et see jõuaks taimedeni ja läheks mulda.

Laotamiseks on palju erinevaid tehnilisi lahendusi^[4], järgnev tabel annab üldisi soovitusi.

Soovitusi sõnnikulaotamiseks^[6]



Tehnika	Tingimus	Ammooniumi emissiooni oht	Meetmed olukorra parandamiseks	
Haritavale maale	Kultuurideta põld	Soe, kuiv, tuuline	Suur	Kohe mulda viia
		Jahe, niiske, vaikne	Väike	Mulda viia nii kiiresti kui võimalik
	Kultuuridega põld	Soe, kuiv, tuuline	Suur	Vältida laotamist
		Jahe, niiske, vaikne	Keskmine	Soovitavalt koos harimisega
Rohumaale	Soe, kuiv, tuuline		Suur	Vältida laotamist
	Jahe, niiske, vaikne		Keskmine	

Ammooniumikadude vähendamise võimalused pärast virtsa või vedelsõnniku laotamist^[4]

Meetmed/tehnika	Asukoht	Emissiooni vähenemine %		Piirangud
		Weis	Siga	
Lohisvoolik	Haritav maa			
	- kultuurideta	8	30	Kaldega alad, kivisus, põllu suurus ja kuju, kultuuri kõrgus
	- kultuuridega (> 30 cm)	30	50	
	Rohumaa			
- madal rohi (<10 cm)	10	30		
	- kõrge rohi (> 30 cm)	30	50	
Lohisking	Haritav maa	30	60	Vt ülal, mitte liiga kivistel muldadel
	Rohumaa	40	60	
Virtsaootur	Haritav maa	>80	>80	Vt ülal, mitte liiga kivistel muldadel, kultuuridega haritaval maal kasutatav osaliselt
Kohene muldaviimine (1 tunni jooksul)	Haritav maa	90	90	Kultiveeritud põld, eelistatult eelnevalt küntud
Lahjendamine	Rohumaa	-	30-50	Ainult rohumaal

⁵⁾ Eestis 48 tunni jooksul.

Agronoomilised soovitused

- Sõnnikut anda eelkõige suure toitainevajadusega kultuuridele nagu juurviljad ja teised rühvelkultuurid, (silo)mais, söödakultuurid ja kiirekasvulised vahekultuurid.
- Vältida kultuuride väetamist, mis järgnevad kultuuridele, mis jätavad mulda palju toitaineid (nt libliköielisterikas põldhein).
- Vältida suure koguse vedelsõnniku andmist libliköielistele, sest see vähendab lämmastikusidumist.
- Toitainete mineraliseerumise/omastatavuse parandamiseks ja lendumise vältimiseks künda sõnnik liivmuldadel sisse 15–20 cm ja rasketel muldadel 10–15 cm sügavuselt.
- Virtsu ja sõnniku laotamine on Eestis keelatud 1. detsembrist kuni 31. märtsini ja muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üleujutatud, või veega küllastunud.
- Laotada sõnnikut enne kündi, et vähendada lendumist.
- Liivmuldadel vältida sügisest laotamist taliviljale või rohumaale, sest see suurendab nitraatide leostumist talveperioodil.
- Kasutada vedelsõnnikut teraviljale enne külvi saagikuse suurendamiseks, pealtväetamist valgusalduse suurendamiseks.
- Vedelsõnniku hiline laotamine teraviljale, eriti kevadel, vajab kindlat laotustehnikat, et vältida ammooniumi kadu.
- Vedelsõnnikut laotada vahekultuurile ja talirapsile enne septembrit, et omastataks võimalikult palju toitaineid.
- Vältida mugulate tervise tõttu sõnniku laotamist kartulile kohe pärast libliköieliste-kõrreliste kevadist sissekündi.
- Rohumaadel laotada vedelsõnnikut kevadel enne esimest niidet, kui kõrrepikkus on alla 15 cm.
- Karjamaal laotada vedelsõnnikut varakevadel vähemalt üks kuu enne karjatamist.
- Kui võimalik, viia sõnnik kohe pärast laotamist mulda.
- Kasutada suhteliselt väikesi koguseid, et parandada toitainete kasutamise efektiivsust.
- Rohumaal laotada ühtlaselt, et vältida kamara rikkumist ja sellele järgnevat umbrohutumust.

Kus?

Millal?

Kuidas/kui palju?

Sõnnikulaotusplaani

Kuidas jagada laotamist külvikorras?

6-väljaline külvikord: 1 LÜ/ha, 290 päeva laudas:

8 t sõnnikut/ha = 48 t/ha 6 aasta jooksul laotamiseks

Jaotamine külvikorras	24 t/ha iga kahe kultuuri kohta	16 t/ha iga kolme kultuuri kohta
N kogus	≈ 120 kg N/ha	≈ 90 kg N/ha
-20% kaod	≈ 95 kg N/ha	≈ 72 kg N/ha
Omastatavus esimesel aastal		≈ 20 %
Kg N esimesel aastal	≈ 20 kg N/ha	≈ 15 kg N/ha

Omastatavust tuleb arvestada pikemaajaliselt, kogu rotatsiooni jooksul!

Õigusaktide nõuded⁶

Vastavalt veeseadusele tuleb sõnniku, virtsa ja muude väetiste laotamisel arvestada järgmisi nõudeid:

- Sõnnikuga on lubatud anda haritava maa ühe hektari kohta keskmiselt kuni 170 kg lämmastikku ja 25 kg fosforit aastas, kaasa arvatud karjatamisel loomade poolt maale jäetavas sõnnikus sisalduv lämmastik ja fosfor. Mineraalväetistega on lubatud aastas anda haritava maa ühe hektari kohta selline kogus lämmastikku ja fosforit, mis on põllumajanduskultuuride kasvuks vajalik. Mineraallämmastiku kogused, mis on suuremad kui 100 kg hektari kohta aastas, tuleb anda jaotatult.
- Väetise laotamine pinnale on keelatud haritaval maal, mille maapinna kalle on üle 10 protsendi. Kui maapinna kalle on 5–10 protsenti, on pinnale väetise laotamine keelatud 1. novembrist kuni 15. aprillini.
- Orgaanilisi ja mineraalväetisi ei tohi laotada 1. detsembrist kuni 31. märtsini ja muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üleujutatud, või veega küllastunud maale. Maapind loetakse lumega kaetuks, kui see on rohkem kui 10 cm lumega kaetud kauem kui 24 tundi. Külmunud maa on maa, mis on külmunud rohkem kui 5 cm sügavuselt kauem kui 24 tundi.
- Kasvavate kultuurideta põllul tuleb sõnnik pärast laotamist mulda viia 48 tunni jooksul.
- Allikate ja karstilehtrite ümbruses on 10 meetri ulatuses veepiirist või karstilehtrite servast keelatud väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamine ning vee kvaliteeti ohustav muu tegevus.

Nitraaditundlikul alal tuleb arvestada täiendavate piirangutega!

Sõnniku ja virtsa hoidmise nõuded

- Kõikidel loomapidamishoonetel, kus peetakse üle 10 loomühiku loomi, peab olema lähtuvalt sõnnikuliigist sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla.
- Põllumajandusloomade pidamisel peab sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla mahutama vähemalt nende kaheksa kuu sõnniku ja virtsa.
- Kui sügavallapanuga laut ei mahuta kaheksa kuu sõnnikukogust, peab laudal olema ülejääva koguse mahutav sõnnikuhoidla. Sõnnikuga kokkupuutuvad konstruktsioonid peavad vastama sõnnikuhoildlatele esitatavatele nõuetele. Kui loomapidaja suunab sõnniku lepingu alusel hoidmisele või töötlemisele teise isiku hoidlasse või töötlemiskohta, peab loomapidamishoone kasutamisel olema tagatud lekkekindla hoidla olemasolu, mis mahutab vähemalt ühe kuu sõnnikukoguse.
- Haritaval maal on aunas lubatud hoida vaid tahesõnnikut ning mahus, mis ei ületa ühe vegetatsiooniperioodi kasutuskogust.

Läänemere-piirkonna programmi projekt Baltic MANURE
(Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management)

⁶⁾ Toodud on vastavad Eestis kehtivad nõuded.



LOOMAKASVATUS

Katarina Rehnström, Åsa Odelros

Ökoloogilised süsteemid vajavad loomakasvatust	64
Piimakari	65
Koresööt on talvise söötmise alustala	66
Noorlambad ja lihaveised	68
Lambad	70
Sead	71
Linnud	75

Ökoloogilised süsteemid vajavad loomakasvatust

Loomakasvatus on ökoloogilise tootmise oluline osa, mille ülesanne on kogu tootmissüsteemis hoida tasakaalus muld, taimed ja loomad. Mahetootmine pakub mitmeid lahendusi kliimamuutuste ja ressursside ülekasutamisele toimetulekuks. Et tagada kestlik toidutootmine, tuleb pidevalt tegeleda toitaineringlusega. See on põhjuseks, miks ettevõtte suurus ja söödatootmisvõime on olulised otsustamiseks, milliseid loomi kasvatada ja kui suurt karja pidada. Keskkond peab mahetootmises olema sobiv ja arvestama erinevate liikide vajadusi. Kõik loomad peavad saama loomuomaselt käituda.

Loomakasvatustes toodetakse suur osa toitu söödast, mida inimesed ei ole võimelised seedima. Koduloomad pole mitte ainult valgu- ja rasvatootjad, neid on võimalik kasutada ka muul eesmärgil. Mäletsejalised leiavad söömiskõlblikku ka kohtades, kus saagikoristus pole võimalik ning sead võivad olla põldudel maaharijajaks.

Ressursisäästlikul majandamisel on keskne osa mäletsejalistel. Ühemaalised loomad nagu sead ja linnud söövad küll ka jäätmeid, usse ja putukaid, kuid suures osas tarbivad mad sama toitu, mis inimene, ning seetõttu pole nad esmatähtsad.

Rootsis moodustas 2010. aastal mahelambakasvatus kogu loomakasvatusest üle 19%, lihaveisekasvatus 15%, piimakarjakasvatus 11%, seakasvatus 3% ja munakanakasvatus 11%. Mahepiimakarja ja -veiste, munakanade ja lambakasvatuse osakaal suureneb pidevalt, seakasvatuse osakaal on jäänud samaks.

Eestis moodustasid 2011. a mahelambad ja -kitsed 49,5%, maheveised 10,2%, mahesead 0,3% ja mahekodulinnud 0,6% kõigist vastavate loomagruppide loomadest.

Piimakarjakasvatus

Katarina Rehnström, Åsa Odelros, Moa Larsson Sundgren

Mäletsejaliste võime söödast piima ja liha toota on ÖTPs väga tähtis. Kontsentraatide suure osakaaluga sööt tagab suurema piimatoodangu, kuid kulutab selle tootmiseks 1,5–2 korda rohkem energiat võrreldes koresöödal põhineva mahepiimatootmisega. Suurel kontsentraatide osakaalul võib olla negatiivne mõju nii loomade tervisele kui ka piima kvaliteedile. Veised ei suuda kõiki kontsentraatides olevaid toitaineid ära kasutada ^[59]. Toitained, mida ära ei kasutata, satuvad keskkona.

Mahepiimatootmise keskne idee on, et lehmad peaksid kogu laktatsiooniperioodi saama koresööta. Karjamaa on loomade looduslik söödaallikas kogu vegetatsiooniperioodi jooksul. Ettevõtte majandamise seisukohalt on võimalus kasvatada, koristada ja säilitada kõrge kvaliteediga talvesööta väga tähtis. Efektiivne söödakasutamine on vajalik toodangu parandamiseks, aga ka selleks, et vähendada keskkonnamõjusid. Seda on võimalik saavutada loomade tervishoiu ja pikaajalisuse ning genotüüpide valiku kaudu ^[60]. Tõuaretus peab neid aspekte arvestama, samuti seda, et piima saaks võimalikult palju toota koresöödaga. Piimalehmade toodang võib hea koresöödaga olla 6000 kg aastas, mõnel ka 7000 kg. Mahetootmises on väga tähtis valida õiged tõupullid ^[61]. Tootjal tuleb otsustada, kas suurendada piimatoodangut kontsentraatide abil või suurendada koresööda osakaalu ja vähendada piimatoodangut ning vähendada seega ka kulutusi söödale. Lõppkokkuvõttes on kasumlikkust arvestades oluline piimaliitri tootmiskulu.



Loomakasvatus ja söötmine suurte saakide nimel pole keskkonna- ega loomasõbralik

Haritava maa vajadus lehma kohta aastas, sh noorloomad ja vasikad; kõrge isevarustatuse tase ⁽⁶⁴⁾

Kultuur	Pindala
Rohusööt	0,75 - 0,95 ha
Karjatamine (piimalehm)*	0,15 - 0,25 ha
Teravili	0,25 - 0,40 ha
Kaunvili	0,15 - 0,25 ha
Raps	0,15 - 0,25 ha
Kokku	1,45 - 2,10 ha

* arvestades, et noorloomad on looduslikul karjamaal



Koresööt on talvise söödaratsiooni alustala

Lehmadel peab olema vaba ligipääs koresöödale. See tähendab söödakadu 10–15%, sest loomad valivad ja söövad vaid parimaid osi. Pikk söötmissaeg on tähtis, samuti see, et söötmine on jaotatud ühtlaselt kogu päevale. Valida tuleks söödakultuurid, mis on suure energeetilise väärtusega ja maitsvad. Kõrrelised, mis on maitsvad ja suure energiasaldusega, on näiteks timut, aru- ja raihein.

Põhjamaade standarditele vastav hea kvaliteediga ristikusilo^[64]

30–50% ristik
11 MJ/kg KA
150–200 g toorproteiin/kg KA
400–500 g ADF/kg KA

Teraviljasilo või teravilja-kaunvilja silo asendavad mingil määral ristikusilo. Sobivad segud on näiteks hernes odra ja kaeraga ning põlduba suvinisuga.

Herne või põldoa osa peaks silos olema 30–70%. Sobiv on ka maisisilo kombineerituna ristikusiloga.





Täiendavad söödad

Kui vajalik, võib koresöödale lisada oma ettevõttes toodetud maheteravilja või proteiinsööta. Maksimaalne päevane kogus on soovitatavalt 5 kg teravilja, 3–4 kg hernest ja 1,5 kg rapsikooki. Konkreetsed kogused sõltuvad loomulikult loomade toodangukogusest ja koresööda kvaliteedist. Teraviljale on heaks lisandiks kartul. Keedetud kartul sisaldab rohkem seeditavat energiat kui toores. Söödapeet ja kaalikas on samuti mahepõllumajanduses söödana arvestatavad, sest on suure saagikusega ja maitsvad. Nende energiaväärtus on võrreldav teraviljaga. Päevaratsiooni piirab aga nende toorrasva- ja kuivainesisaldus. Juurviljade kogus ratsioonis ei tohiks ületada 25–30 kg päevas.

Alternatiivsööt

Varasematel aegadel on talvise söödana olnud oluliseks puulehed. Nende söödaväärtus on hea, nad sisaldavad palju valku ja kasulikke aminosahappeid. Neis leidub aga ka seedivust pärssivaid aineid tanniine. Üsna hästi seeditavad on jalakas, saar, pärn, vaher, paju ja pihlakas. Ka tänapäeval võiks loomadele anda sööta, kus silole lisatakse 10–20% pajuvõrseid.



Piimalehmade näidISRatsioon ^[64]

- Hein, hea kvaliteediga koresöödale anda lisaks teraviljasilo.
- Täiendada teraviljaga + põldoa/hernega laktatsiooniperioodi keskel ja lõpus
- ning rapsikoogiga/lupiiniga laktatsiooniperioodi alguses.

Lambad ja lihaveised

ÖTP ettevõtetele sobiv tootmine – mahelambad ja -lihaveised

Lamba- ja lihaveisekasvatustes erinevad mahe- ja tavatootmine suhteliselt vähe ning üleminek mahetootmisele vajab vaid väheste muudatuste tegemist. Tavalambakasvatus vastab sageli paljuski mahenõuetele.

