
Mehaaniline umbrohutõrje mahepõllumajanduses

Uuringute ja praktiliste kogemuste ülevaade



Lühendatult tõlgitud väljaandest:

Landtechnische Lösungen zur Beikrautregulierung im Ökolandbau

Herausgeber Birgit Wilhelm und Oliver Hensel

Verlag Deutsches Institut für Tropische und Subtropische Landwirtschaft (DITSL) GmbH, Witzenhausen

ISBN 978-3-9801686-8-7

Universität Kassel

Fachgebiet Agrartechnik

Nordbahnhofstr. 1a

37213 Witzenhausen

© DITSL, Witzenhausen 2011

Tõlge: Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus, 2018

Tõlgitud väljaanne on osa projektist, mida on rahastatud Euroopa Liidu teadusuuringute ja innovatsiooni raamprogrammi „Horisont 2020” raames toetuslepingu nr 652654 alusel. Materjal kajastab üksnes autori seisukohti ja Teadusuuringute Rakendusamet ei vastuta selles sisalduva teabe kasutamise eest.

Rohkem infot OK-NET-ARABLE projekti kohta: <http://www.ok-net-arable.eu/>



Sisukord

1	Üldpõhimõtted.....	4
1.1	Ülevaade seadmetest.....	4
1.2	Umbrohtudest.....	13
1.3	Ennetav umbrohutõrje mahetootmises	16
1.4	Mehaaniline umbrohutõrje – mulla tihenemine rattajäljes	20
2	Mullaharimine ja külviks ettevalmistamine	26
2.1	Otsese tõrje võtted põldohaka ja karvase hiireherne tõrjel.....	27
2.2	Põldohaka leviku uurimise mitmeaastane välikatse mahepõllumajanduslikus mullaharimises	31
2.3	Kergadra kasutamine põldohaka tõrjeks loomakasvatusega maheviljeluses	36
2.4	Umbrohutõrje ilma adrata – praktilised kogemused.....	42
2.5	Umbrohutõrjemeetodid köögiviljakasvatuses.....	47
2.6	Metskersi mehaaniline tõrje köögiviljakasvatuses	51
3	Meetmed köögiviljakasvatuses.....	57
3.1	Õlileegitusseadme eelised ja puudused.....	57
3.2	Umbrohutõrje optimeerimine sibulakasvatuses	62
3.3	Välikatsed erinevate vaheltharivate ja kultuuridega: apteegitill, soja ja köögiviljad	67
3.4	Teel täppisvaheltharimismasina poole – köögiviljade umbrohutõrje hanijalg-kultivaatoriga ...	74
3.5	Torsioonäke – reasisene umbrohutõrje.....	79
4	Mullaharimisvõtted.....	83
4.1	Äkete valimise ja seadistamise alused	83
4.2	Äestamine põlluharimisel – praktilised kogemused	87
4.3	Vedu pikkupidi – äestamine ristipidi: tähtäkke kasutamine reas- ja hajakultuuride harimisel ..	91
4.4	Teravilja ja põldherne umbrohutõrje.....	96
4.5	Kaunviljade taastumine pärast füüsilisi vigastusi noortaimede faasis.....	101
4.6	Suhkruherne umbrohutõrjes muldamisega saadud head tulemused	104
4.7	Suhkruherne vakku külvamise välikatse	109
4.8	EuM-Agrotec ketaskultivaatori kasutamise aruanne.....	113
5	Põllumajandustehnika arenguid	116
5.1	Reasisene mehaaniline umbrohutõrje – mehhatroonilised süsteemid ja robotika	116
5.2	Oblikatõrje maheviljeluses.....	120

5.3	Reas kasvatatavate kultuuride harimine reavahede multšijaga	126
5.4	Umbrohutõrje CombCut-ga	129

1 Üldpõhimõtted

1.1 Ülevaade seadmetest

Birgit Wilhelm – Kasseli Ülikool

Mehaaniliste umbrohutõrjeseadmete pakkumine on järjest edasi arenenud. Tihti on uuendused ja ideed pärit just pühendunud mahepõllumeestelt, kes on ise neid ehitanud. Herbitsiidide kasvavad hinnad ja umbrohtude resistentsuse juhtumid teatud toimeainetele teevad sobilikud seadmed ka tavapõllumeestele huvitavaks. Niimoodi laieneb potentsiaalsete klientide arv ja suurenevad masinaehitajate investeeringud, mis on vajalik eeldus uute arenduste tegemiseks ja ka tasuvuseks. Selles peatükis toodud seadmed jagunevad järgmistesse gruppidesse:

- ✓ põhiharimismasinad (ader, kultivaator jt),
- ✓ äkked,
- ✓ leegitustehnika,
- ✓ vaheltharijad,
- ✓ muud seadmed.

Põhiharimismasinad ja äkked

Külvielseks harimiseks kasutatakse erinevaid masinaid, mis on laialt tuntud ja siin täpsemat lahtiseletust ei teha. Masinate mõju umbrohtudele ei sõltu sel juhul mitte niivõrd masinast, kui töösügavusest ja ajastusest põllul. Äke leiab nii teravilja kui ka köögiviljakasvatuses väga laialdast kasutust nii külvielselt kui ja -järgselt. Selle kasutamine ja positiivne mõju sõltuvad väga palju ilmastikust. Eri tootjad on masina ehitamisel pannud rõhku spetsiifilistele omadustele ja eristuvad sellega üksteisest.

Leegitustehnika

Leegitajate peamine kasutusala on köögiviljakasvatus. Mahepõllumajanduses on külvatavate kultuuride puhul, nagu redis, põldsalat, spinat ja porgand, üldiselt tavaks kasutada umbrohtude leegitamist. Nende kultuuride puhul ei saa masinatega umbrohtu piisavalt tõrjuda ja käsitsi rohimine on liiga kallis. Siiski tuleks liiga suure energiakasutuse tõttu suurepinnalist leegitamist võimalikult minimeerida ja kasutada alternatiivseid võimalusi (äkked).

Vaheltharimismasinad

Vaheltharimismasinatel eristatakse masinaid, mis harivad ridade vahelt ja mis on võimelised umbrohtu kõrvaldama ka ridades. Lisaks on ka veel üksikud kombineeritud masinad, mis tõstavad masina võimekust umbrohtude tõrjel. Köögiviljakasvatuses on lisaks kasutusel vaheltharijad, mis on traktori esirippes või telgede vahel. Nii on mehaanilise umbrohutõrje juures võimalik kasutada erinevate masinate kombinatsioone.

Uued lahendused

Uuemateks lahendusteks on nt reamultšija ja CombCut, mis on lahendused Rootsist. Tehnilisi uuendusi mehaanilisel umbrohutõrjel tuleb aga järjest juurde ja osasid neist kirjeldatakse peatükis 5. Seal kirjutame robotitest ja kärnoblaka tõrjest kuumaveeauruga.

Põllumajandusmasinate tootjad ja ideeallikad

Mehaanilise umbrohutõrjega seotud tuntumate põllumajandusmasinate tootjate nimekirja leiab väljaande lõpust. Pidevalt toimub masinate arendus vaatamata sellele, et firmasid kaob, liidetakse ja luuakse uusi. Seepärast võib juhtuda, et siin kirjeldatud masinad pole enam uutena müügil, aga nad on siiski praktikas kasutuses ja neid saab hankida järelturult.

Vedrupiiäke

Äket kasutatakse peamiselt teraviljakasvatuses, aga ka köögiviljakasvatuses on tal oma roll. Turul pakutakse suur hulka erinevaid äkkeid töölaiusega kuni 27 meetrit. Niipea, kui mulla- ja ilmatingimused võimaldavad, saab äket kasutada ka „pimeäestamisel“ enne kultuuri tärkamist.

Toime: äkke töö ei ole seotud kultuurtaime ridadega. Selle peamine toime on väikeste umbrohtude liigutamine mullas. Liikumiskiiruse ja piide kaldenurga asetusega reguleeritakse masina tööd. Kui kultuur juba kasvab, siis tuleb liikumiskiirus valida selliselt, et kasvavale kultuurile võimalikult vähe viga teha.



P. Põldma

Leegitaja

Umbrohtude termilise töötlemise variandid algavad lahtisest leegist kuni infrapunakiirteni, mikrolaineteni, laserini, kuumutatud veeni, -vahuni või -õhuni. Praktikas on rohkem kogemusi avatud leegiga aga ka infrapunakiirte kasutamisega. Ülejäänud võimalustel veel turuväljundit ei ole ja kasutust on nad leidnud senini peamiselt katsetes.

Toime: leegitamisel kahjustuvad taimed tänu valkude denatureerimisele, pinna kuivatamisele ja rakkude kahjustumisele temperatuuri kiire tõusu tõttu. Leegitamist kasutatakse peamiselt enne kultuuri tärkamist.



Rootoräke

Taimeridadest sõltumatu seade (saksa k *sternhacke*). Metallist ja sõltumatu vedrustusega üksteise kõrvale asetatud konksjate otstega kettad. Tööd teeb terve pinna ulatuses. On võimalik kasutada ka tihedalt külvatud põldudel. Tööorgani paneb pöörlema nurgaga asetus sõidusuuna suhtes.

Toime: on peamiselt juurte pinnaletoomine ja väikeste umbrohtude liigutamine mullas. Masina reguleerimine toimub peamiselt sõidukiiruse abil (mida aeglasem, seda agressiivsem). Aeglasel sõitmisel saab kasutada ka mullaharimiseks.



Uni-äke (tähtäke)

Taimeridadest sõltumatu äke (saksa k *Uni-Hacke*, *Rollstriegel*). Kombinatsioon vaheltharimisnuga-dest ja tähtäkest. Vedrustatud vaheltharimisnuga töötab ridade vahel ja tähtäke, mis on kaldenurgaga 30°, töötab reas. Nii saavutatakse kogu mullapinna töötlemine. Kultuurtaimede kasvukohas sisenevad mulda piid, liigutavad mulda ühtlasel sügavusel ja võimaldavad kõvastunud mullakihti lõhkuda.

Toime: peamiselt väikestele umbrohtudele nii rea vahes kui ka reas. Toime on palju intensiivsem võrreldes tavalise äkkega. Sealjuures ei saa kultuurtaimed eriti kannatada.



Lõikavad vaheltharijad

Lõikavad vaheltharijad (saksa k *Scharhackgerät*) võivad olla väga erinevate varraste otsas (vedrustatud vardad, stabiilsed vardad või vibrovardad). Nad on kinnitatud raamile paralleelselt ja veetakse läbi mullapinna suhteliselt madalalt. Kasutatakse traktori telgede vahel või ka esirippes. Töösügavuse seadistust saab stabiilsete varraste ja vibrovarraste puhul teha ilma astmeteta igale tööorganile eraldi. Vedrustatud varraste puhul seadistatakse töösügavust kopeerrataste abil.

Toime: mulla liigutamise tulemusena tõmmatakse umbrohud välja või lõigatakse läbi ja seda peamiselt ridade vahelt. Umbrohtude matmine mullaga toimub muldamise tulemusel olenevalt mulla seisundist ja töösügavusest, kas paremini või halvemini. Umbrohtu on võimalik vähendada ka kultuurireas olenevalt reguleerimise täpsusest.



agropool.ch

Madalmuldaja

Väga lihtne vahelharija (saksa k *Flachhäufler*). Peamiselt kasutatakse koos lõikavate tööorganitega. Tööorganid kinnitatakse peamiselt raami külge hanijalgade taha.

Toime: Madalmuldaja lükkab mulla kuni kultuurtaimeni tagasi ja töötab ridade vahel. Umbrohutõrje seisneb peamiselt mulla liigutamises. Olenevalt vahelharithamise täpsusest on ka võimalik saavutada mõju ka kultuurireas.



DocPlayer.org

Varbäke

Varbäke saab juhtimise ja tööjõu mullapinnalt ning eemaldab umbrohtusid ridade vahelt. Kultuurtaimede ridade vahel töötavad kaks traatidest valtsi, mis on kettühendusega omavahel ühendatud. Tagumine valts liigub kiiremini kui esimene. Seeläbi tekib kobestusefekt ja ka umbrohud tõstetakse mullapinnale kuivama.

Toime: Toimib nagu külvieelsel mullaharimisel kasutatav mullaharimise kombiseade, kus viimasena käib üle põllu varbrull. Umbrohutõrje efekt seisneb väiksemate umbrohtude ja idanenud seemnete kahjustamises mullapinna liigutamise tulemusena, ja suuremate umbrohtude välja tõmbamises ja mullapinnale asetamises.



kress-landtechnik.eu

Esikultivaator

Esikultivaatoril (saksa k *Frontgrubber*) on üksikud vedrustatud vaheltharimiselemendid (tavaliselt hanijalg-tüüpi). Seade on traktori esirippes ja leiab kasutust ka peenarde harimisel.

Toime: Vaheltharijad suudavad ka suuremaid umbrohtusid läbi lõigata või mullast välja tirida. Samal ajal toimub ka kultuuri tugev muldamine, mis väiksemaid umbrohtusid ära matab. Tema muldamisefekt on suurem võrreldes lõikava vaheltharijaga.



Bremer Maschinenbau

Ketasvaheltharija

Ketasvaheltharija (saksa k *Scheibenhacke*) töötab ilma lõiketerata või piita, tööorganiks on ümmargune ketas. Iga tööorgan surutakse mullapinda eeloleva tugiratta abil. Iga tööorgani töösügavust saab reguleerida individuaalselt. Seadet pakutakse kui reafreesi asendajat. Täpse reguleerimise korral võimaldab 9 km/h töökiirust ilma, et reas muld liiguks ja kultuurtaim saaks kahjustada.

Toime: Kettad eemaldavad mullapinna ja sellega koos juuritakse umbrohud välja. Olenevalt töösügavusest võimaldab hävitada ka suuremaid umbrohtusid. Vaheltharija ei ummistu töötamisel ning seda saab kasutada ja seadistada erinevate reavahedega kultuuridele alates 30 cm kuni 110 cm.



EuM Agrotec

Taldrikhari

Taldrikhari (saksa k *Tellerhackbürste*) on jõuülekanal toimiv vaheltharimismasin. Ridade vahele on sobitatud 2 taldrikharja. Tänu harja harjaste elastsusele saab seda kasutada kultuurtaimele väga ligidal. Taldrikud saavad pöörlemisjõu hüdro mootorilt. Pöörlemis suuna saab valida nii kultuurirea poole kui ka reast eemale. Kaasneb ka väike muldamisefekt.

Toime: Umbrohud eemaldatakse mullast väljatirimisega. Masinat saab reguleerida nii edasiliikumise kiiruse kui ka harjade kiiruse muutmisega.



landwirtschaft.sachsen.de

Torsioonäke

Reas töötav vaheltharija (saksa k *Torsionshacke*). Koosneb kahest teraspiist ühe rea kohta. Neid saab kinnitada muude vaheltharimismasinate raamide külge nii rataste vahele kui ka ette ja taha. Töötav vastavalt reguleerimisele täpselt kultuurirea sees.

Toime: Teraspiid liigutavad mulda vibreerivalt või libistavalt kuni taimereani või ka natuke üle taimerea. Töötamise intensiivsust reguleeritakse töösügavuse ja teraspiide asetusega.



DocPlayer.org

Sõrmäke

Reas töötav vaheltharija (saksa k *Fingerhacke*). Kaks kuullaagritel pöörlevat sõrmketast, millel on sõrme sarnased liikuvad painduvast materjalist sõrmed. Kasutada saab neid olemasolevatele vaheltharijate raamidelt nii traktori ees- kui ka tagarippes ja rataste vahel. Pakutakse kahte eri suurusega ketast olenevalt reavahe laiuselt – 25 ja 40 cm. Vastavalt mulla omadustele ja kultuurile pakutakse ka erineva materjalipehmusega sõrmäkkeid.

Toime: Kettad hakkavad ringi käima kontaktist mullaga. Pöörlevad sõrmäkked sisenevad taimeritta küljelt. Nii saavutatakse umbrohtude eemaldamine ja väljatõmbamine ka taimerea sees.



P. Põldma

Reavahede multšija

Seade (saksa k *Reihenmulcher*) töötab nii, et iga 50 cm tagant saab teravilja ridade vahelt multšida. Masinat kasutatakse esirippes aga saab paigutada ka tagarippesse. Tööd saab teostada kuni pea loomise faasini.

Toime: On spetsiaalselt konstrueeritud teraviljade vaheltharimiseks ilma mulda liigutamata. See annab võimaluse kasvatada teraviljade vahel samal ajal ka haljasväetiskultuure. Niidab reavahes kasvavad taimed maha ja multšib nad mullapinnale ilma kultuurtaime kahjustamata.



Top Agrar

Umbrohuniiduk CombCut®

CombCut® on kerge seade, mida on võimalik vedada ka väikese traktoriga. Kasutatakse esirippes. Töölaius on 6 või 8 meetrit. Töötamine põllul on võimalik alates ajast, kui umbrohud on pikemad kui masina töökõrgus – ca 5 cm. Saab kasutada, kuni teraviljadel hakkab kõrs moodustuma. Hiljem saab kasutada ainult kultuurtaimest kõrgemal olevate õite või seemnete mahaniitmiseks.

Toime: Tööpõhimõte baseerub taimede erineval füüsilisel ülesehitusel. Kõik taimed, mis on jämedama varrega, lõigatakse läbi või saavad vigastada ja hiljem murduvad. Taimed aga, millel on algul ainult lehed, läbivad masina ilma vigastamata.



Primewest Limited

1.2 Umbrohtudest

Thomas van Elsen – Kasseli Ülikool

Umbrohud on taimed, mis kasvavad põllul, kus maaharija tahab kasvatada kultuurtaime. Just umbrohud on peamiseks probleemiks mahetootmisele üleminekul põllumeestele, kes on harjunud neid tõrjuma herbitsiididega. Neil on raske ette kujutada, et on olemas võimalused umbrohtõrjet teistmoodi efektiivselt teha. Mehaaniliste ja termiliste võtete eesmärk on mahetootmises umbrohtudega „hakkama saada“, see tähendab, et kõrvaldatakse peamised kultuurtaimedega konkureerivad umbrohud ja nende eri põlvkonnad.

Otsides võimalusi umbrohtusid eristada ja mõistet „umbrohi“ laiendada, saab ka „võitlust umbrohtude vastu“ laiemalt mõista. Esmalt tuleb meelde mõiste lisataimed (*eesti keeles ei kasutada umbrohtude käsitsemisel erinevaid mõisteid, tõlk.*) ja nendega hakkamasaamine, mis küll ei anna head seletust nt herbitsiididega umbrohtudest perfektselt puhtaks tehtud põllule. Tavatootmises nähakse igasuguses umbrohus vaenlast ja konkurenti kultuurtaimele, samas mahetootjad seda nii ei näe ning näiteks jagatakse messidel tootjatele rukkilille ja mooni seemneid, et need mahepõldudele külvata ja sellega ka põld ökoloogilises mõistes mitmekesisemaks muuta. Me mõistame ainult üksikute taimede põhjal erinevust umbrohtude ja ajalooliselt põllul kasvavate taimede vahel – mis on umbrohi ja mis mitte. Enamasti mõistetakse umbrohtudega võitlemise all ka mahetootmises just probleemsete umbrohtude arvukuse vähendamise vajalikkust. Küll aga ei näe mahetootjad umbrohtudena vanu metsikuid põllutaimi, mis just Kesk-Euroopas on tihti oma levikuala piiril ja mille arvukus on tavatootmise tõttu nii palju vähenenud, et nad on sattunud ohustatud liikide nimekirja.

Looduslike põllutaimede levik kui kohalike olude peegel

Ökosüsteemi jälgimine täpsustab pilti ja laiendab umbrohu mõistet; põllul esinevad umbrohud peegeldavad kohalikke keskkonnaolusid, paljude liikide üksikult kasvavad taimed ei oma olulist negatiivset majanduslikku mõju (van Elsen jt 2006). Nii erinevad umbrohud tali- ja suvikultuuridel oma liigiliselt koosseisult ja domineerimise intensiivsuse poolest. Tüüpilised talikultuuride umbrohud (nt rukki kastehein) idanevad koos taliviljadega, seevastu soojalembesed umbrohud (nt hanemalts) domineerivad peamiselt köögiviljapõldudel, esinedes taliviljapõldudel üksikute taimedena alarindes, sest kasvukoht on juba hõivatud. Veelgi olulisemad umbrohtude mitmekesisusele ja arvukusele on mullatingimused. Umbrohud saab jaotada ökoloogilistesse gruppidesse, mis erinevad sobivate keskkonnatingimuste poolest. Erinevad keskkonnatingimused on valgus, soojus, kliima ning mullatingimused, nagu niiskus, happesus, N-sisaldus. Varasemalt kasutati neid ka indikaatoritaimedena olude iseloomustamiseks (Ellenberg 1950). Praegu on see teave veel kõik olemas ja võimaldab ka olusid kirjeldada just mahetootmises, tavatootmises on herbitsiidide kasutamise tõttu erinevaid liike palju vähem. Umbrohtusid saab seega kasutada bioindikaatoritena.

Väga tihti saab massiliselt esinevate umbrohtude järgi kirjeldada põllul tehtud vigu või ka ühekülgset kasutust, mille vastu saab ka vastavaid võtteid kasutada. Nii näiteks soodustab mulla tihenemine ja

orgaanilise aine (nt põhu) viimine anaeroobsetesse tingimustesse ohaka levikut ja esinemist põllul, kus ta oma sügava ja suure juurestikuga proovib mullatihest likvideerida. Ohaka tõrjumiseks kasutatavad võtted on kasutatud, kui ei kõrvaldata põhjust nagu juhtub tavatootmises herbitsiidide kasutamise – kõrvaldatakse sümptom. Mahetootmises on selle näite puhul just külvikorraga võimalik palju ära teha – vähendada ohaka levikut ennetavalt.

Umbrohtude kasulikkusest

Vanade metsikute umbrohtude hulgast leiab tänini kasulike omadustega ravim- ja muidu kasulikke taimi, nagu kummel ja põldsalat. Väga paljud umbrohud täidavad agroökosüsteemides olulist rolli kasulike putukate toidulauana ning vähendavad ka erosiooni ja mõjutavad kliimat, soodustavad mulla läbijuurdumist ning parandavad mullastruktuuri ja toitainete transporti läbi mükoriisa. See on valdkond, mida on veel väga vähe uuritud. Eriti taimehaiguste uuringute kaudu on juurdunud arusaam, et „umbrohi“ tähendab kohe midagi halba (Nezedal 1980). Kasulike putukate uurimisel kirjutatakse aga ikka ja jälle põlluumbrohtude kasulikkusest mõjust neile. Ja seda toetatakse läbi keskkonnaprogrammide nt õitsvate ribade kasvatamine põllu sees, laiimate põlluservade jätmine ja neile kiiresti kasvavate taimede seemnesegude külvamine. Sealsed õied pakuvad toitu väga paljudele erinevatele liikidele.

Muutused põldude umbrohtumuses ja mahetootjate vastutus umbrohtude kaitsel

Põlluumbrohud, nagu rukkilill, moon ja kummel on aastasadade jooksul olnud toidu tootmise kirjud kaaslased. Umbes kolm neljandikku Saksamaa põldudel olevatest umbrohtudest on Kesk-Euroopasse toodud koos viljakasvatusega ja osad on toodud ka hiljem juba Ameerikast – nt paljas võõrkakar ja rebashein. Tänu herbitsiididele, seemne sorteerimisele, põldude suurenemisele, varasemale kõrrekoorimisele, lupjamisele, väetamisele, kuivendamisele ja ka põldude kasutusele kuni „metsani välja“ on põldude taimestiku liigirikkus drastiliselt vähenenud. Praegu on iga teine umbrohi vähemalt ühel Saksamaa liidumaal kantud punasesse raamatusse kui ohustatud liik. Paljud liigid, kes otseselt või kaudselt toituvad põllu umbrohtudel, ei leia enam „nektarikõrbeks“ nimetatud teraviljapõllul eluruumi. Vähesed probleemumbrohud aga on võtnud endale ruumi juurde. Lämmastikku vajavad umbrohud, nt roomav madar, kes varemalt elutses ainult lämmastikurikastes ja niisketes paikades põlluservas või lammil, levivad nüüd üle põldude kohtades, kus on tekkinud pritsimise viga või on külvikord liiga ühekülgne.

Paljud võrdlevad uuringud näitavad, et mahepõllumajanduses on 2–3 korda rohkem umbrohtu, tegelikult aga ilmselt veelgi rohkem kordi, kui tavapõllumajanduses (van Elsen 1996). Pestitsiidide ärajäämine ja hõredam kultuurtaimede taimik on selle peamised põhjused. Seega pakub mahepõllumajandus põlluumbrohtudele kaitset. See pole aga veel piisav, sest mahetootmist on veel suhteliselt vähe ja lisaks on ka mahetootmises märgata umbrohuvastase võitluse intensiivistumist. Samuti on pikaajalise tavapõllumajandusliku maakasutuse puhul umbrohuseemnete arvukus sageli nii palju vähenenud, et ka mahetootmises ei ole mitmete aastate pärast veel kasvukohale spetsiifilisi umbrohtusid.

Mahetootmisele üleminekuga väheneb lämmastikunõudlike umbrohtude hulk aga lisanduvad lämmastikku koguvad liblikõielised umbrohud. Peamised kaitsealused „punase raamatu“ umbrohud põllul on talvituvad üheaastased taimed – see tähendab, et nende levik on sõltuv taliviljadest. Olenevalt äestamise intensiivsusest ja vaheltharimisest (lisaks veel allakülvide kasutamine) muutub umbrohtude koosseis põllul üha enam suvikoosluste kasuks. Kaotajateks on näiteks kukekannused ja tulikalised (van Elsen 1994). Lubjarikastes kasvukohtades, kus asuvad nende taimede viimased kasvukohad, oleks ka mahetootmises vajalik midagi ette võtta, et nad säiliks. Taimed nagu *Stachys arvensis* (nõianõges) ja *Kickxia scoparia* tulevad põllule alles pärast koristust, kui kõrrekoorimist ei teostata.

Eriti hea on, kui mahetootja hakkab põlluumbrohtusid koostöös looduskaitsjatega kaitsma nagu näiteks Wilhelm Bertram (Hof Luna) Hildesheimi maakonnast Saksamaal, kes on pikka aega majandanud lubjarikastel põldudel. Tema põldudel kasvab palju punase raamatu liike ja ta näitab innovatsiooni võimalikkust mahepõllumajanduses seoses umbrohtude kaitsega (Van Elsen jt 2011). Küsitluste andmetel on paljud mahetootjad nõus, et nende põldudele toodaks tagasi umbrohtusid, mis on vähelevinud ja vajaksid kaitset (Wiesinger jt 2010). Näiteks on Hesseni liidumaa Frankenhauseeni riigimõisas piirkonnale sobilikke põlluumbrohtusid külvatud „õitsvatele põlluvaheribadele“ (Hotze jt 2009). Edaspidi võiks seal välja töötatud segusid ja tehnoloogiaid ka teistes ettevõtetes kasutada.

HERR DR. THOMAS VAN ELSSEN
UNIVERSITÄT KASSEL, FB 11
FACHBEREICH ÖKOLOGISCHE AGRARWISSENSCHAFTEN
FACHGEBIET ÖKOLOGISCHER LAND- UND PFLANZENBAU
NORDBAHNHOFSTR. 1A
D-37213 WITZENHAUSEN
THOMAS.VANELSEN@UNI-KASSEL.DE
WWW.WIZ.UNI-KASSEL.DE/FOEL

1.3 Ennetav umbrohutõrje mahetootmises

Christoph Stumm, Prof. Dr. Ulrich Köpke – Reinimaa Friedrich Wilhelmi Ülikool

Käesoleva kogumiku roll on esitleda ja tekitada arutelu erinevate umbrohutõrjetechnikate võimaluste üle mahetootmises. Mahetootmises on aga väga oluline osa just ennetavatel tõrjemeetoditel. Kasutuses olevad otsesed tõrjemeetodid nagu äestamine ja vaheltharimine on palju vähem tõhusad kui tavatootmises kasutatav herbitsiid. Energiat ja palju aega nõudvad vahendid nagu leegitamine või teatavad vaheltharijad, nagu ka üha enam leviv GPS süsteem täpsemaks vaheltharimiseks, moodustavad köögiviljakasvatuse omahinnas ikkagi liialt suure osakaalu. Seetõttu tuleks mahetootmises kasutada kõiki võimalusi, et kultuurtaimede konkurentsivõimet tõsta. Ennetavad võimalused, nagu külvikord, optimaalsete kasvutingimuste loomine (sh põldude suurus) ning liikide ja sortide valik võimaldavad umbrohtumust kontrolli all hoida ilma suurema kulutuste tõusuta.

Tabel 1.3.1 Mittekeemilised umbrohu kontrolli all hoidmise võimalused (Köpke 2000, muudetud ja lühendatud)

Ennetavad vahendid	Otsesed vahendid
Külvikorra ülesehitus: <ul style="list-style-type: none"> ✓ mullale puhkust ✓ niidete arv ✓ allelopaatia 	Mehaanilised võimalused: <ul style="list-style-type: none"> ✓ äkked ✓ vaheltharijad ✓ harjad
Mullaharimine: <ul style="list-style-type: none"> ✓ valguse mõju ✓ multš ja otsekülv 	Põhimullaharimine: <ul style="list-style-type: none"> ✓ ader ✓ kultivaator
Seemne- ja taimehügieen: <ul style="list-style-type: none"> ✓ vähem umbrohuseemneid ✓ puhtad masinad ✓ istikute mulla puhtus 	Termiline töötlus: <ul style="list-style-type: none"> ✓ leegitamine ✓ aurutamine
Konkurentsivõime suurendamine: <ul style="list-style-type: none"> ✓ seemne kvaliteet ✓ sortide valik ✓ taime kasvuruum ✓ haigusvaba orgaaniline väetis ✓ allakülvid 	Bioloogilised võimalused <ul style="list-style-type: none"> ✓ kasurid ✓ ekstraktid ✓ taimekahjureid kahjustavad organismid

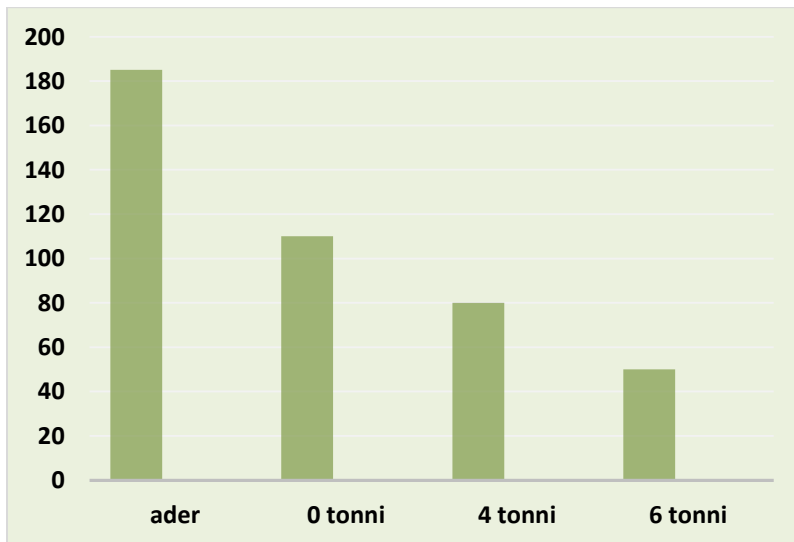
Külvikord

Mitmekesine külvikord, mis tähendab tali- ja suvikultuuride tasakaalu aga ka mullale puhkuse andmist, vahelharitavaid kultuure, võimaldab probleemseid umbrohte kontrolli all hoida (Köpke 2000). Eriti hästi toimib umbrohtumuse vähendajana mitmeaastane põldhein tänu selle intensiivsele konkurentsile umbrohtudega ja mitme niite tegemise tõttu (Emminger&Steinert 2000).

Mullaharimine

Otsekülv vähendab mulla liigutamist miinimumini. Umbrohtude idanemine toimub sel juhul ainult külvivaos ja see võimaldab seemneumbrohtusid kontrolli all hoida. Kesk-Euroopas tehakse aga mahetootmises otsekülvi väga vähe. Vähenev lämmastiku mineralisatsioon ja probleemid juurumbrohtudega ei võimalda praktikas mullaharimise intensiivsust vähendada. Et seda takistust ületada, on Bonni Ülikoolis alustatud katsetusi oa ja herne otsekülviga.

2010. a katse näitas, et põllul, kus on vähe mitmeaastaseid umbrohte, nt intensiivse mullaharimisega köögiviljatalus, saab põldoa puhul umbrohte efektiivselt kontrolli all hoida, kui külvata uba otsekülvi tehnoloogias otse eelmise aasta kultuuri (kaer) multši sisse. Mida suurem oli eelmise aasta kultuuri multši mass, seda vähem oli põllul umbrohtu (joonis 1.3.3).

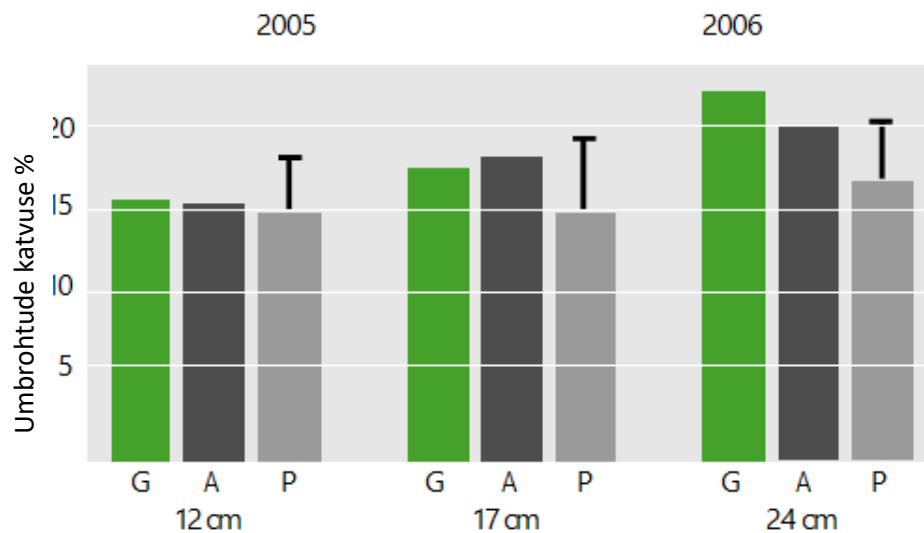


Joonis 1.3.3 Umbrohtude arv m² kohta 19. aprillil 2010 a põldoa põllul adrapõhise harimise ja otsekülvi puhul, kui taimejäänuste mass eelmisest aastast oli kas 0, 4 või 6 tonni. Wiesengut in Hennef/Sieg. (Tukey-Test, $\alpha=0,05$)(muudetud Massucati jt 2011).

Kultuurtaimede konkurentsivõime suurendamine

Sortide valik ja kasvuruum. Talinisu kasvatamisel ei saa liigniiskete olude tõttu sügisel ja kevadel, just umbrohtudele kõige ohtlikumal ajal, tihtipeale kasutada ei äket ega vaheltharijat. Siis on olulised taime konkurentsivõime ning sordivalik ja kasvuruumi suurus. WECOF (*Strategies of Weed Control in Organic Farming*) projekti raames 1998.–2002. a saadi selged tulemused: sordid, millel oli suurem põllupinna katmise võime (kiirem algareng, horisontaalsemad lehed ja kõrgem kasv) said parema tulemuse.

