

VARASE PUNASE RISTIKU (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.), HULGALEHISE LUPIINI (*LUPINUS POLYPHYLLUS* LIND.) JA INKARNAATRISTIKU (*TRIFOLIUM INCARNATUM* L.) VÄETUSVÄÄRTUS HALJAS- VÄETISKULTUURINA KASVATAMISEL

Ants Bender

Jõgeva Sordiaretuse Instituut, Aamisepa 1,

Jõgeva alevik 48309

ABSTRACT. In 2008–2011, field trials were carried out at the Jõgeva Plant Breeding Institute in order to identify the possibilities of using the early red clover cultivar 'Jõgeva 433', Washington lupin with Jõgeva breeding number 4 and crimson clover of Italian origin as green manure. The fertilization value of the above species was studied after autumn ploughing in the year of sowing and on the second year from sowing, based on the yield and grain quality of spring wheat 'Vinjett' and barley 'Inari'. The in-ploughed biomass as well as its composition were recorded. By the time of ploughing Washington lupin has produced the most abundant biomass. Of the studied species crimson clover had the lowest fertilization value, the stubble and roots of seed plants that were ploughed in resulted only in 6–7% of extra yield of spring wheat in the following year. Crimson clover had no fertilizing aftereffect in the second year. The fertilization values of red clover and Washington lupin were more or less equal. Their statistically significant positive effect on the increase of yield of spring wheat and barley lasted for 3 years, on the quality of grain for 2 years. Red clover that was ploughed into the ground in the year of sowing gave the maximum extra yield of 27% in spring wheat compared with 0 N 0 variant, and Washington lupin 23%, respectively. In the second year of aftereffect Washington lupin gave in barley an extra yield of 26.8%, red clover 10.1%, and in the third year 10.4 and 12.1%, respectively. Green manure increased the contents of crude protein and gluten in spring wheat and that of crude protein in barley.

The fertilization value of all studied species was higher in the case they were sown without a cover crop.

Keywords: *Trifolium pratense* L., *Lupinus polyphyllus* Lind., *Trifolium incarnatum* L., green manure, spring wheat, barley, yield, quality.

Sissejuhatus

Suurtootmise tingimustes olid kolhoosides-sovhoosides alati koos nii taimekasvatustootmine kui loomakasvatus. Üks täiendas teist: taimekasvatus kindlustas loomakasvatust söötadega, loomakasvatus aga taimekasvatust orgaanilise väetisega. Suurtootmise lõpetamise järel tekkis hulgaliselt ainult taimekasvatusele spetsialiseerunud tootjaid, kelle mulla huumusvaru saab orgaanilise aine lisa pikki aastaid vaid purustatud ja sisseküntud teravilja ning õlikultuuri põhu näol. Uues situatsioonis tuleb neil senisest enam mõelda mullaviljakuse säilitamisele või parandamisele. Appi on võetud vahepeal unustuse hõl-

ma vajunud haljasväetised. Üldjuhul külvatakse selleks otstarbeks punast ristikut. Taimekasvatussaaduste tootja, kes sööta ei vaja, künnab kasvanud haljasmassi sisse.

Punase ristiku seemnesaak Eestis on ilmastikuloolest tingituna ebastabiilne. Enamikel aastail ei jätku kohapeal toodetud seemnest ja seda tuleb sisse osta. Samal ajal on Jõgeval aretatud ristikusordid läbilöögi-võimelised ka väljaspool Eestit. Sordid 'Ilte' ja 'Varte' kuuluvad riiklikku sordinimekirja Soomes, Rootsis ja Norras, sort 'Ilte' ka Venemaal. Kui leiaks asendaja punasele ristikule haljasväetiskultuurina, väheneks seemne impordivajadus, omatoodetud seemne võiks kasutada loomasööda tootmiseks või müüa sissetuleku suurendamiseks hoopis välismaale.