Mahelihatootmine põhineb suuresti looduslike karjamaade söödal ja liblikõieliste-kõrreliste põldheinal.

Lamba- ja veisekasvatustes on oma söödaga kasumliku tootmistaseme saavutamine üsna lihtne. Nii majanduslikus kui ka füsioloogilises mõttes on peamiselt koresööda kasutamine kasulik. Siiski on perioode, kus lisasööt on vältimatu.

Isekasvatatud kaunviljad peaksid siin vajaliku valgukoguse katma. Koresööda osakaal, sh karjatamine, peaks olema 80–100% sõltuvalt tootmistüübist.



Ristiku vajalikkus karjamaal ^[64]

- Seob N 200–300 kg/ha.
- Soodustab pikaajalist mullaviljakust.
- Karjatamiseks on sobivam valge ristik.



Kasumliku mahelihaveise ja -lambakasvatuse võtmeküsimus on saavutada piisav intensiivsus. Talvise sööda puhul on väga olulised sööda kvaliteet ja õige kogus. Teha tuleks söödaanalüüsid!



Karjamaa – mugav ja odav

Mahelamba, -lihase ja -piimakarjakasvatustes tuleb loomi võimalikult palju karjatada. Nii saab hoida kulud minimaalsed ja samal ajal pakkuda loomadele kõrge toiteväärtusega sööta.

Suur osa loomade juurdekasvust tuleb karjamaalt ja karjamaa on kõige loomulikum mäletsejaliste söödaallikas. Umbes 1/3 lihase söödaratsioonist moodustab karjatamine, samuti sõltub piimatootmine karjamaadest. Karjatamine on toitainete ringluse mõttes täiesti ökoloogiline. Toitained satuvad mullast taimede kaudu lambasse või veisesse ja siis jälle mulda tagasi. Väga tähtis on suvel saavutada tasakaal rohusööda pakkumise ja loomade toitainevajaduse vahel.

Rohukamara kasv on väga intensiivne suveperioodi algul, hiljem see aeglustub märgatavalt. Karjatamist tuleks erinevate rohumade vahel vaheldada.

Väga hea on lasta loomad karjamaale kevadel võimalikult vara. Samuti on kasulik, eriti lammastele, kui rohumaa on liigirikas ja sisaldab kõrreliste kõrval ka muid rohttaimi. Kui lammastel on vaba valik, siis eelistavad nad 2/3 ulatuses kõrreliste muid rohttaimi.

Karjatamistehnika

Loomad õpivad karjamaal käitumist üksteiselt, teatud määral isegi teiselt liigidelt.

Soovitav on karjatada noorloomi koos täiskasvanud loomadega. Seetõttu pole mõistlik jätta noorloomi karjamaale üksi, sest siis ei õpi nad vanematelt loomadelt.

Niitmine

Rohukamara optimaalne kõrgus on 5–8 cm lammaste ja 8–13 cm veiste jaoks. Vegetatsiooniperioodi lõpus võib rohukamara kõrgem olla.





Tootmine

Hea karjamaa energiasisaldus hooaja alguses on 11 MJ kg/KA. Uuringud on näidanud, et piisava hulga maa ja hea rohumaade majandamisega, andes lisaks 1-2 kg heina, on piisav, et toota suve algul 18 kg piima. Hiljem võimaldab selline sööt 15 kg ja hooaja lõpus kuni 12 kg piima. Pullide puhul on võimalik saavutada juurdekasv ca 1000 g päevas. Juurdekasvu ja piimatoodangut on võimalik suurendada, kui põldhein sisaldab palju ristikut.

Segakarjatamine – parasiitide minimeerimine ja juurdekasvu maksimeerimine

Noorloomad on, eriti 3–4 kuu vanuses, väga tundlikud siseparasiitide suhtes. See on põhjuseks, miks ei peaks laskma noori ja vanu loomi samale karjamaale. Kui loomad lastakse esimest korda karjamaale, on väga tähtis, et karjamaa oleks parasiidivaba, ehk et seal pole aasta jooksul sama liiki loomi karjatatud või on karjamaa pärast karjatamist üles küntud.

Teine võimalus on sega- või vahelduv karjatamine teise loomaliigiga, nt lambad ja veised. See on ökoloogiline võtte siseparasiitide kontrolli all hoida ja samuti võimaldab see karjamaad efektiivsemalt kasutada. On teada, et ettevõttes, kus on palju erinevat liiki loomi, on märksa vähem probleeme parasiitidega, võrreldes ettevõttega, kus kasvatatakse vaid üht liiki loomi. Parim lahendus on lambad koos veiste või hobustega. Ravile tuleks eelistada parasiitide ennetamist. Parasiitide ennetuse peamised võtted ÖTPs on väiksem loomkoormus, ekstensiivne karjatamine ja tõuaretus.



Lambad

Talvine 85-kilose ute (koos 2-3 tallega) söödaratsiooni näide (KA) ^[66]

Sööt	kg
Hein	1.8
Nisu	0.7
Kaer	0.5
Hernes	0.3

Seakasvatus

Maheseakasvatus – huvitav nišš

Sead, nagu inimesedki, on ühemaolised. Nad võistlevad inimesega samade kõrge kvaliteediga valkude ja teravilja pärast. Mahepõllumajanduses peab sigade arv olema vastavuses põllumajandusmaa pindala ja külvikorraga. Sigade ülesandeks võiks olla efektiivne koristusjääkide ärakasutamine, samuti saab kasutada jäätmeid, mis pärinevad kohalikust toidutööstusest, suurröökidest jm. Sead võivad olla kasulikud ka mulla kobestajana ja aitavad võidelda kahjurputukate vastu. Samuti saab neid kasutada metsade keskkonnasäästlikul majandamisel.

Tulevikus peaks olema seakasvatust siiski märksa vähem kui praegu.

Juhtnööre maheseakasvatuseks:

- Sigadele meeldib tuhnida ja avastada.
- Sead vajavad vaba ligipääsu suurele maa-alale – kui võimalik, siis aasta ringi.
- Sigade varjualuseid tuleks paigutada ühest kohast teise – vahe peaks olema vähemalt 3–4 aastat.
- Sigu peab pidama väljakujunenud gruppides.
- Emisel peab enne poegimist olema võimalus pesa ehitada.
- Sigadel peab olema piisavalt ruumi söömiseks, joomiseks, puhkamiseks.

Karja suurus sõltub ettevõtte suurusest

Sõnnikut tuleb laotada vastavalt mulla toitainesisaldusele ja taimede toitainevajadusele. Sead sobivad hästi ökoloogilise külvikorra toitainetega varustajaks. Maheseakasvataja peab sigade põldudel söötmist põhjalikult planeerima, et tagada loomatervis ja vähendada toitainete leostumist.

Pidamistingimusi on väga erinevaid. Mõned tootjad hoiavad sigu varjualustega väljas aastaringselt, teised eelistavad hoida loomi talveperioodil laudas ja väljas vaid suvel. Kolmandaks võimaluseks on hoida neid pidevalt laudas. Siseruumides pidamine on lubatud halbade ilmastikutingimuste puhul. Sigadele peab olema tagatud piisav allapanu ja võimalus väljas viibida.



Sööt – mahe ja kohapeal toodetud



Mahesigade sööda peamine koostisosa on teravili. Lisaks on vaja anda kvaliteetset valku, eriti noorloomadele. Uuringud näitavad, et vanemaid loomi on võimalik sööta ka vähese valgusisaldusega söödaga ja samas säilitada head tulemused juurdekasvus ning liha kvaliteedis. Kõige keerulisem on (äsjavõõrutatud) pörsaste söötmine.

Sööda mitmekesistamiseks on palju võimalusi: nisukliid, suhkrupeedi tootmisjäägid, melass, õllepraak, piim või lõss jne. Täispiima saab kasutada näiteks juhul, kui kasvatatakse ka piimakarja.

See on hästiseeduv ja väga hea sööt igas vanuses sigadele. Koguste osas piiranguid pole, kuid tähelepanu peab pöörama söödahügieenile. Samuti on head kartul, porgand, sööda- ja suhkrupeet jms. Näiteks võib kasutada kartulijäake või kartuleid, mis inimtoiduks ei kõlba. Kartul on väga hea energia-, valgu-, vitamiini- ja mineraalide allikas. Näiteks 1 kg odra asendamiseks on vaja ca 6 kg toorest kartulit. Lõppnuumal võib liigikaudu 25% sööda kuivainest moodustada kartul, kuigi see põhjustab teatava juurdekasvu languse võrreldes teraviljaga. Keetmine parandab energiasisaldust 40%, samuti parandab see söödavust.





Karjatamine ja söödakasutus sõltuvalt vanusest

Sea söödatarbimine sõltub tema vanusest ja seedimisvõimest. Sea koresööt peaks sisaldama rohkem lehti ja vähem varsi võrreldes lehma söödaga. Vanemad sead suudavad ära kasutada 70% leherikkast söödast, mis moodustab 50% nende energiavajadusest. Pörsad ei suuda suurt kogust koresööta tarbida, sest nende seedeorganid pole selleks veel valmis. Nad vajavad suurt kogust kvaliteetset teravilja ja valku. Kasvavate sigade koresööda osakaal võib ulatuda 15%ni kuivaines. Sellisel juhul aga väheneb juurdekasv.

Tiined emised võivad süüa suures koguses koresööta. Imetamise ajal tuleb siiski anda lisaööta, vastasel juhul langeb kaal ja väheneb piimatoodang. Sel perioodil on koresööt täienduseks.

Sead suudavad kiiresti otsustada, kas rohustu on kvaliteetne. Kui see on madala kvaliteediga, tuhnivad sead rohumaa üles ja söövad juuri. Mõned tootjad kasutavad sigu põldude mulla õhustamiseks ja mullakihi ümberpööramiseks. Sead viiakse põllult ära pärast seda, kui nad on kultuurid ja umbrohud ära söönud ning kamarat ümber pööranud. Sead leiavad mullast söödatäienduseks valgurikkaid usse ja putukaid. Pärast sigu on maad järgmise kultuuri tarbeks vaja vaid minimaalselt harida.





ÕTP soovitused

- Roteeruv karjatamine.
- Kõrge kvaliteediga karjamaa.
- Täienduseks omakasvatatud tera- ja kaunvili.

Metsakarjamaa

Huvitav võimalus on sigade karjatamine metsas. Ettevaatlikult majandades aitavad nad looduslikke kooslusi hooldada, luues taimede tärkamiseks paremaid tingimusi. Mets pakub sigadele ka varjumisõimalust. Soovitatav ei ole metsas karjatada alla 1 kuu vanuseid põrsaid. Sead peavad hästi elektrikarjust tajuma ja neil peab olema kuiv põhuallapanuga puhkeala.

Imetava emise söödaratsiooni näide. Eeldus on, et sead poegivad varasudel ja saavad kasutada hea kvaliteediga karjamaad ^[65].

Sööt	%
Oder	53.75
Löss	11.75
Liblikõieliste või kõrreliste karjamaa	10.1
Teraviljasilo hernestega	10.35
Keedukartul	3.4
Kontsentraat	10.7

Linnukasvatus



ÖTP munakanakasvatuse probleemid

Kanadel on suurepärane võime varustada ennast söödaga, mis sisaldab kõiki vajalikke toitaineid. Lindudel on pugu – „veski“, mis võimaldab neil süüa peaaegu kõike, nt seemneid, putukaid ja usse. Kanad on kasulikud puuviljaaedades, kus nad söövad kahjurputukaid. Nad on kasulikud ka segakarjatamisel, kus võimaldavad karjamaad paremini ära kasutada, siblides veisesõnnikut laiali ja vähendades teiste liikide parasiite.

Mahemunakanade pidamine on võrreldes tavatootmisega märkimisväärselt keerulisem. Moodsad genotüübid on suure munatoodangu ja efektiivse söödatabimisega. Enamik Euroopa mahetootjaid kasvatavad hübriidtüüpe, mis on mõeldud tavatootmiseks ning see on põhjuseks, miks tekivad söötmissprobleemid. Maatõud ja kaheotstarbelised tõud pole aga suuremahulisse tootmisse sobilikud, sest nende produktiivsus on väike.

Ka mahemunakanadele söödetakse peamiselt teravilja, maisi, hernest ja soja ning võib öelda, et see piirab kestliku toitaineringlussüsteemi loomist.

Taimekasvatusevõtte proteiinsöödad

Pölduba
Hernes
Raps

Uudsed ökoloogilised kõrge väärtusega valguallikad

Kärbsevastsete jahu
Vetikad
Seenejahu
Kanepikook
Seesamikook
Fermenteeritud aminohappetooted



Söötmine

Mahemunakana sööb umbes 130 g päevas. Munakanade sööda põhi-komponendiks on teraviljad (nisu, oder, kaer või mais). Kõrge kvaliteediga valk ratsioonis tähendab suuremat omakasvatatud teraviljade osakaalu. Tavaline teravilja osakaal on 60–80%. Soja on vastuoluline kultuur, sest sageli imporditakse seda väga kaugelt ja selle kasvatamine aitab kaasa vihmametsade ning rohumaade hävitamisele. Kalajahu, mida kasutatakse palju Skandinaaviamaaades, on samuti mõningase küsimärgi all. Tulevikus võiksid kindlasti huvi pakkuda uudsed kõrge kvaliteediga söödad.

Las kana otsustab

Moodne munakana ei pea sööda kättesaamiseks vaeva nägema, kuigi ta on selleks väga motiveeritud. Vabalt kasvades kulutab kana 65% ajast siblimisele ja toiduotsimisele. Munakanale loomuomase käitumisvajaduse tagamine on üsna keeruline ülesanne. Linnukasvataja peab jälgima, et ei tekiks sulgede nokkimist ja kannibalismi.

Kui laseme kanal otsustada, mida ta tahab süüa, peame palju vähem vaeva nägema. Eksperimendid on näidanud, et väikestes karjades, ca 30 linnuga, on võimalik nn rootsi laud, kus kanad saavad ise otsustada, millist sööta valida. Sellise söötmissviisi puhul pakuti lindudele suveperioodil väljalal eraldi nisuteri, kaerateri, mereloomade koorikuid, kalajahu, ristikku/lutserni heina ja värsket heina ning talveperioodil purustatud teravilja, kalamaksaõli, kapsast, kaalikat, soola ja mikroelemente.





Koresööt

Viimaste aastate eksperimendid näitavad, et linnud on teatud ulatuses võimelised koresöödast toitaineid kätte saama. Koresööt muudab linnud rahulikumaks, nad on vähem agressiivsed, väheneb sulgede nokkimine ja suremus.

Suvel peaks koresööt tulema karjamaalt ja talvel olema silona või nt saab pakkuda hoopis porgandit. Kanad eelistavad peenestatud, kuni 5 cm pikkusega sööta ja teraviljasilo. Taanis tehtud uuringute andmetel sööb kana 50–60 g silo päevas. Kõrvits on samuti üks võimalus. See meeldib kanadele ja selle valgusisaldus on hea.

Toidujäätmete ja tootmisjääkide taaskasutamine

Linnud olid varasematel aegadel väikestes ettevõtetes efektiivsed jäätmete kasutajad. Köögi- ja aiapäätmed muudeti munadeks, kanad olid seega taaskasutamisel oluliseks lüliks. Miks me seda potentsiaali enam ei kasuta? Paljud tootmisjäägid, nagu vadak, õllepraak ja pagaritöökodade jäägid, võiksid munakanade söödaratsioonis olla väga teretulnud.

Hea elualguse tähtsus

Kasvuperiood on väga tähtis, mõjutades enam kui 60% linnu hilisemast tootmisvõimest. Tingimused, nagu valgustatus, pääs välialadele jmt, peavad olema sarnased sellega, mis on hiljem kanalas. Kasvuperioodil tuleks vältida käitumuslikke probleeme. Kui linnud on kasvanud heal allapanul, täheldatakse vähem sulgede nokkimist. Hea allapanu on vajalik kogu munemisperioodi jooksul. Rohkem on sulgede nokkimist suuremates gruppides ja suurema loomkoormusega karjades.