Kitsa reavahega kasvatamisel ei olnud sortide valikul nii suurt mõju kui laiema reavahega kasvatamisel. Eriti sort 'Pegassos' oma horisontaalsete lehtedega vähendas umbrohtumust ka laiema reavahega kasvatamisel. Parim tulemus saadi aga ikkagi kitsa reavahe ja konkurentsivõimelisema sordiga (joonis 1.3.4).



Joonis 1.3.4: Reavahe laius ja sordi mõju umbrohtumusele talinisu kasvatamisel. Sordid: G – 'Greif', A – 'Astron', P – 'Pegassos'. (Tukey-Test $\alpha = 0,05$, muudetud Drews et al. 2002).

Kasvuruumi optimeerimine võrreldes mehaanilise umbrohutõrjega. Katses võrreldi praktikas viljeldavat segukülvi (rapsi ja tatra segukylv) laias reavahe koos vaheltharimisega ja tavalises kitsas reavahe ilma vaheltharimiseta. Võrdlemisel leiti, et kulutuste suurendamine vaheltharimisega umbrohtumuse vähendamiseks ei andnud majanduslikult positiivset tulemust. Selles võrdluses ilmnis, et kitsama reavahega on saavutatav sama tulemus, mis lisamasinatöödega – umbrohtumuse kuivaine massis ei ilmnenu märkimisväärt vahet (tabel 1.3.2).

Tabel 1.3.2: Kasvusüsteemide ja väetamise mõju umbrohu kuivaine massile (t/ha). Erinevad tähed ühel real tähistavad variante, kus on selge eristumine (Tukey-Test $\alpha = 0,05$, Stumm&Köpke 2010 muudetud).

Katsekoht	Kasvatussüsteemid					Väetamine		
	i.	ii.	iii.	iv.	GD5%	a)	b)	GD5%
Wiesengut 16.04.08	0,68 ab	0,55 b	0,90 a	0,88 a	0,30	0,83 A	0,68 B	0,16
Wiesengut 20.04.09	0,31	0,37	0,39	0,48	0,22 n.s.	0,43	0,34	0,12 n.s.
Höfferhof 21.04.09	0,26 b	0,18 b	0,59 a	0,41 ab	0,31	0,43	0,29	0,16 n.s.

- Variandid:
- i. Reavahe 12 cm mehaanilise umbrohutõrjeta;
 - ii. Lai reavahe (24 cm) vaheltharimisega;
 - iii. Topeltreaga raps ja tatar (reavahe 12 cm) mehaanilise umbrohutõrjeta;
 - iv. Topeltreaga raps ja tatar (reavahe 12 cm) vaheltharimisega;
- a) 80 kg N/ha (vedel kartuliproteiin); b) ilma väetiseta.

Allakülvid. Mahepõllumajanduses esineb kartulipõldudel pärast kartuli lehemädanikku nakatumist või ka väheste toitainete olemasolul suur umbrohtumuse tõus eriti palja võõrkakra (*Galinsoga parviflora*) või valge hanemaltsaga (*Chenopodium album*). Projektis „Leitbild Ökologischer Landbau NRW“ uuriti aastatel 2005–2007 kaheksas eri paigas erinevaid allakülve (õliredis, sinep, tatar) kartuli hilise umbrohtumuse vähendamiseks. Erinevate allakülvide ja umbrohtumuse vahel leiti negatiivne korrelatsioon: suurem oli allakülvi mass, seda väiksem oli umbrohtude oma. Valge hanemaltsa tihedus ja kogu umbrohu mass vähenes allakülvidega oluliselt.

Kokkuvõte

Umbrohtumuse kontrolli all hoidmise otseste ja kaudsete vahendite mõju on võimalik suurendada. Et saada maksimaalne tulemus, on oluline valitud meetmete sobivus vastavale põllukultuurile ja kohalikesse oludesse. Kuna mahepõllumajanduses on nii otseste kui ka kaudsete meetmete efektiivsus väike, siis on seda olulisem meetmete sobivus ning eri meetmete kombineerimise maksimaalne ärakasutamine. Meetmed, nagu külvikorra loomine, sordivalik, külvi tiheduse optimeerimine, allakülvid, on positiivsete tulemuste saavutamisel põhialuseks.

HERR CHRISTOPH STUMM UND HERR PROF. DR. ULRICH KÖPKE
 RHEINISCHE FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT,
 INSTITUT FÜR ORGANISCHEN LANDBAU,
 KATZENBURGWEG 3, 53115 BONN,
 LEITBETRIEBE@UNI-BONN.DE
WWW.IOL.UNI-BONN.DE
WWW.LEITBETRIEBE.OEKOLANDBAU.NRW.DE

1.4 Mehaaniline umbrohutõrje – mulla tihenemine rattajäljes

Melanie Wild, Markus Demmel, Robert Brandhuber – Baieri Liidumaa Põllumajandusamet, Põllumajandustehnika ja Loomakasvatuse Instituut

Maheettevõtetes on eriti oluline vältida mulla tihenemist. Taimejuured ja mullaelustik peavad saama mullaruumi maksimaalselt kasutada. Selleks on vajalik hea mullastruktuur, mis on ka mullaviljakuse ja erosioonile vastupidavuse peamine faktor (pilt 1.4.1) Efektive mehaaniline umbrohutõrje eeldab aga mitmeid sõitmisi üle põllu, mille juures tihenemise risk on eriti suur just rattajälgedes.



Joonis 1.4.1. Poorne struktuur koos vihmaussi käikudega (vasakul) ning tihendatud ja kompaktne muld (paremal).

Kuidas tekib mullatihes?

Mullatihes tähendab mullapooride kitsenemist või kokkupressimist mullas, millega väheneb vee ja õhu sisaldus mullas. See tekib, kui sõita liiga märjal põllul või liiga raske masinaga. Niipea, kui kultuurtaimedel tekivad kasvuhäired või saagilangus, räägitakse ka mulda kahjustavast tihenemisest.

Kui kasutatakse lõikavaid või pöörlevaid masinaid (nt ader, kultivaator, hanijalad, rootorkultivaator), on olemas tihenemise oht just töötamise horisondis (kännihorisont) ning eriti just liiga niiskete olude puhul.

Põllul sõitmisel peab raskus- ja tõmbejõud olema toetatud mulla pinnale. Jõud suunatakse rattalt mullale. Vajaliku vastujõu moodustavad mulla hõõrdejõud mullaosakeste omavahelisel hõõrdumisel kontaktpunktil, aga ka veesurve osakeste vahel. Survemomendil annavad vastuimpulsi ka vesi ja õhk, kui

neid kohe välja ei pressita. Kus ei suudeta piisavalt vastujõudu tekitada, seal surutakse muld kokku. Muld saab selle käigus suurema kandevõime, aga kaotab vett ja õhku juhtivad poorid (pilt 1.4.2). See, kus kokkusurumine toimub, sõltub raskuse iseloomust ja masinast, aga ka mulla kandevõimest (tabel 1.4.1).



Joonis 1.4.2. Mulla kokkupressimine sõidu ajal, kui muld on liiga märg.

Tabel 1.4.1. Mullatihest mõjutavad tegurid

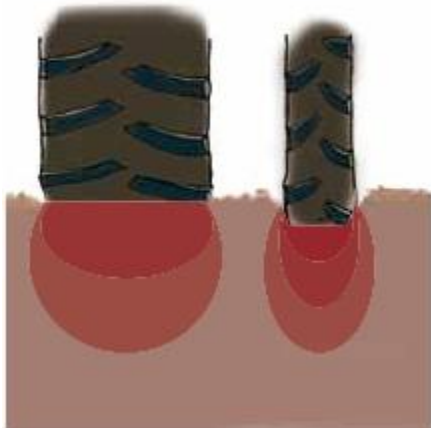
	Tegurid	Mõju
Sõiduvahend (=mulla mõjutamine)	Rehvide õhusurve – mullaga kokkupuutuva pinna suurus. Mass, mida ratas kannab. Sõitmiskordade arv. Libedus.	→ Mulda siseneva jõu suurus. → Mõju mulla sügavuses. → Tihese tugevus. → Kontaktpindade omavaheline hõõrdumine (rehv-pinnas).
Muld (=kandevõime)	Mulla niiskus (ilmastik, kasvatatav kultuur), mullatüüp, mullaharimine, harimissügavus.	→ Mulla tugevus, kandevõime.

Mulla niiskusesisaldusel on mulla kandevõimele peamine mõju. Vesi omandab mullas vormimisel määrdeaine omadused, mulla hõõrdevõime väheneb niiskusesisalduse suurenemisega – see tähendab, et mullastruktuur ei kannu enam. Mulla niiskusesisaldus ei tulene ainult sademetest, vaid ka kasvatatava kultuuri veetarbest.

Erinevad mullad käituvad erinevalt. Ühesuguse sademete hulga juures on liivmuld veel sõidetav, aga savimuld enam mitte.

Kui väheneb mulla harimissügavus ja intensiivsus, siis suureneb mulla kandevõime. Loomuliku mikrostruktuuri moodustumine annab läbilaskva poorisüsteemi ka suhteliselt kompaktsel mullal. Vihmaussidel on sealjuures tähtis roll. Nende aktiivsust saab mõjutada taimejäänustega mullapinnal ja sellega kaasneb mullas vee läbilaskvuse paranemine. Et vähendada mullatihese teket mullal sõitmise ajal, peab vähendama raskust rattale.

Mida suurem on kontaktpind ratta ja mulla vahel, seda väiksem on raskusjõud pinnaühikule ja seda väiksem on surve mullale (pilt 1.4.3). Optimaalsete rehvide valik ja võimalikult väike rehvirõhk võimaldavad maksimeerida rehvi kontaktpinda ja mõju mullale vähendada. Siin on ka üks suhte arv: 10 cm sügavusel mullas on sama suur rõhk mullale, kui suur on rehvisisene rõhk.



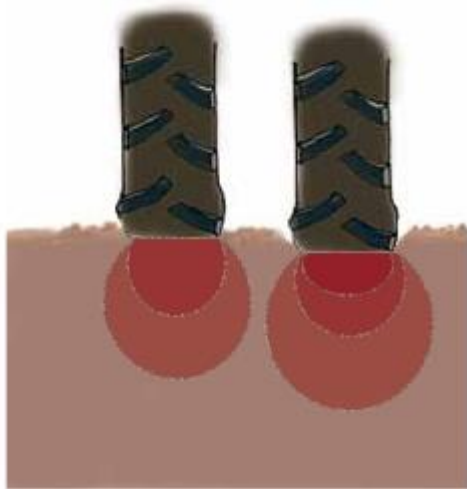
Joonis 1.4.3: Laiad rehvid – väiksem surve mullale, kitsad rehvid – suurem surve mullale.

Surve mullale ja mõju sügavusele suureneb rattale suureneva raskuse mõjul (joonis 1.4.4). Sügavamal asuvad mullakihid, mida on ka raskem ka kobestada, võib sealjuures veelgi tiheneda. Masin, millel on väiksem surve rattale – optimaalne rehvirõhk – on alati mullale parem.

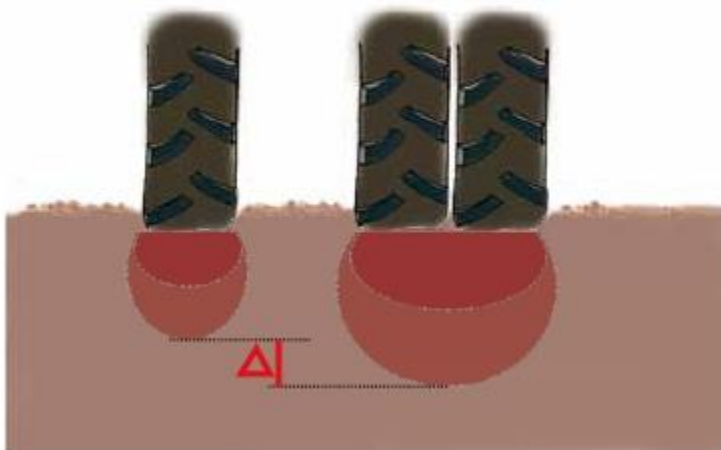
Kui samavõrra suurenevad nii kontaktpind kui ka rattale mõjuv raskusjõud, siis on surve mullale sama aga suureneb mõjutatava mulla pindala ja suureneb ka mõju mulla sügavusse (joonis 1.4.5). Sellisel juhul on kaotajaks just mulla sügavamad kihid. Proportsionaalselt suurema mulla kokkupuutepinna loomisel

on võimalik sügavamaid kihte vähem mõjutada. Need mehaanika seadused on aluseks, et rasked põllumajandusmasinad mõjutavad sügavamaid mullakihte ja moodustub mullatihes.

Mida suurem on ülesõitude arv, seda suurem on tekkinud tihe eeldusel, et ülesõidud toimuvad sarnaste niiskustingimuste juures. Üks ülesõit väga ebasoodsate tingimuste juures, niisketes oludes, tähendab ka suuremat tihenemist ja ka suuremas sügavuses.



Joonis 1.4.4: Kahekordne raskus rattale sama puutepindala juures – suurenenud mõju mullale, suur mõju sügavatele kihtidele.



Joonis 1.4.5: Parem on kahekordne raskus rattale ja kaks korda suurem puutepind maaga – mõju mulla sügavusse on suurem vaatamata suuremale kontaktpinnale.

Millised mullad on tihendatavad?

Kõik mullad võivad tiheneda – ükskõik kas tegu on liiv- või savimullaga. Kui savimullal sõita märgades oludes, saab õhuvahetus kohe kahjustatud ja kasvav kultuur näitab seda kõige selgemalt välja. Üldiselt arvatakse, et viljakad savimullad pole tallamise suhtes nii tundlikud. Aga ka nendel muldadel põhjustab mullatihes saagi vähenemist, aga mõju avaldub ainult ekstreemsetel aastatel. Liivmuldasid ei tohiks probleemivabaks arvata ja iga ilmaga seal sõitmas käia. Ka väike osa peenosakesi liivmullas võimaldab tihenemisprotsessi.

Millised kahjulikel mõjud on mullatihesel?

Mullatihes raskendab taimede kasvu, suurendab kütusekulu mullaharimisel ja suurendab mulla erosioonitundlikkust.

Hea mullastruktuur ka mulla alumistes kihtides on optimaalse saagi eelduseks. Olenevalt mullatüübist ulatuvad taimede juured kuni 100 cm sügavusele mullapinda. Kui kuskil on tihes, siis ei suuda taimejuured seda läbida ning nii toitainete kui ka veepotentsiaal jäävad saagi moodustumiseks kasutamata. Tulemuseks on kasvuaegsed stressiseisundid ja saagilangus. Mida tihedam on muld, seda halvem on vee- ja gaasivahetus mullas. Eriti just kevadel ja suurte vihmade aegu ei suuda liigne vesi läbi mulla liikuda vaid jääb mulla pinnale püsima. Kui vett pinnal ei ole, soojeneb muld kevadel kiiremini ja käivitub N mineralisatsioon, erosiooni ei toimu ja vesi salvestatakse mulla sügavamatesse kihtides. Lisaks põhjustab mulda viidud põhk liigse vee korral piirkondi, kuhu taimejuured ei taha minna.

Mida saaks ennetavalt teha?

Kes tahab oma mulla potentsiaali hästi ära kasutada, peab seda käsku täitma: märjal põllul ei sõideta! Mida suurem on mulla veesisaldus seda väiksemaks jääb mulla kandevõime. Oodata, kuni kandevõime paraneb, on parim, mis saab oma mulla kaitseks teha!

Kasuta moodsat rehvidehnikat. Moodsad põllumajandusrehvid on radiaalrehvid – nendega saab mullasõbralikult liikuda nii põllul kui ka rohumaal. Traktoritel kasutatavad rehvidel on võimekus kanda traktori jõudu mullale edasi. See tähendab, et võimalikult madala rehvirõhuga saavutatakse suurem kontaktpind ja vähendatakse kontaktpinna raskusjõudu. Muutunud kummisegud ja suurema õhuruumiga rehvikontseptsioonid võimaldavad järjest väiksemaid rehvirõhkusid. Ka teistel masinatel tuleks kasutada paremaid rehve – näiteks ka järelkärudel. Veoautode kõrgsurve rehvid ei kuulu põllule ega rohumaaale!

Sobilik rehvirõhk. Sobiliku rehvirõhu saamiseks peab teadma rattakoormust. Traktori rattakoormust ja seadme rattakoormust omavahel ühendada ei anna. Kui aga agregaat on rippes, siis mõjub agregadi kaugus traktorist ja esisilla tasakaalu raskus, mis moodustavad lõpuks lisa rattakoormuse tagasillale. Et õiget kaalu teada, oleks vaja kaalu peale sõita, siinjuures on oluline, et masinad oleks täidetud maksimaalselt (kui näiteks külvikast on esirippes). Madalaima rehvirõhu rattale põllul sõitmiseks (10 km/h) ja tänavasõidul (30–50 km/h) saab teada vastavatest rõhutabelitest.

Kui masinal on rõhu muundur, saab rõhku mugavalt muuta ilma traktorist väljumata. Odavamaks alternatiiviks on õhu pumpamise komplektid, mis töötavad traktori kompressori abil ja nendega saab suhteliselt kiiresti vastavat rõhku rehvidele seadistada.

Koormus jagada võimalikult laiade ja paljude rehvide peale. Kui on vaja suuri koormusi vedada, peaks kasutama sõiduvahendeid, millel on palju puutepunkte mullaga. Topeltrattad vähendavad koormust ja rehvirõhu saab alla lasta. Topeltrattaid saab kasutada ka madalate reakultuuride puhul nii, et read (vaod) jäävad rataste vahele. Tänu oma ülegabariitidele on nende kasutamine mõttekas ainult lähedal asuvatel põldudel. Suuremate masinalaiuste juures väheneb traktori tagasilla koormus kolmpunkti kinnituse juures. Koormus lisandub peamiselt masinatel mis on 3–4 m töölaiusega (kultivaator, universaalne külvimasin, kartulipanekumasin).

Vahekultuuride kasvatus. Põhikultuurid tarbivad kasvuajal vee ka mulla sügavamatest kihtidest. Seepärast on teraviljade koristusajaks muld enamikel aastatel kuiv ja sõidetav. Varakult koristatavate põhikultuuride järel külvatud vahekultuurid kasutavad vett ning ka rohkete sademete korral on vahekultuuride sisseharimine sügisel võimalik suhteliselt kuivades oludes. Kui teha labidaproovi põllul, kus on olnud vahekultuur ja võrrelda seda põlluga, kus on tehtud kõrrekoorimine, siis näeme erinevust: kõrrepõllul on muld märjem kuni sügavamate kihtideni ja sügiskünnil võib olla tihase tekke oht.

FRAU DR. MELANIE WILD
BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT,
INSTITUT FÜR LANDTECHNIK UND TIERHALTUNG
VÖTTINGER STRASSE 36, 85354 FREISING
MELANIE.WILD@LFL.BAYERN.DE
WWW.LFL.BAYERN.DE

2 Mullaharimine ja külviks ettevalmistamine

Birgit Wilhelm – Kasseli Ülikool

Mahetootmises on mullaharimine külvikorra kõrval üks olulisemaid umbrohutõrje abinõusid. Umbrohupotentsiaali vähendamiseks kasutatakse erinevaid strateegiaid:

- umbrohuseemned ja -taimed viiakse mulla alla,
- umbrohi raputatakse välja ja tükeldatakse,
- umbrohutaimed ja juured kuivatatakse mullapinnal,
- stimuleeritakse umbrohuseemnete idanemist.

Ader, tüükultivaator ja kergader

Kuna ader täidab esimesena nimetatud ülesandeid kõige paremini, peetakse seda nagu varem nii ka praegu kõige usaldusväärsemaks vahendiks umbrohu tõrjumisel. Mullaharimist käsitletud küsitluses aastal 2009 vastas 86% 344 küsitletud mahetalunikust, et adra kasutamise peamine põhjus on umbrohutõrje. Järgmise põhjusena nimetati "orgaanilise massi mulda viimist" (56%) ja seejärel 45% ütlesid, et adra kasutamise peamine põhjus on "aastatepikkused head kogemused"¹. Järgnevates artiklites tutvustatakse uurimisprojektide tulemusi, kus käsitleti erinevate mullaharimismasinade toimet, eelkõige nende mõju juurumbrohtude tõrjes. Adra ja tüükultivaatori kõrval testiti ka kergatra, aga ka erineva intensiivsusega kõrrekoorimise tõhusust umbrohutõrjes.

Külvieelne mullaharimine

Mullaharimine enne külvi, et vähendada umbrohtumust või siis mingi kindla umbrohu vastane võitlus on nn „vale külviks ettevalmistus“. Siinjuures haritakse mulda madalalt ja saavutatakse mulla pindmisse kihi hea ja sõmer struktuur. Nii saavad umbrohuseemned väga head tingimused idanemiseks ning neid saab järgneva töökäiguga hävitada. Seda tehnikat ei kasutata mitte ainult teraviljakasvatuses, vaid ka köögiviljakasvatuses, et vähendada umbrohtumust enne külvi ja istutust. Tihti leiame tootjate juures omavalmistatud masinaid selle töö tegemiseks just peenras kasvatamisel.

¹ Wilhelm, B. 2010. Konserveeriv mullatöötlemine maheviljeluses – tehnoloogia analüüs mullaviljakuse kontekstis. Dissertatsioon: <http://orgprints.org/18006/>

2.1 Otsese tõrje võtted põldohaka ja karvase hiireherne tõrjel

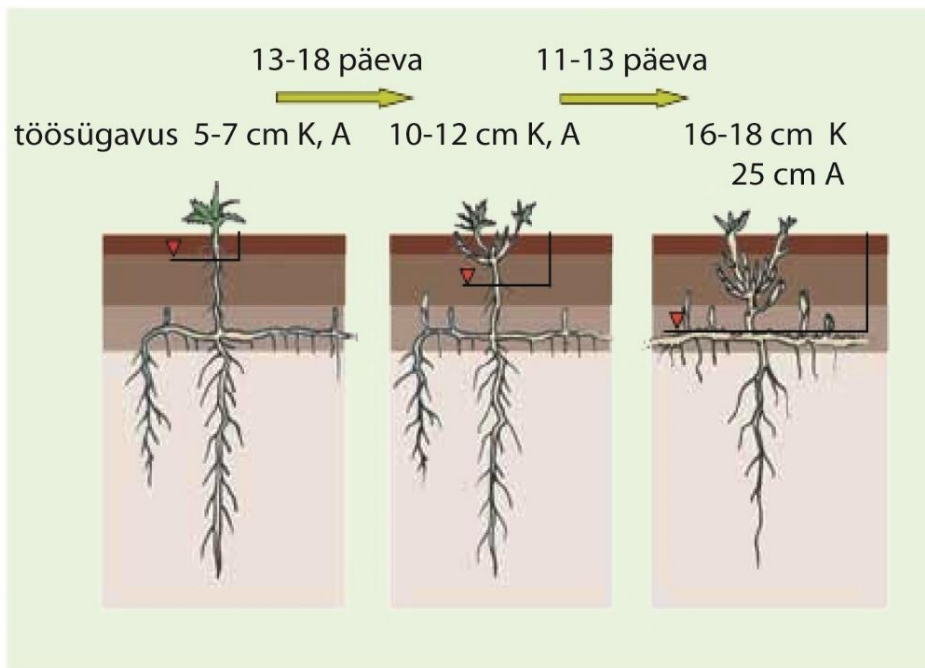
Christoph Stumm, Pavel Lukashyk ja Ulrich Köpke – Reinimaa Friedrich Wilhelmi Ülikool

Sissejuhatus

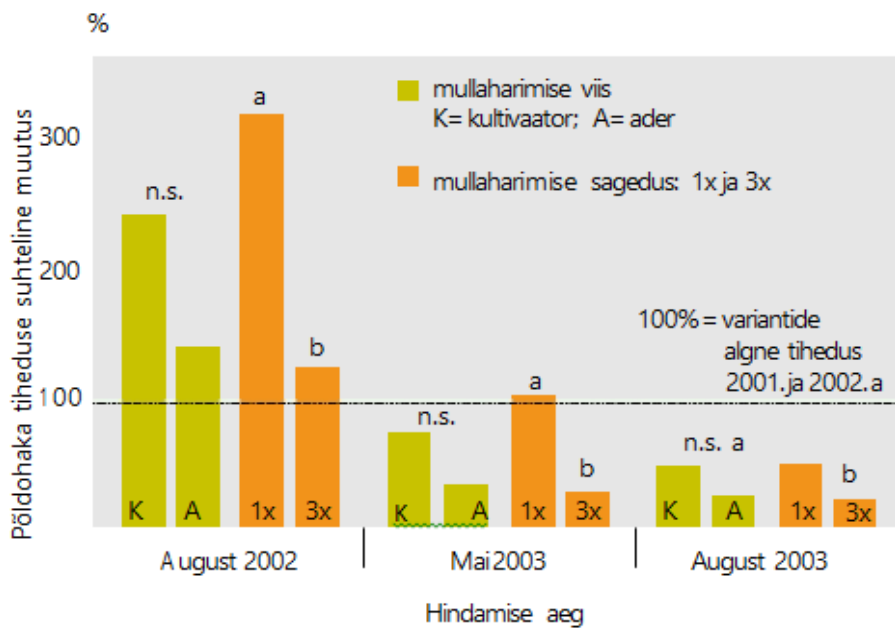
Kaks umbrohuliiki, mis maheviljeluses sageli muret valmistavad, on põldohakas (*Cirsium arvense*) ja karvane hiirehernes (*Vicia hirsuta*) (Eisele 1998, Niggli ja Dierauer 2000). Mõlemad liigid suudavad pikka aega taluda ebasoodsaid keskkonnatingimusi. Kui põldohakas levib mitmeaastase taimena niihästi generatiivselt seemnete kaudu kui ka vegetatiivselt näiteks mullaharimisel purustatud juuretükide kaudu, on karvase hiireherne seemned väga pika puhkeperioodiga ja suudavad idaneda ka sügavamast mullakihist. Karvane hiirehernes on liblikõielisena just maheviljeluse tingimustes, kus lämmastiku hulk on piiratud, kultuurtaimedega konkureerides eelisseisundis. Lisaks saagikaole raskendavad mõlemad umbrohud ka viljakoristust ning teevad teravilja kuivatamise kallimaks. Et leida nende maheviljeluses probleemsete umbrohtude vastu efektiivseid tõrjemeetodeid, uuriti Bonni Ülikooli Mahepõllumajanduse Instituudis kaht strateegiat, millega on õnnestunud põldohakas korduva järjest sügavamale mineva mullatöötuse ja konkurentsi abil ning karvane hiirehernes korduva äestamisega tõhusalt kontrolli all hoida.

Põldohakas (*Cirsium arvense*)

Põldohaka püsivaks tõrjeks tuleb kasutada eelkõige vegetatsioonivaba aega. Artiklis tutvustatava strateegia eesmärk oli põldohaka juurevõrsetes assimileerinud toitainete varud ära kurnata korduva, järjest sügavamale mineva mullaharimisega adra või süvakobestuskultivaatoriga. Nimetatud meetodi tõhususe kontrollimiseks viidi katse-ettevõttes Wiesengut Hennef/Sieg'is aastatel 2001–2003 läbi järgmised katsed: "Mullaharimise meetod" (ader võrreldes kultivaatoriga) ja "Mullaharimise sagedus" (üks sügav töötlemine ja vahekultuuri sinepi varane külv võrreldes kolme järjest sügavamale mineva töötlemisega, millele järgnes vahekultuur sinepi hiline külv (joonis 2.1.1.).



Joonis 2.1.1: Järjest sügavamale minev mullaharimine põldohaka toitainetevarude kurnamiseks K = kultivaator, A = ader (muudetud vastavalt Lukashyk jt 2005b).



Joonis 2.1.2: Mullaharimise meetodi ja sageduse mõju põldohaka tiheduse suhtelisele muutusele. Erinevad tähed ühe hindamise momendi kohta tähistavad olulisi erinevusi (Tukey-test $\alpha = 0,05$, muudetud vastavalt Lukashyk jt 2005b).

Variantides, kus toimus ühekordne mullaharimine, täheldati põldohaka taimiku tihenemist tänu juurte läbilõikamisele. Kolme mullaharimise juures kahe kuni kolme nädala kestel suudeti selgelt vähendada põldohaka arvukust juba esimesel aastal ja saadi 2003. a selge tagasimineki põldohaka arvukuses (joonis 2.1.2). Mullaharimiste kordamisega stimuleeriti uute võrsete moodustumist ja samal ajal toitainete reservi kasutamist juuremassist. Erinevused erinevate mullaharimismasinade vahel ei olnud selged. Aga täheldati, et adraga saadi veidi paremaid tulemusi võrreldes kultivaatoriga. Edu saavutamiseks on lisaks otsustava tähtsusega umbrohu valgusest ilmajätmine kiirekasvulise vahekultuuri abil, mille sees kasvades oli ohakajuurtel toitainete kasutamine ja salvestamine raskendatud.

Karvane hiirehernes (*Vicia hirsuta*)

Varajase kevadise äestamisega ei õnnestu hõredates teraviljakultuurides sageli massiliselt esinevat karvast hiirehernest piisavalt tõrjuda. Püstised ja väga elastsed võrsed on selles varases kasvustaadiumis äestamisele väga vastupidavad. Et uurida hilisema äestamise ja umbrohu teraviljakultuuridest "väljakammimise" mõju tõrje edukusele tehti Wiesenguti katse-ettevõttes Hennef/Sieg'is aastatel 2002. ja 2003. a põldkatsed. Mehaanilist umbrohutõrjet äkkega tehti alates teise kõrresõlme moodustumise (EC_{32}) algusest ja veel pärast õitsemise algust (EC_{61}), kasutades erinevaid äestamise aegu ja sagedusi.

Juba ühekordse äestamisega talinisu võrsumise faasis vähendati hiirehernega umbrohtumust oluliselt. Selleks ajaks oli hiirehernes hakanud hargnema ja teraviljale toetuma – äestamine murdis teda, aga ta suutis osaliselt ka taastuda. Esimesel aastal vähenes äestamise mõjul hiirehernega umbrohtumus teravilja terade moodustumise faasiks 25% ja 2003. a kuni 50%. Edasine äestamine viis juba ka teravilja vähenemiseni. Karvase hiireherne tihedus vähenes seejuures ainult pisut. Katsetatud strateegia põhineb siiski mitte nii väga karvase hiireherne tiheduse vähendamisel, vaid pigem selle kasvu häirimisel – tõsiasi, mida kinnitas ka korduva äestamisega saavutatud hiireherne seemnetoodangu vähenemine kontrollvariandiga võrreldes kuni 75% (Lukashyk jt, 2005a).



Joonis 2.1.3: Äestamine teise kõrresõlme moodustumise ajal (vasakul) ja pärast õitsemise algust (paremal) Foto: P. Lukashyk

Soovitused

Põldohaka tõhusaks tõrjeks tuleks kõrrepõldu umbes kahe- kuni kolmenädalase vahega korduvalt ja järjest sügavamalt harida. Vaatamata mõnevõrra väiksemale kasutegurile tuleks adrale eelistada kultivaatorit selle tehnoloogilistele eeliste tõttu. Püsiva edu tagab tugeva konkurentsivõimega vahekultuuri kasvatamine.

Tugeva umbrohtumise vastu karvase hiirehernega saab edukalt võidelda teraviljapõldu korduvalt äestades ja karvast hiirehernest välja kammides. Seejuures on oluline, et töötlemist alustataks õigel ajal teravilja teise kõrresõlme moodustumise faasis ja seda tehtaks korduvalt, viimasena pärast õitsemise algust.

CHRSTOPH STUMM
RHEINISCHE FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
INSTITUT FÜR ORGANISCHEN LANDBAU
KATZENBURGWEG 3, 53115 BONN
LEITBETRIEBE@UNI-BONN.DE
WWW.IOL.UNI-BONN.DE
WWW.LITBETRIEBE.OEKOLANDBAU.NRW.DE

2.2 Põldohaka leviku uurimise mitmeaastane välikatse mahepõllumajanduslikus mullaharimises

Martin Hänsel, Saksimaa Keskkonna, Põllumajanduse ja Geoloogia Amet

Põldohakas (*Cirsium arvense*) on maheviljeluses eriti raskesti tõrjutav umbrohi, mis puudub ainult iseäranis kehvall mullal. Kohati laiuvad põldudel tohutud ohakaväljad, nii et see taim võib saaki oluliselt vähendada kuni saagi ärajäämiseni. Oluliseks teguriks, mis põldohaka levikut mõjutab, peetakse mullaharimist. Saksimaa lössimullal läbiviidud katses uuriti kümne aasta jooksul põldohaka leviku muutusi erinevate mullaharimismeetodite puhul.



Joonis 2.2.1: Põldohakas suviodras

Materjal ja meetodid

Katse viidi läbi Lääne-Saksimaal Rodas aastatel 1997–2006 savikal lössimullal (Lõ4), mille boniteet on 68². Roda asub 224 m üle merepinna, aasta keskmine temperatuur on 8,6°C ja sademete hulk 711 mm (viitperiood 1960–1990). Katseperioodil oli ilm viitperioodiga võrreldes kokkuvõttes oluliselt soojem ja kuivem.

Võrreldi järgmisi adraga künni meetodeid:

- ✓ kohalikele tavadele vastav künd adraga sügisel sügavusega 20–25 cm (sügis, sügav),
- ✓ pindmised künd adraga kuni 15 cm sügavuselt sügisel (sügis, pindmine),
- ✓ pindmised künd adraga kuni 15 cm sügavuselt kevadel (kevad, pindmine).

² Märkus: SLV põllumaa kvaliteediindeks (Bodenpunkte=Ackerzahl), mis arvestab kliima, maastiku ja muude tegurite mõju põllumaale, väärtused 1 (väga halb) kuni 120 (väga hea).

Aluseks võetud skeemist esines üks kõrvalekalle 1998. a suvel, kui kogu katseala künti ristiku külvamiseks ühtmoodi ainult ühesuguse sügavusega. Aastatel 2001–2004 kobestati täiendavalt 15–25 cm mullakihti katselappidel, mida muidu künti ainult pindmiselt (joonis 2.2.2).



Joonis 2.2.2: Katses kasutatud adra ehitus. Kobestamisorganeid adralehtede all saab valikuliselt maha monteerida ja neid ei kasutatud igal aastal.

Kuivõrd katsevariandiks oli valitud iga-aastane kevadkünt, piirduti ainult suvikultuuride kasvatamisega (tabel 2.2.1). Suvinisu, kartul ja mais said orgaanilist väetist veisevirtsu või -sõnniku näol. Vahekultuure külvati vastavalt võimalustele.

Ohakad olid katselappidel levinud algusest peale. Et vallandada ohakate eriti rohke kasv katseaja teises pooles, ei kasvatatud 1999. aastast alates enam niidetavat ristikut.

Põldohaka tiheduse määramiseks loeti kokku kõik võrsed igal üksikul 72 m² suurusel katselapil. Loendamise aeg mõjutas seejuures vastava aasta andmeid, nii et aegread ei ole täpselt võrreldavad.

Rodas alustati maheviljelusega aastal 1995. Katse hõlmas seega ka saagi, mulla ja umbrohu arengu dünaamilist ajajärku üleminekuaja vältel.

