GALEEGA JA LUTSERN ENERGIAKULTUURIDENA EESTIS NII KUIVA MASSINA OTSEPÕLETAMISEKS KUI TOORE MASSINA EDASISEKS ÜMBERTÖÖTLEMISEKS.

2007 aasta lõpparuanne.

Teema juht: T. Võsa.
Teema täitjad: U. Tamm, H. Meripõld, E. Koik, E. Nugis, T. Saue, J. Kadaja.

Ülesanne:
Galeega ja lutsern energiakultuuridena Eestis nii kuiva massina otsepõletamiseks kui toore massina edasiseks ümbertöötlemiseks.

Võrdlev ülevaade Eestis viljelemiseks sobivatest ning soovituslikest liikidest ja sortidest (sh geneetiliselt muundatud) vastavalt kasutuseesmärgile.
Eesti sordilehes on seitse lutsernisorti (*Daisy, Diane, FSG408DP, Juurlu, Jõgeva 118, Karlu, Live*) viielt sordisäilitajalt ja üks galeegasort (*Gale*).
EMVI katsetes on sobivaimaks osutunud Eestis aretatud sordid (*Juurlu, Jõgeva 118, Karlu*). Peamiseks eeliseks on neil talvekindlus. Mujalt toodud sortide puhul saab enamasti määravaks talvitumine, saagivõimelt on erinevad sordid üsna sarnased. EMVI katsetes on selgunud, et talvitumisel võib esineda probleeme, kui sordikirjelduses esitatud sügisese kasvuseiskumise indeks on suurem, kui 4.
Galeega talvekindlusega pole seni olulisi probleeme esinenud.
Geneetiliselt muundatud sorte kummastki liigist sordinimekirjas ei ole.

Viljelemiseks vajaminevat tehnikat ja agrotehnoloogia olemasolu analüüs
Lutsern ja galeega on mõlemad rohttaimed, mille kasvatamisega loomasöödaks on Eestis tegeldud pikka aega. Seetõttu on olemas nii kasvatamise kui koristamise tehnoloogia ning kogemused. Energiaotstarbeline kasutus ei lisa tehnoloogilisse ketti masinaid. Pigem on energiaotstarbelise kasutuse korral vähem probleeme söödapuhtuse tagamisega, mistõttu tehnoloogia võib isegi lihtsustuda. Antud väidet ei saa aga pidada tõestatuks, kuna puuduvad katsetulemused mõlema kultuuri otsepõletamiseks või biogaasi toormeks koristamisest.
Lutserni ja galeega kasvatamisel ja koristamisel kasutatav tehnika ei sisalda erimasinaid. Seetõttu on märgatav investeeringuvajadus tingitud pigem üldisest põllumajanduses valitsenud alainvesteerimisest. Probleemi süvendab kasutusest väljajäänud alade paiknemine peamistest tõmbekeskustest kaugel, mistõttu kohapealsed tootjad on mitmetel põhjustel vähem investeerimisvõimelised. Suurtootjatel puudub samas vaba tööjõud, mida oma põldudest kaugelasuvate maade kasutuselevõtul rakendada. Masinate puudumist saab hõlpsamalt kompenseerida lisainvesteeringutega, kuid kvaliteetset lisatööjõudu ei õnnestu lühikese ajaga kusagilt juurde hankida.
Energiaheinana kasvatamisel on ainsaks lahendamist vajavaks probleemiks kuiva materjali transport ning vaheladustamine. Heina mahukaal on väike, mistõttu on väike ka saadava massi energiatihedus. Katmata kujul väljas säilitamine on kõrge materjalikao tõttu vähese efektiivsusega. Seetõttu tuleb pidada otstarbekaks kogutud materjali säilitamist kas katusealustes (heinaküünides) või kilepakendis säilitusväljakutel. Sobivad tuubimistehnoloogiad on olemas,