Pidamine

Kanala peab olema hästi planeeritud. Peab olema piisavalt ruumi, õrsi ja pesi ning piisavalt võimalusi tolmu- ja liivavannide võtmiseks värskes allapanus. Kanala peaks olema võimalikult närilistekindel. Sõnnikueemaldus peab toimuma regulaarselt, soovitatavalt korra või kaks nädalas. Suurtes kanalates peab olema ventilatsioonisüsteem, väiksemates võib olla loomulik ventilatsioon.

Liikuv kanala – suurepärase lahendus

Liikuv kanala on kasulik mitmes mõttes ja pakub mitmeid võimalusi munatootmist külvikorraga kombineerida. Kanad väetavad karjamaad, leiavad putukaid ja rohelisi taimi. Kanala regulaarsel liigutamisel on parasiitide risk minimaalne. Kanala on võimalik ise ehitada või osta see 200–1200 kana tarbeks.

20–28 nädala vanuste munakanade söödaratsiooni näide^[1]

Sööt	%
Nisu	16,85
Mais	6,0
Päevalillekook	10,8
Soja	30,57
Rapsiseeme	5,0
Kanepiseeme	20,63
Lutsernijahu	2,0
Kaltsiumkarbonaat	4,5
Mereloomade lubjarikkad kojad	4,3
Kaltsiumfosfaat	0,15





Taimekaitse

Stefan Kühne ja Sara Preißel

Miks see on tähtis?	80
Mahetaimекaitse põhimõtted	81
Ennetav taimekaitse	82
Koosluste majandamine kasulike putukate ja lindude soodustamiseks	84
Umbrohutõrje	85
Haiguste ja kahjurite otsene tõrje	86

Miks see on tähtis?

Probleemid

Pestitsiididel põhinev taimekaitse põhjustab ökoloogilisi probleeme Läänemerele ja teistele ökosüsteemidele. Kuigi kõige ohtlikumate taimekaitsevahendite kasutamise keelamine on olukorda ajutiselt leevendanud^[26], on nende (eriti herbitsiidide) kasutamine kasvanud alates 1990ndatest^[30] ja prognoositakse edasist kasvu^[28]. Agrokemikaalid ohustavad mereelustikku ja inimesi.

Reeglid ÖTP ettevõtetele

Mahepõllumajanduses ja ÖTP ettevõtetes sünteetilisi taimekaitsevahendeid ei kasutata ja seega nendest ettevõtetest pestitsiide keskkonda, sh Läänemerre ei satu. Umbrohte, kahjureid ja haigusi hoitakse kontrolli all peamiselt nende ennetamise kaudu. See nõuab häid kahjurite omaduste ja nendevaheliste seoste tundmist, samuti teadmist, kuidas põllumajanduslikud tegevused neid mõjutavad.

ÖTP ettevõtete taimekaitse põhimõtted

- Keelatud on sünteetilised taimekaitsevahendid.
- Keelatud on geneetiliselt muundatud organismid (GMO).

Looduslike mehhanismide ärakasutamine

Kasulike organismide soodustamine ja säilitamine mitmesike elupaikade pakkumise kaudu.



Õitega taimeribad soodustavad lehetäide hävitajaid, nt kiilassilmi

Bioloogiline ja biotehnoloogiline taimekaitse

Kahjurite eksitamine feromoonidega.

Kasulike putukate (nt sirelaste) soodustamine ja kasutamine.

Mikroorganismide (viiruste, bakterite, seente) kasutamine.



Feromoonid õunamähkuri vastu

Looduslikel toimeainetel põhinevad taimekaitsevahendid

Nt taimeekstraktid (nt neemipuu), insektitsiidne seep



Neemipuu ekstrakt kartulimardika vastu

Mahetaimekaitse põhimõtted

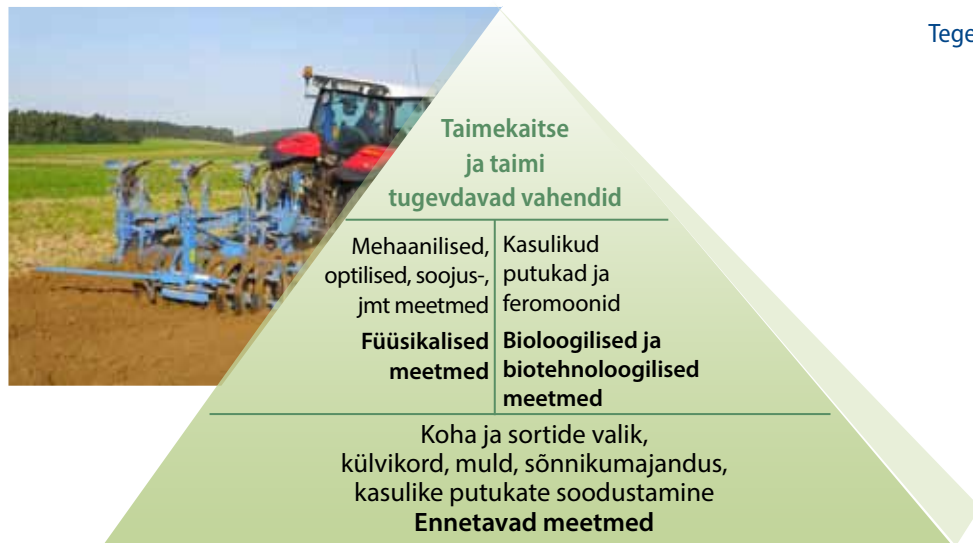


Millised on suurimad probleemid?

Tähtis on välja selgitada, milline konkreetne kahjur põhjustab märkimisväärselt majanduslikku kahju, arvestades, et ÖTPE üleminekul olukord muutub. Mitmekesiste külvikordade ja vähesema väetamise tõttu on pikaajalistel maheettevõtetel kahjureid ja haigusi mitmekesisemalt, kuid nende põhjustatud probleemid on palju väiksemad. Näiteks on vähem probleeme mulla kaudu levivate haigustega ja vähem on lehetäisi. Rohkem tekitavad probleeme ja vajavad tõsisemat tähelepanu seemnetega levivad haigused (teraviljadel), kartuli lehemädanik, kaunviljade haigused ja kahjurid (kärsakad, lehetäid, seened), hiired ja kiduussid söödakultuuridel ning hoiuruumides olevad kahjurid^[29].

Isegi kui ennetavad meetmed on kasutusele võetud, on sageli tarvis ka aktiivseid otseseid tõrjemeetmeid. Olukorda tuleb pidevalt seirata, jälgides kultuuride tervist vaatlustega või nt paigutades viljapuuadadesse feromoonpüünised. Majanduslike ja ökoloogiliste tulude-kulude analüüs on samuti vajalik.

ÖTP taimekaitse aluseks on ennetavad meetmed.



Tegevusraamistik



Ennetav taimekaitse ^[30]

Ennetav taimekaitse peab arvestama nii haiguste, kahjurite kui ka umbrohtudega, sest nende vahel on palju vastastikuseid toimeid. Näiteks võivad kahjurid kanda viirusi ja soodustada seenhaiguste levikut, umbrohud loovad seenesõbraliku mikrokliima ja on haiguste peremeestaimedeks (eriti nematoodidele). Teisest küljest on öitsevad umbrohud olulised kasulike putukate ligimeelitajatena. Alltoodud meetmetest tuleks valida need, mis on suunatud kõige olulisemate haiguste, kahjurite või umbrohtudega võitlemiseks. Soovitatakse kontakteeruda nõustajaga, kes saab anda lisainfot nt ka tõrjevahendite edasimüüjate kohta.

Meede	Näited
Kultuuride ja sortide valik	
Haiguskindlad sordid	Erineva haiguskindlusega sordid. Varajased kartulisordid, mida saab koristada enne lehemädaniku kahjustust.
Mahepõllumajanduse tarbeks aretatud sordid	Nt teraviljasordid, mis on aretatud mahepõllumajanduse toitainetaset ja haiguste levikut arvestades.
Kultuuride ja sortide segud, mis parandavad taimetervist ja stabiliseerivad saake	Kultuuride segud söodatootmise puhul. Erineva vastupanuvõimega sortide segud.
Sertifitseeritud seeme, et vältida seemnetega levivaid haigusi	Maheseemne töötlemine kuuma vee, õhu või looduslike fungitsiididega.
Mitmekesised külvikorrad	
Teraviljade ja rühvelkultuuride vaheldamine	Katkestab mullaga levivate haiguste ahela, nt <i>Fusarium spp</i> teraviljadel, nematoodid.
Külvikorras soovitatavate kultuuride kasvatamise vaheaegade pidamine	Ohuks on nt kartuli-kiduuss ja lehemädanik, laiksused teraviljadel, paljud kaunviljade haigused.
Sobivate talviste katte- ja vahekultuuride kasvatamine	Sinep vahekultuurina vähendab nematoodide populatsiooni. Haljasväetis ja söödakultuurid vähendavad umbrohtude levikut. Märkus: soodustavad nälkjaid ja hiiri.

Meede	Näited
Mullaharimine ja sõnnikumajandus (mullaviljakus)	
Vähendada mullakihi ümberpöörast ja suurendada vahekultuuride kasutamist ning multšimist	Mullaga levivate haiguste levik väheneb mullaelustiku soodustamise ja mulla katmisega.
Põhjalik harimine	Hävitab taime- ja umbrohujääke, mis võivad sisaldada patogeene ja kahjurite vastseid, nt varreleediku vastsed, maisi mädanikud, rukki helelaikus.
Tasakaalustatud väetamine	Lämmastiku andmise vähendamine vähendab seenhaiguste ohtu.
Sõnniku ja taimejäänuste põhjalik kompostimine	Takistab sõnnikus leiduvate patogeenide ja umbrohuseemnete levikut.
Kasulike putukate ja lindude soodustamine	
Elupaikade ja kasvukohtade majandamine	→ vt järgmine lehekülg
Muud meetmed	
Suurem kultuuride külviwahe	Vähendab seenhaiguste levikut parema õhustatuse tõttu (laiksused ja jahukaste teraviljal, laikpõletik kaunviljal). Suurem reavahe soodustab mehaanilist umbrohutõrjet.
Kiire idanemise/seemnete arenemise soodustamine	Eelidandatud kartulid valmivad varem ja teatud määral väheneb lehemädaniku oht. Köögilviltajaimede istutamine seemnete külvi asemel. Optimaalsed külvingimused (suured seemned, külvisügavus, sobiv külviaeg).
Multš	Põhumultš kartulitaimede vahel tõrjub lehetäisid oma värvi ja struktuuri tõttu.
Taimetugevdajate kasutamine	Tugevdavad taime vastupanuvõimet hagustele ja kahjuritele.
Vähenda umbrohtude levikuvõimalusi	→ vt järgmine lehekülg



Taimetugevdajad:

- Taimleotised: nõges, põldosi, koirohi, soolikarohi
- Homöopaatilised preparaadid
- Mineraalid: vulkaaniline muld, silikaat
- Mikroorganismid: *Bacillus subtilis*



Elupaikade majandamine kasulike putukate ja lindude soodustamiseks

Põldudel



Kasulikke putukaid saab soodustada mitmeliigiliste õitsevate ribade rajamise ja hooldamisega, need pakuvad:

- talvitumiskohta (nt ämblikele ja lepatriinudele), nektarit ja õietolmu (nt mesilasetele, kimalastele, sirelastele),
- pelgupaika koristamise ajaks ja selle järel.

Elupaigad peaksid paiknema laiali kogu põllumajandusmaal, sest putukad liiguvad 50–300 m raadiuses, kus püüavad lehetäisid ja teisi kahjureid ^[31]. Hekid ja õistaimed pakuvad toitu ja varju ning pesitsuskohti ka lindudele, kes tõrjuvad samuti kahjureid.

Üheaastased ribad

3–8 m laiused rohttaimedega ribad põlluservas võimaldavad põllutaimede levikut ja putukate paljunemist.

Mitmeaastaste õistaimedega ribad

Kuni 10 m laiused ribad põlluservades ja põldudel, kuhu on külvatud ühe ühe- ja mitmeaastasi looduslikke õitsevaid taimi.

Hekkide juures olevad ribad

Umbes 2 m laiused ribad piki hekki, mida võib muuta iga kahe aasta järel.

Viljapuuaedades



Pesitsusvõimaluste puudumine on lindude arvukuse piirajaks viljapuuaedades. Pesakastid meelitavad aeda palju laululinde. Linnud reguleerivad kahjulike putukate arvukust. Nt tihasepaar võib aastas tarbida kuni 3 kg putukaid ^[31].

Pesakastid laululindudele

Umbes 7 pesakasti hektari kohta. Augu läbimõõt 30 mm (et kuldnokad ei saaks kasutada).

Rohumaal

Mitmeaastastel rohumaadel ja viljapuuaedades, vähemal määral ka põldudel, on probleemiks hiired. Nende arvu saab vähendada, püstitades kõrgeid aluseid, kust nende looduslikud vaenlased röövlinnud saavad neid jahtida. Ka nirgid, nugised ja siilid jahivad hiiri.

Alused röövlindudele

Üks alus hektari kohta, vähemalt 200 m kaugusele teedest, kõrgus 2 m. Paigutatakse septembrist aprillini. Mobiilsed alused lihtsustavad ülespanekut ja eemaldamist.



Umbrohutõrje

Lisaks ennetavatele meetmetele, nagu külvikord jmt, kasutatakse ÖTP ettevõtetes ka mehaanilisi ja muid umbrohutõrjevõtteid (nt leegitamise). Nende kasutamine on kõige efektiivsem väikesekasvuliste umbrohude puhul, suurte tõrjumine on kulukas. Seega on väga tähtis õigeaegne umbrohutõrje. Mitmeaastased umbrohud (ohakad ja orashein) on haritaval maal ja rohumaal raskesti tõrjutavad ning nõuavad mitmeid meetmeid.

- Külvikord mitmeaastaste liblikõieliste-kõrrelistega.
- Mullakihi ümberpööramine harimisel.
- Kõrrekoorimine, tärkamiseelne umbrohutõrje.
- Seemnete valmimise ja juurte moodustumise ennetamine.
- Tihedalt maapinda katvad liigid, sordid ja taimesegud, multš või allakülvid.
- Taimevahed, mis võimaldavad efektiivset mehaanilist umbrohutõrjet.

Peamised
umbrohutõrjevõtted^[32]

Umbrohutõrje ^[32]

Meede/vahend	Rakendamine	Umbrohud, mida tõrjutakse
Äestamine	Enne tärkamist; noorte taimedega (ettevaatust laialehiste kultuuridega)	Väiksed üheaastased umbrohud
Kõplamine	Reavahedes (>15 cm vahed), ka ridadel sobivate vahenditega	Väikesed kuni suured hästijuurdunud umbrohud
Leegitamine (suur energiakulu!)	Enne tärkamist või reavahedes (>30 cm vahed)	Väiksed üheaastased umbrohud
Vaheltharija	Laia vahega kultuurid, külvamisel, enne tärkamist, sobib teraviljadele	Keskmisekasvulised umbrohud
Kultivaator	Mustkesa	Mitmeaastaste umbrohude juured
Termiline tõrje (kulukas!)	Mustkesa suvel, plastikuga kaetud mulda soojendab päike	Umbrohuseemned, taimed ja haigusetkitajad
Kitkumine (kulukas!)	Piki ridu ja pärast reavahede sulgumist	Suured umbrohud enne seemnete levitamist

Täielikult lagunemata teraviljajäätmed on ohtlike seenhaiguste levitajad (*Fusarium*). Ketaskultivaator purustab maisivarred ja hävitab varreleediku nukkude talvitumispaiga.

Haiguste ja kahjurite otsene tõrje

Mahepõllumajanduses levinud tõrjevõtteid:

1. Kasulikud putukad nagu

Trichogramma, mida kasutatakse varreleediku või röövikute vastu aianduses.