Tabel 2.2.1: Katsekultuuride järjestus, nende keskmine saak katses ja orgaanilise väetise kasutamine

Aasta	Kultuur	Saak kg/ha	Orgaaniline väetis	Vahekultuur
1997	Suvinisu	5370	10 m ³ veisevirtis	-
1998	Suvioder	3640	-	(ristik)
1999	Ristik	1310 (kuivmass)	-	-
2000	Kartul	24910 (märgmass)	25 t veisevirtis	Keerispea
2001	Kaer	6370	-	Keerispea
2002	Põlduba	3990	-	Tatar/ Keerispea
2003	Mais	1170 (kuivmass)	20 m ³ veisevirtis	-
2004	Kartul	13770 (märgmass)	20 m ³ veisevirtis	Keerispea
2005	Põlduba	1970	-	Keerispea
2006	Suvioder	2550	-	-

Tulemused ja arutelu

Katseaastate keskmised saagid on toodud tabelis 2.2.1. Seejuures on suviteraviljade järjestus piirkonnale ebatüüpiline ja ilm mõjutas saagikust tugevalt. Mullaharimismeetodit sai ainult ühel aastal seostada saagikusega, millest antud seoses ei saa tuletada soovitud optimaalseks künniks.

Pärast esimest katsekultuuri kasvatamist aastal 1997 tekkis kohe väga suur umbrohtumus põldohakaga maksimumväärtusega 350 taime ühel katselapil. Selline äärmuslik ohakate hulk ei võimaldanud siiski tuvastada märkimisväärseid erinevusi eri variantide vahel. Hilisematel loendamistel aastatel 2002–2006 leiti pärast kevadkünni alati oluliselt vähem ohakataimi kui sügise sügava künniga variandi puhul (tabel 2.2.2). Pindmise sügiskünni tulemused jäid siinkohal kahe eelnimetatud variandi vahele. Kuna puuduvad andmed katsele eelnenud aja kohta, ei saa neid erinevusi seostada mullaharimismeetoditega. Märkimist väärib aga see, et suhteliselt pika katseaja jooksul ei ühtlustunud kevadkünni tulemused sügise sügava künni tulemustega ohakate arvu osas, kuigi ohakas on põhimõtteliselt suuteline juurevõrsete abil kiiresti suuri alasid asustama. Katselappide juhuslikustamise tõttu külgnevad eri variandid vahetult üksteisega, mistõttu teoreetiliselt oli võimalik kiire levik naaberkatselappidele. Seega oleks kogu katseala võinud ühe või kahe aasta jooksul ühtlaselt ohakaid täis kasvada. Samas aga variandid ka ei eristunud üksteise suhtes aja jooksul märkimisväärselt. Siin võis mõjuda näiteks pidevalt valitsev surve naabermaatükkidelt.

Kevadkünni ohakaid tõrjuvat mõju kinnitab see, et kevadkünni puhul tärkasid ohakavõrsed hiljem kui sügiskünni puhul. Pärast sügiskünni võimaldasid ohakate ulatuslikku taastumist kevadeks eelkõige leebed talved.

Umbrohtumuse mõju kultuurtaimede saagikusele kui põhjuslik seos on korduvalt tõestamist leidnud. Selles katses aga mõjutas ohakate esinemine ainult algusaastal 1997 talinisu saagikust negatiivselt. Muidu kõikusid niigi ebaolulised väärtused vahelduvate pluss- või miinusmärkidega tugevalt (tabel 2.2.3). Katseaastatel ei täheldatud üheski variandis ohakapopulatsioonide negatiivse mõju tugevnemist saagi kujunemisele. Mõlema sügavusega sügiskünn vähendas ohakate mõju saagile.

Tabel 2.2.2: Keskmise ohakate arv katselappidel. Ohakate leviku lähtesituatsioon katsealal ei olnud teada, nii et erinevusi eri variantide vahel ei saa seostada ainult mullaharimismeetoditega.

Ohakate arvu keskmine väärtus, n = 8	Künd adraga		
	sügis, sügav	sügis, pindmine	kevad, pindmine
1997, suvinisu, 12.11	74 a*	58 a	28 a
1998–2001 ohakate arvu ei registreeritud			
2002, põlduba, 28.06.	65 a	58 a	13 b
2003, silomais, 24.09.	54 a	24 ab	12 b
2004, kartul, 25.07.	83 a	37 b	11 b
2005, põlduba, 05.08.	19 a	16 a	4 b
2006, suvioder, 18.07.	84 a	49 ab	23 b

* eri tähed tähistavad olulisi erinevusi ühe aasta lõikes

Tabel 2.2.3: Kultuurtaimede saagikuse ja ohakavõrsete arvu seos Spearmani korrelatsioonikoefitsiendi alusel ($\alpha = 0,05$). Negatiivne väärtus "*" viitab saagikuse olulisele vähenemisele ohakaga umbrohtumuse tõttu. Ülejäänud tulemused ei ole tähelepanuväärsed. Aastate 1997 ja 1998 puhul kasutati arvutustes sama 1997. a ohakate loendamise tulemusi. Koefitsiendid saavad kõikuda ainult vahemikus +1 ja -1.

Katseaasta	Sügis, sügav	Sügis, pindmine	Kevad, pindmine
1997 (nisu)	-0,500*	-0,762*	-0,262
1998 (oder)	-0,476	-0,288	-0,619
1998–2001 ohakate arvu ei registreeritud			
2002 (põlduba)	0,300	-0,676	0,086
2003 (mais)	-0,429	0,143	-0,036
2004 (kartul)	0,548	-0,405	0,0
2005 (põlduba)	-0,220	0,333	-0,089
2006 (oder)	0,095	0,108	-0,405

Ka viimaste katseaastate 2002–2006 vaatluste summa ei näidanud ohakaga umbrohtumuse üldist mõju eri kultuuride saagikusele. Pigem kujunesid vaatamata püsivale ohakaga umbrohtumusele ka visuaalselt väga kenad kultuurid, kuna kõikidel teravilja või põldoa katselappidel ulatusid ainult vähesed ohakad viljast välja ja jõudsid õitsemiseni. 2006. aastal loendati suviodra kultuuris kokku ainult 22 ohakataime. Veel allesolevad lühemad ohakavõrsete olid peenikese varrega ja kokkuvõttes hinnati need viljakoristuse suhtes ebaoluliseks. Nii esines ainult 1997. ja 1998. a märkimisväärsed positiivseid korrelatsioonikoefitsiente ohakate esinemise ja koristatud teravilja niiskuse vahel. See tähendab, et ainult nendel juhtudel saab oletada koristamisküpse vilja kergelt liigniiskust roheliste ohakavarte tõttu kombaini trumlis. Kummalgi algusaastal puudutas see pindmist sügiskünni ja 1998. a lisaks kevadkünniga maatükke. Tavalise sügiskünni puhul ei esinenud niisugust seost ühelgi aastal.

Järeldused

Katseala ohakapopulatsiooni mõju põllukultuuridele vähenes 10 aasta jooksul, kuigi ainult katseperioodi esimeses kolmandikus kasvatati ohakatõrjeks üks kord ristikut.

Sügisel ja kevadel mullaharimise eri meetodite erinev mõju ohakate levikule ei olnud suvikultuuride järjestuses täheldatav. Siiski ei olnud ohakate levik kogu katse vältel ühtlane. Nii ei tõusnud eriti väike ohakalevik kevadkünni variandis ka sügava sügiskünni tasemele.

Ohakad püsisid kogu katseperioodi vältel kuni lõpuni enam-vähem sama tihedusega, nii et ka edaspidi võib see vastupidav umbrohi soodsatel tingimustel taas lühiajaliselt kahjusid tekitada.

Katse näitas, kui kõrged tehnilised nõuded tuleb kehtestada järgnevatele põldohaka tõrjet puudutavatele eksperimentidele. Elköige tuleb mõelda konkreetsete katselappide eraldamisele ümbruskonnast, et takistada ohakate levimist katsealale mulla kaudu.

MARTIN HÄNSEL
SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE
GUSTAV-KÜHN-STR. 8, 04159 LEIPZIG
MARTIN.HAENSEL@SMUL.SACHSEN.DE

2.3 Kergadra kasutamine põldohaka tõrjeks loomakasvatuse ta maheviljeluses

Thorsten Haase, Jürgen Hess – Kasseli Ülikool

Sissejuhatus

Maheviljeluses kujutavad visad juurumbrohud nagu põldohakas (*Cirsium arvense*) enesest tõsist probleemi, sest nende tõrjeks ei saa kasutada tavapõllunduse käsutuses olevaid keemilistel ainetel põhinevaid tõrjestrategiaid. Lisaks tugeva konkurentsivõimega kultuurtaimede kasvatamisele peetakse üheks võimalikuks strateegiaks ohaka kasvava levikuga võitlemisel mahetootmise külvikordades mitmeaastast söödakultuuride kasvatust. Ettevõtetes, kus veiseid ei peeta, aga ka suure teravilja osakaaluga külvikorda kasutavates ettevõtetes tuleb leida põldohaka tõrjeks alternatiivseid võimalusi.

Uurimuse ülevaade

Kõnealuses välikatses oli vaja leida vastused järgmistele küsimustele: kas mitmekordne (3 x), järjest sügavamale minev (4,6–8,10 cm), umbkaudu kahepäevase intervalliga teostatud kõrrekoorimine kergadraga mõjub põldohakale tõhusamalt kui harilik kõrrepõllu töötlemine hanijalg-kultivaatoriga (2x) ja sellele järgnev (tavapärase) mulla sügav ümberpööramine adraga? Kuidas mõjutab kumbki meetod kultuurtaimede saagikust?

Katse planeeriti neljale aastale (juuli 2007 – juuli 2011). Võrreldes varasemate uurimustega (Lukashyk jt, 2008; Gruber ja Claupein, 2009) simuleeriti katses minimeeritud harimist ilma sügavalt mulda pöörava adrata. Juulis 2007 pärast eelkultuuri suviadra koristust Hessenriigi riigimajandi katsealalt (mulla liik: Ut4 ja Tu4) Frankenhausenis, Kasseli Ülikooli õppe- ja katse-ettevõttes koostati ühefaktoriline välikatse juhulislikustatud rajatisena nelja kordusega. Katselappide mõõdud olid 15 x 80 m (kergader ja tavapärase) ning 12 x 80 m (lutsern). Teadlikult valiti külvikord, kus domineerivad kombainiga koristatavad kultuurid (suviader–talinisu–tritikale–taliherne/tritikale), ning võrreldi järgmisi variante:

- ✓ kergadra variant: pärast vastava teravilja koristamist on täielikult loobutud mulla sügavast ümberpööramisest ja seda töödeldakse ainult maksimaalselt 10 cm sügavuselt kergadraga;
- ✓ tavapärase variant: pärast viljakoristust haritakse kõrrepõldu kaks korda kultivaatoriga ja seejärel adraga (25 cm sügavuselt).
- ✓ kontrollvariant: 3-aastane lutsernikasvatus (2–3 korda niidetud ja ädal maha rullitud; külvatud 2008. a kevadel).

Enne teravilja talinisu ja tritikale saagi registreerimist (saak, 1000-tera kaal) registreeriti kultuurides ohakapesade pindala ja ohakataimede tihedus tüüpilistel ohakapindadel kas GPS-i abil või loendamise teel. Katse lõpetati 2011. a suvel kasvatava kultuuri (tritikale) saagi ning ohakate alla jääva pinna ja ohakate esinemistiheduse registreerimisega.

Tabelis 2.3.1 on toodud katse struktuur ja esimesel kolmel katseaastal kasutatud meetodid.

Tabel 2.3.1: Katse struktuur ja teostus aastatel 2007 – 2010 (Frankenhausen).

	Strateegia 1 Tavapärane	Strateegia 2 Kergader	Strateegia 3 Lutsern (kontrollvariant)
juuli 2007	enne eelnenva vilja suviadra koristamist: ohakapesade mõõtmise GPS'i abil		
30.08.2007	kultivaator (1.)	kergader (1.)	kultivaator + ader
17.09.2007	kultivaator (2.)	kergader (2.) + randaal	
15.10.2007	ader	kergader (3.)	
20.10.2007	külvipind (randaal) ja talinisu külvamine		
27.04.2008			külvamine
juuli 2008	ohakapesade mõõtmine GPS'i abil + geo-viitega ohakavõrsete registreerimine/m ² ; viljakoristus		
11.08.2008	kultivaator (1.)	kergader (1.) + randaal	tärgamisjärgne niitmine umbrohu tõrjeks + kaks lutsernheina niitmist
28.08.2008	kultivaator (2.)	kergader (2.)	
21.09.2008	ader	kergader (3.)	
15.10.2008	külvipind (randaal) ja tritikale külvamine		
juuli 2009	ohakapesade mõõtmine GPS'i abil + geo-viitega ohakavõrsete registreerimine/m ² ; viljakoristus		
10.08.2009	kultivaator (1.)	kergader (1.) + randaal	kolm niitmist
28.08.2009	kultivaator (2.)	kergader (2.)	
21.09.2009	ader	kergader (3.)	
30.09.2009	külvipind (randaal) ja taliherne-tritikale segu külvamine (55/130 idanemisvõimelist tera/m ²)		
kuni august 2010	taliherne-tritikale segu koristamine		kaks niitmist + 1 x multšimine
september 2010	geo-viitega ohakavõrsete registreerimine/m ²		kündmine

Tulemused

Mullaharimismeetodil oli ainult ühel (2008) kolmest katseaastast teraviljasaagile statistiliselt kindel mõju. Tavapärane meetod, kus kultiveeriti kaks korda ja seejärel künti, andis siiski ka teisel ja kolmandal katseaastal (2009 ja 2010) (mitte küll märkimisväärselt) suuremat saaki kui kõrrekoorimisega variant (tabel 2.3.2). Saagikuse vahe ei saanud tulla erinevustest 1000-tera kaalus (tabel 2.3.2).

Tritikale (sort 'Benetto') suur konkurentsivõime võib olla üks põhjus, et aastatel 2009 ja 2010 mõõdeti vastavalt väiksemad ohakapopulatsiooni tihedused võrreldes eelmise aasta tulemustega (tabel 2.3.2).

Mitte kumbki valitud meetoditest ei suutnud takistada põldohaka levikut, kusjuures ohakapesade pindala suhteline suurenemine võrreldes aastat 2007 aastaga 2008 pärast kolmekordset kõrrekoorijaga töötlemist oli märkimisväärselt suurem kui pärast meetodit kultivaator–kultivaator–ader, samas kui aastatel 2008 ja 2009 võis täheldada vastupidist (tabel 2.3.2). Aastate jooksul ei olnud erinevust ohakataimede tiheduse osas kummagi meetodi vahel, samas kui kõrrekoorijaga variandis varasema aastaga võrreldes

oli vähenemine suurem kui tavapärasel variandil. Näib, et ohakas kompenseeris pindalalise leviku võrsete tiheduse vähendamiseks.

Taliherne-tritikale segu (EFB 33 ja 'Benetto') kasvatamine hooajal 2009/2010 surus esialgu põldohaka kultuurtaimede populatsioonile täiesti maha. Kuna taimed kasvasid väga tihedalt, ei saanud 2010. a suvel ohakapesasid GPS-i abil registreerida. Kolm nädalat pärast 2010. a viljakoristust määrati ohakavõrsete tihedus GPS-ga mõõdetud viitpindadel (6–8 x 1 m² /katselapp) (tabel 2.3.2).

Aastast 2008 (40 kg N/ha virtsaga) oli katses teadlikult loobutud igasugusest toitainete lisamisest põllumajanduslike väetistega, et luua põldohakale soodsad tingimused. Saadaoleva lämmastiku madal tase võib olla põhjus, miks 2010. a koristatud tritikale segus oli taliherne osakaal väga kõrge võrreldes kergadra ja tavapärase variandiga (74% ja 71%).

Tabel 2.3.2: Saagikus, koristatud teravilja 1000-tera mass ja põldohaka areng katseaastatel 2008–2010

	Talinisu 2008				Tritikale 2009				Taliherne/tritikale 2010			
	Kergader		Tava-pärane		Kergader		Tava-pärane		Kergader		Tava-pärane	
Saagikus (kg/ha)	3480	b	4230	a	3250	ns	3540		670	ns	2900	
									940	ns	1160	
Tuhande tera mass (g)	47,8	ns	49,4		43,5	ns	43,4		104,9	ns	103,8	
									32,5	ns	31,1	
Ohakas võrseid/m ²)	49,7	ns	53,0		33,5	ns	34,1		18,7	ns	27,0	
Ohakapesade pindala suhteline suurenemine (%)	+207		+53		+71		+126		ei registreeritud		ei registreeritud	

Mõlema esimese söödakasvatuse aasta (2008 ja 2009) jooksul ei täheldatud väga tihedas lutsernis (külvi: 80% lutsern, 20% heintaimed) üldse mingeid ohakavõrseid. Kolmandal aastal (2010) hakkas lutsern rohtuma ja põld oli üldse lünklik. Majandusaastal 2010/2011 kõikidele maatükkidele (kergader, tavapärane, lutsern) tritikale külvamine peaks lõpetavas võrdluses võimaldama võrrelda kahe uuritud mullaharimismeetodi tõhusust ohaka tõrjumise osas võrreldes mitmeaastase söödakasvatusega.



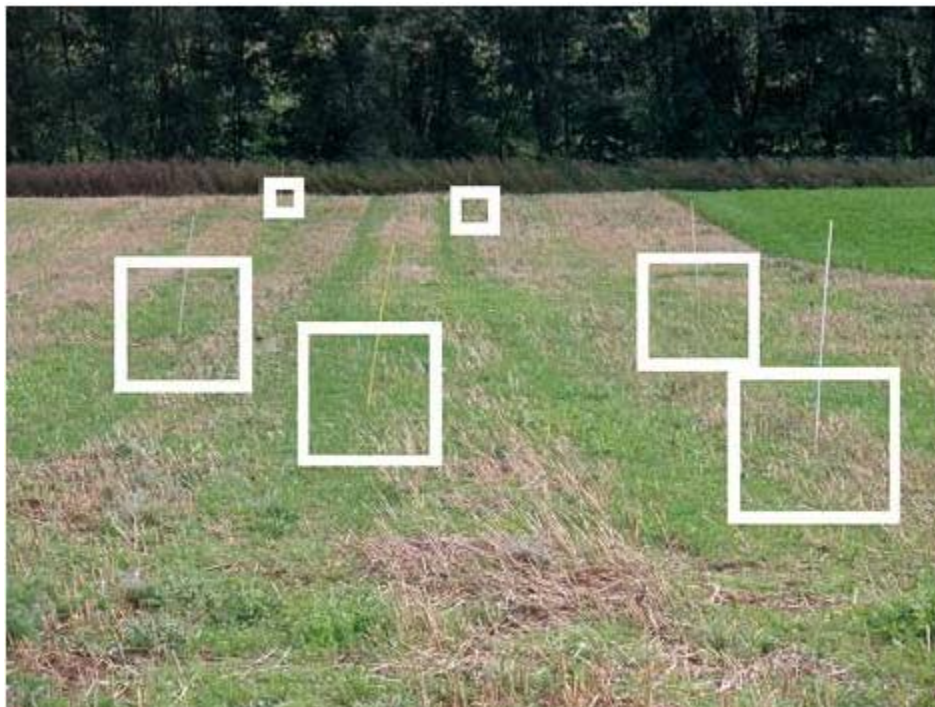
Joonis 2.3.1: Firma Zobel kuue hõlmaga kergadra proovikasutus katse alguses (operaatorid: M. Otto ja E. Kölsch)



Joonis 2.3.2: Mullaharimisvariantide katselapid: vasakul tavapärane, paremal kergader, fotol servades lutsern (26.08.2009).



Joonis 2.3.3: Lähtesituatsioon: tugevalt ohakaga umbrohtunud suvioder (Frankenhansen, juuli 2007).



Joonis 2.3.4: Eelmise aasta geoviitega pindade (valged ruudud) taasleidmine GPSiga ohakavõrsete loendamiseks ruutmeteril.

Esialgne järeldus:

Pärast kolme katseaastat võib märkida, et keskmistel muldadel (siin: savine löss) kaldub mahetingimustes kergadruga mullaharimine andma teravilja (siin: talinisu, tritikale, kaunvilja-teraviljasegu) puhul väiksemat saaki. Tulemused kinnitavad, et ühekülgse külvikorra puhul, kus domineerib teravili, ei ole mullaharimisega võimalik põldohaka vegetatiivsele paljunemisele piiri panna.

Kolmanda katseaasta 2009/2010 kogemused (taliherne-tritikale segu) viitavad samuti sellele, et tugeva konkurentsivõimega segaviljad suudavad edukalt põldohakaga konkureerida ja vähendavad ohaka mõju saagikusele oluliselt.

DR. THORSTEN HAASE JA PROF. DR. JÜRGEN HESS
UNIVERSITÄT KASSEL
FACHBEREICH ÖKOLOGISCHE AGRARWISSENSCHAFTEN
FACHGEBIET ÖKOLOGISCHER LAND- UND PFLANZENBAU
NORDBAHNHOFSTR. 1A, 37213 WITZENHAUSEN
THAASE@WIZ.UNI-KASSEL.DE
JH@UNI-KASSEL.DE
WWW.AGRAR.UNI-KASSEL.DE/FOEL

2.4 Umbrohutõrje ilma künnita – praktilised kogemused

Maheviljelusliku konserveeriva mullaharimise uurimisprojekti raames uuriti kolme põllumajandus-ettevõtja kogemusi, kes on oma põlde rohkem kui kümme aastat künnivabalt harinud. Eesmärk oli aastatega kogunenud oskusteave süstemaatiliselt registreerida (Kaufmann B.A., 2008), et mõista sellistes harimissüsteemides valitsevaid seoseid ja selgitada nimetatud asjatundjate edu põhjuseid (Baars T., 2010).

Kolm talunikku – kolm mullaharimismasinat

Talunike valikul olid määravaks pikaajalised kogemused maheviljeluslikul minimeeritud mullaharimisel. Nii kontrolliti, et harimissüsteem oleks end ettevõttes edukalt õigustanud vähemalt kahe külvikorraperioodi jooksul. Saksamaal on väga vähe talunikke, kes on maheviljeluses üle kümne aasta tegelenud minimeeritud mullaharimisega. Väljavalitud kolme ettevõtte tegevuse raskuspunktid on erinevad ja nad kasutavad erinevaid harimismasinaid. Esimene ettevõtte töötab rootorkultivaatori ja freesiga, teine kergadraga ja kolmas Dyna Drive kultivaatori ja hanijalg-kultivaatoriga.

Väga pindmine töötlemine

Kuigi kõik kolm talunikku kasutasid erinevaid masinaid, on mullaharimise sügavus üksteisest sõltumatult jõudnud sarnasele tasemele. Kõik kolm töötavad "nii pindmiselt kui võimalik", see tähendab mitte sügavamalt kui 10 cm. Seejuures nimetatakse pindmist mullaharimist impulsiandjaks. "Tegeliku" töö teevad ära mullas elavad organismid, kelle aktiivsust pindmine mullaharimine kõige vähem kahjustab. Pindmise harimise eelduseks on mulla mistahes tihenemise vältimine. Kõigil kolmel talunikul on mureks põldudel kasvav umbrohi. Eriti tuleb siinkohal esile tuua, et kaks neist ettevõtetest tegelevad seemnekasvatusega. Tugev umbrohtumus tähendaks olulist tulu vähenemist suurte puhastamiskulude tõttu ja ka võimalikku müügiõiguse kaotamist. Kõikides ettevõtetes kasutatakse arvukalt kaudseid umbrohutõrje võtteid, mida siinkohal põhjalikult ei käsitleta. Vahetut umbrohutõrjet teevad kõik kolm (T1, T2 ja T3) sihipäraselt ja järjepidevalt pindmise korduva mullaharimisega enne külvi ja seda kirjeldame alljärgnevalt täpsemalt. Ainult ettevõttes T3 tehakse vahetut umbrohutõrjet lisaks veel äkkega.

Ettevõtte T1: frees ja rootorkultivaator

Kohe pärast suvivilja koristust, kui ka põhk on koristatud, alustatakse mehaanilise harimisega, et enne talivilja külvi jääks umbrohutõrjeks piisavalt aega. Talivilja (nisu) varajane külv on soovitatav, et juba sügisel jõuaks kasvada tugevad võrsed – nii on nisu kevadel suurema konkurentsivõimega võrreldes alles siis idanema hakkavate umbrohuseemnetega. Esimene külvieelne mullaharimine ergutab selleaastase vilja terad ja pealmises mullakihis olevad umbrohuseemned idanema. Nädal hiljem purustatakse need tõusmed teise harimisega. Eriti hästi õnnestub see siis, kui muld on väga kuiv.

Kui juba pärast esimest harimist võib täheldada umbrohu ja eelnevalt kasvanud teravilja intensiivset tärkamist, järgneb teisele harimisele veel kolmas kord, et enne külvi hävitada võimalikult palju selle aasta vilja ja umbrohu võrseid. Seejuures teistkordne töötlemine ühelt poolt hävitab tärgranud taimed ja teiselt poolt ergutab veel mullas olevaid seemneid idanema. Külv tehakse kaks kuni kolm päeva pärast viimast harimist. Külvimasina ette monteeritakse äke, mis hävitab vahepeal tärgranud umbrohu.



Joonis 2.4.1: Ettevõtte T1 kasutab rootorkultivaatorit ja freesi (ei ole fotol) maksimaalse sügavusega 6 cm.

Ettevõtte T2: kergader (hõlmkoorel)

Viljakoristusele järgneb kohe harimine kergadraga. Ohakavabadel põldudel külvatakse juba pärast esimest töötlemist vahekultuurina aksamandria ja pärsia ristiku segu. Vahekultuuri kohesest külvist loobutakse, kui juba viljakoristusel märgatakse juurumbrohtusid. Siis tehakse esmalt mitu korda pindmist mullaharimist kergadraga, et põldohakat hävitada. Seejuures on tähtis, et muld oleks optimaalses seisundis (joonis 2.4.3). Kui pärast esimest harimist on põldudel veel märgata suuremaid mullakamakaid, käiakse pärast kõrrekoorimist põldudest veel randaaliga üle ca 4 cm sügavuselt. Seejärel jälgitakse hoolikalt umbrohu tärkamist põldudel.



Joonis 2.4.2: Ettevõtte T2 kasutab mullaharimiseks kergatra.



Joonis 2.4.3: Mulla soovitud seisund pärast harimist.

Ohakavõrsed tulevad nähtavale väga varakult pärast harimist (ca 8 päevaga). Ohakate hävitamiseks lastakse võrsetel kasvada ca 10 cm kõrguseks, kuni moodustub selge rosett. Olenevalt ilmast kulub selleks umbes 2–3 nädalat. Nüüd haritakse teist korda kergadraga. Selles staadiumis kahjustab

töötlemine umbrohtu eriti tugevalt ja see ei taastu enam nii kiiresti. Pärast seda külvatakse kohe vahekultuur – aleksandria ja pärsia ristiku segu või talivilili (speltanisu või rukis), et anda kultuurtaimedele täiendav konkurentsieelis juba niigi kahjustatud ohakate ees.

Ettevõtte (T3): Dyna Drive ja hanijalg-kultivaator



Joonis 2.4.4: Ettevõtte T3 kasutab kolme reaga hanijalg-kultivaatorit.

Kõrrepõldu töödeldakse kohe pärast viljakoristust. Kui koristatud pindade harimine samal päeval ei ole võimalik, lükatakse viljakoristus päeva võrra edasi. On väga tähtis, et muld kohe ümber pöörataks. Kapillaarsus tuleb murda, et vesi jääks mulda ja mullaprotsessid saaksid käivituda. See protsess kestab umbes 10–14 päeva. Kõrrepõllu harimiseks eelistab talunik T3 kasutada Dyna Drive'i kultivaatorit (joonis 2.4.5). Dyna Drive'i maksimaalne töötlemissügavus on umbes 4 cm. Nii saab seda kasutada ainult siis, kui kuivus ei ole mulda liiga kõvaks muutnud ja kombain ei ole vilja koristades liiga sügavaid jälgi jätnud. Neil juhtudel töödeldakse kõrrepõldu hanijalg-kultivaatoriga nii pindmiselt kui võimalik.

Ainult enne vahekultuuri külvi haritakse hanijalg-kultivaatoriga (sügavus 6–7 cm) tavaliselt kohe pärast viljakoristust. Reeglina on siin vaja ainult üht töötlemiskorda ja nii segatakse sisse veidi rohkem mulda. Mullal lastakse kümme päeva puhata ja siis algavad mullas transformeerumisprotsessid. Ideaaljuhul näeb talunik töödeldud pinnal kasvamas "rohelisi vetikaid". Siis ongi õige aeg vahekultuuri külviks. Seejuures kasutatakse tigukülvikut. Kui mulla transformeerumine ei ole kulgenud rahuldavalt, külvatakse kombineeritud külvimasinaga vahekultuur. Nii töödeldakse mulda veel üks kord külvimasinasse integreeritud kobesti abil.



Joonis 2.4.5: Dyna Drive võimaldab töödelda väga pindmiselt (1–2 cm).

Kokkuvõte

Aktiivset umbrohutõrjet teevad kõik kolm talunikku sihipäraselt ja järjekindlalt pindmise korduva mullaharimisega enne külvamist. Seejuures töötlevad kõik kolm mulda otsekohe pärast viljakoristust. Seda meetodit täiendavad muud kaudsed võtted, nagu külvikord, talvine taimkate, mullatingimustega arvestamine jne. Umbrohutõrje edu tuleneb seejuures erinevate meetodite ja võtete kombineerimisest, mis kooskõlastatakse omavahel nii, et nad üksteisele vastu ei töötaks.

DR. BIRGIT WILHELM
UNIVERSITÄT KASSEL,
FACHBEREICH ÖKOLOGISCHE AGRARWISSENSCHAFTEN,
FACHGEBIET AGRARTECHNIK
BIRGIT.WILHELM@UNI-KASSEL.DE
WWW.UNI-KASSEL.DE/AGRAR/AGT

2.5 Umbrohutõrjemeetodid köögiviljakasvatases

Anette Braun – Maheköögiviljakasvatuse Nõustamisteenistus

Umbrohutõrje istutatud ja eriti veel otse külvatud köögiviljakultuurides on kõige hõlpsam, kui juba eelnevalt on umbrohtu võimalikult vähe. Ammu on teada ja ikka alati soovitatakse järgida põhimõtet, et umbrohupotentsiaali tuleb mullaharimisega vähendada enne kultuurtaimede külvamist või istutamist. Üks meetod selleks on umbrohu varajasema tärkamise ergutamine, mida nimetatakse ka "võltskülvipinna loomiseks". Selle õnnestumiseks on tähtis strateegiline lähenemine ja õiged mullaharimisseadmed.

Umbrohtude varajasema tärkamise strateegia

Umbrohu varajasema tärkamise jaoks tuleb mulda vähemalt 2, optimaalse tulemuse saavutamiseks 4–6 nädalat enne külvamist või istutamist töödelda.

Kui peenar on valmis, peavad kõigepealt umbrohud idanema minema. Selleks vajavad nad piisavalt niiskust ja mulla struktuur peab olema piisavalt peen. Mõned köögiviljakasvatajad isegi kastavad peenraid kuival ajal, et umbrohi idanema läheks.

Sealtpeale töödeldakse ainult ülemist mullakihti, optimaalsel juhul 2–3 cm sügavuselt, et sügavamatest kihtidest uusi umbrohuseemneid mitte pinnale tuua. Enamikul pikemat aega maheviljelusega pindadel on umbrohusurve aastatega kasvanud, nii et reeglina me võime arvestada suure hulga umbrohuseemnetega kogu töötlemishorisondis!

Suvel on olemasoleva mullaniiskuse juures sageli juba nädala pärast tärganud piisavalt umbrohtu, et harimine end ära tasuks. Et pindmine harimine taimed kindlasti hävitaks, peab umbrohi olema idulehe või kahe lehe faasis. Protseduuri korratakse 2–3 korda, et saavutada võimalikult hea tulemus. Eriti kui seemnetega leviva umbrohu potentsiaal mullas on suur, võib juba üks hästi tehtud töötlemiskord (kogu peenra võimalikult pindmine ja põhjalik töötlemine kuiva ja päikeselise ilmaga) umbrohtumust vähemalt poole võrra vähendada. Pärast viimast harimiskorda peaks olenevalt ilmastikust jääma külvamise või istutamiseni vähemalt mõni tund, et umbrohi jõuaks kõigepealt kuivada, ega hakkaks istutus- või külvimasina surverullide abiga uuesti kasvama.

Peenarde umbrohutõrje seadmed

Millised seadmed sobivad? Eesmärk on peenart harida ainult 2–3 cm sügavuselt, seejuures aga ühtlaselt ja põhjalikult. Harilike äketega saab küll põhimõtteliselt mulla pealmist kihti töödelda, aga need seadmed ei lõika kogu mullakihti horisontaalis läbi ja korralikumaks töötlemiseks tuleb mulda tunduvalt sügavamalt liigutada, seejuures jõuavad aga uued umbrohuseemned jälle altpoolt üles. Kasutatavatel sahaõlmadel ei tohi olla seadenurka (või peab see olema minimaalne), nad peavad töötama võimalikult pindmiselt ja vähe kühveldama, sest muidu muutub peenra pind ebäühtlaselt vaoliseks ja see teeb taas vajalikuks sügavama töötlemise. Sahaõlma hoidik peaks olema jäik, kuna vibrohoidikud loomuomast

vedrutavad ega võimalda töötada täpselt ühesuguse sügavusega. Hea on, kui hõlmad suures ulatuses kattuvad, et hõlmata tõepoolest kogu peenrapinda.

Üks kaubandusvõrgus saadaolev Steketee seade (joonis 2.5.1) on varustatud hanijalgadega (kergelt kühveldavad) vibrohoidikutes (ebatäpne sügavuse hoidmine). Mõlemad omadused tingivad selle, et seadmega peab töötama sügavamal kui umbrohu varajasema tärkamise jaoks mõistlik on. Hea on seevastu kõrguse hoidmine varrasrullide abil ees ja taga, mis tagab täpse kõrguse hoidmise peenral. Sarnast seadet pakub ka firma Kress.



Joonis 2.5.1: Kaubanduses saadaolev Steketee seade. (Foto: G. Eisenkolb)

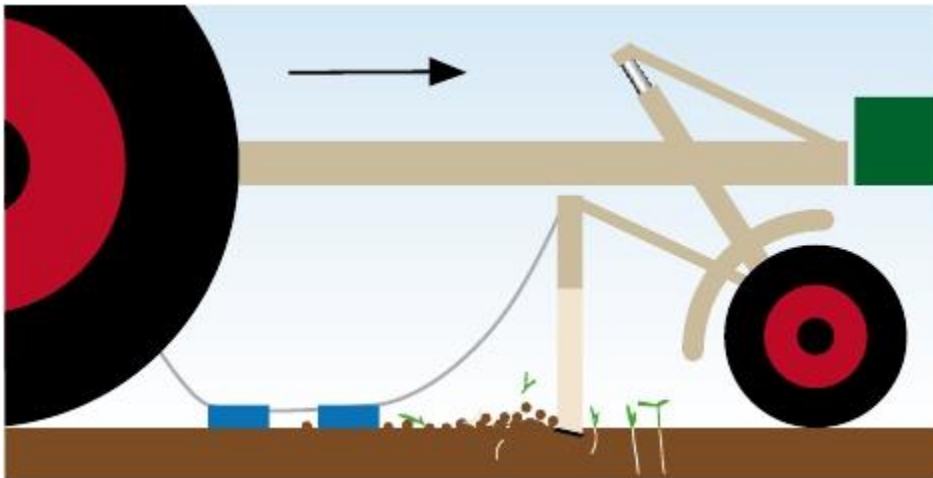
Järgnevad seadmed on välja töötatud paljude meie endi arenduste hulgas.

"Alt lõikamise nuga", mille saab paigaldada telgede vahele kogu peenra laiuses (joonised 2.5.2 ja 2.5.3). Seda täiendab juurde haagitud U-profiilterasest topeltlohisti mullakooriku lõhkumiseks ja peenestamiseks. Kõrgust saab seada käsitsi hüdraulika kaudu, mis võimaldab ebatasasel pinnal täpsemalt töötada.