kuid sellise katmisviisi kasutamine otsepõletusheina säilitamiseks on majanduslikus mõttes küsitav.
Ruumikasutuse seisukohast (nii logistika kui säilitusruumi vajadus) on paremad suurkantpallid, kuid need tuleb kohe peale koristust põllult varju alla toimetada. Silindrikujulised pallid on veidi ilmastikukindlamad, kuid pikemaajalisel katmata säilitamisel tekib siiski materjalikadu niiskumise tõttu. Materjalikadu võib kirjanduse andmetel ulatuda kuni 30%-ni.
Hoolimata silindrikujuliste pallide ebaotstarbekamast ruumikasutusest on sellised pressid põllumeestel olemas ning seetõttu on esialgu põhjendatud nende kasutamine saagikoristusel. Suurkantpallipresside kasutamine eeldab läbimõeldud logistikat ning piisavalt kaetud pinda materjali hoiustamiseks. Samuti on suurkantpallipressid kallimad, kui sama tootlikkusega rullpallpressid. Suurkantpallpresside valmistajatel on valikus väga suure tootlikkusega mudeleid, mille tootlikkus ületab rullpallpresside oma kordi ja mis seega võimaldavad koguda suure hulga materjali väga lühikese ajaga. Samas suurusjärgus on ka veojõuvajadus
Biogaasi toormena kasutamiseks on roheline mass vaja sileerida. Sileerimistehnoloogia teadaolevalt ei erine veisesööda sileerimise nõuetest oluliselt. Siiski on edaspidi vaja selgitada välja erinevate sileerimisvõtete ja silokindlustuslisandite mõju biogaasisaagisele.
Arvestades Eestis teadaolevalt kasutamata maa ressursiks umbkaudu 300 000 ha, millest umbes kolmandik maad on sobilik galeegale ning kolmandik lutsernile, võiks Eestis olla potentsiaali 100 000 ha mõlema kultuuri kasvatamiseks. Sellisel juhul oleks sobilike ilmastikutingimuste korral võimalik toota 300 000 t kuiva massi küttevääртusega ca 18 MJ/kg ning 1 700 000 t rohelist massi, teoreetilise biogaasisaagisega $89{,}25*10^6$ nM^3 CH_4. Intensiivse agrotehnika oskuslikul rakendamisel korral võivad saagid olla ka suuremad.

<u>Galeega ja lutserni viljelemise mõju mulla viljakusomadustele.</u>
Galeega liblikõielise söödakultuurina, omades suurt juuresüsteemi ning sümbioosi mügarbakteritega, rikastab mulda orgaanilise aine ja bioloogiliselt seotud lämmastikuga ning sealtkaudu parandab mulla struktuuri. Puhaskülvid jätavad juurte arvel aastas mulla 30 cm künnikihti ligikaudu 200 - 500 kg ha^{-1} lämmastikku, 20 kuni 40 kg ha^{-1}fosforit, 50 kuni 110 kg ha^{-1} kaaliumi ja 30 kuni 100 kg ha^{-1} kaltsiumi. Kultuuri positiivne järelmõju kestab ka teisel ja kolmandal aastal, mil teravilja enamsaagid on ulatunud 1-2 tonnini hektarilt.
Sarnase mõjuga on ka lutsern. Erinevuseks on lutserni juurte tungimine rohkem, kui 2 meetri sügavuseni, mistõttu sobib lutsern hästi tihenenud muldade struktuuri parandajaks.

<u>Galeega ja lutserni sobivuse ja kasvatamise võimaluste kohta piirkonniti tulenevalt EL ühise põllumajanduspoliitika jõustuvatest ristvastavusnõuetest.</u>
Nii lutsern kui galeega kasvavad enamusel Eestis esinevatel muldadel. Ainsaks probleemiks on mulla happesus, mis pärsib mügarbakterite elutegevust. Seetõttu ei saa galeegat kasvatada muldadel, mille pH on <5,7 ja lutserni vastavalt muldadel, mille pH on <6,5. Samuti pärsib lutserni kasvu liigvesi ja raske ning õhuvaene muld.
EL ühise põllumajanduspoliitika ristvastavusnõuetest tuleb viljelemisel arvestada kehtestatud väetisekoguste normidega, seda eriti fosfori puhul. Kui taimiku väetamiseks soovitakse kasutada vedelsõnnikut, tuleb jälgida laotamisele kehtestatud ajalisi ja koguselisi piiranguid.

<u>Galeega ja lutserni kasvatamist piiravad ja soodustavad tegurid (sh keskkonnakaitselised nõuded).</u>
Lutsernil teadaolevaid keskkonnavaenulikke mõjusid pole.
Galeega oma agressiivse kasvuviisi tõttu on potentsiaalselt keskkonda leviv taim, mis võib vähendada keskkonna liigilist mitmekesisust nõrgemate liikide väljatõrjumise teel. Seda saab

vältida, kui rakendada nõuetekohaselt agrotehnilisi võtteid ning kultuuri kasvatamisest loobumisel taimik nõuetekohaselt hävitada ning järgnevatel aastatel teha vajaduse korral järeltõrjet.
Mõlemad liigid on mulla seisundit parandava toimega. Tugev juurestik parandab tihenenud mullastruktuuri ning sümbiootilised mügarbakterid elavdavad mulla mikrofaunat. Samuti toovad nii lutsern kui galeega mulda oma juurtega hulgaliselt taimset materjali, mis lagunedes moodustab mulla huumust.
Rohtse biomassi kasvatamist energiaotstarbel mahajäetud põllumaadel takistab nende põldude paiknemine hajali ning kaugel tarbimiskohtadest.