2. Feromoonid, mis tekitavad putukatel partnerite otsimisel segadust:

- püünised seireks,
- mähkurite vastu.

3. Mikrobioloogiline tõrje bakterite, seente või viirustega.

4. Võib kasutada piiratud hulka aineid, kui nende vajadus on põhjendatud. Pikemaajalises perspektiivis on vaja asendada sellised ained nagu väävel ja vask, sest need kahjustavad ökosüsteeme.

ELi mahemäärused (EÜ) 834/2007 ja (EÜ) 889/2008, lisa II tunnustavad mõningaid taimekaitsevahendeid (feromoonid, mikroobid ja kemikaalid). Konkreetsed nõuded on riigiti erinevad, loa annab kontrolliasutus.

Tõrje hoiustamisel^[33]

Kui hoiustamisel on kahjurid (lestad, mardikad) kord levima hakanud, on nendega mahemeetoditel raske võidelda. Seetõttu on äärmiselt vajalik ennetus: hoiustada tuleb puhast kuiva vilja puhtas salves.

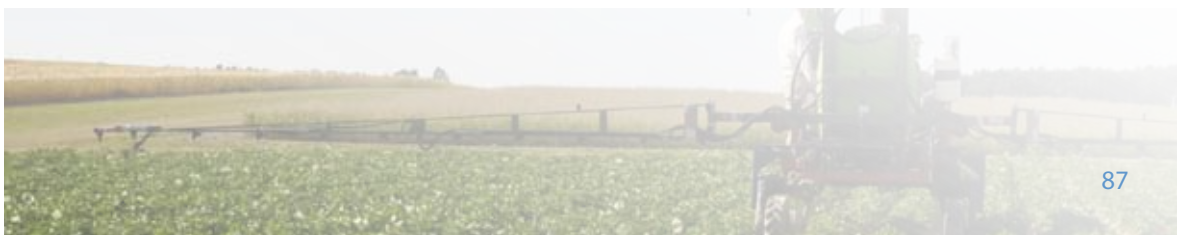
Teised meetmed:

- Külmal ajal tuleb hoidlat avada ja jahutada.
- Alla 12 °C puhul kahjurputukad ei arene (jahulest <5 °C), paljud surevad alla 6 °C.
- Kahjurite arvukust saab jälgida feromoonpüüniste abil, samuti tuleb võtta teraviljaproove.
- Kahjurite vastu saab kasutada kasulike putukate abi.
- Hea võimalus on termiline töötlus ja gaasitamine süsinikdioksiidi või lämmastikuga.



Mahetaimekaitsevahendid

Toimeaine	Päritolu	Mõju ja manustamine
Insektitsiidid		
asadirahtiin	neemipuu	seedeelundkonna mürk, nt kartulimardikas, röövikud, lehetäid
püretriinid	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	kontaktmürk, nt kartulimardikas, lestad
kvassia	<i>Quassia amara</i>	seedeelundkonna ja kontaktmürk, nt lehetäid
spinosaad	mikroorganismid	seedeelundkonna ja kontaktmürk, nt kartulimardikas
	! Mürgine veeorganismidele ja mesilastele, kasutamine piiratud; Eestis pole registreeritud	
rapsiõli	raps	kontaktmürk, nt lehetäid
vedelseep (roheline seep)	rasvhappe kaaliumisool	kontaktmürk, nt lehetäid
<i>Bacillus thuringiensis</i>	bakter	kartulimardikas, liblikalised
granuloosi viirus	viirus	mähkurid
Fungitsiidid		
letsitiin	nt soja	jahukaste
väävel	keemiline element	jahukaste, puuviljade haigused
	Ka lestad e tõrjeks ja peletamiseks	
vask (sulfaadi, hüdroksiidina)	keemiline element	kartuli lehemädanik, köögiviljade haigused
	Koguselised piirangud kasutamisel!	
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	bakter	fusarioos teraviljadel
<i>Coniothyrium minitans</i>	seen	taimede seenhaigused
Molluskitsiidid		
raudfosfaat	mullamineraal	nälkjad, teod





FOSFOR

Karin Stein-Bachinger & Johann Bachinger

Miks see on tähtis?	90
Tähtsus taimekasvu jaoks	91
Mükoriisa	92
Fosfor ettevõtte tasandil	93
Kuidas fosfori efektiivsust suurendada	94
Õigusaktid	96

Miks see on tähtis?

Praegune olukord

Fosfor (P), taimedele hädavajalik makroelement, on taastumatu ressurss. Muld sisaldab 0,02–0,2% P, mis on kivimitest aeglaselt lagunenu ja mida taimed suudavad kasutada. Mulla 3% orgaanilise aine sisaldusega ülemine kiht sisaldab umbes 1 tonni P/ha ja sellest mineraliseerub vegetatsiooniperioodi jooksul vaid umbes 1% ^[44]. Fosforit ei leidu puhta elemendina, vaid koos teiste elementidega fosfaatide kujul.

Fosfori üks suuremaid tarbijaid on põllumajandus. Selle peamiseks allikaks on Marokos, Hiinas ja USAs asuvad kaevandused. Euroopa sõltub täielikult impordist. Vastavalt prognoosidele leidub fosfaati vaid järgmiseks 50–100 aastaks ^[41].

Keskkonnaprobleemid

Viimastel kümnenditel on põllumajandusest pärinev P suurel määral põhjustanud Läänemere eutrofeerumist ja vetikate vohamist. See on toonud kaasa merepõhja elutuks muutumise suurel alal ja veeorganismide väljasuremise ^[42]. Eriti suure loomkoormusega aladel ja seal, kus tootmine põhineb sissetoodud söödal, suurenevad P kaod jätkuvalt, sest kasutatakse suurtes kogustes vedelsõnnikut ^[1, 44].

Ühekülgse ja intensiivse taimekasvatusega aladel on peamiseks fosfori veekogudesse sattumise põhjuseks erosioon. Üle 60% P hajureostusest on tingitud erosioonist ja selle tulemusel kaob haritav muld jäädavalt. Haritaval maal (nt maisipõllul) võidakse fosforit aastas välja uhtuda kuni 50 kg/ha ^[55].



Satelliitfoto vetikate vohamisest Läänemeres, suvi 2006.
Allikas: NASA (fotot töödeldud ja kättesaadavaks teinud SMHI).

<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/algblomningar-i-ostersjon-1.3008>

Definitsioon

Sõna „fosfor“ pärineb kreekakeelsest sõnast „phos“, mis tähendab „valgus“ ja „phorus“, mis tähendab „tooma“.

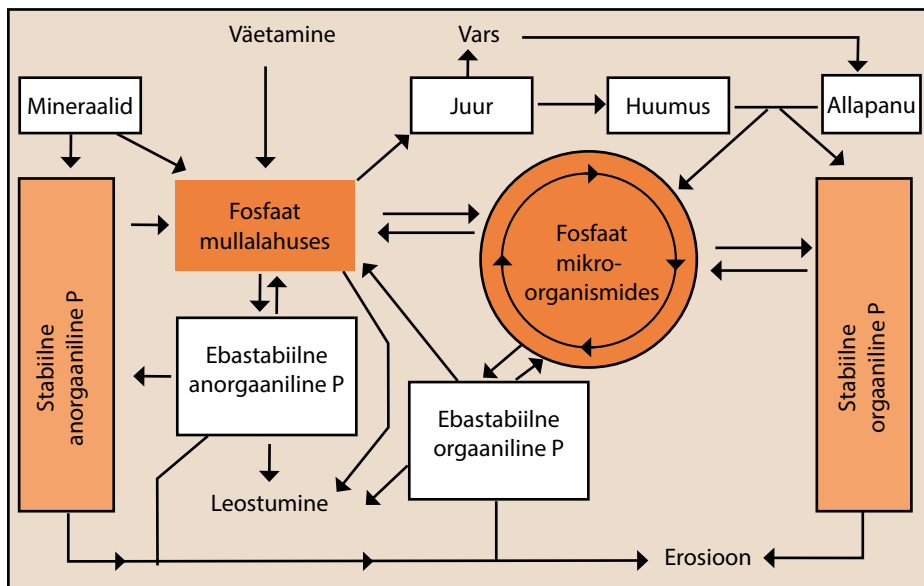
Tähtsus taimekasvu jaoks



P mitmekülgne kasulikkus

Fosfor on kõikide elusorganismide rakkude olulisemaid komponente, mida ei saa ühegi teise elemendiga asendada. P toetab mitmeid taimes toimuvaid protsesse: ^[9] nt fotosüntees, mikrobioloogiline tegevus (eriti N sidumine), vilja moodustamine, talvekindlus ja konkurentsivõime (eriti mitmeaastastel liblikõielistel), haiguskindlus ja tugeva varre ehitamine.

Fosfori kontsentratsioon mullalahuses on väga väike. Seetõttu on vajalik kiire ja pidev P kasutuselevõtt. Nagu näha alltoodud joonisel, on mulla mikroobne biomass taimedele kättesaadava P peamine allikas ja puhver ^[55].



P ringlus mullas stabiilsete ja liikuvate kogumikena (orgaaniline ja anorgaaniline) ning teisenemine: mullalahus, mikroorganismid ja taimed ^[55]

Mükoriisa

Vajalik koostöö ^[46]

Kasulikud mullaorganismid sh mükoriisa (seenjuur) aitavad mullast võtta selliseid toitaineid, mida taimel on raske kätte saada. Mükoriisa varustab taime toitainete ja veega. See on võimalik seetõttu, et mükoriisa suurendab taimejuurte poolt haaratavat ala, mis omakorda suurendab taime võimet kasutada mullas olevaid ressursse ja vabastada mulda ensüüme. See aitab lahustada raskesti kättesaadavaid toitaineid nagu orgaaniline ja mineraalne fosfor ning mikroelemendid. Taim kasutab neid ressursse kasvamiseks ja fotosünteesiks, võttes õhust süsihappegaasi ja muundades selle süsivesikuteks, mis on mükoriisale toiduks ^[46].

Looduslike alade mullad on selliseid kasulike organisme täis. Intensiivne harimine, kergestilahustuvate fosforväetiste kasutamine, erosioon ja mulla tihendamine vähendavad mükoriisat või kaob see sootuks ^[46].

Täiendavad eelised

Taimed, mis elavad sümbioosis seentega, on haigustele (nt nematoodid) ja halbadele ilmastikutingimustele (nt põud) vähem vastuvõtlikud ^[55,56]. Kokkuvõttes on mükoriisa kasulik nii kaudselt kui otseselt, aidates kaasa tootlikkuse suurenemisele, paremale veemahutavusele ja -varustatusele ning mulla süsinikusidumisele ^[46]. Seetõttu on ÖTP ettevõtetes väga vaja suurendada mükoriisa esinemist. Seda saab teha näiteks mitmekesiseid külvikordi kasutades, minimeeritud harimise ja vahekultuuride kasutamisega.



Definitsioon

Mükoriisa: tuleb kreekakeelsetest sõnadest „mycor“ = „seen“ and „rhiza“ = „juur“. Enamik taimi, nagu teravili, kartul ja liblikõielised, isegi umbrohud, suudavad mükoriisaga sümbioosi luua. Ainult ristõielised, nagu raps, kapsas ja sinep, ei ole võimelised seda tegema.

Fosfor ettevõtte tasandil

ÖTP ettevõtete P-bilanss on enamasti 0 või veidi negatiivne (kuni -2 kg P/ha aastas) ^[1, 3]. Üldiselt pole suuremal osal ettevõtetest vaja mulla suure P varu tõttu seda juurde anda. ÖTPs taaskasutatakse P taimejäänuste ja sõnniku kaudu. Ligi 80% saagiga eemaldatud fosforist kasutatakse söödana ja läheb sõnnikuga mulda tagasi ^[2].

P-sisaldus erinevates toodetes ^[4, 5]

1 t teravilja või kaunvilja	4–5 kg P
1 liiter piima	1 g P
1 t veisesõnnikut	1,2 kg P
1 t seasõnnikut	2,5 kg P
1 t kondijahu	85 kg P
1 t sarvejahu	10 kg P

Kuni 40% P on võimalik võtta mulla ülemisest kihist ^[44]. Aktiivne toitainete kasutuselevõtt saavutatakse nt libliköieliste abil, mis viivad oma juurte lähedases mullas pH alla. Sellega soodustatakse P kasutuselevõttu nt toorfosfaadist ^[57].

P puuduse saab kindlaks teha mullaanalüüside või toitainebilansi koostamisega, kuid peab arvestama, **et orgaaniliselt seotud toitained analüüsitulemustes ei kajastu**. P puudujääki 2 kg/ha aastas on üldjuhul võimalik kompenseerida mulla sügavamatest kihtidest sügavajuureliste kultuuride abil nagu ristik ja lutsern ^[1].

Fosforipuuduse tunnuseks on vanemate tumeroheliste lehtede punaseks või lillaks muutumine, isegi varred võivad punaseks muutuda. P puuduse leevendamiseks võib kasutada mitmeid mooduseid (vt järgmised leheküljed), sh väetamist mahepõllumajandusse sobivate aeglaselt lahustuvate väetistega.

Sageli kasutatakse põllumajanduses oksüüdi P_2O_5 :

1 kg P \approx 2,29 kg P_2O_5
1 kg P_2O_5 \approx 0,44 kg P



Kuidas suurendada fosfori efektiivust?

Meetmed P kadude vähendamiseks ^[43]

Suurima positiivse mõjuga on mulla veeläbilaskevõime suurendamine, mullaerosiooni ja pinnaärvoolu takistamine.

- Suurendada mulla huumusesisaldust (**mullaviljakust**) ja juurte sügavust.
- Säilitada taimkate aastaringselt, nt kasvatada talviseid vahekultuure ja kasutada multši.
- Vähendada maaharimist ohtlikumates kohtades, künda risti nõlvaga.
- Vähendada mulla tihendamist (ka rohumaal): vältida maaharimist märja maaga, vähendada masinarataste survet, kombineerida erinevaid tegevusi.
- Vajadusel lubjata, et suurendada P omastatavust.
- Rajada püsirohuma küngastele ja üleujutusest ohustatud põldudele ning veekogu äärsetele puhveraladele.
- Turvasmuldi kasutada ainult püsirohumaana, sest seal on suur P leostumise oht.
- **Sõnnik** viia mulda, et vältida P kadu pinnaärvooluga.
- Vähenda kadusid toiduahelas.



Meetmed P taaskasutuse suurendamiseks ^[52,53]

- Suurendada P kasutuselevõttu mükoriisa abil, suurendades selleks mullaviljakust ja juurte sügavust.
- Kasvatada liblikõielisi (punane ristik, põlduba, valge lupiin) ja suurendada liblikõieliste osakaalu söödakultuuride kasvatamisel (70–80%), et suurendada P kasutuselevõttu. Liblikõielised alandavad juurte lähedal pH-d, mis võimaldab kaltsiumfosfaadi kasutuselevõttu nt kivi- mitest.
- Kasvatada nt tatart vahekultuurina, et suurendada orgaanilise P kasutamist.
- Kasutada **sõnnikut** ja taimejäänuseid, et soodustada mullaorganisme ja orgaanilise P kasutuselevõttu.
- Tagada piisav mahuti virtsale, et oleks võimalik valida vegetatsiooniperioodi alguses kõige sobivam aeg virtsa laotamiseks, see võimaldab toitaineid kõige paremini ära kasutada.
- Kasutada taluvära- ja põllubilansi hindamist, et saada ülevaade P tasemest ettevõttes.

Kogu toiduahela löikes tekib peamine P kadu reoveesetest, orgaanilistest- ja tapajäätmetest. Nende taaskasutamine on problemaatiline, sest nad võivad sisaldada saasteaineid!



Õigusaktid

Õigusaktid kondijahu kasutamiseks erinevad riigiti!