Järgmine seade ehitati Gütleri kultivaator-äkkest (joonis 2.5.4). Algse töölaieuga seadmeid (2 m) praktiliselt enam ei kasutata ja seetõttu saab neid soodsa hinnaga osta. Ilma seadenurgata pindmised jäigas hoidikus terad, mis lisaks on suures ulatuses kohakuti, võimaldavad peenra pindmise kihi ühtlaselt alt läbi lõigata. Mullavoo juhtimiseks peenras on külgedele paigaldatud kaks plaati, mis takistavad mulla libisemist sõiduroobastesse. Need on kinnitatud vetruvalt kummipuhvrite külge ja nii ei teki ummistusi.



Joonis 2.5.2: Alt lõikamise nuga: tegelik nuga (vt noolt) oli algselt vedruterasest, nüüd kokkuhoiu mõttes harilikust ehitusterasest. Üks võimalus oleks kasutada meetri kaupa müüdavaid frontaallaaduri kopa siine (Foto: A. Müller).



Joonis 2.5.3: Vahetelje külge monteeritud alt lõikamise nuga töötleb mulda sügavusel 2-3 cm, lõigates idanema läinud umbrohud läbi. Juurde haagitud U-profiilterasest topeltlohisti lõhub mullakoorku ja peenestab pealmist mullakihti.



Joonis 2.5.4: Ümber ehitatud Guttleri kultivaator-äkkest. Kõrguse juhtimiseks on tagumine rullik ja ülemine juhtseade, parallelogramm (vt noolt) toetab kõrguse juhtimist ebatasasuste korral.



Joonis 2.5.5: Täpne kõrguse juhtimine peenral kahe Farmflex-ratta abil ees ja koorikupeenestamisrulli abil taga.

Järgmine enda ehitatud seade on varustatud pindmiselt töötavate noateradega (joonis 2.5.5) Täpne kõrguse juhtimine peenral on tagatud kahe Farmflex-ratta abil ees ja koorikupeenestamisrulliga taga ning piki- ja ristisuunas pendeldava pealepandud raskusega.

ANETTE BRAUN, BERATUNGSDIENST ÖKOLOGISCHER GEMÜSEBAU, AUF DEM WASEN 9, 71640 LUDWIGSBURG
ABRAUN@BIO-BERATUNG.DE

2.6 Metskersi mehaaniline tõrje köögiviljakasvatuses

Rene Total – Uurimisasutus Agroscope Changins-Wädenswil Acw

Metskerss (*Rorippa sylvestris*) ristõieliste sugukonnast on ammutuntud umbrohi. Teda esineb kogu Euroopas, Põhja-Aafrikas ning Väike- ja Lääne-Aasias. Oletatakse, et aiandusse on ta jõudnud turbasubstraatide kaudu. Seni on metskerssi peetud pigem süütuks umbrohuks (joonis 2.6.1). Piiratud levikolletele põldudel pööratakse nagu enne nii ka praegu liiga vähe tähelepanu. Intensiivne mullaharimine, samade masinate kasutamine mitmes ettevõttes, nagu ka põldude vahetamine ja rentimine soodustavad metskersi levikut.



Joonis 2.6.1: Probleemsetest umbrohtudest püsikultuurides on just maheviljeluses raske jagu saada!

Juurumbrohi kui probleem

Metskerss paljuneb enamasti juurevõrsete kaudu. Mureks on eelkõige see, et juured, mis roteerivate mullaharimisseadmetega tükeldatakse, annavad igast väikesest tükikesest jälle uusi võrseid! Kui umbrohtunud põllul kasutatud masinaid järjekindlalt ei puhastata, võivad seadme külge jäänud pisikesed juuretükid saastata uusi põlde.

Paljunemine ja levik toimub aga ka seemnete abil, mis suudavad ujuda ja seega tugeva vihmaga naaberpõldudelt kohale jõuda.

Mehaaniline tõrje

Mahekasvatustes on metskersi otsene tõrje pigem keeruline. Umbrohtunud pindadel tuleks võimalikult vähe kasutada roteeruvaid seadmeid nagu mulla- või reafreesid, sest tükeldatud juurtest tärkavad uued taimed.

Katses kasutati aprillist septembrini musta kesa harimiseks:

- ✓ hõlmader koos kõrrekoorijaga hariliku seadistusega, lisaks randaal,
- ✓ hõlmader ilma kõrrekoorijata hariliku seadistusega, lisaks randaal,
- ✓ randaal,
- ✓ vedrupiidega äke,
- ✓ juurimismasin.

Katse eesmärk oli viia võimalikult palju juuretükke sellisesse asendisse, et nad ajavad võrsed välja või mulla peal kuuma ilmaga ära kuivavad. Seadmeid kasutati kahe kuni kolme nädala tagant alati kuiva ilmaga.

Hõlmader koos kõrrekoorijaga

Kündmise ajal kõrrekoorija koorib vastavalt seadistusele 3–7 cm paksuse mullakihi vaopõhja. Kooritavas ribas on väga palju metskersi juuri. Vastavalt adra seadistusele jäävad need juured nüüd 20–30 cm sügavusele. Selles mullakihis on nad väga hästi kaitstud mistahes mõjude eest. Juured võivad sellel sügavusel pikka aega elus püsida. Loomulikult püüavad nad moodustada uusi võrseid, sellisel sügavusel on pinnale jõudmiseks vaja aga suhteliselt palju energiat. Kaevamistel täheldasime aga, et kohati kasvasid võrsed läbi vihmaussikäikude, et vältida mullatakistust.

Nõnda saab siis hariliku seadistusega adraga hetkeks küll suhteliselt puhta põllu, kuid see püsib nii lühikest aega (nt järgmise mullaharimiseni), kuni metskerss jälle pinnale jõuab.

Hõlmader ilma kõrrekoorimiseta

Kui kõrrekoorija tõstetakse üles (joonis 2.6.2), satub vähem metskersi juuri mulla alla. Hetkel ei tundu põld puhas nagu tavaliselt pärast kündi, kuna hulk juuri jääb pealispinnale. See on aga tahtlikult nii, sest järgnevate töökäikudega lõhutakse juuri edasi nii, et nad ära nälgivad või ära kuivavad.

Mõlema adravariandi puhul hariti pärast põldu kuiva ilma puhul regulaarselt randaaliga.



Joonis 2.6.2 Ilma kõrrekoorijata ei aja ader kuigi palju metskersijuuri sügavale mulla alla.

Randaal

Randaal (joonis 2.6.3) seadistati töösügavusele 15–20 cm, nii et see haaras pinnast sügavalt. Eesmärk oli tuua võimalikult palju juuri pinnale. Mõju metskersijuurtele oli tõhus. Pärast mitut ülesõitu selgus, et äärealad, kus traktor ei sõida optimaalse kiirusega ja masin seega ei haara mulda piisavalt sügavalt, oli mõju nõrk. Et kogu ala ühtlase intensiivsusega läbi töötada, oleks optimaalne töödelda pinda ristipidi. Katselapi suurust arvestades ei olnud võimalik risti sõita. Võrreldes kummagi adravariandiga õigustas randaali kasutamine end paremini, kui arvestada mõju ja mullaharimise võimsust.

Vedrupiidega äke

Katses kasutati ka vedrupiidega äket. Mõju oli aga tühine, kuna liigutatakse liiga vähe mulda ja seega jõuab pinnale vähe juuri. Võimalik on kasutada seda randaaliga vaheldumisi.



Joonis 2.6.3: Randaaliga saab töödelda suurt kogust mulda.



Joonis 2.6.4: Juurimismasin tõmbab juured pealispinnale.

Juurimismasin

Kuna just põllu äärealadel, aga ka põllu servaribadel on mullas palju metskersijuuri, milleni eelnimetatud seadmed hästi ei jõua, otsiti täiendavaid tõrjevõimalusi.

Juurimismasinat kasutatakse eelkõige puukoolides taimede mullast väljaraputamiseks. Masinat kasutati maatükiga risti. Olenevalt mulla liigist saab selle seadmega osa juuri (joonis 2.6.5) pinnale raputada.

Juurija peab olema seatud püstloodis, see tähendab, et nuga ees peab kulgema sügavalt (10–25 cm) ja sõel taga peab olema seatud võimalikult kõrgele (vt joonis 2.6.4). Juurimismasinaga võib saavutada osalist mõju. Seda sobib kasutada eelkõige põllu äärealadel, mida muude masinatega ei saa töödelda. Just kergetel liivastel hästi varisevatel muldadel on juurimismasinaga võimalik edu saavutada. Kahjuks ei ole töökiirus kuigi suur ja töösügavus on olenevalt mullast piiratud 10 (raske muld) kuni 25 cm-ga.



Joonis 2.6.5: Just servaribal annab juurimismasina kasutamine häid tulemusi.

Tulemused

Et võrrelda erinevate seadmete mõju, võeti sügisel pärast töötlemist ja järgmisel kevadel mullaproovid ja uuriti metskersi juurte hulka proovides.

Sügisel leiti kõigil katsealadel seadmete töösügavusel ainult üksikuid juuri. Variandis ader koos kõrrekoorijaga leiti vaopõhja piirkonnas (joonis 2.6.6), mis jäi allapoole randaali töösügavust, aga veel rohkesti juuri.

Mulla järelkontroll tehti kevadel. Aprillis, kui muld soojenes, oli näha möödunudaastase töötlemise mõju. Ikkagi olid mullas vaatamata peaaegu kuut kuud musta kesa ja regulaarset mullaharimist alles juured, mis ajasid võrseid. Just sügavamatest kuni 35 cm sügavustest kihtidest tuli pinnale uusi võrseid. Üldine umbrohtumus oli aga märgatavalt väiksem.



Joonis 2.6.6: Ka aasta pärast intensiivset tõrjet tuleb sügavamatest mullakihtidest veel metskersi võrseid.

Järeldus

Umbrohtumust metskersiga saab tugevalt vähendada intensiivse mehaanilise mullaharimisega sobivate seadmetega pikema aja vältel eeldusel, et ilm püsib kuiv. Katsepinnal saavutati metskersi hinnanguline vähenemine umbes 70–80 %. Sajaprotsendiline vabanemine metskersist ei ole ühe hooajaga võimalik. Et metskersiga saastunud alad jälle mingil määral kontrolli alla saada, tuleb sellega tegeleda mitme aasta jooksul.

Metskersi tõrjel on kõige efektiivsem abinõu tööhügieen. Selle ennetava meetmega on võimalik metskersiga umbrohtunud pindade kulu- ja ajamahukat saneerimist vältida.

DR. RENE TOTAL
FORSCHUNGSANSTALT AGROSCOPE CHANGINS-WÄDENSWIL ACW
POSTFACH 185, CH-8820 WÄDENSWIL
RENE.TOTAL@FAW.ADMIN.CH
WWW.AGROSCOPE.ADMIN.CH

3 Meetmed köögiviljakasvatuses

3.1 Õlileegitusseadme eelised ja puudused

Guntram Sauermann – Ulenburgi Aiand

Leegitusseadmetega, mis kasutavad energiaallikana vedelgaasi, kaasnevad alati riskid seoses gaasi haihtumise või käsitsemisvigadega plahvatusohuni välja. Lisaks on vedelgaasi ladustamine ja transport seotud kuludega. Kilovatt-tunni hind on muude energiakandjatega võrreldes kõrgeim. Odavaima energiakandja kütteõli puhul kõiki neid ohtusid ei ole. Leegitusseadme paagi lekkel on samad tagajärjed nagu traktori paagi lekkel. Pärast korralikku juhendamist võib seega seadmega ohutult töötada ka praktikant.

40 eri kultuuriga köögiviljakasvatuseettevõte

Siinkohal tutvustatav seade on ettevõttes kohapeal välja töötatud ja valmis ehitatud ning seda kasutatakse köögiviljakasvatuses. Aiandile kuulub 60 ha savika mullaga põllumaad ja 6000 m² kasvuhoonepinda.



Joonis 3.1.1: Spinatikasvatus nõuab palju käsitsitööd. Umbrohu vohamine suurendaks töömahtu sel määral, et tööjõukulusid ei suudetaks enam katta.

Kalendriaasta jooksul kasvatakse 40 eri sorti ja liiki köögivilju, et tagada maakasutuse ja turuleti mitmekesisus. Peamised põllukultuurid on porgand, redis, salatid, fenkol ja põldkännak. Lisaks otseturustusele nädalalõputurgudel on oluline müügikanal mahehulgikaubandus. Keskmiselt on aiandis tööl viis praktikanti ja 13 täiskohaga "mõttestaaslast".

Leegitusseadme kasutamine

Vastavalt vajadusele kasutatakse seadet kõikide kultuuride puhul. Olulist rolli mängib see näiteks spinati, redise ja põldkännaku puhul, et suur umbrohuhulk ei raskendaks käsitsitöömahukat saagikoristust (joonis 3.1.1).

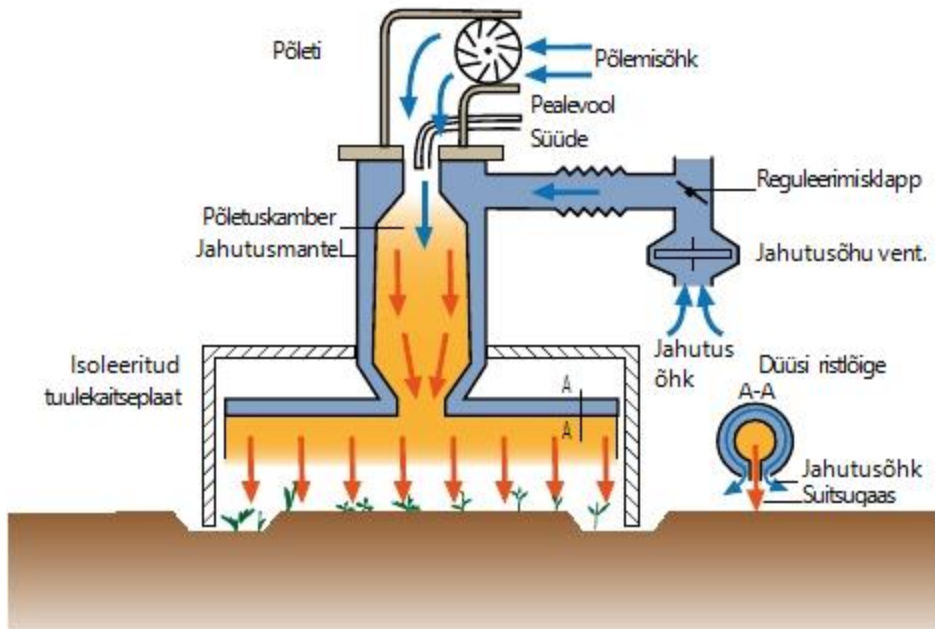
Seadet kasutatakse peenardel ja vagudel, et ettevalmistavas ja tärkamiseelses faasis hävitada tärgranud umbrohud ja veidi suuremad umbrohutaimed või vähemalt nende kasvu tugevalt tagasi viia. Seade on suhteliselt raske (500 kg) ja seega märgade sõiduradadega aladel saab seda kasutada ainult piiratult (vt ka artiklit "Mulla tihenemine").



Joonis 3.1.2: Kasutamine vagudel, tärkamiseelne töötlemine

Põlemise kvaliteet põlemiskambris

Leegitusseadme hindamise peamine kriteerium on põlemise kvaliteet. Gaasi põlemise kvaliteeti saab hinnata silmaga leegi kollase osa järgi. Põlemata gaasijäägid haihtuvad märkamatuks keskkonda ja halvemal juhul jääb töötlemisel alasid, mida ei ole "leegitatud". Õlileek (= õliauru leek), mis lõpuni ei põle, jätab enesest ümbruskonda ehk siis põllule õlitilkasid. Et saavutada kaasaja tehnilistele nõuetele vastav põlemine, ehitati põlemiskambriga seade (joonis 3.1.3). Tegelik põlemine toimub kõigepealt siin. Seejärel voolab suitsugaas suure mahuga ristjaotusdüüsi kaudu leegitatavale pinnale selle kogu laiuses. Et tuul ei vähendaks suitsugaasi mõju peenra pinnale, on paigaldatud isoleeritud tuulekaitseplaat. Tuulekaitseplaadi tihedalt vastu peenart vajutamiseks kasutatakse taga kette, ees Kevlar-kattegangast – mis ei ole veel optimaalne lahendus, sest peenrapinnale ei tohiks avaldada mehaanilist koormust.



Joonis 3.1.3: Leegitusseadme tööpõhimõte



Joonis 3.1.5: Voolu tootmiseks on korpusesse integreeritud mürasolatsiooniga diiselmootor. Õlipõleti on monteeritud otse põlemiskambri peale.



Joonis 3.1.6: Töö leegitajaga, pilk valvsalt õlisurve ja temperatuuri näidikutel.

Jahutusventilaator

Jahutuseta põlemiskambrit ei ole saadaolevate või vastuvõetava hinnaga materjalide abil võimalik ehitada, kuna need peavad pikka aega taluma temperatuure, mis küünivad kuni 1800° C.

Seetõttu on põlemiskambri ja ristjaotuse osal kahekordsed seinad. Ventilaator suunab jaheda õhu läbi vahakambri, takistades sellega materjali enneaegset kulumist. Õlipõleti ja jahutusventilaator vajavad elektrit, mida traktori vooluvarustus tagada ei suuda. Seetõttu on seadmesse integreeritud ühesilindriline diiselmootor. See tähendab lisakaalu ja müraprobleeme.

Seadet on kasutatud viis aastat ja kulunud on 15 000 liitrit kütteõli. Ehitamiseks kasutatud detailid maksid kokku umbes 10 000 eurot.

GUNTRAM SAUERMANN
GÄRTNEREI ULENBURG
DORFSTR. 89, 32584 LÖHNE
SAUERMANN@ULEENBURG.DE
WWW.ULENBURG.DE

Leegitustehnoloogia rakendamine peenras kasvatatavatel kultuuridel ja köögiviljapõldudel

Rakendusvaldkond ja puudused

Termiline umbrohutõrje ("leegitustehnoloogia") pakub nii õiguslikel kui põllundustehnoloogilistel põhjustel huvi köögivilja- ja kartulikasvatajatele, tehisalade umbrohuvabana hoidmisel ja umbrohutõrjeks veekaitsealadel. Rakendusvaldkond on seega põllumajandussektorist märksa laiem. Levinud tõrjemeetod on pindade töötlemine enne kultuurtaimede tärkamist. Liikumiskiiruseks on 1–4 km/h ja see sõltub oluliselt umbrohu tihedusest ja liigilisest koostisest. Selle tehnoloogia määrav eelis on soovimatu umbrohu kindel ja püsiv hukkumine.

Tänase eegitustehnoloogia puudustena võiks siiski nimetada suurt gaasikulu 75–100 kg vedelgaasi leegitatava pinna hektari kohta ja vähest selektiivsust.

Senine leegitustehnoloogia kasutab kaht erinevat soojusallikat: lahtist leegitajat, mille leek libiseb otse üle maapinna, või kaudset soojuskiirgust. Seejuures soojendatakse gaasileegitaja abil infrapuna-soojusvõre temperatuurini 925° C ja saadakse nii maapinnale kiirguv infrapunasagedus.

Lahtise leegitaja (sauleegitaja) lähtetemperatuur on umbes 1500° C ja maapinna lähedal 300–400° C.

Gaasi allikas

Leegitaja jaoks võib kasutada nii vedelas kui gaasilises olekus gaasi. Vedelgaasi puhul jõuab kütus vedelas olekus ümberpööratud gaasiballoonist aurustisse ja juhitakse sealt gaasilises olekus leegitajasse. Gaasilises olekus gaasi puhul aurustatakse vedelgaas balloonides ja juhitakse käsitsi reguleeritava seadme abil leegitajatesse. Kaasaegsete suure võimsusega leegitusseadmete puhul suureneb vedelgaasi roll, kuna nii on võimalik kasutada suuremaid koguseid.

Seadistamine

Termilise mõjutamise intensiivsust saab operaator muuta gaasisurve ja liikumiskiiruse valikuga. Kuumuse toimeaeg on ca 1/10 sekundit. Taimede termilisel mõjutamisel rakuvalgud kalgendumad, põhjustades taime hukkumise. Kiirel kuumutamisel temperatuurini ca 110° C rakuseinad rebenevad, rakuvedelik voolab välja ja taim kuivab ära.

Sõrmeproov

Tõrje tulemuslikkust tuvastatakse praktikas tavaliselt "sõrmeprooviga": töödeldud taimelehte pigistatakse pöidla ja nimetissõrme vahel ning eduka töötlemise korral värvub pigistatud koht tumeroheliseks.

3.2 Umbrohutõrje optimeerimine sibulakasvatuses

Martin Koller – Mahepõllumajanduse Uurimisinstituut (FiBL)

Sissejuhatus

Mahesibulate kasvatamisel on käsitsi kõplamise ja rohimise puhul tööjõukulu sageli väga suur ja seega tihti tegevust piirav tegur. Varajane külvamine (või istutamine) raskendab eelneva umbrohutõrje kasutamist, mis sobib hästi näiteks säilitusporgandi puhul. Väljapääsu pakub siin sibulate istutamine, mitte otse külvamine. Käesolevas töös võrreldakse erinevate sibulakasvatusemeetodite (seemnest otsekülv, tippisibulad ja istutamine) töömahukust ja püütakse leida optimeerimisvõimalusi vastava kasvatusemeetodi raames. Erilist tähelepanu on pööranud küsimusele, kas peenrakatte kasutamine enne leegitust suurendab meetodi tõhusust.



Joonis 3.2.1: Külvatud sibula puhul on viimane leegituse aeg, mil taimi väga palju ei kahjustata, siis kui esimene pärislehtede paar on lahti rullunud. Määravama tähtsusega on siinkohal umbrohu areng. Kui umbrohi on juba varem idanema hakanud ja tingimused sobivad, tuleks valida lausleegitamine.

Katse ülesehitus

Mõlema aasta katsemeetodid on kokku võetud tabelis 3.2.1.

Tabel 3.2.1: Katses testitud meetodid aastatel 2004 ja 2005

Kasvatusmeetod	Alammeetodid	2004	2005
Seemnest otsekülv	Peenrakatte kasutamine, leegitamine (PK+, L+)	x	x
Seemnest otsekülv	Leegitamine (PK-, L+)	x	x
Seemnest otsekülv	Peenrakatte kasutamine (PK+,L-)	x	-
Seemnest otsekülv	Ilma peenrakatteta, ei leegitatud (PK-, L-)	x	x
Tippsibulad	Ei leegitatud (L-)	x	x
Tippsibulad	Leegitamine (L+)	x	-
Noortaimed	9 potti m ² kohta, 5–7 tk/pott	-	x
Noortaimed	9 potti m ² kohta, 5–7 tk/pott	x	x

Legend: "-" meetodit ei kasutatud vastaval aastal

Seemnest otsekülv: 2004. aastal laotati 13.02. pärast randaalimist peenardele kahekordne peenrakatte (meetod PK+), pärast külvamist (18.03.) jäeti kate kuni leegitamiseni (08.04.) peale. Leegitamine ilma peenrakatteta variandis (P+, PK-) toimus samuti nagu ka variandis (PK+, P+) siis, kui esimene pärislehtede paar oli just lahti rullunud (kasvufaas BBCH³ 011) 12. aprillil. Pärast külvamist rulliti põldu sileda rulliga, et leegitamine oleks tõhusam (mullakamakad kaitsevad umbrohtu leegi eest). Aastal 2005 kasutati ilmastikutingimuste tõttu peenrakatet alles pärast külvi (24.03.) kuni leegitamiseni (10.04.). Ilma peenrakatteta variandis toimus leegitamine 12.04.

Tippsibulad pandi mulda pneumaatilise istutusmasinaga 01.04.2004 (04.04.2005). Ainult 2004. aastal leegitati muldapandud tipsibulaid 2–3 lehe staadiumis (kasvufaas BBCH 103).

Noortaimed istutati ca 30 cm (9 potti vastavalt 5–7 tk/m²) või 15 cm vahedega (18 potti vastavalt 3–4 tk/m²) reas.

Tulemused

Seemnest otsekülv

Peenrakatte kasutamine soodustas märgatavalt umbrohtude idanemist (eelkõige vesihein *Stellaria media* ja verev iminõges *Lamium purpureum*), nt aastal 2004 rohkem kui 200%. Umbrohust saadi leegitamisega hästi jagu. Siiski oli käsitsi rohimise vajadus peenrakatet kasutades suhteliselt (leegitamisega) või märkimisväärselt (ilma leegitamiset, joonis 3.4.2) suurem. Seda võiks selgitada sellega, et peenrakatte kasutamine ergutab idanema ka neid umbrohuseemneid, mis muidu sel aastal ei

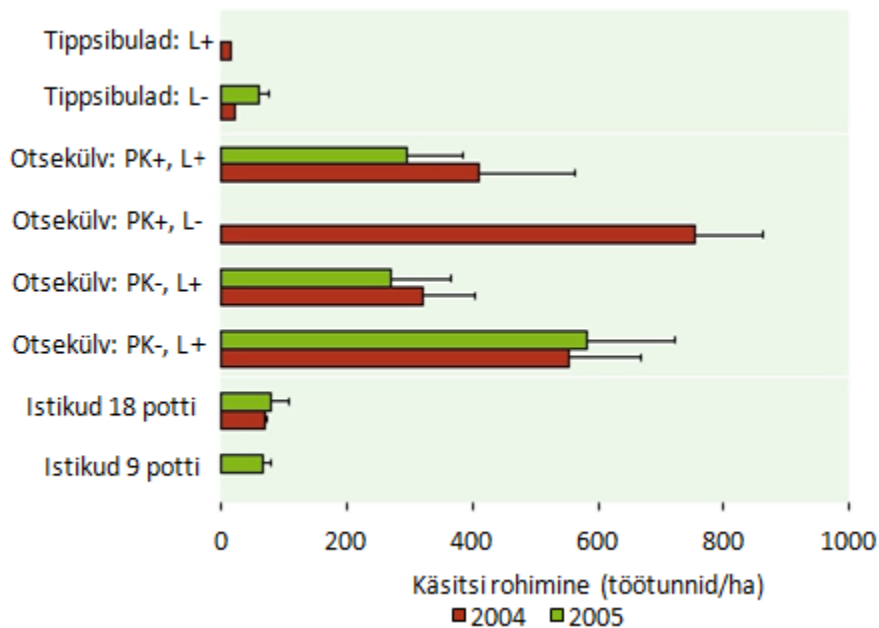
³ Märkus: Vt kasvufaasid www.pma.agri.ee/download.php?getfile2=5750

idaneks. Järgnenud käsitsi rohimise kordadel andsid palju tööd tüüpilised suvel idanevad umbrohud (nagu paljas võõrkakar).

Põllu rullimine sileda rulliga osutus eelkõige 2005. aastal problemaatiliseks, kuna vihmajärgu tõttu moodustus mullale koorik (siinkohal ei mõjutanud see sibulate tärkamist). Tippsibulate puhul oli umbrohtu tänu peenraäkke kasutamisele väga vähe. Leegitamine vähendas umbrohtu ainult pisut.

Nii tippsibulate kui ka otsekülvi puhul vähendas leegitamine saagikust 3–6%.

Istutatud sibulate puhul hõlbustas suurem ridade vahe 2005. aastal oluliselt kõplamist. Tööaja kulu see aga märgatavalt ei mõjutanud.



Joonis 3.2.2: Käsitsi rohimine eri kasvatamismeetodite ja alammeetodite puhul.

Tabel 3.2.2: Masina kasutamine ja käsitsi rohimise vajadus kasvatusmeetodite lõikes 2004.

Abinõu	Leegitamine	Peenraäke	Vahelt-harimishari	Hanijalg-kultivaator	Käsitsi rohimine (töötunnid)
Külv	08.04.	-	22.04. 05.05. 13.05. 17.06.	25.05. 21.06	272
Tipp-sibulad	-	13.04. 13.04. 16.04. 27.04.	22.04. 13.05	17.05.	22
Noortaimed	-	-	22.04. 05.05. 13.05. 17.06.	17.05. 25.05. 21.06.	



Joonis 3.4.3: Vaheltharimishari kisub umbrohu hästi välja. Puuduseks on see, et masin ei kohandu mulla ebatasasustega (seetõttu peavad peenrad olema ühetasased) ja meetodit saab kasutada ainult kultuurtaimede varases kasvufaasis (ehk siis kui lehemass on väike).

Oluliselt väiksem käsitsi rohimise vajadus noortaimede kasutamisel saavutati eelkõige tänu kergel vedukil peenraäkke tõhusale kasutamisele (tabel 3.4.2). Seetõttu olid umbrohutõrje tulemused ka rea sees rahuldavad. Kuna tipp-sibulad kasvatavad palju tugevamaid pealseid, on siin võimalik varem äestada. Muude seadmetega oli rea sees võimalik teha ainult kergelt muldamist (nt vaheltharimisharjaga, kaitsetunnelit kergelt tõstes). Vaheltharimisharja kasutati, kuna see kisub

umbrohu tõhusamalt mullast välja, taimede hilisemas arengufaasis polnud seda aga enam võimalik teha (joonis 3.2.3).

Ka noortaimede puhul oli võimalik rohimisvajadust järsult vähendada. Kui võtta 9 potti vastavalt 5–7 kultuurtaimega ühe ruutmeetri kohta, on see meetod ka majanduslikult konkurentsivõimeline. Tippsibulate kasutamise tähtsus on märgatavalt vähenenud, kuna lähtematerjal on mitu aastat järjest olnud halva kvaliteediga.

Järeldus

- ✓ Sibulakasvatuses saab käsitsi rohimise vajadust oluliselt vähendada sibulakasvatusmeetodi valikuga.
- ✓ Tippsibulate puhul on tänu nende tugevale kasvule võimalik tõhusalt kasutada ka äket.
- ✓ Leegitamine osutus ülimalt tõhusaks otsekülvide puhul nagu sai ka eeldatud.
- ✓ Eelnev peenrakatte kasutamine ergutas küll umbrohu idanemist, ei vähendanud aga loodetud – leegitamise tõhususe suurenemisel põhinevat – käsitsi rohimise vajadust.

MARTIN KOLLER
FORSCHUNGSINSTITUT FÜR BIOLOGISCHEN LANDBAU (FIBL)
ACKERSTRASSE, CH-5070 FRICK
MARTIN.KOLLER@FIBL.ORG
WWW.FIBL.ORG

3.3 Välikatsed erinevate vaheltharijate ja kultuuridega: apteegitill, soja ja köögiviljad

Christine Zillger, Margit Dehe, Karin Postweiler, Beate Tschöpe – Maapiirkondade Teeninduskeskus, Rheinland-Pfalz

Projekti kirjeldus

Hulk hiljuti väljatöötatud vaheltharimisseadmeid, eelkõige reasiseselt töötavaid, lubavad saavutada umbrohutõrjel paremaid tulemusi. Umbrohu hulka rea sees vähendatakse äsja targanud umbrohtude mulla alla matmise või nende juurte läbilõikamise teel. Projekti eesmärk oli seetõttu välikatsetes reaalsetes tingimustes uurida ja võrrelda nende uudsete, rea sees umbrohu tõrjumiseks mõeldud seadmete tulemuslikkust umbrohutõrjel võrreldes traditsiooniliste vaheltharimisseadmetega, mis töötavad ridade vahel.

Katsed viidi läbi aastatel 2005–2008 kolmes eri kohas⁴.

Kultuurid

Külvikultuuride näideteks valiti välja sojauba (*Glycine max* L.) ja harilik apteegitill e fenkol (*Foeniculum vulgare* Mil.), millele Reini jõe ümbruse mahe kliima pakub häid vegetatsioonitingimusi. Mõlemad liigid kuuluvad oma suure töötlemismahukuse tõttu majanduslikus külvikorras vaheltharitavate kultuuride hulka. Sojaubade puhul katsetati seadmete kasutamist kahe aasta jooksul Mechtersheimi põllumajandusühistus ja seejärel kaks aastat ettevõttes Sander Gau-Odernheimis.

Istutatavatest kultuuridest valiti välja lillkapsas ja jääsalat, mida kasvatati vastavalt kaks aastat Queckbrunnerhofi katse-ettevõtte pindadel. Noortaimed toimetati kohale juurepallidega ja istutati masinaga.

Katse ülesehitus

2005. a katsed korraldati piklikel katselappidel ilma korduseta (fenkol 150 m, soja 250 m) ja neid tuleb käsitleda kui esialgseid. 2006. aastal rajati kaks kordust vastavalt kahe kindla hindamispunktiga 25 m ja 50 m järel (15 m ja 30 m lillkapsa puhul). 2006. aasta katselappide jaotus oli juhuslik lähtuvalt vaheltharimisseadmetega töötlemise võimalikkusest.

Aastast 2007 jaotati katselapid meelevaldselt nelja kordusega. Lisaks loodi töötlemata kontrollpind ja üks umbrohuvaba variant, mis hoiti kuni saagikoristuseni umbrohest puhas hanijalg-kultivaatori ja kõpla abil. Iga variandi ja korduse kohta seati sisse neli kindlat hindamispunkti. Katsete plaanid kõigi aastate ja kultuuride lõikes on toodud lõpparuandes.

⁴ Käesolev artikkel on projekti tulemuste kokkuvõtte. Põhjalik kirjeldus ja tulemuste tabelid üksikute kultuuride lõikes leiata lõpparuandest. Kontakt: christine.zillger@dlr.rlp.de, www.oekolandbau.rlp.de, Kompetenzzentrum ökologischer Landbau, Rheinland Pfalz

Kolm päeva enne ja pärast vaheltharimist leiti järgmised parameetrid:

- ✓ umbrohtude kogu suhteline osakaal protsendina ja suhteline osakaal umbrohuliikide kaupa,
- ✓ umbrohtude liigid, arv ja arengustaadium (ühe- ja mitmeaastased umbrohud),
- ✓ kultuurtaimede kogu suhteline osakaal protsendina ja arengustaadium,
- ✓ kultuurtaimede kahjustused protsendina (lehtede kadu, taimede hukkumine).

Selleks moodustati hindamispunktidest 0,25 m² raam (1 m x 25 cm) piki rida. Umbrohutõrje tõhusus määratleti umbrohtude arvu vähenemise protsendina. Umbrohutõrje "täiendav" tõhusus tuleneb vastavate rea sees töötavate seadmete erinevusest võrdlusvariandi (hanijalg-kultivaatori või esikultivaatori) suhtes.

Tabel 3.3.1: Asukohatingimuste kirjeldus.

Ettevõtte	Asukoht	Mulla tüüp	Põldude arv	Mulla liik	Sademete hulk (mm/a)	Keskm. temp. (° C)	Kõrgus merepinnast (m)
Mechtersheimi BG (mahe)	Röberberg/ Löuna-Pfalz	savikas lössi-pruunmuld	60	sL (tL)	643	10,1	120
Sander (Demeter)	Gau-Odernheim/ Rhein-Hessen	mustmuld	80	IU	511	9,3	160
Katsettevõtte (mahe)	Schifferstadt / Löuna-Pfalz	savikas lössi-pruunmuld	80-85	uL-IS	580	10,3	110

Seadmete kirjeldus ja kasutamine

Testiti järgmisi seadmeid vastavalt nimetatud töösügavustel



Hanijalg-kultivaator (töösügavus: 7 cm)



Esikultivaator (töösügavus: < 10 cm)



Torsioonäke (töösügavus: 2 cm)



Sõrmäke (töösügavus: 2-4 cm)



Tähtäke (töösügavus: 2-4 cm)



Rooräke (maks 1,5 cm kiirusel 15 km/h)

Tabel 3.3.2: Erinevate vaheltharimisseadmete kasutamise ülevaade kultuuride ja aastate lõikes. S – suvikultuur (alates augustist), K – kevadkultuur (alates märtsist).