Galeega ja lutserni tehnoloogilised kaardid.
Lutserni kaardi korral on arvutuste aluseks võetud kuueväljalise külvikorraga 300-hektarine talu, mille külvikorrast pool on lutserni all ning ülejäänud väljadel kasvavad taliteravili, taliraps ning suviteravili. Lutsernikõlvik rajatakse puhaskülvina. Talul on olemas vajalik masinapark ning võimalus saagi säilitamiseks realiseerimiseni.
Galeega tehnoloogiline kaart on koostatud viieaastase puhaskülvina. Kuna galeega kultuurina on potentsiaalselt pikaealine, siis ei paigutatud seda külvikorda, vaid galeega kasvupind võetakse kasutusele vastavalt vajadusele.
Tehnoloogilised kaardid on esitatud lisades 1 ja 3 Exceli failidena ja selgitused kaartide juurde lisades 2 ja 4.

Oodatavaid keskkonnamõjude analüüs, galeega ja lutserni mõju hindamine keskkonnale alates tootmisest kuni jäätmete utiliseerimiseni.
Mõlemad kultuurid on rohtsed taimed, mis ei vaja täiendavat lämmastikuga väetamist. Taimed kasutavad hästi ära mullas olevad toitained. Taimiku rajamisel ja lõpetamisel kasutatava üldhävitava herbitsiidi muldaladestumise kohta on kirjanduses vastuolulised andmed, Eestis vastavaid uuringuid galeega ja lutserni viljelemisel tehtud ei ole.
Galeega ja lutserni viljelemisel tekkivad jäätmed on peamiselt erinevate materjalide pakendid. Nende hävitamiseks on Eestis võimalused olemas. Tekkiv taimne materjal on võimalik kas kompostida eraldi väljakul või laotada materjal orgaanilise väetisena sobivale põllule.

Soovitused energiakultuuride laialdasema viljelemise korraldamiseks Eestis.

1. Galeega ja lutsern koos kõrrelistega segukülvina sobivad soojuse või soojuse ja elektri koostootmisel kütusena juhul, kui:
    a. materjal kasvatatakse tarbimiskohast mitte kaugemal, kui 25 km (kirjanduse andmeil, Eestis vastavad uuringud puuduvad);
    b. kuiva massi säilitamiseks on olemas piisavalt katusealust pinda;
    c. energiaheina põletamiseks on olemas sobilikud seadmed.
2. Transpordikauguse suurendamiseks ja logistika lihtsustamiseks saab energiaheina pressida graanuliteks. Tehnoloogia vajab täpsemat uurimist.
3. Energiaheina saab edukalt põletada koos teiste kütuseliikidega (puit, kivisüsi, turvas), seda võimalust tuleks rohkem kasutada. Samuti tuleb energiahein kõne alla prügi masspõletustehase täiendava kütusena.
4. Biogaasi tootmiseks vajalikku vedelsõnnikut on piisavalt, mistõttu tuleks arendada biogaasi kääritamistehnoloogiat.
5. Biogaasi on võimalik kasutada katelseadmetes. Paljudes maa-asulates (agrolinnakuis), on päevakorral küttesüsteemide renoveerimine. Asula läheduses on tihti ka põllumajandusettevõte, mille juures võib edukalt töötada biogaasijaam. Saadud gaas sobib kat-

lamaja kütteks ja tekkiv läga omakorda põldudele väetiseks. Probleemiks on biogaasijaama suur rajamismaksumus.

6. Galeega ja lutsern tugevajuureliste liblikõielistena ei vaja intensiivset väetamist, on saagikad ning parandavad mulla struktuuri, mistõttu on sobivad energiaotstarbeliseks kasutuseks.
7. Galeega on oma agressiivse kasvutüübi tõttu sobiv kultuur kasutusest väljajäänud maade taaskasutussevõtmisel.