Põhja- ja Kesk-Eestis, kus mullareaktsioon on neutraalne või leeliseline, asendab punast ristikut valge mesikas. Liigi kasvatamise agrotehnikat ja väetusväärtust on Kuusikul põhjalikult uuritud (Haller, 1953; Kõrgas, 1963). Lõuna-Eestis on juba mõisnike ajal kergema lõimisega muldadel kasvatatud selleks otstarbeks hulga-lehist lupiini. Seda liiki uuris professor Nikolai Rootsi Tartu Ülikooli taimekasvatuse katsejaamas enne II maailmasõda (Eesti..., 1946) ja soovitati tootmises haljasväetisena kasvatada veel pärast II maailmasõda (Aami-sepp *et al.*, 1964; Hallik *et al.*, 1965). Jõgeva Sordiaretusjaamas tegeldi viiekümnendail aastail ka selle liigi aretusega. Olid olemas perspektiivsed aretusnumbrid, välja oli töötatud hulga-lehise lupiini kasvatamise agrotehnika (Tupits, 1954). Hiljem taandus liik unustusehõlma. Haljasväetistele ei pööratud tähelepanu olukorras, kus majandid ei suutnud toodetud sõnnikukoguseidki väetisena ära kasutada ja mineraalväetisi oli kasutada rikkalikult.

Tootjate taastekkinud huvist liigi vastu innustust saanuna, hakati Jõgeval Eesti taasisesivsuse järel jälle hulga-lehise lupiini aretusega tegelema. 2004. aastal esitati üks perspektiivne aretusnumber (Jõgeva 4, sordinime ettepanekuga 'Lupi') riiklikku sordikatsetusse. Aretustöö toimus suunitlusega, et sorti kasutatakse ainult haljasväetisena. Alkaloidide sisaldusele, mis on selle liigi puhul söödana kasutamisel probleem, tähelepanu ei osutatud, sest haljasväetisena kasutades ei oma alkaloididesisaldus otsustavat tähtsust.

Ka meiega analoogseis tootmisoludes naaberriikides on taastunud huvi hulga-lehise lupiini kui haljasväetiskultuuri vastu. Venemaal on juba aretatud kaks sorti 'Pervenets' ja 'Truvor' (Lupins..., 2002), Soomes üks selle liigi sort 'SF/TA' (Aniszewski, 1993). Läti sordiaretajad esitasid 2011. aastal ühe hulga-lehise lupiini perspektiivse aretise PMK Viljandi sordikatsepunkti riiklikesse katsetustesse.

Liik on pälvinud uurijate tähelepanu hea õhulämmastiku sidujana – 200–400 kg hektari kohta (Heinsoo *et al.*, 1986), Soome teadlaste andmetel 250–350 kg/ha (Kurlovich *et al.*, 2007). Alkaloide sisaldavaid hulgalehise lupiini vorme kasutatakse keemiatööstuse toorainena, vähese alkaloidisisaldusega sorte aga valgurikka loomasöödana (Aniszewski, 1992; Kurlovich *et al.*, 2008). Läti teadlaste andmeil on hulgalehise lupiini haljasmass osutunud sobivaks tooraineks biogaasi tootmisel (Dubrovskis *et al.*, 2011).

Jõgeva Sordiaretuse Instituudis korraldati aastatel 2008–2011 haljasväetistaimede võrdluskatse, mille peamine eesmärk oli võrrelda punase ristiku ja hulgalehise lupiini väetusväärtust. Katsesse oli võetud uuritava liigina ka inkarnaatristik (sün kahkjaspunane ristik), mis varem Jõgeval läbiviidud katsetes on osutunud Eesti tingimustes üheaastastest ristikutest kõige perspektiivsemaks. Seda liiki külvatakse Vahemeremaades ja USA lõunaosariikides karjatavatele aladele talveperioodi söödavajaduste rahuldamiseks (Knight, 1985). Talv neis paigus tähendab jahedat sademeterohket perioodi. Aretatud on nn kõvaseemnelised sordid, mis oskuslikult korraldatud karjatamise korral külvavad samale kasvukohale taas ja taas ning jätavad mulje, nagu oleks tegemist püsikuga (Ever *et al.*, 1996). Liigi headeks omadusteks loetakse: leplikkust kasvukoha mullastiku ja kliimaga (üheaastastest ristikutest kõige leplikum), rikkalikku seemnesaaki, efektiivset kokkusobimist segus teiste liikidega ja suurt õhulämmastiku sidumisevõimet – puhaskülvi korral kuni 155 kg/ha (Frame, J). Põhjapoolsetes piirkondades soovitatatakse seda liiki külvata haljasväetiseks (Hoveland, Evers, 1995). Levinud on tava külvata teda viinamarjaistandustes, viljapuu- ja köögiviljaaedades ridade vahele.