Katseaasta	2005			2006			2007			2008	
Kultuur	fenkol	sojauba	fenkol	sojauba	lillkapsas S	fenkol	lillkapsas K	jääsalat S	fenkol	jääsalat K	salatsigur
Hanijalg-kultivaator koos kõplaga						x	x	x	x	x	
Hanijalg-kultivaator	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Esikultivaator				x							
Torsioonäke hanijalg-kultivaatoriga	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sõrmäke hanijalg-kultivaatoriga	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Tähtäke hanijalg-kultivaatoriga			x	x		x			x		
Rooräke (Yetter)	x	x	x	x							

Mehaanilist umbrohutõrjet tehti kuni viies eri variandis, neist maksimaalselt neli katsevarianti ja võrdlusvariant hanijalg-kultivaatori (fenkol, lillkapsas, jääsalat) ja esikultivaatoriga (soja). Vaheltharimisseadmeid, mis töötavad ainult rea sees (torsioon- ja sõrmäke), kombineeriti alati hanijalg-kultivaatoriga vahetelje külge haagituna või esikultivaatoriga (soja puhul), et hävitada ka ridade vahel kasvav umbrohi. Tabel 3.3.2 annab ülevaate vaheltharimisseadmete kasutamisest eri kultuuride lõikes.

Eri kultuure töödeldi vastavalt ilmastikule ning kultuur- ja umbrohutaimede arengustaadiumile vastavate vaheltharimisseadmetega üks kuni mitu korda (maksimaalselt neli korda) (tabel 3.3.2).

Tulemus: üldine hinnang erinevate seadmete kasutamisele

Kolmes neljast uuritud kultuurist oli rea sees töötavate seadmete kasutamisel umbrohutõrje efekt suurem kui reavahedes töötava hanijalg-kultivaatori kasutamisel, nimelt fenkoli, salati ja lillkapsa puhul. Sojaoa puhul seevastu oli rea sees töötavate seadmete kasutamise mõju väiksem kui esikultivaatori kasutamisel, mis töötab küll ridade vahel, rea sees aga lisandub muldamiseefekt.

Vaheltharimisseadmete tõhusus sõltub suurel määral mulla omadustest, s.t kalduvusest mudaseks muutuda või koorikut moodustada nagu ka sellest, kas mulla- või külvipind on ühetasane. Koorikuga või mudane pinnas vähendab masinate efektiivsust umbrohutõrjel kasvavas järjestuses: esikultivaator, hanijalg-kultivaator, tähtäke, Yetter'i roooräke, sõrmäke, torsioonäke. Torsioonäkke toime on

niisugustes tingimustes minimaalne. See on määrav põhjus, miks saadi torisoonäkkega kõige halvemad tulemused.

Rea sees töötavad masinad, eriti torsioonäke, tõstsid vaatamata umbrohutõrje puudulikkusele apteegitilli saagikust mudasel mullal. Võib oletada, et mulla kobestamine taime vahetus läheduses aktiveeris lämmastikku.

Efektiivsust mõjutab ka tööde teostamise aeg: mida varem teha, seda tõhusam. Ja vastupidi: mida suurem on umbrohi, seda raskem on selle vastu mehaaniliste vahenditega võidelda. Seda näitab selgelt ka hanijalg-kultivaatori läbivalt halvem tulemus teisel vaheltharimisel võrreldes esimesega: umbrohi, mis esimesel vaheltharimisel püsti jäi ja edasi kasvas, ei hävinud ka teisel vaheltharimisel. Teine vaheltharimine hävitab peamiselt uue tärnanud umbrohu. Seda oli kastetud ja kilega kaetud istutatud taimekultuurides väga palju rohkem kui fenkoli kastmata külvikultuuris.

Kõik rea sees töötavad masinad põhjustavad suuremaid kultuurtaimede kahjustusi kui ridade vahel töötavad masinad (vt tabel 3.3.3). Seejuures on kultuurtaimedele ohtlik nii liiga varane kui liiga hiline vaheltharimine. Liiga varase esimese vaheltharimisega kahjustatakse külvikultuuri puhul just tärnanud taimi ning istutatud köögiviljataimede puhul tähendab see, et halvasti juurdunud või ebaühtlaselt istutatud taimed rebitakse mullast välja. Liiga hiline vaheltharimine tähendab eelkõige salati puhul suuremaid lehekahjustusi ja sellega kaasnevat bakterite sissetungi ohtu.

Tabel 3.3.3: Rea sees töötavate seadmete keskmine täiendav või negatiivne mõju umbrohutõrje tõhususele (umbrohu arvukuse vähenemise %) võrreldes hanijalg-kultivaatori ja esikultivaatoriga (ainult soja)

Tulemused (%)		Hanijalg-kultivaator või esikultivaator	Torsioonäke	Sõrmäke	Tähtäke	Rooräke
1. vaheltharimine	Fenkol	48	13	23	12	17
	Lillkapsas	57	19	21		
	Salat	77	6	10		
	Soja	88	-6	-6	-21	-40
2. vaheltharimine	Fenkol	17	15	17	32	22
	Lillkapsas	40	18	26		
	Salat	66	4	15		
Keskmine	Fenkol	36	14	20	22	19
	Lillkapsas	53	18	23		
	Salat	72	5	13		

Järeldus

Kõikide uuritud rea sees töötavate seadmete puhul on nii fenkoli kui lillkapsa ja jäasalati puhul umbrohutõrje tulemuslikum kui ainult ridade vahel töötavat masinat kasutades. Tõhusama umbrohutõrjega kaasnevad siiski ka suuremad kultuurtaimede kahjustused. Seetõttu on esimese vaheltharimise optimaalne ajaperiood väga lühike ning nõuab ettevõtte juhilt suurt tähelepanelikkust ja kohest töövalmidust.

Istutatud kultuuride puhul tuleb teist vaheltharimist rea sees töötavate seadmetega väga hoolega kaaluda: kui kultuurtaim on liiga suur, tuleks sellest loobuda ja töötada ainult reavahes.

Umbrohutõrje tulemuslikkuse erinevus testitud rea sees töötavate seadmete vahel on maksimaalselt 8% ehk keskmiselt pigem väike. Seetõttu võib seadme ostmisel otsustada soodsama hinna kasuks. Külvikultuuride puhul võivad rea sees töötavad seadmed märjal mullal avaldada positiivset mõju, aktiveerides mullas leiduvaid toitaineid. Selleks piisab odavaimast seadmest.

Rea sees töötavate seadmete lisaefekti saavutamiseks peavad olema täidetud järgmised tingimused: kultuuri optimaalne koht külvikorras (väike umbrohusurve, puudub läbikasvav vana umbrohi, mulla ideaalne füüsikaline, keemiline ja bioloogiline seisund), parim külvipind, täpsem külvi- ja istutustehnika nagu ka sobivad tärkamiseelsed töötlemismeetodid (leegitamine, äestamine, Yetter'i rootorärke kasutamine) külvikultuuride puhul. Eriti kaks viimast meetodit vajavad sageli täiustamist ning põhjustavad mitte just harva kogu kultuuri hävimise või nõuavad töömahukat käsitsi vaheltharimist.

Sojauba nõuab spetsiaalselt temale kohandatud umbrohutõrjet. Kuna tärganud taimed murduvad väga kergelt, on rea sees töötavate seadmete kasutamine esimesel vaheltharimisel seotud suurte taimekadudega. Teisel vaheltharimisel ei ole nende kasutamine enam tõhus, kuna umbrohi on liiga suureks kasvanud. Sojaubade puhul tuleb kindlasti teha umbrohutõrjet enne ubade tärkamist. Vaheltharimisest tingitud taimekadude kompenseerimiseks võib suurendada külvikogust.

Juhised umbrohutõrjeks peenikeste seemnetega kultuuride puhul

Enne uude tehnikasse investeerimist peaksid saama jaatava vastuse järgmised küsimused:

- ✓ Kas seemnete külvamine on külvikorras õigel kohal (umbrohusurve, mulla ideaalne füüsikaline, keemiline ja bioloogiline seisund, toitainete kättesaadavus)?
- ✓ Kas juurumbrohi on kontrolli all (kündmine, umbrohutõrje kuur)?
- ✓ Kas külvipind on hästi ette valmistatud (ühetasane ja peeneteraline)?
- ✓ Kas külvitehnika on optimeeritud (külvikusahkade teritamine, õige seadistus, täppiskülvamine)?
Eesmärk: ühtlane sügavus ja ühtlane jaotus reas!
- ✓ Kas ridade vahelt harimise masin on optimaalses seisukorras (õige seadistus, lisainstrumendid nagu nt nurgamöödik, õige hooldus)?
- ✓ Kas esimese vaheltharimise ajahetk on optimaalne (võimalikult kohe pärast ridade nähtavaks muutumist)?

Alles siis, kui need eeltingimused on täidetud, annab rea sees töötavate masinate kasutamine lisaefekti. Kas see end ka ära tasub, sõltub muudest parameetritest nagu nt seadme hind, põllupinna suurus, tootjahinnad.

Rea sees töötavad masinad ei saa jagu juurumbrohtudest ega paranda ridade vahel tehtud vaheltharimise puudusi. Nad ei paranda ka taimede üldisi kasvutingimusi, kui nende idanemine ei ole olnud optimaalne! Vastupidi, rea sees töötavad masinad võivad valel ajal kasutamise korral kultuurtaimi vigastada!

Tänuõnad. Projekti toetati Rheinland-Pfalzi liidumaa majanduse, transpordi, põllumajanduse ja viinamarjakasvatuse ministeeriumi vahenditest.

CHRISTINE ZILLGER
DIENSTLEISTUNGSZENTRUM LÄNDLICHER RAUM (dlr) RHEINLAND-PFALZ
RÜDERSHEIMERSTR. 60-68, BAD KREUZNACH
CHRISTINE.ZILLGER@DLR.RLP.DE
WWW.OEKOLANDBAU.RLP.DE

3.4 Teel täppisvaheltharimismasina poole – köögiviljade umbrohutõrje hanijalg-kultivaatoriga

Willi Bolten, Bioland Hof Bolten, Birgit Wilhelm – Kasseli Ülikool

Hr Bolten on üle 25 aasta juhtinud põllumajandusettevõtet, kus loomi ei peeta ja toodang turustatakse otse Niederkrüchtenis, mis asub Mönchengladbachi ja Hollandi piiri vahel. Ligikaudu 200 ha põllupinnal (liivane savimuld) kasvatatakse peamiselt põlluköögivilju: porgand, valge peakapsas, spinat, hernes, harilik aeduba ja kõrvits. Lisaks veel kartuleid, teravilja ja ristikut. Alates tegevuse alustamisest 1985. aastal on umbrohutõrjeks kasutatud hanijalg-kultivaatorit. Seda traditsioonilist meetodit on tasapisi optimeeritud eesmärgiga muuta otse ridade kõrval olevad "harimata" vahemikud võimalikult väikeseks. Praegu on kasutusel 9 meetri laiune hanijalg-kultivaator ning 25 cm reavahe juures jääb töötlemata ainult 3 cm laiune kultuurtaimede rida (kultivaator 22 cm hanijalg-teraga).



Joonis 3.4.1: Hanijalg-kultivaator spinatipõllul.



Joonis 3.4.2: Töötlemata jääb 3 cm laiune kultuurtaimede rida.



Joonis 3.4.3: Peneteralise ühetasase külvipinna loomine.

Hanijalg-kultivaatori eduka kasutamise eeltingimused

Hanijalg-kultivaatorit kasutatakse kõigi köögiviljakultuuride puhul 2–4 korda. Töö tulemuslikkuse jaoks peavad olema täidetud järgmised eeltingimused:

1. Peeneteraline, ühetasane ja korralikult vajunud külvipind

Kui külvipind ei ole ühetasane, töötab tera kas liiga sügaval või liiga kõrgel ja mitte optimaalsel sügavusel 0,5–1,5 cm. Kultivaatori tera asend pinna lähedal on vajalik, kuna mulla liikumine kultuurtaimest 1 cm kaugusel kahjustaks liiga palju kultuurtaime juuri (liiga sügavalt töötlemise korral võivad umbrohujuured väikeses mullapallis nagu pressitud mullaga taimepotis järgmise vihmani elus püsida ja siis reipalt edasi kasvada). Peeneteraline peab pinnas olema selleks, et kultuurtaimede maapealsed osad ei jääks veerevate või paigast nihkunud mullapallikeste ja -kamakate alla. Niisiis tuleb kindlalt ümber orienteeruda ja mitte enam leppida loodusliku ja jämeda tekstuuriga mullapinnaga, vaid asuda põllupinda teadlikult kujundama.



Joonis 3.4.4: Külvamine ilma külgsuunas nihkumisteta, täpselt määratud sügavusele.

2. Masina sahk ei tohi külgsuunas mängida

Külvi- ja istutamismasina sahkadel ega ka vaheltharimiskultivaatori raamid ei tohi olla mingit mängu külgsuunas ja ridade vahed peavad olema väga täpselt paigas. Üksainus külvimasina rida, mille reavahe on 25 cm asemel 23,5 cm, põhjustab vaheltharimisel väga suuri probleeme. Kui pärast vastavate vaheltharijate kohandamist 23,5 cm peale näiteks sõita kogemata külvisuunale vastupidises suunas, võidakse kahjustada korraga kaht kultuurtaimede rida.



Joonis 3.4.5: Vihmakindla markeerimisjoone paigaldamine

3. Täiendavad toetavad võtted

Mitte ilmingimata eeltingimuseks, kuid siiski väga suureks abiks täpse vaheltharimise puhul on:

- ✓ külvamine või istutamine GPS-ga juhitud traktoritega, mis tagab väga sirged read
- ✓ ülitäpselt märgistatud osalt vihmakindla väikese vao sisseajamine täpselt kahe taimerea keskel, mis aitab vaheltharimise ajal traktorijuhi abilisel kultivaatorit täpselt juhtida.

Sirged read võimaldavad ühelt poolt vaheltharimise ajal kiiremini edasi liikuda, sest vaheltharijat on vaja ainult pisut külgsuunas korrigeerida. Teisalt takistavad nad seda, et külvi-, istutus- ja vaheltharimismasinate vältimatu jääkmäng külgsuunas kurvide läbimisel suureneb või üldse alles tekib (sirgelt liikumisel ei ole sellist jääkmängu peaaegu üldse tunda). Markeerimisvao ja mitte taimerea järgi orienteerumine on palju täpsem, kuna taimeridadel ei ole selgelt määratletavat keskaika, taimed võivad reast viltuselt välja kasvada ja ridades võib olla lünki. Taimeridade järgi orienteerumine muutub eriti palju raskemaks, kui taimed on suuremad, nii et ainuüksi külgtuul võib tekitada optilise pette.

Täppis- hanijalg kultivaatori kasutamise võimalused, puudused ja piirangud

Põhimõtteliselt on markeerimisjoone ja millimeetrilise täpsusega, automatiseeritud külgujuhtimise abil võimalik välja arendada ultratäppis-hanijalg-kultivaator. Markeerimisjoone kasutamine lubab teha vaheltharimist enne taimede tärkamist (pime-vaheltharimine). Mõeldav oleks aga ka olemasolevate väikese töölaieuga külvi- ja istutusmasinate ümberseadistamine selliselt, et koondada mitu väikest töölaist kokku suuremateks täpselt samade reavahedega üksusteks automatiseeritud külgsuunalise nihutusraami abil, mis orienteerub markeerimisjoone järgi, ning siis teha vaheltharimist tõhusalt ja

pinnast säästvalt suurema vaheltharijaga. Vähemalt teraviljakasvatuses oleks nii võimalik umbrohutõrjet oluliselt tõhusamaks muuta ning selle vastu võiksid huvi tunda ka sarnaste umbrohuprobleemidega tavapõllumajandusettevõtted.

Meetodi puuduseks on suur tehnikavajadus. Lisaks on väga peeneteralise ja ühetasase põllupinna puhul vee- ja tuuleerosioon suurem.

Nagu mahepõllumajanduses sageli, ei ole ka siin ühtainsat kindlat meetodit, mis lahendaks kõik umbrohuprobleemid. Eduka umbrohutõrje eesmärk on vähendada mulla umbrohupotentsiaali või hoida see madalal tasemel mitmete omavahel kooskõlastatud meetmete abil. Teatud tingimustes ei ole isegi kõigest 2 cm laiuse kultuurtaimede rea umbrohuvabana hoidmine majanduslikult vastuvõetava tööjõukuluga võimalik. Siis tuleb kõigepealt muuta külvikorra struktuuri, aga kasutada ka lühikesi sööti jätmise perioode koos efektiivse umbrohutõrjega, et luua hanijalg-kultivaatori edukaks kasutamiseks vajalikud eeltingimused.

WILLI BOLTEN
BIOLAND HOF BOLTEN
DAM 36, 41327 NIEDERKRÜCHTEN
WILLBOLTEN@BIOHOF-BOLTEN.DE
WWW.BIOHOF-BOLTEN.DE

3.5 Torsioonäke – reasisene umbrohutõrje

Anette Braun – Maheköögiviljakasvatuse Nõustamisteenistus

Umbrohutõrje ridade vahelt on köögiviljakasvatuses edukalt mehhaniseeritav, samas kui rea sees on kultuuride vahelt umbrohu eemaldamiseks vaja mahukat käsitsitööd rohimise või kõplamise näol. Torsioonäke on suhteliselt soodsa hinnaga ning seda saab hariliku hanijalg-kultivaatoriga kombineeritult edukalt kasutada reasiseseks umbrohutõrjeks paljude kultuuride puhul.

Torsioonäkke tööpõhimõte

Torsioonäke koosneb kahest külje pealt külgsuunas painutatud painduvast vedrupiist iga taimerea kohta, mis ca 2 cm sügavusel vibreerides taimerea külgedel töötavad, ulatudes kuni taimeni välja. Töötlemine lõhub mulla kooriku, pinnas saab kobestatud ja umbrohujuured lõigatakse läbi. Väikesed umbrohutaimed maetakse mulla alla, suuremad taimed tõmmatakse juurtega mullast välja ja äkkepiid veavad umbrohu osalt kaasa, eemaldades samas nende juurtelt mulla, kuni umbrohi jääb ridade vahele mulla peale maha (joonis 3.5.1).



Joonis 3.5.1: Siin on näha äkkepiide töö mullas – kuni taimereani välja.

Meetodi tõhusust saab muuta äkkepiide seadmisega ja sõidukiiruse muutmisega. Mida lähemal äkkepiide otsad teineteisele on, seda tõhusam on mõju umbrohule (aga ka suurem oht kultuurtaimele). Kui äkkepiid puhkeolekus teineteist puudutavad, on mõju vähem agressiivne, samas kui äkkepiide otste ristumise korral on efektiivsus suurem. Sõidukiirus ja mullale avaldatav surve tekitab kahe äkkepii vahele vahe, nii ei kahjustata reas olevaid kultuurtaimi. Mida kiiremini sõita, seda kaugemale jäävad äkkepiid teineteisest ja seega ka kultuurtaimest.

Siiski tuleks alati sama töökorra käigus enne torsioonäket kasutada hanijalga. See kobestab mulla võimalikult rea lähedale välja ning hõlbustab äkkepulkade tungimist mulda ka tihedama mulla või kerge kooriku korral.

Millise umbrohu ja kultuuri jaoks torsioonäke sobib?

Nagu äestamise puhul üldse on toime umbrohule optimaalne kuni umbrohu kahe lehe staadiumini. Nelja kuni kuue lehe staadiumis võib seade olenevalt mulla kobestatusest ja juurte sügavusest umbrohust veel hästi kinni saada ja selle välja tõmmata.

Selline kombinatsioon on kasutatav enamiku külvi- ja istikukultuuride puhul, nagu salat, nuikapsas, talisibul, istutatud ja otse külvatud ürdid, spinat, aeduba, mais, kapsas. Siiski on istutatud kultuurid äkkepiide suhtes tundlikumad kui külvatud kultuurid. Kui piid on liiga teravalt seatud, võivad nad istutatud kultuurides istikupalli kaasa rebida, selle lahti või mullast välja kiskuda. Seetõttu tuleks istikupallid istutada nii sügavale kui taim kannatab. Kassettides taimed on oma suuruse ja kuju (väikesed ja ümmargused) tõttu vähem tundlikud.

Eriti tundlike taimekultuuride nagu salat või petersell puhul seatakse torsioonäkkega vaheltharimisel selle piid vähem teravalt. Nii jääb rea sees üks ribake töötlemata. Kuna aga äkkepiid kobestavad ja liigutavad mulda taimede vahel, haaravad need sageli kaasa väikesed umbrohud (2–4 lehte) ning olenevalt ilmast võivad need 80–90% ulatuses närtsida.

Kultivaatori külge haakimine ja seadistamine

Hollandi tootjafirma Frato väitel saab torsioonäkke hõlpsalt mistahes vaheltharimiskultivaatori külge haakida. Meil on Schmotzeri kultivaator. Hanijalad asuvad ees keskel, torsioonäkke piid külgmistes hoidikutes nii nagu ka Frato neid pakub (joonis 3.5.2). Esimesel katsel toetusid äkkepiid langetamisel murdekohtadega mullapinnale. Niimoodi hoiavad piide otsad ülespidi. Piide alumised murtud otsad ehk tegelikud tööorganid ei kulge mullas paralleelselt. Sedasi ei töötle seade pinnast ühtlase sügavusega ja umbrohtu haaratakse vähe. Eriti just äkkepii ots, mis peaks töötama kultuurtaime lähedal, ulatub mulla seest välja. Nii ei kahjusta see umbrohtu, vaid hoopis kultuurtaime nagu nt salati lehti.

Äkkepiide asendi kohandamine

Hanijalg kultivaatoriga kombineeritult kasutamiseks on äkkepiid liiga terava nurga all. Hanijalad määravad juhtraami kaudu kogu vaheltharimisseadme raami seadenurga. Hanijalg otsikud peavad mullas kulgema paralleelselt. Vaheltharimisseadme raami vabastamiseks eemaldati algselt täisnurga all teljel asuv kinnitusplaat ja keevitati see uuesti külge ca 105-kraadise nurga all (joonis 3.5.3). Nii liigub äkkepiide alumine osa nagu soovitud paralleelselt samal sügavusel läbi mulla. Ka muudes ettevõtetes on jõutud sarnaste ise konstrueeritud lahendusteni.

Nõudmisel pakub Frato firma nüüd reguleeritava kaldenurgaga kinnitusi (joonis 3.5.4 vasakul). Testisime neid ja jäime rahule.



Joonis 3.5.2: Torsioonelemendid kinnituvad külgmistele harudele eespool, keskmises hoidikus on kinnitatud hanijalg otsikud.



Joonis 3.5.3: Hoidiku põhjaplaat võeti lahti ja keevitati ca 105-kraadise nurga all tagasi (algne nurk 90°).



Joonis 3.5.4: Vasakul: reguleeritav hoidik, mida firma Frato nõudluse tõttu toodab. Siin on telje ristlõige 10 x 30 mm. Paremal: Teise tootja torsioonäke (10 x 30 mm). Äkkepulkade kallet saab seada ümmarguse telje kaudu kruvi abil niihästi alla mulla poole kui ka külgsuunas taime poole (tarnija: firma Kress).

Lisaks otse Fratost hankimisele on neid osi saada ka firmas Kress. Peale selle pakub Kress ühe teise tootja sarnaselt töötavat torsioonäket. See monteeritakse otse kultivaatorisaha teljele. Äkkepiid on seejuures reguleeritava kaldega nii mulla kui taime suunas (joonis 3.5.5 paremal). Firma Kress pakub tasu eest ka võimalust tellida seade katseajaks võimalusega toode tagastada.

Järeldus

Tänu tõhusale umbrohutõrjele piki reavahet ja rea sees muudab kombinatsioon torsioonäkkega hariliku hanijalg kultivaatori kasutamise märkimisväärselt efektiivsemaks. Pärast esialgset nuputamist kinnituse juures on torsioonäke ettevõttes oluliselt vähendanud kõplamisvajadust ja kultuurid on puhtamad. Nii saab salati puhul käsitsi kõplamisest üldse loobuda või siis piirduda kergelt ülekäimisega. Torsioonäket koos sahkultivaatoriga saab kasutada universaalselt peaaegu kõigi kultuuride (vt eespoolt) puhul. Ostuhind võib seejuures olla üsna soodus (ca 120–150 eurot rea kohta).

ANETTE BRAUN
 BERATUNGSDIENST ÖKOLOGISCHER GEMÜSEBAU
 AUF DEM WASEN 9, 71640 LUDWIGSBURG
ABRAUN@BIO-BERATUNG.DE

4 Mullaharimisvõtted

4.1 Äkete valimise ja seadistamise alused

Martin Hänsel – Saksimaa Liidumaa Keskkonna-, Põllumajanduse ja Geoloogia Amet

Sissejuhatus

Äkke optimaalne töö põllul peavad tagama sellised parameetrid nagu töösügavus, sõidukiirus ja äkkepiide seadenurk mullas. Seadet ümber ehitades on lisaks võimalik muuta äkkepiide läbimõõtu. Kokkuvõttes annab see mitmesuguseid kombineerimisvõimalusi. Et välja töötada otstarbekaid juhiseid äkete kasutamiseks ja seadistamiseks, vaadeldi üksikute äkkepiide tööd erinevaid seadeid ja eri tugevusega materjale kasutades labori tingimustes mullakanalis.

Meetodid

Möötesõidud äkkepiide erinevate tööseadete uurimiseks viidi läbi Dresdeni Tehnikaülikooli hallis mullakanalis. Kanali mõõtmed: pikkus 28,6 m, laius 2,5 m, täidetud peeneteralise saviliivaga (Us) umbes ühe meetri paksuse kihina. Muld jagunes järgmiselt: 4% savi, 75% peeneteraline saviliiv, sellest 49% jämedad terad, 20% liiv ja 1% peenike kruus.

Pealispinna moodustas kerge, poorne, pigem kuiv substraat, mille tihedus oli $1,1 \text{ g/m}^3$ ja niiskus 17%.

Elektrijamiga veduk eelseadistatava sujuva kiiruse reguleerimise võimalusega (digitaalnäidikuga tahhomeeter, minimaalne jaotis 0,3 mm/s) vedas äkkepiisid konstantsel kiirusel läbi testimiskanali. Katsete seeria algul kasutati mulla ettevalmistamiseks freesimist, hõveldamist ja rullimist. Katsete vahel veeti üle pinna rauast profiillatti. Mulla pealispinna kõrguste vahe võrreldes nullasendiga oli umbes 1 cm kummaski suunas.

Äkkepiide vaatlemine mullas toimus digitaalsete videoülesvõtete abil kaamera vertikaalse (ülalt) ja horisontaalse (külgmise) vaatenurgaga kogu kanali pikkuses. Katseala valgustati kolme maksimaalselt 300-vatise halogeenprojektoriga umbes ühe meetri kauguselt avaga 1,6 ja säriajaga 1/250 kuni 1/350 s (joonis 4.1.1).

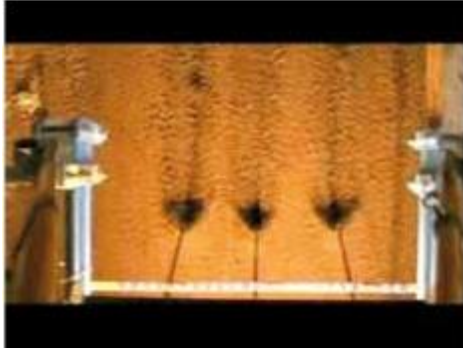
Kõik mulla liikumise mõõtmised toimusid otse filmivõtete abil lameekraanil. Selleks katkestati piltide jada korduvalt meelevaldselt.



Joonis 4.1.1: Seadmete järjestus mullaosakeste heitetrajektoorie vaatlemiseks äestamisel, siin: heitelaius (kaamera vaade ülalt).

Mullaosakeste puistelaiuse mõõtmiseks kasutati ülespaisatud mullamaterjali lehvikukujulist varju, mis moodustus mullaharimise ajal (joonis 4.1.2). Mõõdeti kõige laiem selgelt vaadeldav varju kuju arvestamata ebateravaid äärealasid. Niisiis ei hõlmatud maksimaalset puistelaiust. Seetõttu tuleb tulemusi tõlgendada ainult kui suhtelisi erinevusi. Kontrastse varju saavutamiseks veeti mulla kohal ühtlasel kõrgusel kaasa prožektoreid. Seadmekärule paigaldatud mõõtepulk tagas tegelike mõõtude rekonstrueerimise ekraanil. Standardhälve oli keskmiselt ümmarguselt 10% keskmisest väärtusest. Puistelaius vastab seejuures liikunud mullaosakeste kogu jaotusele äkkepiidest vasakule ja paremale. Väärtuste jaotus vastas küll ligilähedaselt normaaljaotusele, siiski ei olnud ka transformatsioonide kaudu võimalik saavutada hälvete homogeensust, nii et statistiliseks hindamiseks kasutati jaotusest sõltumatuid meetodeid.

Mullaosakeste lennukõrgus määrati etalonmarkeeringu abil äkkepiidel, selleks kasutati ainult kaamerale kõige lähemal asuvat äkkepiid (kaugus ca 40 cm). Mulla lennukõrgus määratleti kui kõige teravam suletud mullaosakeste rinde ülemine piir (joonis 4.1.3) ja sellest joonest hälbivaid üksikuid mullaklombikesi arvesse ei võetud. Siiski vähendasid äkkepiide hälbed keskmisest töösügavusest nagu ka väikesed mulla ebatasasused mullaosakeste lennukõrguse mõõtmise täpsust, nii et neid andmeid võib hinnata ainult suurusjärguna.



Joonis 4.1.2: Heidetud vari mullaosakeste puistelaiuse mõõtmiseks äestamisel kiirusega 4 km/h ja 6 km/h (paremal).



Joonis 4.1.3: Mullaosakeste lennukõrgus äestamisel töösügavusega 3 cm kiirustel 4 km/h ja 8 km/h. Valged markeeringud äkkepiidel vastavad kaugusele 2,5 cm.

Uuriti tegureid nagu äkkepii jämedus, töökiirus, äkkepii seadenurk mullas ja töösügavus eri astmetel vastavalt tabelile 4.1.1. Töökiiruse variante 2 km/h ja 8 km/h nagu ka äkkepiide erinevaid seadenurki kasutati vastavalt kaks korda eri päevadel. Varianti töökiirusega 4 km/h korrati kolm korda.

Mullaosakeste lennukäitumise vaatlemine võimaldab peamiselt tuletada ainult järeltule mulla liikumise intensiivsuse kohta. Kuna äkke toime põhineb eelkõige umbrohu mullaga katmisel, on mullaosakeste lennukäitumine umbrohutõrje seisukohast tähtis.

Tabel 4.1.1: Kontrollitegurid ja konstandid mulla liikumise eksperimendis äestamisel (d = äkkepii läbimõõt, v = kiirus, h = töösügavus, α = äkkepulga seadenurk mullas (50° = haarav, 90° = mulla suhtes vertikaalselt, 110° = lohisev)

Parameeter ja mõõde	Kontrollitegurite ja konstantide astmed			
	Äkkepii läbimõõt	Kiirus	Seadenurk	Töösügavus
d (mm)	6, 7, 8	7	7	7
v (km/h)	4	2, 4, 6, 8	4	4
H (cm)	3	3	3	2, 3, 4
α ($^\circ$)	90	90	50, 70, 90, 110	90

Tulemused ja arutelu

Mulla liikumist sõidusuunaga risti oli kõige enam võimalik mõjutada sõidukiirusega, samas kui muud kontrolltegurid avaldasid võrdlemisi väikest mõju. Töökiirusel 8 km/h puistati mullaosakesed äkkepiide impulsi ülekande tõttu laiali 25,3 cm ulatuses. Väike kiirus 2 km/h tekitas ikkagi veel 6,2 cm suuruse puistelaiuse. Kokkuvõttes täheldati lineaarset seost kiiruse ja heitelaiuse vahel ligilähedaselt võrdusele $y = 6x$. Seega tagas isegi väike töökiirus 2 km/h arvestuslikult veel kahekordselt kattuva pinda katva mullatöötuse umbes 30 mm suuruse äkkepiide töövahe korral, mis on saadaoleva tehnika puhul harilik vahe. Niisiis võib kiirusel 2 km/h arvestada sellega, et umbrohuvõrsed jäävad täielikult mulla alla.

Mullaosakeste lennukõrgus kasvas kiiruste 2 km/h ja 8 km/h vahemikus umbes 3 cm pealt 8 cm peale.

Mullaosakeste heitelaius sõltuvalt erinevast seadenurgast näitas vahemikus 90° (äkkepii on mulla suhtes vertikaalasendis) ja 110° (äkkepii lohisevas asendis) tulemusi 12,5 cm ja 11,5 cm, mis oli märkimisväärselt suuremad kui teravate nurkade 50° ja 70° (äkkepiide otsad osutavad sõidusuunas) puhul. Lennukõrgus äkkepiide erinevate nurkade puhul mullas kõikus ainult väikeses vahemikus 4,3 cm ja 5,5 cm.

Äkkepiide puhul, mille läbimõõt oli 6 mm, olid heitelaiused pisut väiksemad kui äkkepiidel läbimõõduga 7 mm või 8 mm, samas kui töölaiuse muutmisel vahemikus 2 cm ja 4 cm märkimisväärsed erinevusi ei täheldatud (tabel 4.1.2).

Tabel 4.1.2: Äkkepii läbimõõdu ja töösügavuse mõju mullaosakeste heitelaiusele, kui äestamise töökiirus on 4 km/h ja seadenurk 90° (katse, kus $\alpha = 0,05$).

Töösügavus (cm)	Läbimõõt (mm)	Heitelaius (cm)		Töösügavus (cm)	Läbimõõt (mm)	Heitelaius (cm)
3	6	9,8 b		7	2	10,5 a
3	7	12,5 a		7	3	12,5 a
3	8	12,0 a		7	4	10,9 a

Mullakanali katsete andmed näitavad, et äestamisel saab mulla liikumise intensiivsust juhtida eelkõige töökiirusega ning töötlemise intensiivsust toetavalt mõjub seejuures äkkepiide seadenurk vahemikus 90° kuni 110° C. Seejuures võib äestamisel efektiivselt mõjuda veel madal töösügavus. Vähendatud töösügavuse korral peab siiski arvestama ka sellega, et liigutatud mulla mass väheneb. Äkke varustamine 7 mm läbimõõduga piidega on töötlemise intensiivsuse seisukohast juba piisav. Jämedamate või peenemate piide kasutamine ei pruugi olenevalt töötingimustest töö intensiivsust mõjutada. Pisut väiksemat heitelaiust saab kompenseerida, kui kiirust pisut suurendada.

MARTIN HÄNSEL

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

GUSTAV-KÜHN-STR. 8, 04159 LEIPZIG

MARTIN.HAENSEL@SMUL.SACHSEN.DE

WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE

4.2 Äestamine põlluharimisel – praktilised kogemused

Josef Niedermaier – Niedermaieri Mahetalu; Birgit Wilhelm – Kasseli Ülikool

Josef Niedermaier majandab koos oma perekonnaga Augsburgi lähedal 30 ha suurust põllumajandusettevõtet. Põldude boniteedipunktid⁵ jäävad vahemikku 30–58 ja pinnas on kergelt soine kuni savine. Aasta keskmine temperatuur on +7,9° C ning sademete hulk 800 mm/aastas. Segaettevõttes raskuspunktiga taimekasvatusele on mahemajandusega tegeletud 40 aastat. 2007. aastani peeti lehmi (0,7 veist hektari kohta), viis aastat on hr Niedermaier olnud osanik biogaasirajatises, mida ühiselt majandavad viis mahetalunikku. Siin realiseeritakse ristikut ja vastav virtsakogus tuleb ettevõttesse tagasi ning laotatakse kartuli-, maisi- ja nisupõldudele.