Kondijahu kasutamine mahe P- ja Ca-väetisena pole kõigis ELi liikmesriikides lubatud. Näiteks Rootsis on teatud tooteid lubatud mahe- ja ÖTP ettevõtetes kasutada, aga Saksamaal on mõned tootjaorganisatsioonid (nt Demeter, Bioland) need täielikult keelanud, kuigi ELi õigusaktid lubavad neid kasutada. Taanis on kondijahu (nt Biogrow) kasutamine lubatud riiklike õigusaktidega, kuid sealne Piimaliit on keelanud kondijahu kasutamise aladel, kust varutakse mahesööta. Eestis on kondijahu kasutamine lubatud.

Praegused ELi õigusaktid Nitraadidirektiiv ja Vee raamdirektiiv keskenduvad lämmastiku leostumise vastu võitlemisele, mitte aga fosforile [41, 44, 49]. Fosfori leostumine põllumajanduslikest allikatest nagu ka selle ringlus pole veel Euroopa õigusaktide teemaks.

ÖTP aitab eutrofeerumist ja Läänemere fosforiga saastamist leevendada, samuti suurendada fosfori kui taastumatu ressursi taaskasutamist.

Lisainformatsioon fosfori teemal: <http://www.balticcompass.org>



ETTEVÕTETE KOOSTÖÖ

Gustav Alvermann

Olukord	98
Peamised sööt-sõnnik koostöömudelid	99
Koostöönäited	100
Kokkuvõte	104

Olukord

Taaskasutus ettevõtetes

ÖTP ettevõtete ökoloogiline ja majanduslik stabiilsus tuleneb nende põhimõttelisest mitmekülgisusest. Mäletsejalistele söödetakse libliköielisi ning nende sõnnik väetab teravilju ja teisi mitte-libliköielisi kultuure külvikorras. Osa toodetud teraviljast ja teistest söödakultuuridest söödetakse sigadele ja lindudele (loomakasvatus) ning nende sõnnik viiakse tagasi põldudele, et süsteemi stabiilsena hoida.

Maakasutus, kus on libliköieliste-kõrreliste põldhein, üheaastased müügikultuurid ja ideaaljuhul erinevaid loomi, tasakaalustab mulla huumusesisaldust ja aitab vähendada umbrohte ja taimehaigusi- ning kahjureid.

Spetsialiseerumise põhjused

Suurem osa maheettevõteteid, kes on mahetootmisega alustanud 1990ndatel ja hiljem, on mingil viisil spetsialiseerunud: teravili, rühvelkultuurid, söödakultuurid või eri loomad, nagu linnud, sead või veised. Ühe tootmisharu domineerimine on sageli põhjustatud mõnest tootmisfaktorist (nt mullatüüp, turustusvõimalused või tootja oskused ja huvid). Spetsialiseerumise tulemusel paranevad üldjuhul ettevõtte majandustulemused. Kui tootja läheb üle ÖTPle, siis spetsialiseerumine tavaliselt säilib. Üleminek segatüüpi tootmisele pole paljude jaoks majanduslikult mõttekas, sest sageli kaovad sellega spetsialiseerumise majanduslikud eelised. Samuti pole paljudel tootjatel vajalikke teadmisi ega kogemusi.

Lahendus

Et saavutada need kaks olulist eduka tootmise omadust – spetsialiseerumine, mis annab majandusliku stabiilsuse, ja tootmise mitmekesisus, mis tagab ökoloogilise stabiilsuse – on võimalik koostöö kahe või enama ettevõtte vahel. Taimekasvatuse ettevõtte varustab loomakasvatuse ettevõtet söödaga (libliköielised-kõrrelised, koguviljasilo, teravili ja kaunvili ning põhk allapanuks) ning saab toitained ettevõttesse tagasi loomakasvatuse ettevõtet pärit sõnnikuga.



Peamised sööt-sõnnik koostöömudelid



On kolm peamist erinevat sööt-sõnnik koostöömudelit:

1. Sööt (liblikõieliste või teraviljasilo) mäletsejalistele või biogaasi tootmisjaamadele, vastutasuks sõnnik ja virts.
2. Sööt (teravili ja kaunvili) lindudele ja sigadele, vastutasuks seasõnnik ja värske või kuivatatud linnusõnnik.
3. Põhk, vastutasuks sõnnik või nt seenekompost.

Nende erinevate koostöövormide sobivus sõltub paljudest tingimustest, sh ettevõtetevaheline kaugus ja toitainetekoormus. Silo ja eriti virtsa puhul transporditakse peamiselt vett. Teraviljal, põhul ja kuivatatud linnusõnnikul on oluliselt suurem kuivainesisaldus.

Vahetatavate toodete rahaline väärtus (€/t)			
Liblikõieliste-kõrreliste silo	25	Vedel veisesõnnik	10
Põhk	100	Seasõnnik	20
Teravili	350	Seenekompost	25
Kaunvili	400	Kuivatatud linnusõnnik	65

Järgnevaid koostöövorme tutvustatakse lähemalt:

Koostöövariant 1

Liblikõielised-kõrrelised vahetatakse taheda või vedela veisesõnniku vastu.

Koostöövariant 2

Söödavili vahetatakse (kuivatatud) linnusõnniku vastu.

Koostöövariant 3

Põhk vahetatakse sõnniku või seenekomposti vastu.

Koostöövariant 4

Erinevate koostöövariantide kombineerimine.



Koostöönäited

Koostöövariant 1:

Libliköielised-kõrrelised vahetatakse taheda või vedela veise-sõnniku vastu

Kuidas alustada?

See koostöövorm on kõige tavalisem mahetootmises ja seetõttu soovitatakse ÖTPs. Taimekasvatuse ettevõttele ja lähedalasuvale vähese maaga veisekasvatajale on selline koostöö kasulik. Ideaaljuhul peaksid mõlemat tüüpi ettevõtted ÖTPle üle minema samal ajal. Teine võimalus on siis, kui piimanduse ettevõtte tahab nt laieneda, kuid ei suuda maad juurde hankida. Sellises olukorras on motivatsioon koostööks mõlemal.

Majandus

Sõnniku ja sööda vahetamisel tavaliselt raha ei liigu. Taimekasvataja kannab libliköielise-kõrrelise kasvatamise kulud. Veisekasvataja katab söödakoristuse- ja transpordi ning sõnniku laotamise kulud. Mõnel juhul tasub veisekasvataja silo eest 5–10 €/t. Lühikesed vahemaad ja kõrge libliköieliste-kõrreliste saagikus tagavad, et selline väärtuslik taaskasutusmeetod on majanduslikult tasuv.

Biogaasitootmisjaamad

Koostöö tootja ja moodsa biogaasitootmisjaama vahel on sarnane. Suurem osa biogaasitootmisjaamu majandab suurte kogustega. Üheks võimaluseks on, et tootja tarnib libliköielise-kõrrelise biomassi (33% kuivainet) ja saab kompensatsiooniks 30 €/t. Sel juhul katab taimekasvatuse ettevõtte kõik saagikoristus-, tarnepordi- ja laotamiskulud. Värske biomassi koristuse ja transpordi kulud on hinnanguliselt 15 € 10 kilomeetri ja 1 tonni kohta, transport ja põllulelaotamine maksab umbes 5 €. Üks tonn silo on vastavuses 0,75 m³ kääritatud vedelsõnnikuga. See annab 10 € libliköielise-kõrrelise silo tonni kohta või 250 € hektari kohta, saagikuse juures 25 tonni/ha ja lisaks kaudne kasu vedelsõnnikuga väetamisest.



Koostöövariant 2: Söödavili vahetatakse (kuivatatud) linnusõnniku vastu

See koostöövorm sõltub kohalikest oludest vähem, sest vahetatakse tooteid, mille kuivainesisaldus on suurem. Üle 10 km kauguste puhul on ilmselt otstarbekam transporditeenuse kasutamine. Sageli pole selline vahetus otsene, sest söödamaterjal läheb söödatehasesse, kus valmistatakse sobiv söödasegu. Paljud tootjad ettevõttes kohapeal sööta ei sega.

Kuidas alustada?

Taimikasvataja viib söödateravilja ja kaunvilja söödatehasesse, kust seda saab linnukasvatuseettevõtte. Vastu saab taimikasvataja linnusõnniku, mille laotab kevadel või sügisel enne talikultuuri. Kriitiline on siinkohal sõnniku õige hoiustamine. Seda võib teha nii linnu- kui ka taimekasvatuseettevõttes. Sõnnikuhoidla peab olema piisava mahuga, samuti peaks sõnnik olema kõval pinnal ja seda peaks olema võimalik katta.

Koosmõju

Saadud sõnniku väärtus vastab üldiselt söödakultuuridele, mida toodab taimekasvatuseettevõtte. Kui transport ületab 50 km, jagatakse kulud võrdselt. Selline vahetus on loomulikult kõige efektiivsem juhul, kui vahemaad on väikesed. Peamine linnusõnniku laotamise aeg on kevad, sel juhul laotatakse see enne suviviljakülvi.

Majandus



Koostöövariant 3: Põhu vahetamine sõnniku või seenekomposti vastu

Võimalus 1

Mõnedes piirkondades on põhk muutunud haruldaseks ressursiks. See on loonud võimaluse vahetada allapanuks vajaminevat põhku sõnnikuga rikastatud põhku vastu. Selline vahetus sobib nt hobusekasvatuse ettevõtetele. Hobusesõnnik on suure põhusaldusega ja üldiselt taimekasvatajad loobuvad sellest. Üheks võimaluseks on seda mõnda aega hoiustada, kuni see on kasutamiseks sobivam. Koristamise, transpordi ja laotamise kulud katab see, kes saab põhku. Selline koostöö nõuab head organiseeritust, et leida sobiv ajastus jne.

Võimalus 2

Teiseks põhku-sõnniku koostöö variandiks pikemate vahemaade puhul on põhku vahetamine seenekomposti vastu. See on valgete seente tootmisel tekkinud lagunenu orgaaniline aine – põhku, linnusõnniku ja seeneniidistiku segu. Seenekompost sisaldab palju makro- ja mikroelemente ning selle C:N suhe on sobiv, mistõttu on see väärtuslik väetis, sobides ka liblikõielistele. Selles koostöövariandis katab seenetootja põhku koristus-, transpordi- ja laotamiskulud. Põhk sisaldab palju kaaliumit, mis tasakaalustab hästi makroelementide sisaldust. Sobiva infrastruktuuri ja transpordi korral ning kui vahemaa pole liiga suur, võib põhku tootev ettevõtte saada kasu, mille väärtus on 50–100 €/ha.

Koostöövariant 4: Erinevate koostöövariantide kombineerimine

Nagu eeltoodud näidete puhul selgus, on taimekasvatuse ettevõtetel erinevaid võimalusi oma tootmise tasakaalustamiseks, tehes koostööd teiste ettevõtetega vastavalt konkreetsetele oludele ja vajadustele. Koostöö toob sageli kaasa täiendavad võimalusi. Näiteks:

1. Kohalik koostöö

25% liblikõieliste-kõrreliste segust toimetatakse lähedalasuvasse piimanduse ettevõttesse. Vahetuseks saadakse sõnnikut, mida antakse taliviljale.

2. Regionaalne koostöö

Söödakultuurid vahetatakse linnukasvatuse ettevõttega, mis asub 30 km kaugusel. Kuivatatud linnusõnnik viiakse mulda enne suviljakülvi.

3. Regioonidevaheline koostöö

Kogu teraviljakasvatusest saadud põhk pressitakse ja viiakse seenetootjale, kes on 100 km kaugusel. Vastusaadud seenekomposti kasutatakse põldoa ja liblikõieliste-kõrreliste väetamiseks.



Praegune olukord ja suundumused

On selge, et sellised erinevad koostöövormid sobivad erinevatesse olukordadesse erinevalt. Näiteks sööda ja sõnniku/virtsu vahetamine on võimalik vaid juhul, kui vahemaad on väikesed, maksimaalselt 10–15 km. Siiski on teravilja ja kaunvilja vahetamine linnusõnniku vastu võimalik ka pikemate vahemaade korral. On teada koostöö, kus ettevõtete vaheline kaugus on 50 km ja rohkem. Seenekasvatuse suur vajadus põhu järele on toonud kaasa selle, et koostööd teevad ka ettevõtted, mille omavaheline kaugus on üle 100 km. Pikad vahemaad koostööd tegevate ettevõtete vahel pole aga ÖTP põhimõtetega kooskõlas.

Kokkuvõte

Üksmeelel ollakse selles, et segatüüpi ÖTP tootmine (kombineerides mitmekesist taime- ja loomakasvatust) on kõige stabiilsem ja kestlikum tootmisviis. Selline tootmine pole aga alati ja igas piirkonnas võimalik ning kindlasti on see praegu keerulisem kui nt 30 aastat tagasi.

Seetõttu toob koostöö lähedalasuvate ÖTP ettevõtete vahel kaasa efektiivsema toitainete ringluse. Peab aga arvestama, et vahemaad ei tohi olla liiga suured. Saksamaal soovitatakse, et koostööd tegevate ettevõtete vahemaa ei tohiks ületada 50 km.



ÖTP tarkvara

Lämmastikukalkulaator

N-bilansi arvutamine
mahesöödatootmises

Liblikõieliste hindaja

Vahend liblikõieliste sisalduse
paremaks hindamiseks

ROTOR - mahe- külvikorraplaneerija

Vahend külvikorra
planeerimiseks
mahepõllumajanduses

TARKVARA ON LEITAV: WWW.BERAS.EU

Lämmastikukalkulaator

107

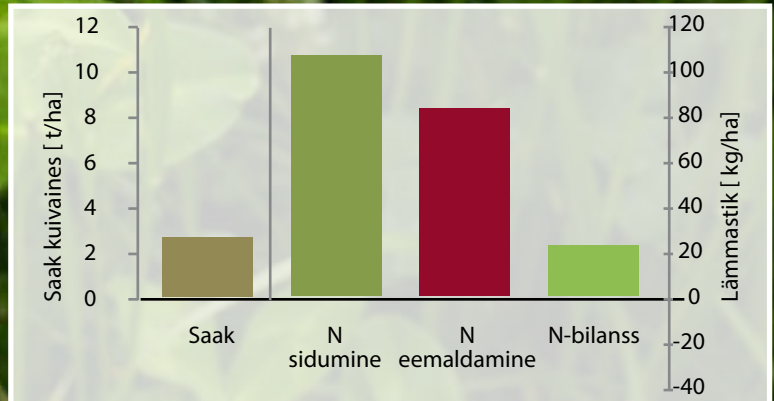
Liblikõieliste hindaja

113

ROTOR – Mahekülvikorraplaneerija

121

ÖTP tarkvara



LÄMMASTIKUKALKULAATOR

N-bilansi arvutamine MAHESÖÖDATOOTMISES

Moritz Reckling, Karin Stein-Bachinger ja Johann Bachinger

TARKVARA ON LEITAV: WWW.BERAS.EU

Miks see on tähtis?	108
Kuidas töötab?	109
Kuidas kasutada?	110
Tulemuste tõlgendamine	111
Näidisarvutused	112

Miks see on tähtis?

ÖTP eesmärk on efektiivne toitaineringlus omatoodetud sööda ja sõnniku abil ning väliste sisendite madal tase. Libliköielistel on ÖTP külvikorras võtmeroll N-bilansi tasakaalustajana. ÖTP ettevõtete eesmärk on hoida N-bilanss kogu külvikorra jooksul tasakaalus, et tagada stabiilne tootmine vähese keskkonnamoormusega.

N-bilansi olulisus

Mahetootmises on N ülejääk oluliselt väiksem kui tavatootmises, jäädes alla maksimaalsele 60 kg N ^[2, 7, 11], mis on lubatud Nitraadidirektiiviga (91/676/EE) ^[20]. Uuringud näitavad siiski ka seda, et N-bilanss võib mõnedes maheettevõtetes põllu tasandil olla negatiivne, mis toob kaasa väiksemad saagid. Seetõttu on soovitatav arvutada N-bilanssi põllu kohta, et tagada libliköieliste-kõrreliste kasvatamisega vajalik N, mida kultuurid saavad kasutada.