Materjal ja meetodika

Katse rajati 2008. a neljaosalisena. Esimeses osas külvati hulgalehine lupiin, punane ristik ja inkarnaatristik kattevilja allakülvina, teises osas ilma katteviljata. Katse I ja II osa künti külviaasta sügisel ümber, eesmärgiga selgitada moodustunud ja mulda viidud biomassi järelmõju suvinisu (2009) ning järgnevalt odra (2010, 2011) saagile ja saagi kvaliteedile. Katse kolmandas osas külvati samad liigid kattevilja allakülvina (v.a inkarnaatristik, mis asendati teise hulgalehise lupiini variandiga) ja neljandas osas ilma katteviljata. Katse kolmanda ja neljanda osa eesmärk oli kasvatada haljasväetiskultuure veel üks aasta (2009), künda siis ümber ja selgitada väetusväärtust suvinisu (2010) ja sellele järgnenud odra (2011) saagile ning saagi kvaliteedile. Katteviljana kasutati odra sorti 'Inari', mis külvati vähendatud külvisenormiga (200 kg/ha, 375 idanevat tera/m²), lämmastikväetist rajamisaastal ei kasutatud. Väetusväärtuse hindamisel kasvatati suvinisu 'Vinjett' (260 kg/ha, 500 idanevat tera/m²) ja otra 'Inari' (240 kg/ha, 450 idanevat tera/m²).

Võrdlusvariantidena olid katses rajamisel põldtimutiga seemendatud alad (nii katteviljata kui kattevilja alla külvatuna), millel väetusväärtuse hindamiseks olid suvinisu puhul lämmastikväetise variandid N 0, N 60 ja N

120 ning odra puhul N 0, N 60 ja N 90 kg/ha, antud ammooniumsalpeetina. Katses olid kõik variandid viies korduses, katselapid ei olnud randomiseeritud.

Rajamisaasta mai ja juuni I pool olid vähete sademetega. Lehekirbu kahjustuse ja võrsumisaegse põua tõttu jäi kattevilja hõredaks ja madalaks. Alates 14. juunist oli suvi sademeterohke, allakülvide arenguks väga soodne. Teravilja valmimise ajal oli augustis ainult kaks vihmavaba päeva. Nii inkarnaatristik, hulgalehine lupiin kui punane ristik kasvasid kõik katteviljast üle. Teraviljasaaki neil variantidel ei olnud võimalik koristada, 11. oktoobril künti eelnevalt maharullitud kattevilja koos allakülvist moodustunud massiga 24–25 cm sügavuselt mulda. Samal ajal künti sisse ka puhaskülvid. Odra koos allakülvatud põldtimutiga niideti, pakiti suurtesse kottidesse, kuivatati ventileerides, peksti katsekombainiga ja määrati kattevilja terasaak, mis oli 1,236 kg/ha. Inkarnaatristiku seeme valmis septembris. 24. septembril moodustunud mass niideti ja eemaldati põllult: sisse künti sellel liigil ainult tüü ja juurestik.

Katse kolmandal ja neljandal osal, samuti põldtimutiga külvatud lappidelt I ja II katseosal niideti rajamisaastal kasvanud mass oktoobri I dekaadi lõpul ja eemaldati põllult. Järgmisel aastal koristati lupiin ja punane ristik seemneks (juuli, august). Inkarnaatristiku asemel katsesse võetud teiselt hulgalehise lupiini variandilt koristati õitsemise alguses üks niide haljasmassi. Niidatud mass ja kombainimisel tekkinud põhk eemaldati katsealalt, sisse künti ainult ädal ja juurestik.

Põldtimutiga külvatud katsealadel, kus lämmastikväetist ei kasutatud, arenes teisel aastal mulla seemnevarust valge ristiku ja põldtimuti taimekooslus, kust oli võimalik koristada septembris valge ristiku seemnesaak. Kuna valge ristik on samuti õhulämmastikku siduv ja enda järel mulda jättev, mõjutas see asjaolu hilisemaid katsetulemusi.

Katses määrati sisseküntav haljasmassisaak kombainiga Hege 212, juurte saagi ja paiknemise määramiseks võeti proovid künnikihi (25 cm) ulatuses pinnalt 15 x 30 cm, 5 cm paksuste kihtidena, millest juured pesti välja.

Katse viidi läbi leostunud mullal (K₀), mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH 5,8, P 27, K 67, Ca 2,150, Mg 159 mg/kg ja C org 2,4%.

Fosfor-kaaliväetisi anti ainult ühel korral katse rajamise eel normiga P 19 ja K 67 kg/ha.