Soja- ja teramaisikasvatus

Seitse aastat on tegeletud sojakasvatusega, selle osa külvikorras on 20%. Vahekultuuridena kasvatatakse põlduba ja/või hernest. Sellest tuleneb järgmine külvikord: ristik – ristik – talinisu – kartul/teramais – soja. Soja järgneb peaaegu alati teramaisile. Teramais koristatakse hilja, vahekultuuri selle järel ei kasvatata. Põld küntakse sügisel, kevadel valmistatakse ette külvipind soja jaoks.

Uue äkke väljatötamine

Mehaanilist umbrohutõrjet tehakse äkkega, mille väljatötamine põhineb Niedermaieri leiutisel ja tööil (joonis 4.2.1). Harilikult vedrupiiäkkega töötades märkas Niedermaier, et just ebatasasel pinnal kaldub äke küljele ja nii tekib ikka jälle ribasid, mida äke ei puuduta. Ka korduval äestamisel jäid just needsamad ribad töötlemata. Lisaks oli tema tavaline äke liiga raske ja eelkõige kartulivagude äestamisega ei saanud rahule jääda, sest kõik äkkepiid ei kohandunud mullaga – eriti just vagude külgedel jäi umbrohi kasvama.

Iga äkkepii eraldi ühenduse ja eraldi vedrustusega

Äkke peamine erinevus tavalistest seisneb selles, et iga üksik äkkepii on eraldi ühendatud ja sellel on omaette vedrustus. Äkkepii survet saab juhi istmelt hüdraulika abil reguleerida vahemikus 200 g kuni 3,5 kg ja kõigile äkkepiidele avaldatav surve jääb sama töökorra ajal kogu aeg samaks. Tänu äkkepiide ja kogu tööorgani surve reguleeritavusele kohandub äke optimaalselt mulla ebatasasustega. Juurdeehitatud seade piirab tuntuvalt äkke küljele kaldumist. Niedermaieri jaoks oli tähtis ehitada kerge äke, et mitte pinnast ilmaasjata koormata. Kuna aga paljud kolleegid nõudsid suuri töölausi (kuni 12 m) ja kombineeritud seadmeid (koos külvimasinaga) ning põllutöömasinatega käiakse üldiselt karmilt ringi, tuli uutes mudelites kasutada rohkem materjali, mis muudab äkke raskemaks.

⁵ Märkus: SLV põllumaa kvaliteediindeks (Bodenpunkte=Ackerzahl), mis arvestab kliima, maastiku ja muude tegurite mõju põllumaale, väärtused 1 (väga halb) kuni 120 (väga hea).



Joonis 4.2.1: Selle kerge äkke disainis ja ehtas hr Niedermaier ise oma töökojas.

Külvivagudesse külvatud kultuuride äestamine

Äestamise tulemuslikkuse määravad muuhulgas mullatingimused. Pinnas ei tohi olla liiga kuiv, samas peab seda saama puistata, see ei või olla kõvaks tõmbunud ja tal ei tohi olla koorikut. Kartulit, maisi ja soja äestatakse kuni kuus korda ja üks kord tehakse vaheltharimist, olenevalt umbrohtumusest. Soja ja mais külvatakse vagudesse (joonis 4.2.2). Soja külvatakse ca 2–3 cm sügavusele mulla sisse, vao kõrgus on ca 6 cm, nii tuleb külvi sügavuseks 8–9 cm.

Niisuguse külvitehnika eeliseks on see, et enne maisi ja soja tärkamist saab probleemivabalt teha vagudel mehaanilist umbrohutõrjet äkkega (joonis 4.2.4). Puuduseks on see, et töökord sõltub tugevalt ilmast ja seda tuleb igal juhul teha, kuna muidu taimed ei tärka või tärkavad väga hilja ja ebaühtlaselt. Reeglina äestatakse enne tärkamist kaks korda.



Joonis 4.2.2: Külvipinna ettevalmistamine kultivaatori ja randaaliga.



Joonis 4.2.3: Pärast külvamist ja enne tärkamist põldu jälgitakse ja äestatakse kuni kaks korda.



Joonis 4.2.4: Kartulivagude äestamine. Fotol on väga hästi näha, kuidas äkkepiid kohanduvad erinevatele mullatingimustele. Nii saab mehaanilist umbrohutõrjet teha ka vaokülgedel.

Ka kartulivagusid äestatakse enne tärkamist vastavalt umbrohtumusele üks kuni kaks korda (joonis 4.2.4).

Pärast tärkamist äestatakse jälle. Otsus tehakse umbrohtumusest ja ilmastikust lähtuvalt. Kui ennustatakse halba ilma, võib olla kasulik veel üks kord äestada, kuigi tundub olevat liiga vara – sest hiljem võib olla liiga hilja, kuna umbrohi on liiga kõrgeks kasvanud.

Sõidukiiruse jälgimine

Tööde eesmärk on hoida umbrohutaimed alati madalamad kui kultuurtaimed, kuna ainult sel juhul on vaheltharimise ja muldamisega võimalik umbrohutaimed edukalt mulla alla matta. Veel üks tähtis punkt äestamise juures on sõidukiirus. Suurel kiirusel pörkuvad äkkepulgad vastu kultuurtaimi ja võivad noored õrnad taimed katki teha. Madalal kiirusel lükkavad äkkepulgad kultuurtaimed kõrvale. Nii nad jäävad pigem eemale ega murdu nii kergesti. Seetõttu on aeglane sõitmine (ca 3–4 km/h) veidi suurema äkkepulga survega just noorte õrnade maisi- ja sojataimede puhul kultuure säästvam ja efektiivsem. Väikeste taimede puhul on piisav, kui äestades "muld voolab nagu ojavesi", nii tõmmatakse umbrohuvõrsed mulla sees horisontaali ja nad kaotavad oma kasvujõu. See annab kultuurtaimedele edumaa.

Töövõtted maisi ja soja kasvatamisel

Kui mais on 20 cm kõrgune, äestatakse ja mullatakse taimi kombineeritud masinaga. Neli kuni kuus nädalat pärast külvamist, kui mais on umbes 20 cm ja soja umbes 10–15 cm kõrgune, on vaheltharimise ja äestamise aeg läbi.

Sojakasvatuses kasutatakse samu võtteid. Enne tärkamist äestatakse võimalusel kaks korda. Seejärel olenevalt umbrohtumusest äestatakse veel kolm kuni neli korda. Viimaks kui taimed on umbes 10 cm kõrgused, töödeldakse põldu veduki külge monteeritud vaheltharimismasinaga. Vaheltharimisel mullatakse sojataime samaaegselt umbes 5 cm kõrguselt. Soja ja mais külvatakse 50 cm reavahedega. Soja jaoks on selline vahe optimaalne. Väiksema vahe korral väheneb vaheltharitava pind liigselt, mistõttu umbrohi kasvab paremini ja lisaks on põllutööde jaoks vaja sõiduradasid, mis omakorda tähendab vähem kultuurtaimi ja seega väiksemat saaki hektarilt. Reavahe 75 cm, mis oleks maisi jaoks optimaalne, kuna see vastab saagikoristusmasinate mõõtudele, tähendab soja puhul liiga suurt saagikadu.

Praeguse tehnoloogiaga, mis on siiski ikka veel väljatöötamise faasis ja mida tuleb kohandada vastavalt oludele, saadakse hoolsa töö ja hea ilmaga sojasaagiks 3,4 t/ha.

JOSEF NIEDERMAIER
BIOLANDHOF NIEDERMAIER
WEILERWEG 5, 86316 FRIEDBERG
TEL.: 0049 – (0) 821 601498

4.3 Vedu pikkupidi – äestamine ristipidi: tähtäkke kasutamine reas- ja hajakultuuride harimisel

Johann Rumpler – Sachsen-Anhalti Liidumaa Põllu- ja Metsamajanduse ning Aianduse Amet

Mitmesuguseid äkkeid hinnatakse maheviljeluses kui soodsa hinnaga ja vastavates kasutustingimustes väga efektiivseid töövahendeid. Suuremad töölaiused ja tehnilised arendused töökiiruse tõstmiseks muudavad need kasvava kulude alandamise surve tõttu ka tavataimekasvatatajate jaoks huvipakkuvaks. Seejuures võib siiski täheldada, et selle ühtpidi väga lihtsa tehnika täpset toimet paljud maaharijad ei tunne või ei ole sellega enam täpselt kursis.

Uuendused on harvad ja ka põllumajandustehnika tootjad on turusituatsiooni arvestades kõike muud kui eufoorias. Ideed tulevad enamasti põllumajandustootjatelt endilt ja seetõttu on nende elluviimine raske. Kulu- ja ajamahukaid teaduslikke uuringuid neis tingimustes endale lubada ei suudeta ja nende tegemist ei eeldatagi.

Seejuures oli 600 hektari suuruse mahetalu pidajal Hartmut Wöllneril Altmarkis (Sachsen-Anhalti liidumaa põhjaosa) rohkem õnne. Otsides tehnilisi võimalusi kogu pinda hõlmavaks umbrohutõrjeks avastas ta mooduse, mis seisneb passiivselt viltu taimerea kohal veereva tähtäkke kombinatsioonis vaheltharijaga. Koos Sachsen-Anhalti Liidumaa Põllumajanduse ja Aianduse Ametiga Bernburgis õnnestus praktilistes katsetes see tööpõhimõte esmakordselt peaaegu kõigi vaheltharimist võimaldavate põllukultuuride jaoks tehniliselt ühtviisi tõhusa ja lihtsa lahendusena rakendatavaks muuta. Seejuures töödeldi edukalt lisaks tavalistele põllukultuuridele nagu hernes, lupiin, põlduba, suhkrupeet ja mais, ka ravimtaime- ja ürdikasvatuses esinevaid kultuure. "Peenviimistluse" andsid sellele tehnikale Annaburger Nutzfahrzeug GmbH konstruktorid, kes tootmispartneritena aitasid omapoolset panustades muuta selle tootmisvalmiks. Nüüdseks on tootmises 6 m töölaiusega vaheltharimistera ja tähtäkke kombinatsioon (Annaburger Uni-Hacke ehk Annaburgeri universaal-vaheltharimismasin) või 6-meetrise tähtäkke versioon (joonised 4.3.1 ja 4.3.2).

Tööpõhimõte

Tähtäkke teeb eriliseks see, et seade on lihtne ja universaalselt kasutatav. Samas on see põllumajandusmasinate arendajate jaoks raske juhtum. Tähtäke äestab taimerida 30 vedruterasest äkkepiiga kogu äkke ulatuses ja passiivse veeremise riba on laiusena 6–12 cm. Seadenurk 30° sõidusuuna suhtes võimaldab pinnast töödelda sõidusuuna suhtes risti, täpsemalt: diagonaalis. Nii tekkiv vahe 2–4 cm vastab harilikule vedrupiiäkkele (joonis 4.3.4).



Joonis 4.3.1: Vaheltharimistera ja tähtäkke kombinatsioon (Annaburger Uni-Hacke) suhkrupeedipõllul töötamas (Foto: Rumpler).



Joonis 4.3.2: Äestamine durum-nisu põllul (Foto: Rumpler).

Äkke toime sõltub tehniliselt äkkepiide arvust, rootori läbimõõdust, sõidukiirusest ja seadenurgast. Nipp on selles, et äkkepiid peaksid moodustama V-tähe kuju ja selles, kuidas valada need polüuretaanist (PUR) rummu sisse. Sellega kinnitatakse vajalik arv maksimaalselt suure paindumispikkusega äkkepiisid

stabiilselt rummu sisse ja rummu tugevust saab seega reguleerida tootmise ajal. Nii saavutatakse tähtäkke ühtlane elastsus rummust kuni äkkepulga otsani lihtsaimate vahenditega. Mulda tungides kombineerub äkkepiide vedrustav mõju vetrumisega rummus risti rotatsioonitasapinnaga. Lisaks mulla korralikule äestamisele takistab see samas mullaklompide ja kivide kinnijäämist äkkepiide vahele. Olenevalt kultuurtaime liigist osutusid otstarbekaks koguläbimõõdud 400 mm (teraviljad jmt) ja 500 mm (mais, eelkõige peet ja õrnemad kultuurid).

Toime

Tähtäke toimib üldiselt nagu tavaline äke. Umbrohutõrje tõhusust võib seega sõltuvalt paljudest mõjuteguritest hinnata 50–80 protsendile ning see põhineb 80–90% ulatuses umbrohu mullaga katmisel ja umbrohu selektiivsel väljatõmbamisel. Seejuures on selle toime kitsal töötlemisribal kultuurtaime ümber oluliselt intensiivsem kui harilikul äkkel, ilma siiski kultuurtaimi märkimisväärselt kahjustamata. Vahetult taime ligidal mulla sisse tungivad äkkepiid liiguvad läbi mulla ning kulgevad suuremal sõidukiirusel ühtlasel sügavusel ilma pinnale "ujumata" ning suudavad kobestada ka kõvaks tõmbunud või mudast pinnast. Seega saavutatakse igal juhul tõhusam toime, kui ühe töökorraga saab kogu pind vahelt haritud, äestatud ja kobestatud. Ridadest sõltumatu tähtäkke puhul annab rotatsioon ja ristliikumine lisaelise, kuna mullal olevad umbrohujäänused ei sega seadme tööd! Tähtäke sobib seega hästi kasutamiseks multšitud pindadel.

Kasutamisel saadud kogemused ja uurimistulemused

Kõikide põllumajanduslike äestatavate kultuuride puhul sai tähtäke nii kombineerituna vaheltharijaga või ka ilma tavapärase kasutusel oleva tehnikaga võrreldes paremad tulemused. Näiteks Saksimaa Keskkonna, Põllumajanduse ja Geoloogia Ameti võrdlustes hariliku aedoaga oli umbrohutõrje tõhusus üle 90%. See kinnitab omakorda tähtäkke suurt efektiivsust umbrohutõrjes (Hänsel, M.). Haberland uuris keskkonna, põllumajanduse ja geoloogia ameti juures aastatel 2003–2007 võrdlevates katsetes mahepeedikasvatases muuhulgas majandustulemusi põllumajandusettevõttes. Nende tulemuste põhjal saab selgeks, et vaheltharija ja tähtäkke kombinatsiooni kasutamine tähendab järjekindlal rakendamisel suurt kokkuhoidu kalli ja töömahuka käsitsitöö pealt taimede hooldamisel (Haberland, R., Koch W. 2007). Tähtäkke tehniline töökindlus ja seejuures säästlik käitumine kultuurtaimedega, eriti suhkrupeedi puhul, viisid selleni, et tehnikat katsetati paljude kultuuride peal. Need olid eelkõige põllukultuurid – mais, päevalill, hirss, raps jne, kaunviljalised; köögiviljad – seemnesibul, porgand, porru või petersell ja erikultuurid – tüümian, fenkol, köömen jt kuni palderjanini välja. Tähtäkke kasutamisel tuleb ühtviisi arvesse võtta nii taime kui ka mulla omadusi ning mulla puhul eelkõige selle niiskust. Lisaks tuleb silmas pidada, et tegemist on hooldustehnikaga, mida ei saa kasutada külvipinna ettevalmistamise käigus tehtud vigade parandamiseks. Silmapaistvad on Saksimaa põllumajanduse liiduameti uurimistulemused (Hänsel, M., Becherer, U. 2007) tähtäkke kasutamise kohta multšitud külvidel. Ainult ühe ülesõiduga on saadud väga häid tulemusi talinisu umbrohutõrjel, mis avab maheviljeluses uusi võimalusi.



Joonis 4.3.4: Diagonaalne äestamise efekt on siin hariliku aedoa puhul aastal 2009 selgelt näha.



Joonis 4.3.5: Multšikülvid on ka paksu põhukihi puhul hästi haritavad.

Eeliste ülevaade

Kokkuvõttes võib tulemusi hinnata järgmiselt:

- ✓ Tähtäke on lihtne, efektiivne, vastupidav ja lihtsa konstruktsiooniga lisaelement taimerea vahetuks töötlemiseks, et koos vaheltharijaga saaks läbi töötada kogu pinna.
- ✓ Vaheltharimiselemendist sõltumatu paigaldus võimaldab kasutada kõiki tööorganeid kombineeritult või ühekaupa ning kohandada neid hästi taimerea, kultuuri ja selle arengustaadiumiga.
- ✓ Tähtäke ei ole täiendav taimeliigile vastav spetsiifiline seade, pigem saab seda kasutada peaaegu kõigi põllu- ja erikultuuride puhul alates rea laiuselt ca 18 cm.
- ✓ 6–12 cm laiuse taimerea mullariba töötlemisel saavutatud efekt suurendab vaheltharija umbrohutõrje tõhusust täiendavalt tänu mulla kobestamisele, mille tähtsust samuti ei tohi alahinnata.
- ✓ Mullariba töötlemise põhimõte lubab paigutada vaheltharimistera taimede reast tavalisest kaugemale. See võimaldab kasutada suuremat töökiirust kuni 12 km/h ja annab suurema pinnatootlikkuse.

Järeldus

Kes tänapäeval vaheltharijaid kasutab, näeb nimetatud eeliste põhjal, et sel lihtsal tööpõhimõttel on erakordne potentsiaal, kui arvestada selle tehnilise edasiarendamise ja toime optimeerimise võimalusi, laia kasutusala ning suurt pinnatootlikkust. Samal ajal esitab see potentsiaal ka suuremaid nõudmisi kasutajale.

Tähtäke osutub seega uueks elemendiks,

- ✓ mis võib kombinatsioonis vaheltharijaga viimase tõhusust reas ja seega kogu pinnal oluliselt suurendada,
- ✓ mida saab tõhusalt kasutada suure pinnatootlikkusega ilma vaheltharijata versioonis ja
- ✓ mille hea sobivus multšitud külvidele avab maheviljeluses uusi tehnoloogilisi võimalusi.

DR. JOHANN RUMPLER
LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND GERTENBAU (LLFG),
ABTEILUNG A
STRENFELDER ALLEE 22, 6406 BERNBURG
JOHANN.RUMPLER@LLFG.SACHSEN-ANHALT.DE
WWW.LLFG.SACHSEN-ANHALT.DE

4.4 Teravilja ja põldherne umbrohutõrje

Arnd Verschwele – Julius Kühni Instituut

Sissejuhatus

Lisaks kaudsetele umbrohutõrje meetoditele nagu külvikord ja mullaharimine on umbrohutõrje tähtsad vahendid ka äestamis- ja vaheltharimismasinad. Nende tõhusus sõltub suurel määral kasutamise õigeaegsusest ning kaasnevatest mulla- ja kliimatingimustest. Taimekasvatuses saab kultuurtaimede konkurentsivõimet mehaaniliste umbrohutõrjevõtetega ühelt poolt tugevdada, teisalt aga ka konfliktidega (nt ridade vahe) nende potentsiaali vähendada. Otseste ja kaudsete võtete ning masinate valik määrab edu, nende omavahelist vastastikust toimet ette prognoosida on siiski äärmiselt keeruline. Siinkohal kirjeldatud uuringud peaksid aitama selgitada konkreetsete külvitehniliste meetodite potentsiaali kombinatsioonis erinevate vaheltharimismeetoditega ja hinnata neid soovitude väljatöötamiseks.

Katsed talinisuga

Taliteravilja äestamine loetakse isegi tühise umbrohtumuse korral talinisu mahekasvatuses umbrohutõrje standardmeetmete hulka. Kasutegur üle 70% on siiski harv nähtus ning visade umbrohtude nagu hariliku rukkiheina või põld-rebasesaba puhul ei saa ainuüksi äestamisega piirdudes häid tulemusi loota. Uuringute eesmärk oli seetõttu suurendada tõhusust äestamis- ja vaheltharimismasinaid kombineerides ning erinevaid külvitehnilisi võtteid kasutades.

Materjal ja meetodid

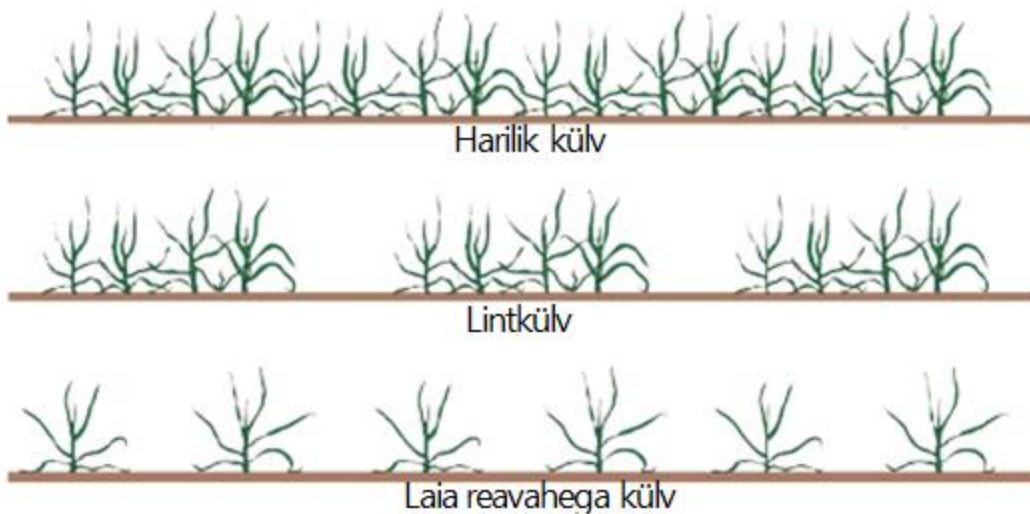
Talinisu umbrohutõrje katseid tehti aastatel 2005–2007 Julius Kühni Mahepõllumajanduse Instituudi (JKI) katsepindadel. Tegemist on lössimullaga, boniteedipunkte 75⁶, asukoht ca 10 km Braunschweigist lõuna poole. 12 ha suurune põld on jaotatud 7 osaks, kus kasvavad eri kultuurid ning mida haritakse mahepõllumajanduse põhimõtete järgi aastast 1995.

Võrreldi järgmisi talinisu külvi variante (joonis 4.4.1):

- ✓ harilik (kitsarealine) külv – reavahe 10 cm,
- ✓ lintkülv – neli 10 cm vahega taimerida vahelduvad laia reavahega 30 cm,
- ✓ laia reavahega külv – ridade vahe 400 mm.

Kasvatati sorte 'Pegassos' ja 'Ludwig'. Umbrohutõrjet tehti hanijalg-kultivaatoriga (lintkülv ja laia reavahega külv) ning vedrupiiäkkega kõigis variantides (joonis 4.4.2). Suure algse umbrohtumuse tõttu loobuti töötlemiseta variandist.

⁶ Märkus: SLV põllumaa kvaliteediindeks (Bodenpunkte=Ackerzahl), mis arvestab kliima, maastiku ja muude tegurite mõju põllumaale, väärtused 1 (väga halb) kuni 120 (väga hea).



Joonis 4.4.1: Külvivariandid katses, Ahlum, 2005–2007.

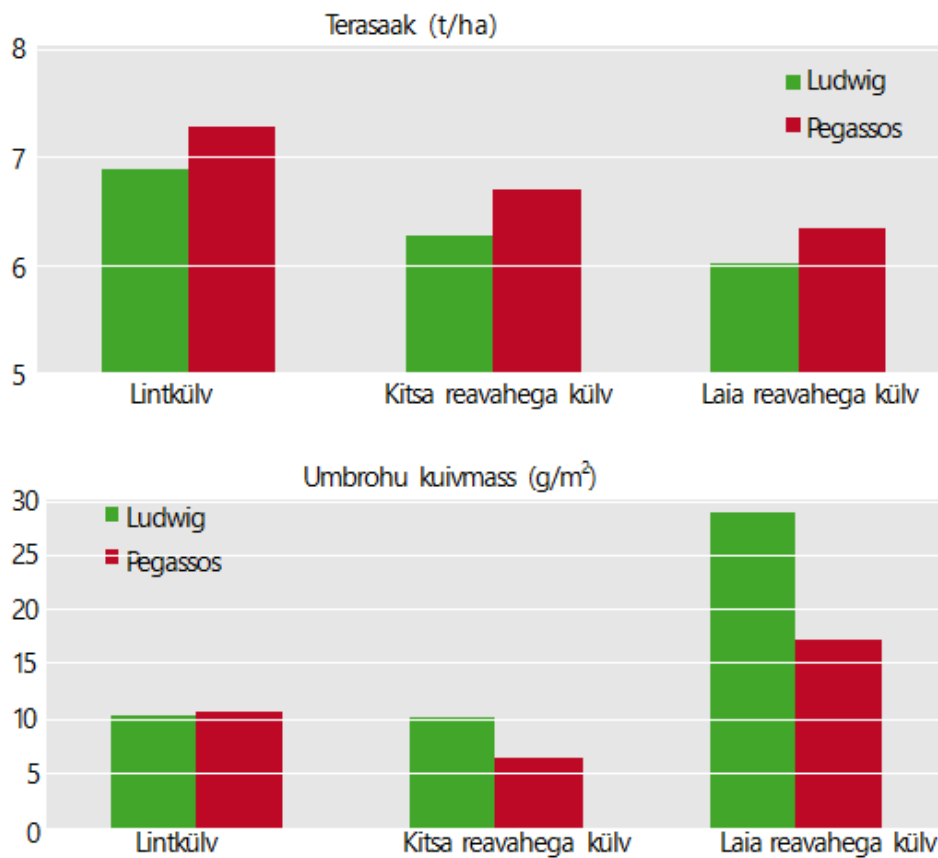
Tulemused

Kultuuride erinev külv umbrohu tihedust ei mõjutanud (257 umbrohtu/m², registreeritud mai keskel). Vastupidiselt oli ilmnes aga selge mõju umbrohuvõrsete massi osas: laia reavahega külvi puhul oli nende mass 23,1 g/m² – oluliselt suurem kui lintkülvil 10,5 g/m² ja kitsa reavahega külvil 8,3 g/m² (joonis 4.4.3).

Lintkülv andis suurima terasaagi (7,1 t/ha) ja valgusisalduse (10%). Lisaks aastatele avaldas mõju ka sordivalik: 'Pegassos' andis olenemata külvivariandist keskmiselt 0,39 t/ha suurema saagi kui 'Ludwig'. Ka umbrohtumus oli kevadel 'Pegassosel' märksa väiksem kui 'Ludwigil' (vastavalt 216 ja 297 umbrohtu/m²). Senised tulemused näitavad, et mahepõllumajanduses on võimalik lintkülvi saavutada kultuurtaimede suurem konkurentsivõime ning lisaks on võimalik kasutada tõhusaid otseseid umbrohutõrjevõtteid. Pärast kolme aastat (2005–2007) katsed lõpetati.



Joonis 4.4.2: Vedrupiäkke töö.



Joonis 4.4.3: Nisu terasaak ja umbrohu kuivmass sõltuvalt külvivariandist ja sordist, Ahlum 2005–2007.

Katsed hariliku hernega

Aastatel 2008–2010 viidi JKI maheviljeluse katsepõldudel läbi järgmised katsed erineva ridadevahelise kauguse ja umbrohutõrje meetodiga:

- ✓ 2 x äestamine vedrupiiäkkega, reavahe 12,5 cm,
- ✓ äestamine vedrupiiäkkega + rootoräke (saksa k *Rollhacke*), reavahe 25 cm.

Hernesordid katses: leherikas: Grana (2008 ja 2010) ja lehevaesed: Santana (2008), Mascara (2010)

Katsepõldu on maheviljeluse põhimõtete järgi majandatud seitsmeväljalises külvikorras aastast 1995, eelvili oli mõlemal aastal talirukis. Hernes külvati 31.03.2008 ja 07.04.2010, umbrohutõrjet tehti 38 ja 52 (2008) ning 41 ja 62 (2010) päeva pärast külvamist. Mõlemal aastal olid kõige levinumad umbrohuliigid vesihein (*Stellaria media*), konnatatar (*Polygonum convovulus*) ja kesamailane (*Veronica agrestis*).

Umbrohutõrjel kasutati kõikidel maatükkidel Hatzenbichleri vedrupiiäket (töölaius 12 m), lisaks kasutati laiade reavahedega variandis Hatzenbichler rootoräket (töölaius 3 m).

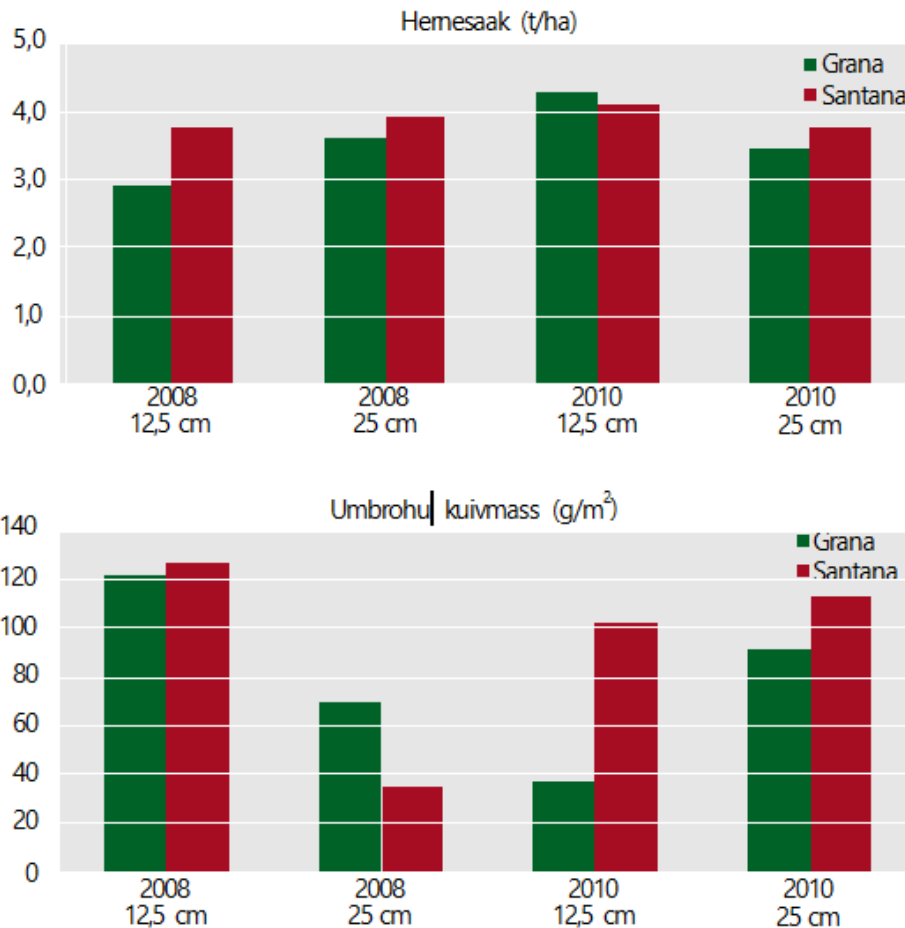
Uuriti järgmisi parameetreid: umbrohu tihedus (enne ja pärast töötlemist), umbrohu kuivmass (kasvufaasis BBCH⁷ 60–65), fotosünteesi jaoks aktiivne kiirgus (kasvufaasis BBCH 60–65) ja hernesaaik. Sordid Santana ja Mascara loeti nende sarnaste agronoomiliste ja morfoloogiliste tunnuste alusel lehevaesteks sortideks.

Tulemused

Rootoräkke kasutamisel laiemate reavahede puhul umbrohutõrje tõhususe eesmärk saavutati. Siiski avaldas ka aasta märkimisväärset mõju: 2010. a kasutati vedrupiiäket ja rootoräket ilmastikust tingituna liiga hilja, nii et siin ei ilmnenud märkimisväärset mõju reavahe suuruselt ega sordist tingituna (joonis 4.4.4). Aastal 2008 oli seevastu rootoräkke kasutamine tänu optimaalsetele mulla- ja ilmastikutingimustele selgelt tõhusam kui vedrupiiäkkega harimine. Kultuuride erinev konkurentsivõime avaldas umbrohu massile ja umbrohu tihedusele keskmiselt nõrka, kindlasti mitte märkimisväärset mõju.

Hernesaaigile ei avaldanud ridade vahekaugus umbrohutõrje eri liikide puhul mingit märkimisväärset mõju. Tuleb siiski mainida, et katseaastatel olid koristustingimused väga ebasoodsad. Nii oli saagikus keskmiselt ainult 3,5 t/ha (Grana) ja 3,79 t/ha (Santana ja Mascara). Kokkuvõttes ei võimalda katsetulemused ühemõttelist järeldust teha. Kuivõrd siiski teatud kasvupinnatingimustes võib karta, et ainult vedrupiiäkke kasutamine ei ole piisavalt mõjus, annab umbrohutõrjes head tulemused laiema ridade vahe kasutamine kombinatsioonis rootoräkkega. Tulemused näitavad, et sordi konkurentsivõime on oluline eelkõige otseste umbrohutõrjevõtete nõrga mõju korral.

⁷ Märkus: Vt kasvufaasid www.pma.agri.ee/download.php?getfile2=5750



Joonis 4.4.4: Aasta, reavahede ja sortide mõju umbrohtude kuivmassile ja hernesaaigile.

Arutelu

Kokku näitavad katsed, et mehaanilise umbrohtutõrje seadmete mõju erinevused olid tühised. Aasta ja külviivi mõju olid katsetes vähemalt sama suur. Õige tehnika valimisel kombinatsioonis külvitehnikaga tuleb seega rõhutatud tähelepanu pöörata eeldatavale umbrohtumusele. Suure konkurentsivõimega umbrohu nagu nt põldohaka puhul tuleks eelistada mehaanilist tõrjet äestamise näol külvitehnilistele võtetele, mis suurendavad kultuurtaimede konkurentsivõimet.

DR. ARND VERSCHWELE
 JULIUS-KÜHN-INSTITUT
 MESSEWEG 11/2, 38104 BRAUNSCHWEIG
 ARND.VERSCHWELE@JKI.BUND.DE

4.5 Kaunviljade taastumine pärast füüsilisi vigastusi noortaimede faasis

Martin Hänsel – Saksimaa Keskkonna, Põllumajanduse Ja Geoloogia Liiduamet

Sissejuhatus ja eesmärk

Maheviljeluses konkureerib umbrohi kaunviljadega väga intensiivselt (Böhm 2009). Mehaanilise umbrohotõrje tõhustamiseks võiks rohkem kaaluda eelkõige kultuuride väga varases arengustaadiumis äestamist (Jensen jt 2004). Varase tärkamisega umbrohtu saab tõhusalt tõrjuda idulehestaadiumis äestamise abil. Siiski suurendab see kultuurtaimede hukkumise ohtu. Liiga suureks kasvanud umbrohtu seevastu ei saa põhimõtteliselt enam piisavalt edukalt tõrjuda. Et uurida herne, põldoa ja lupiini noortaimede faasis saadud füüsiliste vigastuste mõju saagikusele, viidi läbi välikatsete seeria. Tulemused võimaldavad teha järeldusi kultuurtaimede füüsilise taluvuse kohta äestamisel.