N-bilansi tarkvara võimaldab kiiret N liikumise hindamist libliköieliste-kõrreliste segu kasvatamisel ja võimaldab vajadusel teha muudatusi. Koos „Libliköieliste hindajaga“ saab hinnata libliköieliste osakaalu.

Kes saab kasutada?

Tarkvara ei vaja installeerimist ega eelnevaid teadmisi. Seda võivad kasutada nii tootjad, nõustajad, õppejõud kui ka üliõpilased. Selles juhendmaterjalis on toodud taustainfo, kasutusjuhend, abi tulemuste tõlgendamisel ja näidisarvutused.



Kuidas töötab?

N-bilansi kalkulaator on välja töötatud söodatootmise jaoks, kus kasvatakse liblikõielisi-kõrrelisi (erinevad kõrrelised, ristik, lutsern). Tarkvara võimaldab hinnata N sisendit (bioloogiline N sidumine) ja N väljundit (saagikoristusega), arvestades N-bilansi hektarile ühe või mitme niite kohta.

Saagikus arvutatakse kas kultuuri kõrguse järgi või sisestatakse konkreetne väärtus. Saagikus 5 cm kõrguse lõikuse puhul arvestatakse standardsete kuivainesalduste ja saagikadude põhjal. Multšimisel jääb saak põllule ja arvestatakse lendumisega. Koristatud saagi N sisaldus arvutatakse liblikõielise-kõrrelise suhet arvestades standardväärtusi kasutades. Kõiki standardväärtusi saab muuta „lisaandmete töölehel“.

Täiendavad N kaod (leostumine ja denitrifikatsioon) eeldatakse olevat kaetud atmosfäärist sadestumisega ja N sidumisega ning neid seetõttu ei arvestata.

Vajalikud andmed

Saagikoristusmeetodid ja nende iseloomustus * [4, 13, 14]

Saagi-koristusviis	Saagi-koristusaeg	Kuivaine-sisaldus (%)	Saagikadu (% KA)	Lendumine (% N)
Haljassööt	Varajane	20	5	-
Närbsilo	Keskmine	35	20	-
Kuiv hein	Hiline	85	35	-
Multšimine	Varajane	20	-	10

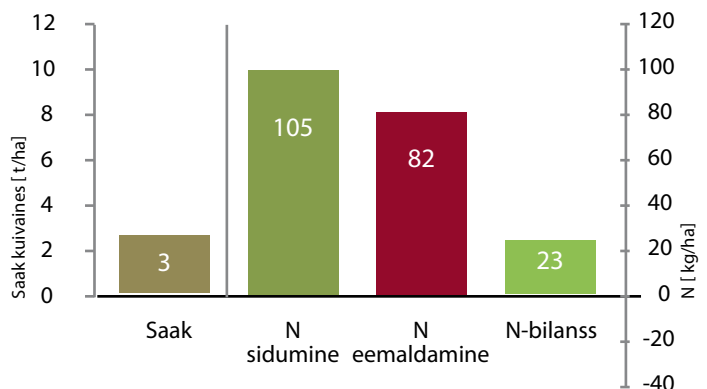


*Standardväärtusi saab „lisaandmete töölehel“ muuta

Kasutajaliides

Kasutajaliides näitab sisendandmeid ja tulemusi. Tulemused sisaldavad kogusaaki, kogu N sidumist, N eemaldamist saagiga ja N-bilanssi.

SISENDANDMED		
Keskmine kõrgus	[cm]	45
Koristusviis	[vali]	silu
Saagikadu	[%]	20
Liblikõielisi	[%]	50
TULEMUSED		
Saak (koristatud)	[t/ha/KA]	3.2
N sidumine	[kg N/ha]	105
N eemaldamine	[kg N/ha]	82
N-bilanss	[kg N/ha]	23



Kuidas kasutada?

N-bilansi kalkulaator töötab Microsoft Excelis kahel töölehel.

- „N-bilansi kalkulaator“ näitab arvutusi, mis vajavad vähest sisendandmestikku (libliköieliste-kõrreliste saagikus, koristusviis ja libliköieliste osakaal).
- „Lisaandmete tööleht“: sisendandmeid ja arvutusfunktsioone saab muuta (ekspertidele).

Miinumunõuded

Microsoft Excel, vähemalt 2003 (xls)

10 sammu N-bilansi tundmaõppimiseks

1. Ava Exceli dokument.
2. Vaata töölehte „N-bilansi kalkulaator“.
3. Mine andmesisestusväljale.
4. Sisesta **kas** libliköielise-kõrrelise keskmine kõrgus saagikoristuse ajal (cm) **või** hinnanguline saak (t).
→ Vaata saagihindamismeetodit peatükis **libliköielised**.
5. Vali saagikoristusviis (haljassööt, närbsilo, kuiv hein, multšimine).
6. Sisesta saagikadu käsitsi (%) **või** kasuta standardväärtust **või** jäta lah-ter tühjaks.
7. Sisesta hinnanguline libliköieliste osakaal segus saagikoristamisel (%).
→ Kasuta „**Libliköieliste hindajat**“ oma hindamisoskuse treenimiseks.
8. Tutvu arvutustulemustega.
9. Muuda sisendandmeid, et näha muudatusi, mis erinevate majandamisviisidega kaasnevad.
10. Et hinnata N-bilanssi kogu aasta lõikes, mitme niitega, arvuta bi-lanss iga niite jaoks eraldi ja liida väärtused kokku:

Näide



1. niide: - 15 kg N/ha
2. niide: +10 kg N/ha
3. niide: +13 kg N/ha

N-bilanss: 8 kg N/ha

Tulemuste tõlgendamine

N-bilanss on kas positiivne, negatiivne või tasakaalus. Võimalik on muuta majandamisviise, et suurendada N-sisendit ja vähendada väljundit.

Mida N-bilanss ütleb?

N-bilansi tulemuste tõlgendamine ja võimalikud majandamisviisid

N-bilanss (kg N/ha)	Tõlgendamine
-10 ja väiksem	N väljund ületab sisendit. N kasutatakse mullavarrude arvelt ja süsteemi seda ei lisandu. Selline majandamine pole kestlik, kurnab mulda, tulevikus võivad saagid langeda.
-10 kuni +10	N väljund võrdub sisendiga. N, mis seotakse liblikõieliste poolt, eemaldatakse saagiga ja süsteemi jääb väga vähe N.
+10 ja suurem	N sisend ületab väljundit ja ülejäänud N jääb süsteemi ning seda saavad kasutada järgmised kultuurid.

Et N-bilanss oleks positiivne, tuleks muuta majandamist järgnevalt:

- Suurendada liblikõieliste osakaalu (**liblikõielised**).
- Suurendada liblikõieliste saagikust.
- Muuta saagikoristusviisi.

Kui N-bilanss on positiivne, tuleb säilitada olukord ja tagada, et N püsiks tootmissüsteemis, kuni selle kasutab ära järgnev kultuur.

Kalkulaator võimaldab kiiresti ja lihtsalt hinnata N-bilanssi liblikõieliste-kõrreliste põldudel. Tulemusi ei tohiks ülehinnata. Kui tulem on negatiivne, tuleks vaadata, kas kalkulaator aitab olukorda parandada!

Soovitused
tootjatele

Head ÖTP tarkvaraga eksperimenteerimist!



Näidisarvutused

Sisendandmete muutmisel on näha, kuidas see mõjutab N-bilanssi (saagikuse, saagikadude ja liblikõieliste osakaalu vähendamine või suurendamine).

Märkus: kui saagikoristusviisi ei saa muuta, on kõige olulisemaks teguriks liblikõieliste sisaldus!

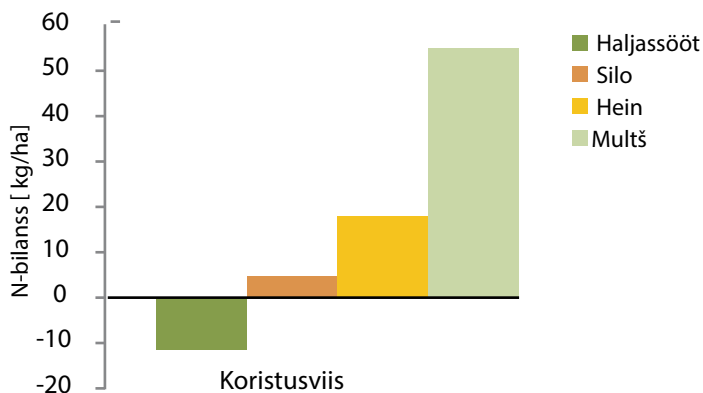
Tootjal on neli liblikõieliste-kõrreliste põldu, iga põllu kogusaak 3 t/ha (esimene niide 5 cm kõrguselt). N sidumine on ligikaudu 65 kg N/ha igalt põllult.

Küsimus: Millistel tingimustel on bilanss negatiivne või positiivne?

Kaks näidet

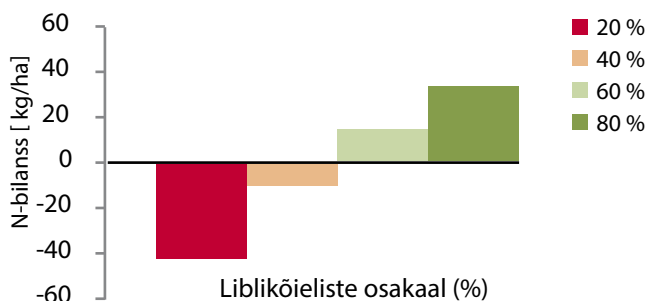
Variant A

- Fikseeritud näitaja: 40% keskmine liblikõieliste sisaldus igal põllul
 - Muutuv näitaja: erinevad saagikoristusviisid
- Võrdle mõju N-bilansile



Variant B

- Fikseeritud näitaja: saagikoristusviis (haljassööt)
 - Muutuv näitaja: 20–80% liblikõielisi
- Võrdle mõju N-bilansile



Peamised N-bilanssi mõjutavad tegurid liblikõieliste-kõrreliste puhul

- Liblikõieliste osakaalul on suur mõju ja seda saab majandamisega mõjutada.
- Saagikoristusviis on suur mõju, kuid see sõltub söödavajadusest.
- Saagil on keskmine mõju, saab mõjutada majandamisega.
- Saagikadudel on väike mõju (suuremad kaod tähendavad väiksemat N eemaldamist, mistõttu on N-bilanss põllu tasandil positiivsem).

ÖTP tarkvara



LIBLIKÕIELISTE HINDAJA

Vahend liblikõieliste sisalduse paremaks hindamiseks

Moritz Reckling ja Karin Stein-Bachinger

TARKVARA ON LEITAV: WWW.BERAS.EU

Miks see on tähtis?	114
Kuidas töötab?	115
Kuidas kasutada?	116
Kuidas põllul kasutada (pärast harjutamist)?	117
Põllukülvikorra rohumaa näited	118
Püsirohumaa näited	119

Miks see on tähtis?

Liblikõielised söodakultuurid (nt ristik, lutsern) loovad mullaviljakust ja on seetõttu ÖTP ettevõtete külvikorra võtmekultuurid. Lisaks on see kõrgkvaliteediline sööt mäletsejalistele ja juhul, kui nende sõnnik antakse põllule, rikastab see mulda.

Miks põlde hinnata?

Seotud N kogus sõltub kogusaagist ja liblikõieliste osakaalust ^[1,5]. Et hinnata toitainete olukorda rotatsioonis ja arvutada N-bilanssi, on liblikõieliste osakaalu hindamine hädavajalik. Hinnata tuleb põllul saagikoristuse ajal, seda ei saa teha seemnesegu põhjal ^[5].

Liblikõieliste adekvaatne hindamine on vajalik, sest see on üks muutujatest, mida on tarvis N-bilansi arvutamiseks. Liblikõieliste osakaalu täpsem hinnang võimaldab täpsemalt arvutada N sidumist ja N-bilanssi.

Kes saab kasutada?

Vahend on mõeldud tootjatele ja nõustajatele. See võimaldab harjutada liblikõieliste osakaalu hindamist liblikõieliste-kõrreliste segudes (külvikorras olevad ja püsirohumaad). Liblikõieliste osakaal on oluline muutuja N-bilansi arvutamisel.

Kuidas see töötab?



„Liblikõieliste hindaja“ sisaldab kahte valikut fotosid – üks külvikorras olevale liblikõieliste-kõrreliste ja teine püsirohumaale. Fotodel on kujutatud erinevad segud erinevates küpsusastmetes ja vastava liblikõielise osakaaluga. Iga fotoga seotud info pärineb teadusuuringutest ja toitaineanalüüsist.

Arvutipõhine tarkvara esitab fotosid juhuslikult ja võimaldab kasutajal liblikõieliste sisaldust kuivainesaagis hinnata, valides ühe protsendiklassi. Täiendavalt näidatakse keskmine kultuuri kõrgus ja saak ning info arvatatud N sidumise, N eemaldamise ja N-bilansi kohta.

Milliseid andmeid esitatakse?

Kasutajaliides

Kasutajaliides on veebipõhine ja näitab liblikõieliste-kõrreliste segu fotosid, variante liblikõieliste osakaalu (%) hindamiseks ning lisainfot.

Hinda liblikõieliste sisaldust (%) segus



õige on: 59 %

saak kuivaines (t/ha) 3,1

värske biomassi saak (t/ha) 15,5

0-20 %

21-40 %

41-60 %

61-80 %

81-100 %

järgmine pilt

Kuidas kasutada?

„Liblikõieliste hindaja“ töötab kõikide veebilehitsejatega ja seda saab kasutada ilma eelnevate oskuste ja installeerimiseta.

Miinimumnõuded

Veebilehitseja (nt Mozilla Firefox, Windows Internet Explorer)

Harjuta liblikõieliste hindamist 5 sammuga

- Ava veebibrauseris fail.
- Vali „külvikord“ või „püsirohuma“ ja harjutamine algab.
- Vaatle esimest fotot ja loe lisainfot.
- Hinda liblikõieliste osakaalu vajutades nuppu, mis näitab „%“.
- Kui avaneb aken „õige“, saad valida järgmise foto, kui mitte, oli vastus vale ja saad valida teise %.



Hindamisoskus paraneb õppimisega, seega harjuta regulaarselt ja jälgi oma edukust. **Naudi harjutamist!**

Jälgi oma harjutamist!

- Hinda 100 fotot ja märgi eksimuste arv.
- Korda seda kolm korda ja võrdle tulemusi.
- Harjuta, kuni teed nt vähem kui 20 viga!

Hindamisoskuste rakendamine

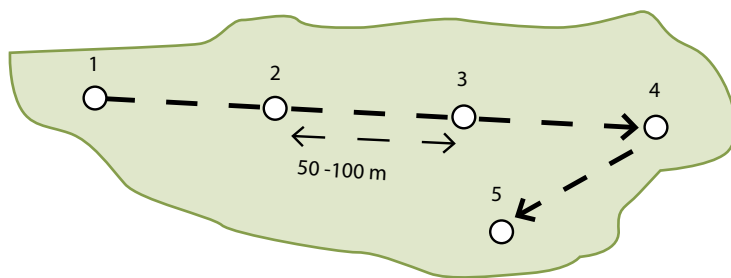
Pärast harjutamist on hindamisoskus piisav, et hinnata liblikõieliste sisaldust põllul. Väga üldise pildi saamiseks võib hinnata nt traktorist. Kui aeg võimaldab, on soovitatav täpsem hindamine mõnel põllul. Seda saab teha kiire transekt(diagonaal)käiguga üle põllu.

Kuidas hinnata põllul (pärast harjutamist)?

- Kasuta andmete talletamiseks päevikut.
- Kõnni diagonaalselt läbi põllu (transekt).
- Võta näidis iga 50–100 m kohta (väldi põlluservi).
- Võta 5 näidist põldudelt, kus liblikõieliste protsendi erinevus on väike.
- Võta 10 näidist põldudelt, kus liblikõieliste protsendi erinevus on suur.
- Hinda ühte ruutmeetrit näidise kohta (kasuta raami või pulki piiride märkimiseks).
- Kirjuta iga näidise protsent üles ja arvuta keskmine.
- Hindama peaks igal hooajal, sest osakaal võib põlluti ja niiteti olla erinevatel aastatel erinev.