Katse rajamisel külvati punase ristiku sort 'Jõgeva 433' külvisenormiga 12 kg/ha, põldtimut 'Jõgeva 54' külvisenormiga 8 kg/ha ja inkarnaatristik (sorditu materjal, Itaaliast Perugia Ülikoolist hangitud ja kohapeal paljundatud) külvisenormiga 20 kg/ha – kõik kitsarealiselt külvikuga Hege 80 ning hulgalehine lupiin Jõgeva aretusnumber 4 ('Lupi') külvisenormiga 30 kg/ha külvikuga Hege 95-1 reavahega 30 cm.

Suvinisul määrati lisaks terasaagile saagi kvaliteedinäitajatest toorproteiini- ja kleepvalgusisaldus, gluteeniindeks, mahumass ning 1,000 seemne mass, odral toorproteiinisaldus, mahumass ja 1,000 seemne mass.

Teraviljade saaki ja kvaliteeti mõjutasid kasvuperioodi ilmastikuolud: 2009. a oli sademeterohke, 2010 aga 2011 kõrge õhutemperatuuri ja vähete sademetega.

Tulemused

Külviaasta jooksul moodustunud ja sügisel sisseküntud biomass

Külviaasta sügisel enne kündi niideti ja eemaldati põldtimutiga külvatud katsealalt rohi. Nendel lappidel künti mulda vaid juurtemass koos tüüga. Mulda viidi katteviljajata külvi korral 3.18 ja külvi korral kattevilja alla 3.28 t/ha peamiselt põldtimuti juurte kuivainet (tabel 1). Et inkarnaatristik üheaastase kultuurina läbis kogu arengutsükli juba septembriks, koristati taimik seemneks. Põhk eemaldati põllult, sisse künti tüü ja juurestik, mis liigil oli vähene: vaid 320–480 kg/ha.

Hulgatehine lupiin andis katses võimsaima haljasmassi- ja juurtesaagi nii katteviljajata kui kattevilja alla külvatuna. Sisse künti 40.86 tonni lupiini haljasmassi, mida võrdsustatakse väetusväärtuselt sõnnikuga (Tupits, 1954), lisaks 28.20 t tüüd ja juuri. Koos sisseküntud katteviljajaga olid vastavad numbrid 43.66 ja 30.93 t/ha. Kokku künti sisse katteviljajata külvi korral 12.98 t lupiini kuivainet, koos katteviljajaga 13.60 t/ha. Lehtede-varte ja juurte kuivaine suhtes olid biomassi komponendid osatähtsuselt ligilähedased. Punane ristik jättis sisseküntuna mulda 7.45–7.96 t biomassi kuivainet, mis moodustas katteviljajata külvi korral 61.3% ja allakülvi korral 54.8% hulgatehise lupiini biomassist.

Tabel 1. Haljasväetiskatses külviaasta sügisel künniga mulda viidud biomass

Table 1. Biomass ploughed in as green manure in the autumn of the sowing year

	Haljas- mass, t/ha <i>Green mass,</i> t/ha	Haljasmassi kuivaine, t/ha <i>DM of green</i> <i>mass, t/ha</i>	Juurte ja tüü mass, t/ha <i>Mass of roots</i> <i>and stubble</i>	Juurte ja tüü kuivaine, t/ha <i>DM of roots</i> <i>and stubble</i>	Biomass kokku, t/ha <i>Biomass</i> <i>DM total, t/ha</i>
<i>Katteviljajata külvi / Without cover crop</i>					
Põldtimut / <i>Ph. pratense</i>	0	0	14.29	3.18	3.18
Hulgal. lupiin / <i>L. polyphyllus</i>	40.86	6.71	28.20	6.27	12.98
Punane ristik / <i>Tr. pratense</i>	16.37	4.28	13.02	3.70	7.96
Inkarnaatristik / <i>Tr. incarnatum</i>	0	0	1.45	0.32	0.32
<i>Külvi kattevilja alla / With cover crop</i>					
Põldtimut / <i>Ph. pratense</i>	0	0	14.78	3.28	3.28
Hulgal. lupiin / <i>L. polyphyllus</i>	43.66	6.73	30.93	6.87	13.60
Punane ristik / <i>Tr. pratense</i>	15.03	3.83	17.28	3.62	7.45
Inkarnaatristik / <i>Tr. incarnatum</i>	0	0	2.15	0.48	0.48