Meetodid

Kuus välikatset juhuslikult valitud kordustega viidi läbi aastatel 2006 ja 2007 Leipzigi mahepõllumajanduslikul lammimullal, täpsemalt savikal liivamullal põllul ja kastides. Mullaharimine ja külv tehti vastavalt randaaliga, freesiga ja külvikuga ning kastides ainult käsitsi. Aprillis külvati hernest 90, ube 45 ja lupiini 140 seemet ühe m² kohta ühtlaselt 4 cm sügavusele reavahedega 12 cm. Katselappide suurused varieerusid vahemikus 2–3 m². Taimedele füüsiliste vigastuste tekitamiseks kaeti kõik tõusmed kasvufaasides BBCH⁸ 12 või 14 täielikult mullaga, mis võeti reavahedest ja ujutati seejärel üle kastekannust 5 l veega ühe m² kohta. Teise võimalusena lõigati kaunviljad küünekääridega täpselt maapinnaga tasaseks, alati allpool esimest pärislehtede paari või kuumutati kaasaskantava leegitajaga maapealsete osade hukkumiseni (kasvufaasides BBCH 09 või 12).

Umbrohi rohib täielikult välja. Valminud saak koristati käsitsi ja puhastati laboris. Saak kuivati veesisalduseni 14% ja seejärel kaaluti. Hajuvusanalüüsid ja piirerinevuse (LSD) määramine statistilise olulisuse tasemel 0,05 tehti Windowsi programmiga SPSS 14.

Tulemused ja arutelu

Kaunviljad taastusid pärast võrsete äralõikamist või maapealse rohemassi kinni katmist ulatuslikult ja arenesid sarnaselt kahjustamata taimedega (joonis 4.5.1). Mullaga kaetud taimed kasvasid mullast välja mõne päevaga ja nende saak ei olnud tingimata märkimisväärselt väiksem (joonis 4.5.2). Isegi ära lõigatud või leegitatud herne- ja põldoataimede võrsed taastusid ulatuslikult ja andsid veel saaki vahemikus 39% ja 75% võrreldes töötlemata kontrollkultuuridega (tabel 4.5.1).

⁸ Märkus: Vt kasvufaasid www.pma.agri.ee/download.php?getfile2=5750



Joonis 4.5.1: Hernetaime uus võrse pärast esimese võrse mahalõikamist. Lõikekoht on veel näha.

Tabel 4.5.1: Liblikõieliste suhteline saagikus (%) pärast noortaimede erineval moel füüsilist kahjustamist (töötlemata variant alati 100%). Katsekoht: Leipzig.

Kultuur		Hernes		Põlduba		Sinine lupiin	
Aasta		2006	2007	2007	2007	2007	2007
Sort		Madonna	Harnas	Scirocco	Scirocco	Boruta	Boruta
Kahjustus:	BBCH:						
Mullaga katmine	12	101	78	88	77	122	59
Mullaga katmine	14				66		76
Tagasilõikamine	09	67					
Tagasilõikamine	12	61	39	57			
Leegitamine	12	75	61	71			
Piirerinevus (LSD), @=5%		24	18	23	20	28	36

Uuritud kaunviljade ilmne taastumisvõime annab alust prognoosida, et taimede varajastes arengustaadiumites, eriti herne ja põldoa puhul, on intensiivseks äestamiseks head võimalused. Äestamisel tekivad kogemuste kohaselt oluliselt väiksemad füüsilised vigastused kui kõnealustes katsetes. Seega on mõttekas eksperimente jätkata, et määrata täpsemad intensiivsuse piirid kaunviljade noortaimede äestamisel. Sinise lupiini (sort: Boruta) puhul täheldati ühes katses (ei ole siin esitatud)

siiski, et pärast võrse hävitamist taim üldse enam ei taastunud. Võibolla on sellise suure tundlikkuse põhjus epigeneetiline idanemine. Äestamisel tuleb seega arvesse võtta, et lupiin on eriti tundlik.



Joonis 4.5.2: Hernetaimed tungivad pärast täielikku mulla alla matmist läbi isegi savika mulla koorikust.

MARTIN HÄNSEL
SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE
GUSTAV-KÜHN-STR. 8, 04159 LEIPZIG
MARTIN.HAENSEL@SMUL.SACHSEN.DE
WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE

4.6 Suhkruherne umbrohutõrjes muldamisega saadud head tulemused

Hermann Laber – Saksimaa Keskkonna, Põllumajanduse Ja Geoloogia Amet

Uuringu taust ja katse küsimus

Kaheaastase praktilise uuringu käigus tuvastati suhkruhernel (ehk lesthernel), mida oli ainult äestatud, umbrohist tingitud saagikadu keskmiselt 15%. Maksimalne saagikadu oli 40% ja üle selle (Laber, 2009). Nii hakati suhkruherne jaoks tõhusamat umbrohutõrjet otsima.

Eelmistes katsetes testiti äestamisega piirdumise kõrval ka vaheltharimis- ja muldamisvõtteid. Tulemused näitasid, et võrreldes ainult äestamisega on vaheltharimis- ja eriti muldamisvõtetega võimalik umbrohutõrjet märkimisväärselt tõhustada (Mücke, 2002; Laber, 2009). Nende katsetega ei olnud siiski võimalik registreerida mehaanilise umbrohutõrje mõju saagikusele. Järgnevate uuringute eesmärk oli selgitada, kas vaheltharimise ja muldamisega seonduv suurem vaev end ka ära tasub.

Materjal ja meetodid

Herned külvati katselappide külvikuga vastavalt katse variandile kas "harilikul moel" randaaliga töödeldud mullale või eelnevalt (pärast randaalimist) adraga tehtud vagudesse. Vagude sügavus pärast "vajumist" oli 3–4 cm (joonis 4.6.1). Ridade ja vagude vahe oli 24 cm.

Suhteliselt sooja kevade tõttu 2009. aastal tärkasid herved juba 10 päeva pärast. Siiski oli ligikaudu 70 taime/m² kohta – Saksimaa põllunduspiirkonna jaoks ometi mitte ebatüüpiline – tihedus ainult mõõdukas. Vakku külvamise (negatiivset) mõju tärkamisele ei täheldatud (joonis 4.6.2, tabel 4.6.1).

Katsekultuuride andmed:

- ✓ Sügis 2008: Keerispea-vahekultuur, enne talve mulda viidud.
- ✓ 7. aprill 2009: külvamine, sort Avola, 110 tona/m², reavahe 24 cm.
- ✓ 17. aprill: tärkamine (kasvufaas BBCH⁹ 09).
- ✓ 22. aprill: tärkamisjärgne äestamine, 1. pärisleht lahti (kasvufaas BBCH 11), 4,2 km/h, äkkepiide asend neutraalne.
- ✓ 7. mai: muldamine, 5. pärisleht ei ole lõplikult avanenud (kasvufaas BBCH 14–15).
- ✓ 14. mai: kultuuri tiheduse määramine.
- ✓ 15. mai: umbrohu tiheduse määramine.
- ✓ 18. juuni: saagikoristus (5,76 m²/katselapp).
- ✓ 19. juuni: umbrohu massi määramine.

⁹ Märkus: Vt kasvufaasid www.pma.agri.ee/download.php?getfile2=5750

Tabel 4.6.1: Variandid, umbrohtumus ja umbrohutõrje tõhusus.

Külv	Harilik (tasane maa)			Vagudes		
	Kontrollvariant	Tärgamisjärgne äestamine	Äestamine +muldamine	Kontrollvariant	Tärgamisjärgne äestamine	Äestamine +muldamine
Äestamine (BBHC 11)		X	x		x	x
Muldamine (BBHC 14-15)			x			x
Kultuuri tihedus (taime/m ²) ^{1,2)}	69	70	71	75	68	67
Taimekadu (%) ²⁾		-2	-3		9	10
Umbrohu tihedus (taime/m ²) ^{1,2)}	113	50	6	143	66	8
Umbrohutõrje tõhusus _{tihe} (%) ^{2,3)}		56	95		54	95
Umbrohu kuivmass (g/m ²) ^{2,4)}	125	45	9	102	49	7
Umbrohutõrje tõhusus _{tihe} (%) ^{2,3)}		65	93		49	93
Saak (100 kg/ha) ²⁾	33	39	38	33	34	35
Tenderomeetri väärtus ⁵⁾	135	123	129	134	127	122
Saak _{Tenderomeetri väärtus120} (100 kg/ha) ^{2,6)}	31	38	36	31	33	35
Saagi kadu (%) ⁷⁾	14	-6		15	9	5

1) pärast umbrohutõrje lõpetamist

2) korduste keskmised väärtused

3) umbrohutõrje tõhusus = (tihedus või mass_{kontroll} – tihedus või mass_{variant}), tihedus või mass_{kontroll}

4) saagikoristuse ajaks

5) korduste segaproovid (3 korduvat mõõtmist)

6) saak korrigeerituna tenderomeetri väärtus – 120 vastavalt Evelaarts & Sukkel 2000, ümberformuleeritud küpsuse ja saagi suhtele (vrdl Lattauschke & Laber 2009)

7) võrreldes äestamise + muldamise variandiga hariliku külvamise puhul (praktiliselt umbrohuvaba ja taimekaota)



Joonis 4.6.1: Vakku külvamine (foto 24. aprillist: kontroll kaks päeva pärast tärkamisjärgset äestamist eri variantides).

Tulemused

Varianti äestamisega enne tärkamist (lausäestamisega) ei saanud võimsuste puudusel katsetada. Tärkamisjärgse äestamise aeg lähtus taimede arengust vakku külvatud variandis, kuna taimed pidid saavutama teatud kõrguse, et nad ei jääks liialt mulla alla. Siiski võis täheldada, et vakku külvatud variandi puhul jäid pärast äestamist üpris paljud taimed mulla alla. Osad mulla alla jäänud taimedest ilmselt ei suutnud enam mullast läbi kasvada, sest siin oli taimekadu ümmarguselt 10%, samas kui hariliku külvi puhul äestamine taimekadu ei põhjustanud.

Ilmastikust tingituna sai muldamist teha alles 4–5 lehe staadiumis (algselt oli kavandatud muldamine siis, kui taimed on piisavalt kõrgeks kasvanud). Muldamise kõrgus oli seejuures ca 5 cm (joonis 4.6.2). Taimekadu seejuures praktiliselt (enam) ei täheldatud.

Umbrohu tihedus oli hariliku külvi puhul ümmarguselt 110 taime/m², vakku külvamisel märkimisväärselt suurem – ümmarguselt 140 taime/m². Peamised umbrohud olid verev iminõges ja vesihein ning oluliselt vähemal määral põld-litterhein.

Umbrohu tihedus vähenes äestamisega umbes 50%. Äestamisest oodatud olulist paranemist tänu mulla tugevamale liigutamisele ja vao kinni ajamisele ei esinenud. Suurepärane oli aga umbrohutõrje edu muldamisel, siin vähenes umbrohu tihedus (kombineerituna eelnenud äestamisega) vähem kui kümne umbrohtuaimeni ruutmeetri kohta ehk 95%.

Saagikoristuse ajaks oli kontrollvariantides umbrohumass 125 g/m² (harilik külv) ja ligi 100 g/m² (vakku külv). Äestamisega vähenes umbrohumass 65% (harilik külv) ja napilt 50% (vakku külv).

Saagikoristusel oli tenderomeetri väärtus töötlemata kontrollkatsetes mõlemal juhul ligi 10 ühikut suurem kui töödeldud variantidel (tabel 4.6.1). Kas põhjuseks oli tunduvalt suurem umbrohtumus või kultuurtaimede vigastamisest (äestamisel) tingitud arenguviivitus, pole võimalik öelda.

Herne saagikust töötlemine märkimisväärselt ei mõjutanud, kontrollvariantides kaldus saak siiski olema kõige väiksem. Eeldades, et peaaegu umbrohuvabadel harilikul moel külvatud, äestatud ja mullatud variantide puhul ei teki positiivset (tänu mulla kobestamisele) ega negatiivset (taimede vigastamine) mõju saagikusele või et need teineteist vastastikku tasakaalustavad, põhjustas kontrollvariantides allesjäänud umbrohi suuremat saagi kadu, ümmarguselt 15%. See tulemus kattub praktikas kontrollitud seosega umbrohumassi ja saagikao vahel (Laber, 2009), mis näitab umbrohu näitaja 110 g kuivmassi/m² puhul saagikadu napilt 16%.

Allpool näitajat 43 g kuivmassi/m² enam umbrohtumusest tingitud saagikadu ei esine, nii et "allesjäänud" saagikadu harilikult külvatud, tärkamisjärgselt äestatud variandis (45 g kuivmassi/m²) vastab leitud umbrohumassi ja saagikao vahelisele seosele.



Joonis 4.6.2: Muldamine (ainult ühelt poolt mullatud serverida eemaldati ja seda hindamisel ei arvestatud)

Järeldus

Antud tingimustes (ainult mõõdukas umbrohtumus) ei olnud suhteliselt aja- ja seega ka kulumahukas muldamine tasuv, kuna võrreldes ainult äestatud variandiga saak ei suurenenud. Muldamine näitas aga oma väga suurt potentsiaali umbrohutõrjes, mida tuleks kasutada suurema umbrohtumuse korral.

Kokkuvõte

Suhkruherne umbrohutõrje katsetes Saksimaa Keskkonna, Põllumajanduse ja Geoloogia Ametis Dresden-Pillnitzis täheldati muldamisel umbrohutõrje ümmarguselt 95% tõhusust, mis on oluliselt suurem kui ainult tärkamisjärgset äestamist kasutades, kus saadakse umbrohutõrje tõhususeks ainult 50%. Äestamise korral ei suurendanud herneste külvamine vagudesse võrreldes hariliku külviga umbrohutõrje tõhusust, tõi aga kaasa ümmarguselt 10% kultuurtaimede kao.

HERMANN LABER
SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE
REFERAT 81 OBST- UND GEMÜSEBAU
PILLNITZER PLATZ 3, 1326 DRESDEN
HERMANN.LABER@SMUL.SACHSEN.DE
WWW.SMUL.SACHSEN.DE/LFULG

4.7 Suhkruherne vakku külvamise välikatse

Hermann Laber – Saksimaa Keskkonna, Põllumajanduse Ja Geoloogia Amet

Katse taust ja küsimus

Varasemas välikatses (Laber, 2009) ei suudetud suhkruherne umbrohutõrjet vagudesse külvamise läbi tõhustada nagu algselt loodeti. Tulemusele kinnituse saamiseks korraldati katse seda osa 2010. aastal. Ka vaheltharimise ja muldamise tõhusust oli vaja veel kord kontrollida.

Materjal ja meetodid

Pärast sügiskülvi valmistati külvipind ette freesiga, et vakku külvamise variandi jaoks oleks vagude ajamiseks pinnas peeneteraline. Herved külvati külvikuga vastavalt variandile kas harilikul moel mulda või siis eelnevalt aetud vagudesse. Pärast "vajumist" oli vagude sügavus nagu eelmise aasta katseski 4–5 cm (vrdl artikkel 4.6). Ridade või vagude vahe oli 24 cm.

Kultuurtaimede andmed:

- ✓ Sügis 2009: vahekultuur keerispea, multšitud, sügiskülv mullakobestiga.
- ✓ 26. märts 2010: külvipinna ettevalmistamine freesiga, külvamine, sort Prelado (S&G), 120 tona/m², reavahe 24 cm, külvi sügavus 3–4 cm.
- ✓ 13. aprill: tärkamine (kasvufaas BBCH¹⁰ 09), äestamine variandis "Tärkamisaegne + tärkamisjärgne äestamine", 4,2 km/h, äkkepiide asend vedav, ca kell 12.30, seejärel 23 tundi sademeteta.
- ✓ 19. aprill: tärkamisjärgne äestamine", 1. pärisleht lahti (kasvufaas BBCH 10–11), 4,5 km/h, äkkepiide asend "kergelt haarav", 2-kordne ülesõit (sinna ja tagasi), ca kell 12.00, seejärel 48 tundi sademeteta.
- ✓ 5. mai: vaheltharimine ja muldamine, 5. pärisleht mitte päris lahti (kasvufaas BBCH 14–15), hanijalg-kultivaator (16 cm), sügavus ca 2 cm, muldamine nagu möödunud aasta katses, ca kell 11.00, seejärel 10 tundi sademeteta.
- ✓ 10. mai: kultuurtaimede tiheduse määramine.
- ✓ 12. mai: umbrohu tiheduse määramine.
- ✓ 23. juuni: saagikoristus (2,88 m²/katselapp), umbrohumassi määramine.
- ✓ Katse ülesehitus: katselapid 4 kordusega.
- ✓ Mulla liik: tugevalt savine liivmuld, ca 70 boniteedipunkti¹¹.

¹⁰ Märkus: Vt kasvufaasid www.pma.agri.ee/download.php?getfile2=5750

¹¹ Märkus: SLV põllumaa kvaliteediindeks (Bodenpunkte=Ackerzahl), mis arvestab kliima, maastiku ja muude tegurite mõju põllumaale, väärtused 1 (väga halb) kuni 120 (väga hea).

Tulemused

Tärkamise ajal, 18 päeva pärast külvamist, äestati variandis "Tärkamisaegne ja tärkamisjärgne äestamine" esimest korda Hatzenbichler'i äkkega. Hernetaimed talusid varast äestamist ilmselt hästi, sest selles variandis ei täheldatud suuremaid taimekadusid kui hiljem äestatud variantides. Tärkamisjärgne äestamine tehti esimese pärislehe avanemise ajal 24 päeva pärast külvamist kõikides variantides peale kontrollvariandi. Umbrohumass oli sel hetkel "valgete niitide" staadiumis. Kuna enne sademete tõttu mudaseks muutunud pinnas ei olnud pärast üht ülesõitu piisavalt kobe, äestati veel üks kord vastassuunas, mis aga asja oluliselt ei parandanud. Siiski võib suhteliselt suur taimekadu, 25% olla tingitud just sellest teisest ülesõidust. Vaheltharimist ja muldamist sai ilmastikutingimuste tõttu teha alles väikese hilinemisega 4–5 lehe staadiumis, kus üksikud taimed olid juba üle ridade väärdunud ning seetõttu lükkas äestamine need veidi viltu ja muldamisel jäid nad kohati mulla alla. Kultuurtaimede kadu olid aga (nagu ka vaheltharimisega variandis) ainult pisut (statistiliselt kinnitamata) suurem kui variandis, kus kasutati ainult äestamist.

Umbrohu tihedus (määratud pärast umbrohutõrje lõpetamist) oli harilikult külvatud kontrollvariandis ümmarguselt 220 taime/m², vakku külvi puhul oli see märkimisväärselt suurem – 270 taime/m². Peamine umbrohi oli vesihein, oluliselt vähem esines verevat iminõgest ja põld-litterheina.

Hariliku külvi (tasasele pinnale) puhul täheldati mõlema äestamisvariandiga pärast viimast töötlemist üldiselt suuremat umbrohutihedust kui kontrollvariandis. Ilmselt aktiveeris äestamine umbrohuseemnete idanemist ja sellest ka negatiivne efekt umbrohutõrjele. Vakku külvi puhul võis seevastu täheldada 11% tõhusamat umbrohutõrjet kui hariliku külvi puhul.

Ka (täiendav) vaheltharimine andis umbrohutõrje kogu tõhususega 11% ainult "tagasihoidliku" tulemuse. Muldamine oli umbrohutõrje seisukohast kõige tõhusam, kuid ei olnud oma 52 protsendiga (k.a umbrohtude idanemise aktiveerimine eelnenud äestamise tõttu) nii veenev kui möödunud aastal (vt artikkel 4.6).

Umbrohu tiheduse määramisel mai keskel leiti eelkõige väiksemat umbrohtu, mis oli ilmselt alles suhteliselt hilja tärganud. Vaatamata umbrohu suhteliselt suurele tihedusele tekkis sel moel saagikoristuse ajaks olenemata umbrohutõrje variandist umbrohu kuivmassi keskmiselt ainult 25 g/m² (tabel 4.7.1). Varasematest katsetest on teada, et kui umbrohu kuivmassi on alla 40 g/m² (Laber, 2009b), võib eeldada, et üheski variandis ei esinenud nimetamisväärselt umbrohist tingitud saagikadu.

Erinevalt eelmise aasta katsetest jäid tenderomeetri väärtused töötlemata kontrollvariantide puhul allapoole kui töödeldud variantide puhul (tabel 4.7.1). Ligikaudu sama (tühine) umbrohtumus ei kinnita seega teesi, et kultuurtaimede vigastamine äestamisel põhjustab nende arengu hilinemist.

Töötlemata kontrollvariantides saadi alati suurim (korrigeeritud) saak, mis peamiselt oli tingitud 2010. aasta oluliselt suuremast kultuurtaimede tihedusest.

Kokkuvõte

Saksimaa Keskonna, Põllumajanduse ja Geoloogia Ameti uued katsed Dresden-Pillnitzis suhkruherne umbrohutõrje uurimiseks näitasid, et herneste külvamine vakku suurendab umbrohutõrje tõhusust äestamise korral ainult vähesel määral.

Muldamine näitas taas kord, et hernetaimed taluvad seda ilmselgelt hästi nagu ka varast äestamist enne tärkamist. Teistkordne äestamine esimese lehe avanemise ajal põhjustas koorikuga mullal taimekadu üle 20%, mis kajastus ka saagis. Vähesel umbrohukasvu korral umbrohtumus saagikust ei mõjutanud.

Tabel 4.7.1: Variandid, umbrohtumus ja umbrohutõrje tõhusus

Külv	harilik (tasane maa)					vagudes	
	Kontrollvariant	Tärkamisaegne + järgne äestam.	Tärkamisjärgne äestamine	Äestamine + vaheltharimine	Äestamine + muldamine	Kontrollvariant	Tärkamisjärgne äestamine
Tärkamisaegne äestamine (BBHC 09)		x					
Tärkamisjärgne äestamine (BBHC 10-11)		xx	xx	xx	xx		xx
Vaheltharimine (BBCH 14-15)				x			
Muldamine (BBHC 14-15)					x		
Kultuuri tihedus (taime/m ²) ^{1,2)}	125	97	93	88	88	118	93
Taimekadu (%) ²⁾		22	25	29	28		21
Umbrohu tihedus (taime/m ²) ^{1,2)}	218	259	253	195	105	271	238
Umbrohutõrje tõhusus _{tihe} (%) ^{2,3)}		19	-16	11	52		11
Umbrohu kuivmass (g/m ²) ^{2,4)}	21	21	16	30	23	20	28
Saak (100 kg/ha) ²⁾	43	31	33	38	32	39	32
Tenderomeetri väärtus ²⁾ (Piirerinevus: 6,0)	106	115	110	111	110	103	110
Saak _{tenderomeetr} väärtus ₁₂₀ (100 kg/ha) ^{2,5)}	50	32	37	40	35	46	35

1) pärast umbrohutõrje lõpetamist

2) keskmised väärtused läbi korduste (tenderomeetri väärtuse puhul vastavalt kolm korduvat mõõtmist)

3) umbrohutõrje tõhusus = (tihedus_{kontrollvariant} - tihedus_{variant}) + tihedus_{kontrollvariant}

4) saagikoristuse ajaks

5) saak korrigeerituna tenderomeetri väärtus – 120 vastavalt Everaarts & Sukkel 2000 ümberformuleeritud küpsuse ja saagi suhtele (vrdl Lattauschke & Laber 2009)



Joonis 4.7.4: Harilikult külvatud hernes tärkamisjärgse äestamise ajaks (19. aprillil).



Joonis 4.7.5: Harilikult külvatud hernes pärast tärkamisjärgset äestamist (19. aprillil).

DR HERMANN LABER
SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE
REFERAT 81 OBST- UND GEMÜSEBAU
PILLNITZER PLATZ 3, 1326 DRESDEN
HERMANN.LABER@SMUL.SACHSEN.DE
WWW.SMUL.SACHSEN.DE/LFULG

4.8 EuM-Agrotec ketaskultivaatori kasutamise aruanne

Matthias Schille – Schillerhof

Hr Schiller majandab 1997. aastast alates abikaasaga kahekesi 70 ha suurust mahetalu (66% teravili, 34% ristik) ja kasvatab kahel hektaril maasikaid. Ettevõttes on 1,5 täistöökoha ja kasutatakse hooajatöölisi. Pinnas on keskmiselt 58 boniteedipunktiga vahelduva iseloomuga ja põhjavee läheduse tõttu mitte alati masinaga sõidetav. Otsiti vaheltharimismasinat maasikakultuuri jaoks, mis võiks asendada reafreesi, pärast maasikate koristamist väädid läbi lõikaks ja mida saaks probleemilt kasutada ka umbrohutõrjeks pärast idulehe staadiumit. Pärast firma EuM-Agrotec ketaskultivaatori esitlemist talu põldudel osteti see ära.



Joonis 4.12.1: EuM-Agrotec'i ketaskultivaator traktori järel.

Noorte maasikakultuuride harimise võtted

Noored maasika frigotaimed istutatakse maikuu reavahega 0,90 m umbes 34 000 taime hektari kohta. Esimestel nädalatel pärast istutamist hooldatakse maasikataimi hanijalg-kultivaatoriga vajadusel koos ühendatud sõrm- või hariliku äkkega. Noori maasikataimi äestades sõidetakse väga ettevaatlikult kiirusega 1–2 km/h. Sõrmäkke kasutamisel on väga tähtis täpne seadistamine, kuna vastasel korral on oht noored maasikataimed välja rebida. Noortaimede kindlaks juurdumiseks kulub umbes neli nädalat.

Ketaskultivaatori kasutamine ja seadistamine

Kui tekivad esimesed väädid või on umbrohi ilmastikutingimuste pärast tegemata jäänud tööde tõttu liiga suureks kasvanud, et hanijalg-kultivaatorit saaks tõhusalt kasutada, tehakse tööd ketaskultivaatoriga. Tööorganite jäik järjestus nõuab täpset sõitu ridade vahel. Nõgusaid kettaid saab sujuvalt seada vastavalt taimede suurusele, nii saab töötada hästi maasikataime lähedal. Kaitsekettad ei ole vajalikud. Kuna nõgusad kettad maasikataimi ka muldavad, annab see sügisel täiendava positiivse efekti. Taim on talvel seega väikese vao peal, kevadel see kuivab ja soojeneb kiiremini. Vaheltharimisketastele järgnevate prismaarastaste toime agressiivsust saab reguleerida. Koos ees kulgevate tugirastastega juhivad nad vaheltharimisorgani teed mulla sees.

Pärast maasikate koristamist kasutatakse vaheltharijat ka põhumultšikihi mulda viimiseks. Väga paksu põhukihi korral võib masin ummistuda. Ridadele laotatakse ca 10 tonni põhku hektari kohta.



Joonis 4.12.2: Kultivaatori töö sügisel maasikapõllul (septembris).



Joonis 4.12.3: Maasikapõld pärast edukat mehaanilist umbrohutõrjet.

Järeldus

Ketaskultivaator on ettevõttes reafreesi välja vahetanud ja seda kasutatakse peamiselt hästi arenenud maasikataimedega põllul (alates 6 kuust) ning põhumultšikihi mulda viimiseks. Masin töötab ka kuivades tingimustes tänu oma kaalule ja löikamisfunktsioonile. Sellegipoolest kasutatakse nii enne kui pärast ka muid vaheltharimisseadmeid. Hooldustehnika valitakse olenevalt mullatingimustest, umbrohu kasvust ja suuruselt ning maasikataimede tundlikkusest. Lisaks masina valikule on edu jaoks määrava tähtsusega selle kasutamise aeg ja töö korduv teostamine. Eriti siis, kui märg pinnas ei võimalda põllule sõita, ei saa vältida ka kõplamist ega rohimist rea sees.

DR. MATTHIAS SCHILLER
SCHILLERHOF
HOLZREDDER 50, 24217 WISCH
INFO@SCHILLER-HOF.DE
WWW.SCHILLER-HOF.DE

5 Põllumajandustehnika arenguid

5.1 Reasisene mehaaniline umbrohutõrje – mehhatroonilised süsteemid ja robotika

*Zoltan Gobor – Baieri Liidumaa Põllumajandusamet, Põllumajandustehnika ja Loomakasvatuse Instituut;
Peter Schulze Lammers – Reinimaa Riedrich Wilhelmi Ülikool*

Sissejuhatus

Mahepõllumajanduse intensiivistamine tekitab suurema vajaduse käsitsi või mehaanilise umbrohutõrje järele. Paljude kultuuride puhul on umbrohutõrje taimekasvatuse võtete ahelas kõige kulumahukam komponent.

Reas kasvatatavate kultuuride puhul suudab harilik vaheltharimismasin katta ridade vahel kuni 80% pinnast. Umbrohi kasvab aga ka ridade sees taimede vahel ja taimede ligiduses. Teaduslikud uuringud näitavad, et saagikusele avaldab negatiivset mõju just see umbrohi, mis kasvab kultuurtaime vahetus läheduses (Heiselt jt, 2002).

Rea sees aktiivsete tööorganitega umbrohu edukaks tõrjumiseks tuleb tuvastada üksikute kultuurtaimede täpsed asukohad. Üksikute taimede asukoha tuvastamine on arenenud alates 20. sajandi 50ndatel aastatel kasutusel olnud mehaanilisest kompamisest valgusbarjääri abil tuvastamise ja ultraheliandurite kasutamise suunas. Need meetodid ei ole selektiivsed, ühevõrra arenenud kultuurtaimel ja umbrohul ei ole võimalik vahet teha. Kui võeti kasutusele pilditöötlemistehnoloogia, mis põhineb omadustel, nagu suurus, värv, tekstuur, remissioon, morfoloogia ja asukoht, sai võimalikuks arendada süsteeme, mis on suutelised eristama kultuurtaimi umbrohtudest. Võimekus töötada reaajas, kohakuti kasvavad taimed või kokku kasvanud taimeread kujutavad enesest ikka veel probleeme, mille jaoks on vaja optimeeritud lahendusi.

Möödunud kümne aasta jooksul on tutvustatud mitmeid mehhatroonilisi reasisese umbrohutõrje lahenduskontseptsioone (Bontsema jt, 2002; Kielhorn jt, 2000; Åstrand, 2005; Griepentrog jt, 2006; Gobor, 2007; Tillett jt, 2008). Umbrohutaimed eemaldatakse rea seest tööseadise kahe tüüpilise liikumistrajektoori abil: tööseadise lineaarne liikumine ritta sisse ja reast välja ning tööseadise roteeruv liikumine pöörlemisteljega paralleelselt ja pealpool kultuurtaimede rida või vertikaalselt ja külje suunas rea poole kaldu. Turule on jõudnud Intrarow-Weeder Radis (Radis Mecanisation, 2011), Robocrop Inrow (Garford, 2011) ja Robovator (F Poulsen Aps, 2011).

Pilditöötlamise ja 3D-tehnoloogiad, spektraalanalüüs ja automatiseeritud juhtimine (RTK GPS) nagu ka automatiseerimistööstuse andurid on ja jäävad edaspidigi reasisese umbrohutõrje tähtsateks elementideks. Eesmärgiks on välja töötada universaalsed reasisese vaheltharimise masinad, mida saaks kasutada eri kultuuride ja eri arengustaadiumis taimede puhul. Optimaalne lahendus peaks tagama tasakaalu funktsionaalsuse, võimsuse, töökindluse, energiakulu jmt vahel.



Joonis 5.1.1: Robovator (F Poulsen Aps, 2011).

Taani, Saksamaa ja Šveitsi köögiviljakasvatavate küsitlemine näitas, et kasutajate jaoks on esmase tähtsusega taimekasvatuse jaoks olulised robotite omadused, nagu kohandumisvõime vastavalt taimeridade vahelisele kaugusele ja maatüki suurusele, tasuvus, kultuurtaime minimaalne vigastamine ja töökindlus (Sorensen jt, 2010). Põllumajandusmasinate tootjate liitude eksperdid Saksamaalt, Itaaliast, Hollandist ja Brasiiliast eeldavad, et lähema kümne aasta jooksul hakatakse robotikat põllumajanduses järjest rohkem kasutama.

Mehhatroonilise süsteemi väljatöötamine reasiseseks umbrohutõrjeks

Bonni Põllumajandustehnoloogia Ülikooli DFG vilistlaste kogu 722 raames töötati reasisese umbrohutõrje jaoks välja virtuaalne ja füüsiline prototüüp, mis imiteerib kõplaliigutusi. Vaheltharimisorgan koosneb hoidikust ja kolmest või enamast sellele kinnitatud õlast. Õlad roteeruvad horisontaaltelje ümber, mis asub taimerea kohal (joonis 5.1.2).

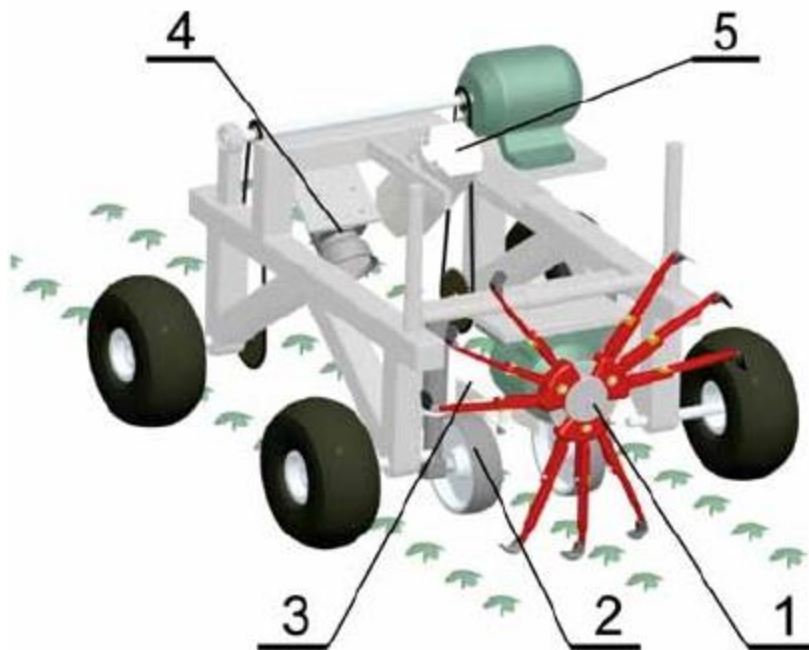
Põllumajandustehnoloogia trende arvestades valmistati füüsiline prototüüp elektrilise servoajamiga. Servoajamit juhib vahetult arvutiprogramm, mis reguleerib pöörlemiskiirust vastavalt traktori liikumiskiirusele, tuvastatud taimede omavahelisele kaugusele reas ja vaheltharimisõlgade tegelikult nurgale. Juhtimisalgoritmi peamine ülesanne on pidevalt arvutada ja kontrollida ning muuta vaheltharimisorgani tegelikku pöörlemiskiirust reaalsajas.

Lisaks töötati välja ja testiti meetod ja programm kultuurtaimede asukoha tuvastamiseks. Tuvastamisprogramm põhineb kultuurtaimede spektraalomaduste määramisel, kombineerituna

külvigeomeetria andmetega. Katsete tulemused näitasid, et spektraalsete omaduste leidmise RGB anduri ja taime kõrguse (suuruse) määramise laseranduri kombinatsiooni saab kasutada kultuurtaime keskpunkti asukoha täpselt tuvastamiseks ning see toimib sõltumatult valgusoludest.

Laboritingimustes katsetamise tulemused kinnitasid, et olenemata õlgade nurgast jääb vaheltharimise käigus kultuurtaime ümber piisavalt suur töötlemata ala, et vältida taimejuurte vigastamist vaheltharimisorganiga. Programm on suuteline iseseisvalt kohandama vaheltharimisorgani pöörlemiskiirust eeldusel, et sõidukiirust järsult ei muudeta. Ainult sõidukiiruse liiga äkilisel muutmisel võivad mõned kultuurtaimed viga saada enne, kui programm uuesti stabiilselt töötab. Vahetult pärast stabiliseerumisperioodi korrigeerib programm vaheltharimisorgani pöörlemiskiirust ja vaheltharimisorgani liikumistrajektorit kulgeb taas korralikult kultuurtaimede vahel.