Sakus
10. detsembril 2007

Taavi Võsa

2007. aastal jäi teema täitmisel hulk küsimusi vastuseta.
Nende kultuuride energeetilise potentsiaali ärakasutamiseks on vaja uuringuid jätkata. Alljärgnevalt on toodud uurimist vajavad küsimused, orienteeruv maksumus aastas ja uuringu eeldatav kestus.

1.
Galeega ja lutserni segukülvide küttevääртus.
Uuring teostatakse koostöös TTÜ STI laboratooriumiga.. Minimaalselt on vaja sooritada määramised neljast erinevast segust, igaühest vähemalt kolm määramist. Ühe määramise hind on 6800 krooni, millele lisandub käibemaks. Vajalike määramiste maksumus on kokku vähemalt 96 288 krooni. Sellele lisanduvad materjali kogumise ja transpordi kulud 15 000 krooni ning kahe inimese töö kahe kuu vältel materjali kogumisel, ettevalmistamisel ja tulemuste analüüsil maksumusega 53320 krooni. Kulud kokku on 189 608 krooni, millele lisandub asutuse üldkululõiv 10%. Uuringu eeldatav maksumus 208 569 krooni.
Uuring on teostatav 2008 aastal. Materjali kogumiseks saab kasutada teiste uuringute raames rajatud põldkatseid. Samuti on mõningane kogus võrdlusmaterjali kogutud 2007. aastal.
Uuring on üheaastane.

2.
Kogutud kuiva massi pressimistehnoloogia ja logistikaprobleemide uurimine.
Kuiva massi mahukaal on väike, mistõttu on oluline massi kogumisel kasutada optimaalset pressimistehnoloogiat parandamaks transpordivahendite kasutamise efektiivsust. Uuringusse kaasatakse TTÜ transpordieriala spetsialistid töövõtulepinguga.
Uuring toimub kirjanduse ja teiste uuringute põldkatsete baasil. Uuringu kestuseks on 1 aasta ja koormuseks 1 inimaasta. Uuringu maksumus 183 247 krooni, millest personalikulu moodustab 166 625 krooni ja asutuse üldkululõiv 16 662 krooni.
Uuring teostatakse 2008. aastal.

3.
Kuiva massi koristustehnoloogia täiustamine.
Uuringu eesmärgiks on selgitada välja kuivana kogutava materjali lamandumisest tingitud koristuskadude vähendamise võimalused. Saadud tulemusi kontrollitakse praktikas tootjate põldudel. Uuringus kasutatakse varemrajatud põldkatseid ning vaatlused toimuvad ka tootjate põldudel.
Uuringu eeldatav maht on üks inimaasta ja maksumus kokku 183 247 krooni, millest personalikulu moodustab 166 625 krooni ja asutuse üldkululõiv 16 662 krooni.
Uuringuga saab alustada 2008 aastal ja hüpoteesi kontrollimiseks peavad katsed jätkuma vähemalt kolmel aastal. Uuringu planeeritav lõpp on 2011 ja uuringu kogumaksumus 549 741 krooni, arvestades 10% hindade tõusu.

4.
Galeega ja lutserni ning kõrreliste segude gaasitootlikkus kombineeritud gaasitootmise korral
Selle uuringu tegemiseks on vajalik biogaasilabori sisustamine. Finantse selleks taotletakse EL 7. raamprogrammi vahenditest. Taotluse edukus selgub 2008. aasta teisel poolel.

Kasutatakse kahte erinevat kõrrelist segus lutserni ja galeegaga. Selgitatakse välja erineva koostisega toore massi gaasisaagis valitud kääritustehnoloogia korral. Uuringus tehakse koostööd teiste Eestis biogaasi tootmisega tegelevate asutustega, et parandada saadava info kvaliteeti.
Arvestamata labori sisseseadmiseks vajalikku investeeringut, on eeldatavad aastakulud järgmised: personalikulud 333 250 krooni, materjali kogumise ja ettevalmistamise kulud 15 000 krooni, käärinud massi utiliseerimise kulud 5000´krooni, ja asutuse üldkulu 35 325 krooni. Kokku: 388 575 krooni.
Täiemahulise katsetööga saab alustada 2009. aastal. Töö alustamise eelduseks on vajaliku labori sisustamiseks vajaliku investeeringu saamine eelmainitud allikast.
Töö kestuseks on planeeritud kaks aastat. Uuringu kogumaksumus 816 007 krooni, arvestades 10% hindade tõusu.

Sakus, 9, jaanuaril 2008

Taavi Võsa
/allkiri/