Kuidas transektkäiku teha?

Liblikõielise % hindamine põllul (täpne hindamine)



Keskmine põllu liblikõieliste %

Näidis	%
1	40
2	25
3	20
4	45
5	60
Keskmine	38

Liblikõieliste % hindamine traktorist (ligikaudne)



Varustus: 0,5 m² pulkadest raam ja köögikaal

- Märgi oma hinnang üles ja lõika näidised (0,5 m²).
- Sordi taimed liblikõielisteks ja mitte-liblikõielisteks.
- Kaalu kõik taimed ja liblikõielised, arvuta:

$$\text{liblikõielise \%} = \frac{\text{liblikõieliste taimed (g)}}{\text{kõik taimed (g)}} \cdot 100$$

Testi oma hindamisostkust ise

See võib olla ka tootjate grupitööks, mida juhendab nõustaja.

Põllukülvikorra rohumaa näited

(Fotod: ZALF)

Klassifikatsioon

1-20 %



11% liblikõielisi / 4,2 t/ha KA / 51 cm



4% liblikõielisi / 4,4 t/ha KA / 47 cm

21-40 %



37% liblikõielisi / 2,6 t/ha KA / 37 cm



22% liblikõielisi / 3,8 t/ha KA / 53 cm

41-60 %



59% liblikõielisi / 3,1 t/ha KA / 51 cm



48% liblikõielisi / 3,7 t/ha KA / 42 cm

61-80 %



78% liblikõielisi / 2,7 t/ha KA / 42,6 cm



73% liblikõielisi / 3 t/ha KA / 46,4 cm

> 81 %



94% liblikõielisi / 2,1 t/ha KA / 24 cm



80% liblikõielisi / 2 t/ha KA / 39 cm

Püsirohuma näited

(Fotod: ZALF ja M. Elsässer)



4 % liblikõielisi / 4,2 t/ha KA / 30 cm



5 % liblikõielisi / 2,8 t/ha KA / 45 cm

Klassifikatsioon

< 6 %



11 % liblikõielisi / 2,2 t/ha KA / 37 cm



18 % liblikõielisi / 3 t/ha KA / 27 cm

6-20 %



25 % liblikõielisi / 1,7 t/ha KA / 33 cm



35 % liblikõielisi / 2,9 t/ha KA / 29 cm

21-40 %



45 % liblikõielisi / 3,6 t/ha KA / 60 cm



51 % liblikõielisi / 2,1 t/ha KA / 25 cm

> 40%



Püsirohumaade piltide ja näidete eest täname Prof. Martin Elsäßerit ja Sylvia Engelit Baden-Wuerttembergi Põllumajanduskeskuse (LAZBW Aulendorf) rohumaa majandamise ja söödatootmise osakonnast. Abi eest näidete ja andmete töötlemisel täname Gerlinde Stanget Leibnizi Põllumajandusmaastike Uurimiskeskusest (ZALF) Münchebergis ning Maakasutuse Instituudi ja ZALF Münchebergi katsejaama töötajaid.

Selle töövahendi esimene versioon on avaldatud raamatus 'Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau: Ein Handbuch für Beratung und Praxis mit Anwendungs-CD' autorites Stein-Bachinger, K., Bachinger, J. and Schmitt, L. (2004). ISBN 978-3-941583-14-6

ÖTP tarkvara



ROTOR – Mahekülvikorrplaneerija

Vahend külvikorra planeerimiseks mahepõllumajanduses

Moritz Reckling, Johann Bachinger ja Karin Stein

TARKVARA ON LEITAV: WWW.BERAS.EU

Miks see on tähtis?	122
Kuidas töötab?	123
Kuidas kasutada?	123
Kasutajaliides	124
Tulemuste tõlgendamine	126
Näidishindamine	127

Miks see on tähtis?

ÖTP eesmärk on efektiivne toitaineringlus omatoodetud sööda ja sõnniku abil ning väliste sisendite madal tase. Hästi planeeritud külvikord on efektiivse ÖTP aluseks. **Külvikord** peaks tagama piisava sööda, müügikultuuride kõrge saagikuse, pikaajalise tootlikkuse ning kogu süsteemi kestlikkuse. Arvestada tuleb fütosanitaaria nõudeid, efektiivset umbrohtude tõrjet, piisavat lämmastikuga varustamist liblikõielistega, stabiilset N- ja C-bilanssi ning toitainekadude vähendamist.

Miks planeerida ROTOR-iga?

Mahekülvikorra planeerimine nõuab toitainete, huumuse, umbrohtude, haiguste, müügi- ja saagikultuuride ning sõnnikuga arvestamist.

ROTOR on vahend pikaajaliseks planeerimiseks põllu tasandil, et tagada:

- piisav sööt,
- umbrohtudega võitlemine,
- fütosanitaarnõuete järgimine,
- maksimaalne N sidumine liblikõielistega,
- N kao minimeerimine leostumisel.

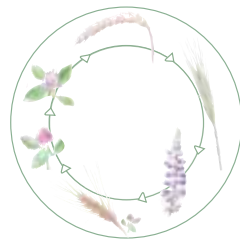
ROTOR aitab nõustajal kõiki neid tegureid korruga arvestada.

Kes saab kasutada?

ROTOR vajab teatavat eelnevat kogemust ja mõnel juhul on tarvis tarkvara installeerida. See on loodud nõustajate tarbeks, kuid seda võivad kasutada ka tootjad, õppejõud ja üliõpilased.



Kuidas töötab?



ROTOR teeb arvutused eelmääratletud tootmistegevuste põhjal. See iseloomustab kõiki põllutöid kultuuride kaupa, alates künnist ja lõpetades saagikoristusega. Iga kultuuri on võimalik kasvatada erinevalt, seepärast on olemas erinevad tootmistegevused erinevate eelkultuuridega, nt kündmine ja minimeeritud harimine, allakülv, vahekultuuride kasvamine, sönniku andmine, põhu koristamine ja mehaaniline umbrohtõrje.

Külvikorrad iseloomustavad tootmistegevusi, mida hinnatakse agronoomiliste kriteeriumite alusel, nagu N sidumine, N eemaldamine, N- ja C-bilanss, N leostumine, fütosanitaarsed piirangud ja umbrohtumuse oht.

Kuidas tarkvara kasutada?

ROTOR on kohandatud mõnede Läänemere-äärsete riikide tarbeks. Riigisiselt on eristatud erinevad mullatüübid. Eesti tarbeks seda veel kohandatud pole.

- Tulemusi saab kasutada erinevate külvikorravariantide võrdlemiseks.
- Absoluutväärtustesse suhtuda ettevaatusega!
- Kui kasutate ROTORit muudes piirkondades ja riikides, tuleb seda kohandada. Kui seda pole tehtud, tuleb tulemustesse suhtuda suure ettevaatusega!


Microsoft Access, miinimumversioon 2000

Tarkvaranõuded



Kasutajaliides

Kasutaja töötab kahe liidesega – andmesisestusvorm ja tulemused. Andmesisestusvorm on toodud allpool:



ROTOR
 Organic Crop Rotation Planner

Site data

Select your site characteristics

Country	Soil quality		Annual precipitation		Precipitation winter half year
Denmark	Jord Bonitet 6		541 - 600		250
Sweden	clay soil		601 - 660		275

Selection of crops and crop sequences

Select the number of years and the sequence of crops or leave years blank to generate se

Number of years	Year 1	Year 5	<p>Press to generate and evaluate blue crop rotations</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 100px; margin: 0 auto;"> <p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">calculate</p> </div>
<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">4</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; background-color: #333; color: white;">5</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">6</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">7</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">8</div>	Legume grass		
	Year 2	Year 6	
	Legume grass		
	Year 3	Year 7	
	Year 4	Year 8	

Settings of production measures

If you want change the standard values according to your aims


Manure selection	Straw harvest	Forage use of legume-grass	Legume proportion in legume grass leys	Catch crops	
<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> solid & liquid <input checked="" type="checkbox"/> solid <input type="checkbox"/> liquid	<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> both	<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> stubble seeds <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> undersown <input checked="" type="checkbox"/> no

0.7
0.8 % DM

Settings for crop rotation generation and thresholds

If you want to generate rotations, select the settings below according to y

Phytosanitary restrictions <input checked="" type="checkbox"/> on <input type="checkbox"/> off	Thresholds of weed infestation risks winter annual <input type="text" value="1"/> <input type="checkbox"/> off spring annual <input type="text" value="1"/> <input type="checkbox"/> off perennials <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/> off	from – 4 up to +4 negative values indicate a reduction and positive values an increase in
Crop sequency restrictions Spring crops: <input type="text" value="4"/> max. crops in series <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="2"/>	Thresholds of overall N balance minimum - <input type="text" value="5"/> % <input type="checkbox"/> on maximum - <input type="text" value="15"/> % <input type="checkbox"/> on	



ROTOR prototype 1.0 (2013)
 Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF)



Hinda oma külvikorda mõne sammuga

1. Ava Microsoft Access fail.
2. Avaneb andmesisestusvorm.
3. Vali oma piirkonna andmed (riik, mullaandmed, sademed). Kui vajalikku piirkonda pole, kasuta võrreldava teise piirkonna andmeid või võta ühendust arendajaga.
4. Vali aastate arv ja kultuurid rotatsioonis, mida tahad hinnata, alustades liblikõielise-kõrreliste segust.
5. Täpsusta tootmistingimused või jäta standardväärtused (sõnnik, põhukoristus, liblikõieliste-kõrreliste kasutus, liblikõieliste %, vahekultuur).
6. Vajuta „arvuta“, et rotatsiooni hinnata.
7. Avaneb tulemuste ülevaade (võib mõne sekundi aega võtta).
8. Kui soovid külvikorda või teisi seadeid muuta, sulge tulemuste leht ja tee muudatused.

Loo külvikorrad

1. Vali külvikorra pikkus.
2. „Kultuuride ja viljavahelduse“ juures võid jätta kõik või mõned aastad tühjaks.
3. Muuda külvikorra loomise seadeid.
4. Jätka sammuga 6 ülaltoodud nimekirjas.

Tulemuste sortimine

Standardne tulemuste sortimine põhineb N ülejäägil madalamast kõrgemani, selle muutmiseks:

1. Ava tulemuste lehekülg ja mine „eelvaade“ (paremkliik ja vali „eelvaade“).
2. Mine „grupeerimine ja sortimine“ (paremkliik ja vali „grupeerimine ja sortimine“).
3. Leia „sorditud järgi“ (tulemuste lõpus) ja vali kriteerium nimekirjast.
4. Vali kas „kõrgemast madalamani“ või vastupidi.

Tulemuste tõlgendamine

Tulemuste aruanne näitab arvutatud väärtusi kultuuri ja rotatsiooni kaupa. Näidatakse mitmeid külvikorravõimalusi, sortituna N ülejäägi järgi (seda saab muuta).

Tootmistegevuste kirjeldus

Tootmise detailid, nt vahekultuurid, allakülv, kündmine ja sõnniku laotamine.

Saak [t/ha]

Kuivainesaadid, arvutatuna vastavalt mullatüübile, sademetele, eelkultuurile ja antud sõnnikule.

N₂-sidumine [kg N/ha]

N, mis on seotud liblikõieliste, allakülvide, vahekultuuride ja kattekultuuridega.

N leostumine [kg N/ha]

Aastane N leostumine → peaks olema võimalikult väike.

N eemaldamine [kg N/ha]

Aastane N eemaldamine kultuuridega.

N-bilanss [kg N/ha]

Keskmine aastane N-bilanss, arvutatuna sisend-väljund → peaks pikaajalises plaanis olema nullilähedane (-10 kuni +10).

N-bilanss % N sisend [%]

N-bilanss, % N sisendist → peaks olema pikaajalises plaanis nullilähedane.

C-bilanss [%]

Aastane C-bilanss ^[25] → peaks olema üle 100%, et tagada stabiilne C-bilanss.

Umbrohtumuse oht [hinne]

Negatiivsed hinded vähendavad ja positiivsed suurendavad umbrohtumust (hinne -4 kuni +4) → sõltuvalt mullast ja tootmisest, umbrohtumuse oht peaks olema väike ja seega negatiivse hindega.

Näidishindamine

Näidiskülvikord Saksamaal (Brandenburg) liivmulla jaoks kahe kasvatusvalikuga, mulla hindeklass 25 (liivmuld).

Sademed: 500 mm aastas ja 225 mm talvel

Külvikord:

libliköielised-kõrrelised (multšimine) – talirukis – talirukis – lupiin – kaer

Variant A: Libliköieliste-kõrreliste allakülv kaerale

Libliköielisi keskmiselt 50%

Kultuur	Saak	N ₂ -sidumine	N-leostumine	N-bilanss	Umbrohtumuse risk (- vähendab, + suurendab)			Huumuse taas-tootmine
	[t/ha]	[kg N/ha]			mitme-aastased	suvi	sügis	%
Libliköielised-kõrrelised (50% libliköielisi)	24	124	3	105	0	-1	-1	
Talirukis	2,6	0	20	-57	-1	-1	3	
Talirukis	2,1	0	14	-44	-1	-1	3	
Lupiin	1,5	76	26	-3	0	3	-1	
Kaer + libliköieliste-kõrreliste allakülv	1,6	0	33	-54	0	1	-1	
Külvikorra keskmine		40	20	-11	-0,2	0,2	0,6	108

Variant B: Vahekultuuri lisamine enne kaera (rüps)

Libliköieliste osakaal suurendatud 70%-ni

→ muudatused variandis B on märgitud rohelisega

Kultuur	Saak	N ₂ -sidumine	N-leostumine	N-bilanss	Umbrohtumuse risk (- vähendab, + suurendab)			Huumuse taas-tootmine
	[t/ha]	[kg N/ha]			mitme-aastased	suvi	sügis	%
Libliköielised-kõrrelised (70% libliköielisi)	24	167	12	139	0	-1	-1	
Talirukis	2,6	0	20	-57	-1	-1	3	
Talirukis	2,1	0	14	-44	-1	-1	3	
Lupiin	1,5	76	26	-3	1	3	-1	
Kaer + vahekultuur + libliköieliste-kõrreliste allakülv	2,0	0	13	-42	-1	1	-2	
Külvikorra keskmine		49	17	-1	-0,4	0,2	0,4	117