Esitatud kontseptsioon vastab tõhusa reasise umbrohutõrje nõuetele, siin on piisavalt vabadust, et kohandada seda erinevatele reaskasvatatavatele kultuuridele ja kultuurtaimede erinevatele arengustaadiumitele.



Joonis 5.1.2: Pöördäkke virtuaalne mudel (1 – vaheltharimisorganid, 2 – kõrguse juhtimine, 3 – taimetuvastusandurite süsteem, 4 – kiiruse andur, 5 – reasise juhtimise kaamera) (Gobor, 2007).

Järeldused

Kuigi reasise mehaanilise umbrohutõrje jaoks on mitmeid mehhatroonilisi kontseptsioone ja programme, on nende juurutamine praktikas ikka veel piiratud. Põhjuseks on väike pindade töötlemise

võimsus, kõrge hind ja ikka veel poolikud tehnilised lahendused umbrohu ja kultuurtaime eristamiseks. Jõuline juurutamine nõuab meetodite edasiarendamist ja võrdlemist praktikas koos kaasneva teadusliku analüüsiga. Lisaks võiks automatiseerimistööstuse soodsama hinnaga tehnoloogiate ja tarkvara kasutamine kiirendada robotikaharu arengut põllumajanduses.

Tõsiasi, et ettevõtted muutuvad järjest suuremaks ja spetsialiseeruvad kindlatele kultuuridele ning tööjõud käsitsi kõplamiseks on järjest napim, muudab mehaanilise reasisese umbrohutõrje edasiarendamise ja mehhatrooniliste süsteemide juurutamise oluliseks.

Dr. ZOLTAN GABOR
BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, INSTITUT FÜR LANDTECHNIK UND TIERHALTUNG
AM STAUDENGARTEN 3, 85354 FREISING
ZOLTAN.GABOR@LFL.BAYERN.DE
WWW.LFL.BAYERN.DE

PROF. DR. PETER SCHULZE LAMMERS
INSTITUT FÜR LANDTECHNIK, UNIVERSITÄT BONN
53115 BONN, NUSSALLEE 5, DEUTSCHLAND
LAMMERS@UNI-BONN.DE
WWW.LANDTECHNIK.UNI-BONN.DE/

5.2 Oblikatõrje maheviljeluses

Roy Latsch, Joachim Sauter – Agroscope, Reckenholz-Tänikon

Sissejuhatus

Tõmbilehine oblikas (*Rumex obtusifolius*) põhjustab püsirohumaal paljudes kohtades probleeme. Oblikas oma kõrge oblikhappe ja parkainete sisaldusega ning kasvukoha konkurendina alandab niihästi söödasaagi kogust kui ka selle kvaliteeti. Oblikas ladustab oma võimsas juurestikus (joonis 5.2.1) tagavaraaineid, mis võimaldavad tal pärast niitmist kiiresti uuesti kasvama hakata. Lisaks annab oblikataim väga palju seemneid, mis püsivad mullas pikka aega eluvõimelistena. Andmed ühe taime aastase seemnetoodangu kohta ulatuvad 17 600 seemnest kuni 60 000 seemneni (Sobotik, 2001).



Joonis 5.2.1: Rohumaa oblikatega ja oblikataime lähivõte.

Oblikad idanevad valguse käes ja tärkavad niipea, kui seemned jõuavad katmata mullapinnale. Ennetava abinõuna uute tärkavate oblikataimede vältimiseks tühjadel kohtadel võib õitega varred võimalikult varakult eemaldada. Taime tegelikuks tõrjeks on praegu tavapärane, et juurikad torgitakse käsitsi välja. See füüsiliselt väga pingutav meetod võimaldab eemaldada kuni 60 taime tunnis (isiklikud mõõtmised, avaldamata). Keskmise umbrohtumuse 2000 taime/ha juures saame seega tööaja kulu 33,3 h/ha.

Oblika termiline töötlemine mikrolainete abil

Mikrolainetehnoloogia põhineb printsiibil, et elektromagnetiline vahelduvväli sagedusel 2,45 GHz paneb vee dipoolmolekuli vibreerima. Vibratsiooni tulemusel tekib soojus. Kui kasutada mikrolaineid juurumbrohtude nagu oblika tõrjeks, mõjutavad need ainult mullas ja taimedes olevat vett. Valke ja muid elusorganismide rakukoostisaineid otseselt ei mõjutata. Taime kuumutamine ilma taime ennast

puudutamata võib põhjustada taime hukkumise. Meetodi edu määravad kriteeriumid on seejuures kuumutamise kestus ja energia hulk.

Katse struktuur

Välikatsetes erinevates asukohtades kasutati oblika töötlemiseks kaht iseliikuvat mikrolainemooduli prototüüpi (võimsusega 4,8 ja 18 kW). Prototüüpide ehitus ja konfiguratsioon teostati koos projekti partneritega Odermatt Landmaschinen AG, Hunzenschwil, Šveits, ja Gigatherm AG, Grub, Šveits. Peamised tehnilised andmed on toodud tabelis 5.2.1. Mõlemad mikrolainemoodulid töötavad kaasaveetava voolugeneraatoriga. Magnetroni toodetud mikrolained juhitakse läbi avatud toru otse mulda. Avasid kaitsevad mustuse eest vahetatavad mikrolainete jaoks läbitavad vilgukiviplaadid. Mikrolainemooduli konfiguratsiooni teostas Šveitsi firma GigaTherm AG, Grub.

Enne töötlemist markeeriti rohumaa eri paikades üksikult asetsevad oblikataimed ja määrati nende asukoht hindamise huvides ülitäpse RTK-GPS seadmega (Real-Time-Kinematic-GPS, Trimble R7, Sunnyvale, CA, USA). Taimi töödeldi erineva kestusega, et leida optimaalne aeg (tabel 5.2.1). Mulla niiskus taimede asukohas leiti TdR'i (TimeDomain Reflektometrie; Moisture Point, Environmental Sensors Inc., Victoria, Kanada) abil. Tulemuslikkust kontrolliti 4, 8 ja 12 nädalat pärast töötlemist. Seejuures kontrolliti, kas taimed ajasid uusi võrseid.

Testiti järgmisi variante:

- ✓ Variant 1: pidev kuumutamine täiel võimsusel (100%).
- ✓ Variant 2: "pulseeriv" kuumutamine täiel võimsusel (pulseerides). Seejuures katkestati kuumutamine intervallidena eesmärgiga saavutada temperatuuri ühtlasem jaotumine oblika juure sees: nt 10 s kuumutamist – 10 s ootamist – 10 s kuumutamist jne.
- ✓ Variant 3: pidev kuumutamine 25% võimsuse juures. Sellega sooviti selgitada, kas oleks võimalik meetodi energiakulu optimeerimine väiksema kuumuse juures kuumutamise aega vastavalt pikendades.

Tabel 5.2.1: Mikrolainemooduli-prototüübi võimsuse andmed, katsete variandid ja kuumutamise kestus

Mikrolaine-mooduli prototüübid	Lähte-võimsus kW	Magnetroni arv tk	Kuumutav pind cm ²	Võimsustihedus Wcm ⁻²	Katse-variant nr	Kuumutamise kestus s
Tüüp I 100%	4,8	6	193	24,9	1	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70
Tüüp II 100%	18,0	12	302	59,6	1 + 2	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35
Tüüp II 25%	4,5	12	302	14,9	3	60, 80, 100, 120, 140

Tulemused

Prototüüp I töötles kuues eri asukohas 971 taime. Prototüüp II katsetamiseks kasutati kolme asukohta ja 265 taime variandis 1, 157 taime variandis 2 ja 86 taime variandis 3. Taimede hukkumise sihtväärtuseks

määrati vähemalt 80%. Nii saab lineaarse regressiooni abil arvutada optimaalse kuumutamise kestuse. Prototüüp I variandi jaoks oli optimaalne kuumutamise kestus 45 sekundit. Prototüüp II puhul olid need mittepulseeriva (4,7 s) ja pulseeriva (27 s) kuumutamise puhul väga lähestikku. Pulseeriva kuumutamise puhul tuleb töötlemise kestuse leidmiseks lisada intervallide pausid (tabel 5.2.2). Saatevõimsuse 25% juures kuumutamisel aeg peaaegu neljakordistus 101 sekundile. Need arvatud väärtused on aluseks variantide võrdlemisele energiakulu seisukohast.

Prototüüp I katsete statistiline analüüs ei näidanud olulist vastastikust mõju parameetrite mulla niiskus, kuumutamise kestus ja pulseerimine vahel. Suurt mõju oblikataimede hukkumise määrale avaldavad kuumutamise aeg ja pulseerimine. Keskmiselt on taimede töötlemine pulseeriva kuumusega ligikaudu 5% tõhusam kui alalise kuumusega. Kuumutamise aja pikendamine ühe sekundi võrra suurendab taimede hukkumise määra ligikaudu 3%.

Kuumutamise energiakulu pinnaühiku kohta ($Ws\ cm^{-2}$) on energiahulga mõõt, mis on sellise masinakonfiguratsiooni puhul vajalik, et saavutada teatud hukkumise määr. Sihtväärtus „hukkumise määr vähemalt 80%“ saavutatakse prototüüp I puhul ligikaudu $1070\ Ws\ cm^{-2}$ juures ja prototüüp II puhul ligikaudu $1550\ Ws\ cm^{-2}$ juures, kusjuures prototüüp II töötleb suuremat pinda (tabel 5.2.1).

Tarbitud elektrienergiast mikrolainete tootmise kasutegur on ca 50%. Seetõttu on vaja kahekordse elektrilise lähtevõimsusega elektrigeneraatorit võrreldes mikrolaine küttevõimsusega. Rinaldi jt (2005) järgi on diiselagregaadi puhul 1 kWh energia tootmiseks vaja 272 g kütust. Diiselkütuse keskmine tihedus on 0,83 kg/l. Sellest tuleneb energiakulu arvestus ühe oblikataime kohta (tabel 5.2.2).

Tabel 5.2.2: Mikrolainemooduli energiakulu 80% edumäära puhul ilma tühikäiguagadeta pideval kuumutamisel ja pulseerimisel

Mikrolaine-mooduli prototüübid	Saatevõimsus kW	Generaatori võimsus kW	Kuumutamise kestus s	Pausi aeg intervallide vahel s	Kütusekulu oblikataime kohta l
Tüüp I 100%	4,8	9,6	45,0		0,04
Tüüp II 100%	18	36	27,9		0,09
Tüüp I 100% pulseeriv	18	36	27,2	6	0,11
Tüüp II 25%	4,5	9	101,3		0,08

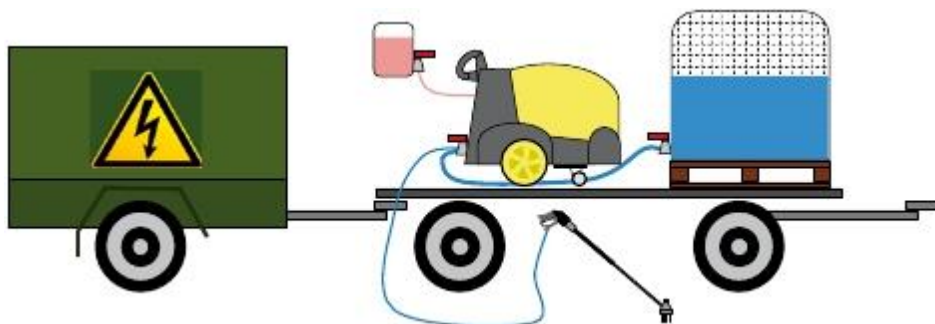
Järeldus

Katsed kinnitavad, et mikrolaine toimepõhimõte sobib oblikataimede tõrjeks. Mõlema prototüübi võrdlus näitab, et oblikajuurte aeglasem ja pikaajalisem kuumutamine väiksema võimsuse juures on energiakulu seisukohast tõhusam. Seda väidet kinnitab tulemuste positiivne tendents, kui prototüübil II vähendati saatevõimsust 25% peale. Kütusekulu on siiski märkimisväärne. Kui lähtuda mõõdukast umbrohtumusest 2000 oblikataime hektari kohta, kuluks ühele hektarile 80–220 liitrit diiselkütust. Kogukulude puhul tuleb lisaks arvestada teisi muutuv- ja püsikulusid nagu nt kütusekulu tühikäigul, vedava masina kütusekulu, intressikulud seadme hankimisel, amortisatsiooni- ja remondikulud. Pulseeriva ja vähendatud võimsusega variandi puhul on pikendatud kuumutamisaja tõttu tunnis saavutatav mullaharimisvõimsus väiksem, mis omakorda kajastub meetodi kulukuses. Suure energia- ja osalt suure ajakulu tõttu ei saa uuritud meetodit esialgu praktiliseks kasutamiseks sobivaks pidada.

Oblika termiline töötlemine kuumaveeauruga

Auru peetakse suurepäraseks vahendiks lehtedega umbrohu maapealseks termiliseks töötlemiseks. Suure energiatiheduse ja soojusjuhtivuse tõttu on veeaur võrreldes lahtise gaasileegiga umbrohutõrjes palju tõhusam. Esitatud projekti raames püüti neid eeliseid kasutada oblikajuurte töötlemiseks mahevijeluses. Selleks viidi kuuma auru ja vee segu kuni 10 cm sügavusele mulda ja seda võimalikult juure (täpsemalt hüpokotüüli) lähedal.

Kuuma vee ja auru segu toodeti meetodi toimivuse uurimiseks hariliku kõrgsurvepesuriga (Kärcher HDS 9/184 M), mille firma Kärcher AG (Dällikon, Šveits) katse käsutusse andis. Valiti surve 30 baari ja keskmine vee väljundtemperatuur 120° C, mis andis keskmise läbivoolu 4,9 l/min. Kõrgsurvepesurit koos vajaliku veepaagiga veeti haagisel (joonis 5.2.2).



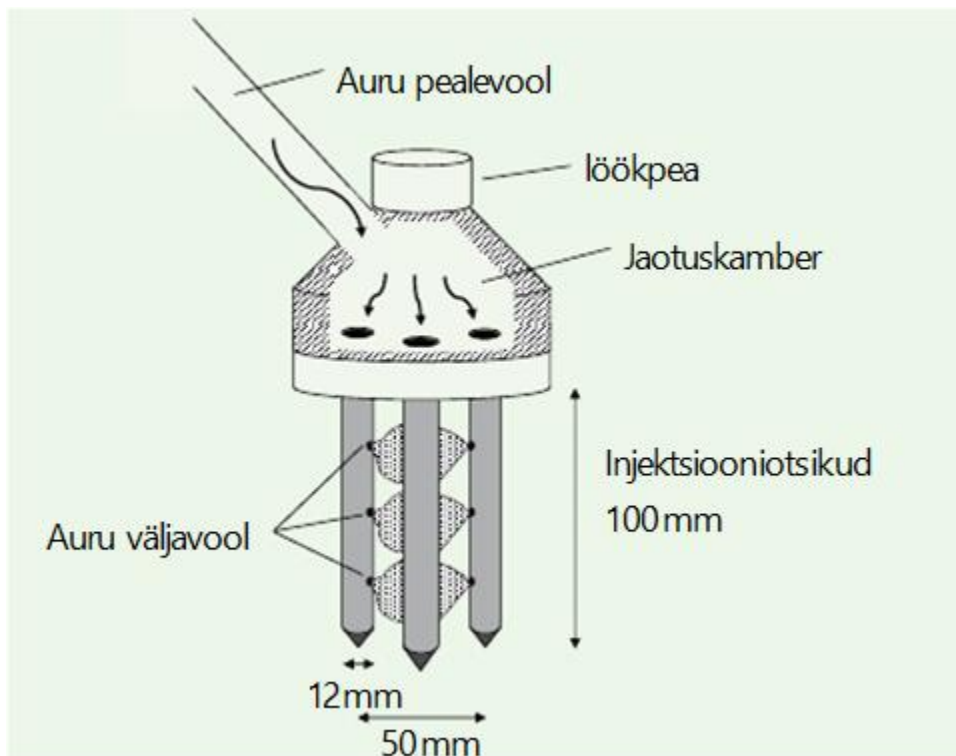
Joonis 5.2.2: Katse skeem: generaator (A), eraldi diislipaak (B), kõrgsurvepesur (C), veepaak (D) ja injektioonidüüs (E).

Katses andis elektrienergiat 380 V (15 kVA) generaator. Vee kuumutamiseks vajalik diisel võeti eraldi paagist. Kulunud diislikogus määrati gravimeetriliselt pärast iga mõõtmiste seeriat, mis reeglina hõlmas 20 taime. Seadme käesolevas katses saavutatud kasutegur on määratletud teoreetiliselt vee nõutava temperatuurini kuumutamiseks vajaliku energiahulga ja tegelikult kulunud diiselkütuse suhtena. Kuuma vee ja auru segu mulda viimiseks kasutati 10 m pikkust voolikut spetsiaalselt valmistatud injektioonidüüsiga (5.2.2).

Meetodit uuriti kokku 711 oblikataimel viiel püsirohumaal ja söödapõllul. Üksikult kasvavate taimede asukoht määratleti järgnevas tulemuslikkuse hindamiseks RTK-GPS seadmega (Real-Time-Kinematic-GPS, Trimble R7, Sunnyvale, Kanada, USA). Töötlemise kestus oli 5, 10, 15, 20, 30 või 40 sekundit. Mulla niiskus leiti 0–10 cm sügavuses torkeprooviga (kuivamine 105° C).

Uute võrsete tärkamist kontrolliti nelja, kaheksa ja kaheteistkümnepäeva järel. Selleks olid töödeldud taimede asukohad GPS-seadmesse salvestatud. Taimed, mis ei olnud 12 nädalat pärast töötlemist võrseid ajanud, loeti hukkunuks.

Statistiline analüüs tehti logistilise regressioonina lineaarse erinevaid mõjusid arvestava mudeli abil, mis uurib töötlemise kestuse, mulla niiskuse ja asukoha mõju oblikataimede taas tärkamisele.



Joonis 5.2.2: Injektioonidüsi skeem. Auru väljumise avad on suunatud keskele.

Tulemused

Taas tärkamist mõjutavad tegurid. Statistiline analüüs kinnitab töötlemise kestuse ja mulla niiskuse äärmiselt suurt mõju oblikataimede hukkumise määrale kuuma vee ja auru seguga töötlemisel. Nii kujuneb töötlemise kestuse ja mulla niiskuse mõju kombinatsioon, mille puhul saadakse ühesugune umbrohutaimede hukkumise määr. Soovitud hukkumise määr vähemalt 80% saavutamiseks ei tohi pinnas olla niiskem kui 30 mahuprotsenti. See vastab enam-vähem harilikule mulla niiskusele suvekuudel. Töötlemise kestus ja mulla niiskus olid katses fikseeritud, asukoht on muutuja.

Möötmiste seeria (20 üksikut taime) diislikulu määramisel arvestati vee kuumutamist 15° C pealt 120° C peale. Et saavutada umbrohu 80% hukkumine mullas (mulla niiskus 20 mahuprotsenti), kulus taime töötlemisele 17 sekundit, mis vastab 1,4 l veekulule ja 0,027 diislikulule taime kohta. Kui mulla niiskus on 30 mahuprotsenti, on see aeg 30 sekundit, mis vastab 2,4 l vee- ja 0,048 l diislikulule.

Esmakordsel kuumutamisel seadme töötlemistemperatuurile läbivoolukuumuti abil kulub täiendavalt keskmiselt 12,2 l vett ja 0,24 l diislit. Kütuseühiku kasutegur (teoreetilise ja mõõdetud energiakulu vahe temperatuuri 120° C saavutamiseks) oli antud konkreetse katse tingimustes 65%.

Arutelu

Uuringud näitavad, et oblikataimi on võimalik hävitada kuuma vee ja auru seguga. Selline taimede ühekaupa töötlemise meetod kujutab enesest seniste rakenduste, kus veeauru kasutatakse maapealse umbrohu hävitamiseks suurtel pindadel (Melander ja Jorgenson, 2005) või mulla steriliseerimiseks (Peruzzi j, 2008; Thompson jt, 1997) edasiarendust. Tutvustatud meetodi puhul mõjutab tõhususe määra väga tugevalt mulla niiskus. Mida niiskem on pinnas, seda kauem on vaja taime töödelda ning seda suurem on energia- ja veekulu. Alates mulla niiskusest 30 mahuprotsenti langeb tõhususe määr ka pikema töötlemise (40 sekundit) puhul alla 80%. Praktiline kasutamine on seega kuivadel suvekuudel märksa tõhusam. Kui eeldada, et oblikaga umbrohtumus on 2000 taime hektari kohta ja mulla niiskus 30 mahuprotsenti, kulub ühele hektarile ainuüksi töötlemiseks 4850 liitrit vett ja 96 liitrit diislikütust. 20-protsendilise mulla niiskuse juures on vaja vaid 54 liitrit diislit. Mehaaniliste meetoditega võrreldes on kuuma vee ja auru seguga töötlemise eelis see, et pinnast pole vaja liigutada. Seega ei aktiveerita oblikaseemnete idanemist. Lisaks tuleb arvestada, et auru väljumise kohtades steriliseeritakse minimaalne mullapind. Meetodit mõjutavad väga tugevalt mulla tekstuur ja oblikajuurte kuju. Probleem seisneb selles, kuidas viia kuuma vee ja auru segu võimalikult otse juurele, et vältida energiakadu ja suurendada tõhusust. Kui suur hulk mulda tarbetult kuumutada saab, ei ole võimalik täpselt määratleda. Esimene abinõu energiakulu vähendamiseks on arvestada mulla niiskusega töötlemise ajal. Täiendavaid optimeerimise võimalusi nagu auru ja vee segu täpsem suunamine ja ajakulu vähendamine uuritakse jätkuvalt edaspidi.

Järeldus

Uuringud näitasid, et maheviljelusse sobiv oblikataimede tõrjumine kuuma auruga on võimalik ja tõhus. Meetodi kasutamist piirab suur energiakulu. Enamikus põllumajandusettevõtetes on kõrgsurvepesur olemas. Tutvustatud meetod võiks huvi pakkuda, kui olemasolevat autonoomse toitega auru tootvat kõrgsurvepesurit saaks kasutada kahel otstarbel. Meetodi laialdasemaks praktikas kasutamiseks on seda vaja veel optimeerida ja eelkõige vähendada energiakulu taime kohta.

DR. ROY LATSCH JA DR. JOACHIM SAUTER
EIDGENÖSSISCHES VOLKSWIRTSCHAFTSDEPARTMENT EVD
FORSCHUNGSANSTALT AGROSCOPE RECKENHOLZ-TÄNIKON ART
FG AGRARTECHNSCHE SYSTEME, TÄNIKON 1, CH-8356 ETTENHAUSEN
ROY.LATSCH@ART.ADMIN.CH
JOACHIM.SAUTER@ART.ADMIN.CH

5.3 Reas kasvatatavate kultuuride harimine reavahede multšijaga

Konstantin Becker – Giesseni Ülikool

Sissejuhatus

Seni vahelharimiseks kasutatavate mehaanilise umbrohutõrje seadmete tööorganid toimivad mulla sees ja tõmbavad seega umbrohu välja mulla ülemisest kihist. Nad kas tõmbavad umbrohutaimede koos juurtega välja ja see jääb mulla peale kuivama või nad matavad umbrohutaimede kobeda mulla alla.

Mehaaniliste umbrohutõrjemeetodite tõhusus sõltub suurel osal umbrohu liigist ja arengustaadiumist nagu ka ilmastikust. Kirjanduse kohaselt on võimalik olenevalt masina liigist ja kasutamise tingimustest saavutada umbrohutõrje tõhusus 40–80%.

Osalt on madala kasuteguri kõrval harilike mehaaniliste seadmete puuduseks umbrohu jaoks värske tärkamispinna loomine (Lohuis, 1990) nagu ka töödeldavate pindade tugevam erosioon (Estler 1990, Estler ja Kees, 1992).

Reavahede multšimise tehnoloogia loob võimaluse vältida seni kasutatud mehaanilis-füüsikaliste umbrohutõrjemeetodite puudusi ja vastata ajakohastele nõudmistele tõrje tõhususe, mulla kaitse ja erosiooni vähendamise osas.

Meetodi kirjeldus

Multšimise all mõistetakse maapealse biomassi niitmist või maha tallamist, mis jääb ühtlase kihina mullale, kattes selle suuremal või vähemal määral seni, kuni biomass on kõdunenud või mineraliseerunud.

Reavahede multšija on spetsiaalselt loodud seadis, mille abil saab hävitada kultuurtaimede ridade vahel tärganud taimi. Need võivad olla kas reavahedesse haljasväetiseks külvatud taimed (eelistatult mitmesugused libilikoelised) või umbrohi. Reavahede multšija niidab taimed ilma mulda tungimata horisontaalselt roteeruvate nuga-dega kultuurtaimede ridade vahel mulla lähedalt maha, jättes kultuurtaimed vigastamata.

Reavahede multšija on konstrueeritud nii, et töölaie 3 meetrit juures saab töötada 50 cm reavahedega. Niitmis-multšimisorgani töölaie on 32,8 cm või 22,8 cm. Kolmemeetrise töölaie juures töödeldakse 2,10 meetrit. See tähendab, et 70 % kogu pinnast on võimalik kindlalt umbrohuvaba hoida. Seadis haagitakse eelistatult traktori ette, võib aga haakida ka traktori taha. Reavahede multšija kohale võib paigaldada lehelõikuri. See võimaldab niita teraviljaridadest kõrgemale ulatuvat umbrohtu. Nii saab hävitada ka ohakaid, oblikaid ja rebasesaba, mis kasvavad rea sees ning takistada neid seemneid levitamast.



Joonis 5.3.1: Reavahede multšija tööorganid.



Joonis 5.3.2: Reavahede multšija kasutamine reavahega 50 cm varajases staadiumis.

Reavahede multšimise tehnoloogia kasutamise ajavahemik

Ajavahemik, millal reavahede multšijat kasutada saab, on väga pikk – teravilja puhul näiteks viljapeade moodustumise alguses ja keskel (kasvufaas BBCH 55).

Järeldus ja edasiste uuringute vajadus

Reavahede multšija kasutamine reas kasvatatavate kultuuride puhul on seni omandanud suurema tähtsuse kvaliteetnisu tootmisel (Becker, 2007), kuna suurte reavahede korral saavutatakse reeglina kõrgem kvaliteet. Seejuures täheldatud suur sobivus praktikasse on ülekantav ka muudele kultuuridele, mida kasvatatakse 50 cm reavahedega, nagu nt päevalill, raps jne (Becker, 2009).

Tehnoloogia ettevõttes kasutusele võtmisel on sageli takistuseks masina kõrge hind. Siinkohal on vaja edasiarendust, näiteks võiksid ketasniidukite tootjad pakkuda modifitseeritud standardseadmeid, mida saaks toota soodsa hinnaga. Mõeldav on ka iseliikuvate seadmete konstrueerimine.

Uurimisprojekti eesmärk võiks antud seoses olla maheviljeluse tingimustele vastava taimekasvatustehnoloogia väljatöötamine, kus põllupinda (nt ristik) töödeldaks jätkulutuuri jaoks mulla täieliku ümberpööramise asemel ainult ribadena ja töötlemata ribasid töödeldaks reavahede multšijaga. See võiks olla eriti tähtis arvestades tulevasi põllumajandusele esitatavaid nõudmisi seoses erosiooni ja mulla säästmisega, madala energiakulu, toitainete kao, kõrge toiteväärtuse jmt osas, mis kehtivad eriti just mahetootmises.

DR. KONSTANTIN BECKER
JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN,
PROFESSUR ORGANISCHER LANDBAU
KARL-GLÖCKNER-STR. 21 C, 35394 GIESSEN
KONSTANTIN.BECKER@UNI-GIESSEN.DE

5.4 Umbrohutõrje CombCut-ga

Anneli Undkvist, Theo Verwijst – Rootsi Põllumajandusteaduste Ülikool, Maheteraviljakasvatuse Osakond; Hugo Westlin – Rootsi Põllumajandus- Ja Keskkonnatehnoloogia Instituut; Jonas Carlsson – Justcommonsense AB

Umbrohuniiduk CombCut on välja töötatud ja seda kasutatakse põllunduses umbrohu mehaaniliseks tõrjeks. CombCut kammib põllu läbi umbrohu kasvustaadiumis ja lõikab arenevat kultuuri takistava umbrohu välja kultuurtaimi kahjustamata (joonis 5.4.1).



Joonis 5.4.1: Weed Cutter CombCut on kerge seade, mis haagitakse traktori ette.

Umbrohu arengu staadium

Umbrohutõrje tõhusus CombCut'i abil sõltub umbrohu tihedusest ja kõrgusest. CombCut'i saab seada erinevale töö- ja lõikekõrgusele. Kõige madalam lõikekõrgus on 5 cm mullapinnast. Et demonstreerida CombCut'i toimet 5 cm kõrgusel, mõõdeti põldohaka kasvukõrgust 9. juunist kuni 13. juulini 2009. a suvinisu põllul Kesk-Rootsis. Tulemused näitasid, et CombCut'i kasutamisel 9. juunil sai kahjustada ainult 36% põldohaka võrsetest. Kui lõikurit kasutati 18. juunil ja 27. juunil, hävitati vastavalt 81% ja 94% põldohakavõrseid.

Töömeetod

Lõikuri tehnoloogiat saab võrrelda ette suunatud kammiga. Kammi igas punktis on pikk ja kitsas tööorgan nuga. Tööorganid langetatakse võimalikult kasvavasse vilja ja maapinnale nii lähedale kui võimalik (vastavalt külvipinna seisundile).

Kui masin sõidab ja vilja kammib, läbivad peenikesed ja painduvad viljataimed lõikuri fikseeritud noad kahjustusteta. Samal ajal lõigatakse umbrohi täielikult maha või vigastatakse seda tõsiselt, kui lõikur liigub ettepoole kiirusega ca 10 km/h. Tänu vilja ja umbrohu füüsilistele erinevustele umbrohi hävitatakse ja vili jääb puutumata.

Kultuurtaimede arengu algusjärgus võib CombCut'i viljapõllul kasutada agressiivsete seadetega. Agregaatid võib kasutada kuni kindla kõrre moodustumiseni, kuid vähem agressiivsete noakomplektidega. Nii saab teraviljakultuur vähem kahjustada, kuid loomulikult saab vähem kahjustada ka umbrohi ise. CombCut'i kasutamine hilisemas arengustaadiumis võib kultuuri liialt kahjustada ja seega saaki vähendada. Kui umbrohutaimed on väga kõrged ja teraviljast välja kasvanud, saab lõikurit kasutada teravilja kohal ja seeläbi vähendada umbrohuseemnete toodangut.



Joonis 5.5.2: Weed Cutter CombCut töötamas.

Masina seadistamine

Sõidukõrgus on proportsionaalne operatiivse töökõrgusega ja seda reguleeritakse traktoril oleva tõsteseadeldise fikseerimisega või kohandades lõikuri tugirattaid. Noa ja vastasnoa vahel on ava, mille taimestik peab läbima. Selleks, et läbida ava kahjustusteta, peab taim olema peenike ja/või vetruv, et etteantud ruumis painduda. Nugadevaheline kaugus ja noa nurk vastasnoa suhtes on seatud nii, et umbrohutaim haaratakse kaasa ja lõigatakse maha, kui see on tugevam ja suurema läbimõõduga kui kultuurtaim. Paindlikumad taimed suudavad ava kahjustusteta läbida.



Joonis 5.5.4: Lõikurit võib võrrelda ettepoole suunatud nugadega kammiga. Peenikesed painduvad viljakõrred lähevad nugade vahelt läbi ilma vigastusteta. Jäigad paksud umbrohuvarred lõigatakse läbi.

Nugade ja vastasnugade vahekauguse seadmine sõltuvalt sõidusuunast

Lõikuri noa nurga seade mõjutab otsustaval määral lõikuri tõhusust. Noa suurem nurk sõidusuunas on umbrohu ja kultuurtaime suhtes agressiivsem, samas kui lõikuri otsem asend nugade väiksemate nurkadega annab nõrgemad tulemused. Nugade asend ja iga noa kaugus nürist vastasnoast on omavahel seotud. Väga hea lõiketulemuse annab see, kui minimeerida nugade kaugust noahoidikust samal ajal kui nugade nurk sõidusuuna suhtes jääb samaks.

Harjarulli kiirus ja kõrgus

Harjarull suunab lõigatud materjali ja ka taimed läbi lõikuri. Kiirus tuleb kohandada kultuuri tihedusega. Kui taimed on tihedamalt, tuleb valida suurem kiirus, et hari lõigatud materjali eemale juhiks. Harja kõrgust võib reguleerida pärast iga lõikust. Nugade ja harja vaheline kaugus peaks olema võimalikult väike, siiski ei tohi noad harja puudutada.

Traktori sõidukiirus mõjutab seda, kui kiiresti vili ja umbrohi läbi lõikuri juhitakse. Suuremal sõidukiirusel liigub taimestik kiiremini läbi masina ja noad haaravad suurema osa taimedest. Sõidukiirus peab olema siiski vastavuses harja kiirusega, et see jõuaks viljataimed ja maha lõigatud umbrohu eemale juhtida. Katsed näitasid, et optimaalne sõidukiirus on 10 km/h.

Senised praktikas saadud kogemused

CombCut'i on edukalt katsetatud suvi- ja taliteraviljas. Uue projektiga uuritakse kasutusvõimalusi heina- ja ristikuseemne tootmises. CombCut parandab seemne kvaliteeti, takistades umbrohu levikut seemne tootmisel.

CombCut andmed

Eriomadused. CombCut on kerge seade, mida suudavad vedada ka väiksemad traktorid. Tänu kergusele on energiakulu väike. Lõikuri peamine eelis seisneb selles, et see pikendab ajavahemikku, mille jooksul saab teha mehaanilist umbrohutõrjet, ning see töötab selektiivselt. Umbrohtu on võimalik tõrjuda kultuurtaimi kahjustamata.

Kasutamisperiood. Umbrohutõrje on võimalik alates momendist, mil umbrohi on kasvanud lõikuri minimaalse lõikekõrguse pikkuseks. See on umbes 5 cm üle mullapinna. Teraviljas saab lõikurit kasutada tugeva viljakõrre moodustumiseni. Hiljem hooaja jooksul on võimalik lõikurit kasutada umbrohuõite või seemnekapslite eemaldamiseks viljapeadest kõrgemal ning vähendada seeläbi umbrohuseemnete levikut põllul.

Kivid ja kahjustused. Kivid lõikuri efektiivsust sisuliselt ei mõjuta. Igal terahoidikul on vedrustus. See kaitseb terasid kivide eest. Et vältida niiskuse, sademete ja taimemahla mõjul tekkivat roostet, tuleks nuge regulaarselt puhastada, õlitada ja määrada.

Mõju mulla struktuurile ja mineraliseerumisele. Masin on kerge ja ratastel ega kaevu mulda. Järelikult on mõju mulla struktuurile võrreldav hariliku traktori mõjuga. Külvipind peaks olema nii tasane kui võimalik. Maha lõigatud umbrohi jääb põllule. Vastavalt selle kogusele võib see toimida nagu multš ja seeläbi võib paraneda toitainete kättesaadavus kultuurtaimede jaoks.

Väljund (pinnatöötlemisvõimsus tunnis). Lõikur on saadaval töölaiustega 6 ja 8 meetrit. Sõidukiirusel 10 km/h võib teoreetiliselt töödelda 6–8 hektarit tunnis olenevalt põllu kujust ja suurusel.

DR. ANNELI LUNDKVIST
DEPARTMENT OF CROP PRODUCTION ECOLOGY, SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES
BOX 7043, S – 75007 UPPSALA
ANNELI.LUNDKVIST@SLU.SE
WWW.SLU.SE/OGRASBIOLOGI