Viited

- 1 **Granstedt, A. (2012):** Farming for the future. With a focus on the Baltic Sea region. COMREC Studies in Environment and Development No. 6, BERAS Implementation reports No. 2. Södertons University, Sweden, pp 133.
- 2 **Granstedt, A., Schneider, T., Seuri, P., Thomsson, O. (2008):** Ecological Recycling Agriculture to Reduce Nutrient Pollution to the Baltic Sea. Biological Agriculture and Horticulture, Vol. 26, pp 279-307.
- 3 **Larsson, M. & Granstedt, A. (2010):** Sustainable governance of the agriculture and the Baltic Sea – Agricultural reforms, food production and curbed eutrophication. Ecological Economics, Vol. 69, pp 1943-1951.
- 4 **KTBL (2009):** Faustzahlen für die Landwirtschaft. 14. Auflage, Darmstadt, pp. 1180.
- 5 **Stein-Bachinger, K., Bachinger, J., Schmitt, L. (2004):** Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau. KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.), 423, Darmstadt, pp 136.
- 6 **Stein-Bachinger & Werner, W. (2007):** Effect of Manure on Crop Yield and Quality in an Organic Agricultural System. Biological Agriculture and Horticulture, Vol. 14, pp. 221-235.
- 7 **Haas, G. (2009):** Wasserschutz im Ökologischen Landbau.- Bundesprogramm Ökologischer Landbau, pp 61.
- 8 **Lampkin, N. (1990):** Organic Farming. Farming Press Books, UK, pp 70.
- 9 **COG (2001):** Organic Field Crop Handbook. Canadian Organic Growers Inc., 2nd Edition, pp 292.
- 10 **UBA (2011):** Stickstoff – Zuviel des Guten? www.umweltbundesamt.de
- 11 **Kelm, M., Loges, R., Taube, F. (2007):** N surpluses of organic and conventional farms in Northern Germany- Results from the COMPASS project. 9. Wiss. Tagung Ökologischer Landbau, pp 29-32
- 12 **Mewes, M. (2006):** Die volkswirtschaftlichen Kosten einer Stoffausträge in die Ostsee minimierenden Landnutzung. Diss.Univ. Greifswald, Shaker Verlag, Aachen, pp 290.
- 13 **Loges, R. & Taube, F. (2011):** Nitratauswaschung, Ertrag und N-Bilanz zweier Fruchtfolgen mit unterschiedlichem Leguminosenanteil im mehrjährigen Vergleich. 11. Wiss. Tagung Ökologischer Landbau, pp 89-92.
- 14 **Elsäßer, M. (1998):** Düngung von Wiesen und Weiden. Merkblätter für die umweltgerechte Landbewirtschaftung. Nr. 13, Ed. Landesanstalt für Pflanzenbau, Forchheim, Rheinstetten, pp 8.
- 15 **Rauhe, K. (1964):** Möglichkeiten des Humusersatzes durch Düngung und Pflanze. Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin; Bd. 13, H. 6, pp 26.
- 16 **LVLF (2008):** Richtwerte für die Untersuchung und Beratung sowie zur fachlichen Umsetzung der Düngeverordnung (DüV). Gemeinsame Hinweise der Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. www.lflf.brandenburg.de, pp 87.
- 17 **Pietsch, G. & Friedel, J. (2007):** Was Leguminosen bringen. BIO AUSTRIA, pp 20-21.
- 18 **Faßbender, K., Heß, J., Franken, H. (1993):** Sommerweizen, grundwasserschonende Alternative zu Winterweizen auf leichten Böden In: Zenger, U. (Hrsg.): Forschung im Ökologischen Landbau. Tagungsband zur 2. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, pp 139-144.
- 19 **Landesanstalt für Landwirtschaft (2006):** Standorttypische Humusgehalte von Ackerböden in Bayern. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt 16. www.lfl.bayern.de.
- 20 **European Nitrate Directive (91/676/EEC):** <http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/report.html>

- 21 **Mohler, C.L. & Johnson, S.E. [eds.] (2009):** Crop Rotation on Organic Farms – A planning manual. Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service (NRAES), 177, www.nraes.org
- 22 **Freyer, B. (2003):** Fruchtfolgen – Konventionell – Integriert – Biologisch. Eugen Ulmer, Stuttgart, pp 230.
- 23 **Kolbe, H. (2005):** Vorfruchteignung der Kulturarten. Sächsische Landesanstalt für Pflanzenbau, FB Pflanzliche Erzeugung, Leipzig.
- 24 **Bayerische Akademie der Wissenschaften [Hrsg] (2008):** Humus in Böden: Garant der Fruchtbarkeit, Substrat für Mikroorganismen, Speicher für Kohlenstoff H&K aktuell. Rundgespräch Kommission für Ökologie 35, Verlag Dr. Pfeil, pp 142.
- 25 **Hülsbergen, K.-J., Braun, M. & Schmid, H. (2012):** Die Bedeutung der Kohlenstoffversorgung in Böden. Lebendige Erde, 3, pp 12-14. Leithold, G. und K.-J. Hülsbergen (1998): Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. Ökologie und Landbau, 105, pp 32-35.
- 26 **Baltic Sea Now (2012):** Our chemicalized Sea. <http://www.balticseanow.info>
- 27 **Kahnt, G. (1986):** Biologischer Pflanzenbau.- Stuttgart, Ulmer, pp 228.
- 28 **Kattwinkel, M., Kühne, J.V., Foit, K., Liess, M. (2011):** Climate change, agricultural insecticide exposure, and risk for freshwater communities. Ecological Applications 21:2068–2081. <http://dx.doi.org/10.1890/10-1993.1>
- 29 **BLE (2006):** Pflanzenschutz im Ökolandbau. Krankheiten und Schädlinge. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Germany, pp 20.
- 30 **Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (2006):** Biologischer Pflanzenschutz im Freiland. Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Verlag Eugen Ulmer, Germany, pp 304.
- 31 **Schwarz, A. (2009):** Nützlingsförderung im Ackerbau. UFA-Revue Mai 2009. Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen, Switzerland, pp 3.
- 32 **Wageningen UR (2006):** Practical weed control in arable farming and outdoor vegetable cultivation without chemicals. WUR Applied Plant Research, Wageningen, The Netherlands, pp 77.
- 33 **JKI (2012):** Vorratsschutz. URL: [oekologischerlandbau.jki.bund.de / Vorratsschutz](http://oekologischerlandbau.jki.bund.de/Vorratsschutz)
- 34 **www.fao.org/docrep/005/y4252e/y4252e06.htm.**
- 35 **Schrimppf, E. (2010):** Rahmenbedingungen für einen nachhaltigen (Öl)-Pflanzenbau weltweit.- http://www.bv-pflanzenoele.de/pdf/Schrimppf_Rahmenbedingungen.pdf.
- 36 **FIBL et al. (2012):** Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit. www.bodenfruchtbarkeit.org/grundlagen.html.
- 37 **Claassen, N. & Jungk, A. (1984):** Bedeutung von Kaliumaufnahme, Wurzelwachstum und Wurzelhaaren für das Kaliumaneignungsvermögen verschiedener Pflanzenarten. Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 147, pp 276-289.
- 38 **Brock, C. Hoyer, U., Leithold, G., Hülsebergen, K.-J. (2008):** A new approach to humus balancing in organic farming. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, pp 40-43.
- 39 **Granstedt, A. & Kjellenberg, L. (2008):** Organic and biodynamic cultivation – a possible way to increasing humus capital, improving soil fertility and providing a significant carbon sink in Nordic conditions. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, pp 32-35.
- 40 **Kelm, M., Loges, R. & Taube, F. (2008):** Comparative analysis of conventional and organic farming systems: Nitrogen surpluses and losses. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, pp 312-315.
- 41 **Cordell, D., Drangert, J.-O., White, S. (2009):** The story of phosphorus: Global food security and food for thought. Global Environmental Change 19, pp 292-305.

- 42 **HELCOM (2013):** Approaches and methods for eutrophication targets setting in the Baltic Sea region. *Balt. Sea Environ. Proc. No. 133*, pp 134.
- 43 **Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (2002):** Phosphordüngung und Gewässerschutz. www.umweltministerium.bayern.de.
- 44 **Scheffer, B. (2010):** Schutz der Böden vor Überdüngung. *WasserWirtschaft* pp 1-2.
- 45 **Efma (2000):** Phosphorus essential element for food production. European Fertilizer Manufactures' Association, Belgium. www.efma.org.
- 46 **Gantham, A. (2010):** Mycorrhiza Matter. www.rodaleinstitute.org www.mycorrhiza.com.
- 47 **Kjaergaard, T. (1994):** The Danish Revolution 1500-1800. Diss.
- 48 **Bachinger, J., Zander, P. (2007):** Bachinger, J. & Zander, P. (2007): ROTOR, a tool for generating and evaluation crop rotations for organic farming systems. *Europ. J. Agronomy* 26, pp 130-143.
- 49 **Baltic COMPASS():** www.balticcompass.org.
- 50 **Gattinger, A. et al. (2012):** Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1209429109.
- 51 **FIBL, Bio Austria et al. (2012):** Soil fertility. ISBN 978-3-03736-208-2.
- 52 **Schnug et al. (2003):** Die Ausnutzung von Phosphor aus Düngemitteln unter besonderer Berücksichtigung des ökologischen Landbaus. www.fal.de.
- 53 **Amberger, A. (1996):** Pflanzenernährung. 4. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart, pp 319.
- 54 **Schilling, G. (2000):** Pflanzenernährung und Düngung. Ulmer Verlag, pp 464.
- 55 **Gisi, U. (1990):** Bodenökologie. Thieme Verlag, Stuttgart, pp 304.
- 56 **www.fibl.org, www.bodenfruchtbarkeit.org/504.html**
- 57 **Scheller, E. (2002):** Eiweißstoffwechsel im Boden und Humusaufbau. *Lebendige Erde* 3, pp 40-43.
- 58 **Köpke, U. (2004):** Rotation for Organic Farming: Its Aims and Implementation. International Symposium on Organic Agri-culture, Korea, pp 1-25. Own adaption.
- 59 **Bertilsson J. (2001):** Konferensrapport Ekologiskt lantbruk Ultuna 13-15 November. CUL.
- 60 **Waghorn G. C., Hegarty R. S. (2011):** Lowering ruminant methane emissions through improved feed conversion efficiency. *Animal Feed Science and Technology* 166-167 (2011) 291-301.
- 61 **Nauta WJ, Veerkamp RF, Brascamp EW, Bovenhuis H. (2006):** Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in the Netherlands. *Journal of Dairy Science* 89: 2729-2737.
- 62 **Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, NL (1985).**
- 63 **EcoAminoConference (2010):** November 4 Aarhus DK.
- 64 **Vägen till ekologisk mjölkproduktion (2010):** Jordbruksinformation 1 -. Jordbruksverket.
- 65 **Granstedt, A. (1998):** Ekologiskt lantbruk - fördjupning. Natur och Kultur/LTs förlag
- 66 **Källander, I. & Ögren, E. (2005):** Ekologiskt lantbruk – odling och djurhållning. Natur och Kultur/LTs förlag.
- 67 **www.luomu.fi/tietoverkko/**
- 68 **Edwards, S. (2002):** Feeding organic pigs – A handbook of raw materials and recommendations for feeding practice. University of Newcastle upon Tyne.

Lühendid

ADF	seedumatu kiudaine
a.k.	allakülv
C	süsinik
C/N	süsiniku/lämmastiku suhe
Ca	kaltsium
CO ₂	süsinikdioksiid
Corg	orgaaniline süsinik
EKMP	energia suhtes korrigeeritud piim
KA	kuivaine
MJ	megadžaul
MKF	monokaltsiumfosfaat
N	lämmastik
NH ₄	ammoonium
NO ₃	nitraat
P	fosfor
ph	põldhein (liblikõieline-kõrreline)
ROTOR	mahekülvikorra planeerimise tarkvara
S	väävel

Toimetajate aja autorite aadressid

Toimetajad

Dr. Karin Stein-Bachinger, Moritz Reckling ja
Johannes Hufnagel
Leibniz Centre for Agricultural Landscape
Research (ZALF) e.V.
Institute of Land Use Systems
Eberswalder Str. 84
15374 Müncheberg
Saksamaa
kstein@zalf.de
moritz.reckling@zalf.de
jhufnagel@zalf.de

Leibnizi Põllumajandusmaastike Uurimiskeskus (ZALF) uurib põllumajandusmaastike ökosüsteeme ja majanduslikult ning ökoloogiliselt kestlike maakasutussüsteemide arendamist. Maakasutuse instituudi peamiseks ülesandeks on hinnata ja arendada jätkusuutlikke majandamisüsteeme, sh mahepõllumajandust.

ZALF teostab inter- ja transdistsiplinaarseid uuringuid kohalikul, riiklikul ja Euroopa tasandil.

Lisainfo: www.zalf.de

Autorid

Gustav Alvermann
Ackerbauberatung, Trenthorst 24 a
23847 Westerau
Saksamaa
Gustav.Alvermann@t-online.de

Prof. Dr. Artur Granstedt
Kulturcentrum 13, 15931 Järna,
Rootsi
artur.granstedt@beras.eu

Prof. Dr. Stefan Kühne
Federal Research Centre for Cultivated Plants
Julius Kühn-Institut (JKI)
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow
Saksamaa
Stefan.kuehne@jki.bund.de

Moritz Reckling
ZALF e.V., Institute of Land Use Systems
Eberswalder Str. 84,
15374 Müncheberg
Saksamaa
moritz.reckling@zalf.de

Katarina Rehnström
Gamla Kustvägen 254 B
10 600 Ekenäs
Soome
kata@bene.fi

Dr. Karin Stein-Bachinger
ZALF e.V., Institute of Land Use Systems
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg
Saksamaa
kstein@zalf.de

Fotograafid

© Johann Bachinger, Moritz Reckling, Karin Stein-Bachinger, Asa Odelros, Katarina Rehnström, Stefan Kühne, Carlo Horn, Gustav Alvermann, Johannes Hufnagel, Gerlinde Stange, Frank Gottwald, Klaus-Peter Wilbois (lk 48 vasakul), Martin Elsäßer (lk 59 paremal all, lk 68)

Projekti partnerid

	ROOTSI Södertörni Ülikool www.sh.se		LEEDU Aleksandras Stulginski Ülikool www.lzuu.lt/pradzia/lt
	Biodünaamika Instituut www.jdb.se/sbfi		Balti Sihtasutus HPI www.heifer.lt ; www.heifer.org
	Södertälje vald www.sodertalje.se		Kaunase omavalitsus www.krs.lt
	Rootsi Maaeluvõrgustik www.landsbygdsnatverket.se		POOLA Riiklik Uurimisinstituut – mullateaduse ja taimekasvatuse instituut www.iung.pulawy.pl
	Rootsi Maaettevõtluse selts, Gotland, Kalmar http://hs-i.hush.se		
	SOOME MTT www.mtt.fi		Kujawsko-Pomorski Nõuandekeskus Minikowos, www.kpodr.pl
	Uusimaa majandusarengu, transpordi ja keskkonnakeskus www.ely-keskus.fi/uusimaa		Poola Ökoklubi Krakowis, Gliwice www.pkegliwice.pl
	Soome Keskkonnainstituut www.environment.fi/syke		Tootjate Liit „Solidarsus“ www.solidamoscri.pl
	Helsingi Ülikool, põllumajanduse osakond www.helsinki.fi		Pommeri Põllumajanduse Nõuandekeskus Gdańskis www.podr.pl
	EESTI Eesti Maaülikool www.emu.ee		SAKSAMAA Leibnizi Põllumajandusmaastike Uurimiskeskus, www.zalf.de
	Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus (EMSA) www.maheklubi.ee		TAANI Ökonõukogu www.ecocouncil.dk
	LÄTI Läti Maaelu Nõuande- ja koolituskeskus www.llkc.lv		VALGEVENE Loomakasvatavate Ühing “Ida-Lääs”



EESMÄRK

Läänemere keskkonnaseisund on ohus. Selle peamiseks põhjuseks on taimetoitained intensiivsest ja spetsialiseerunud põllumajandusest. Projekt „BERASe rakendamine“ aitab seda probleemi lahendada ökoloogilise taaskasutava põllumajanduse (ÖTP) edendamisega, hõlmates kogu toiduahelat.

KELLELE JUHEND ON MÕELDUD?

Juhend aitab tootjaid ja nõustajaid ÖTPd ellu viia. Juhendit saavad kasutada ka kõik teised huvilised.

SISU

Juhend koosneb neljast raamatust, mis hõlmavad järgmisi teemasid:

Tootmise osa annab praktilisi soovitusi ÖTP rakendamiseks, et tagada toitainete efektiivne kasutamine ÖTPle üleminekul ja selle ajal. Lisatud on tarkvaralahendused, mis aitavad sobivat külvikorda planeerida ja parandada toitainete kasutamist ettevõtete tasandil.

Majanduse osa annab nõu mahetootmisele ülemineku planeerimiseks ja näitab, kuidas ülemineku mõjutab ettevõtte majandusolukorda.

Turunduse osa tutvustab viise, kuidas paremini tutvustada ja müüa mahe- ja ÖTP toodangut.

Talude näidete osa tutvustab erinevate Läänemere-äärsete ettevõtete ÖTPle üleminekut, probleeme ja tulevikuplaane.

Raamatud on inglise keeles allalaaditavad aadressil www.beras.eu. Eesti keelde on tõlgitud ainult käesolev Osa 1: tootmine.