Külviaasta sügisel sisseküntud haljasväetiskultuuride väetusväärtus

Kõik külviaasta sügisel sisseküntud kolm haljasväetiskultuuri suurendasid usutavalt esimesel järelmõjuaastal suvinisu 'Vinjett' saaki (tabel 2). Võrreldes variandiga, kus sisse künti põldtimuti tüü ja juurestik ning lämmastikväetist nisule ei antud, saadi eelmisel aastal katteviljajata külvatud katseosal haljasväetiste toel nisu enamsaaki 5.9–23.9%, kattevilja alla külvates aga 7.3–27.0%. Inkarnaatristik, millel künti sisse vaid tüü ja juurestik, suurendas järgnenud suvinisu saaki kõige vähem (vastavalt 5.9–7.3%), kõige rohkem aga punane ristik (vastavalt 23.9–27.0%). Hulgatehise lupiini variantidelt saadud hektarisaak ei erinenud usutavalt punase ristiku järel kasvanud suvinisu saagist. Nii punase ristiku kui hulgatehise lupiini väetusväärtus, hinnatuna terasaagi alusel, võrdus lämmastikväetise foonil N 120 kg/ha saadud saagiga. Erinev oli haljasväetistega mulda viidud lämmastiku ja mineraalväetisega mulda viidud lämmastiku mõju tera kvaliteedile. Ühekordselt suvinisu külvi ajal antud mineraallämmastik vähendas 1,000 seemne massi ja mahumassi, haljasväetisest pärit lämmastik aga mitte. Neist vabaneb lämmastik pika aja jooksul ja taimede varustamine on ühtlane kogu kasvuperioodi jooksul, mis aitabki tagada kõrgemat suvinisu kvaliteeti. Kolmest haljasväetisest kindlustas kõige kõrgema toor-

proteiini- ja kleepvalgusisalduse hulgatehine lupiin, madalaima inkarnaatristik.

Võrreldes haljasväetiskultuuride kasvatamist katteviljajata ja katteviljaaluse külvinä, võib katseandmete põhjal väita, et katteviljajata kasvatamine kindlustas järgmisel aastal suvinisul kõrgema terasaagi ning terades kõrgema toorproteiini- ja kleepvalgusisalduse. Suurim terasaagi tõus oli inkarnaatristiku puhul (5.6%), suurim erinevus toorproteiini- ja kleepvalgusisalduses oli punasel ristikul.

Varasematest katsetest on teada, et sõnniku ja haljasväetiste sissekünni saaki tõstev mõju ulatub ühest aastast kaugemale. Sisseküntud punase ristiku mõjust realiseerub esimesel aastal 82–84%, ülejäänud järgmisel aastal (Viil, Võsa, 2005). Eesti Maaülikoolis haljasväetiskultuuridega läbi viidud uurimistööst selgus, et esimese aastaga laguneb sisseküntud maapealsest biomassist 60–70%, kahe aastaga 70–80%. Juurte lagunemine on aeglasem. Aastaga lagunes juurte massist 50–60%, kahe aastaga 65–85% (Lauringson *et al.*, 2011). Kuna hulgatehise lupiini varred ja juured on punase ristiku vartest ja juurtest oluliselt jämedamad ning eelduste kohaselt peaksid lagunema aeglasemalt, huvitas katse korraldajat, kui kaua kestab selle liigi väetav mõju. Sel eesmärgil kasvatati suvinisu järel veel kahe aastal otra 'Inari'.

Tabel 2. Suvinisu 'Vinjett' terasaak ja kvaliteet haljasväetiskatse variantides, kus haljasmass künti sisse külviaasta sügisel. Esimene järelmõju aasta (2009)

Table 2. Yield and grain quality of yield of the spring wheat 'Vinjett' in trial variants in which biomass was ploughed in the autumn of the sowing year. The first year of aftereffect (2009)

Jrk nr	Variant	Terasaak kg/ha	%	Mahumass, g	1,000 seemne mass, g	Toorproteiini-sisaldus, %	Kleepvalgu-sisaldus, %	Gluteeni-indeks
No		Grain yield		Volume weight, g/l	1,000 seed weight, g	Crude protein content, %	Gluten content, %	Gluten index
Külv kattevilja alla / With cover crop								
1	Timut N 120	5,030	125.0	707	30.68	13.06	25.58	43
2	Lupiin	4,952	123.0	749	37.22	12.78	26.32	48
3	Timut N 0	4,025	100	772	36.52	10.50	17.60	49
4	P. ristik	5,110	127.0	759	34.84	11.94	22.84	34
5	In. ristik	4,317	107.3	781	36.92	10.92	18.94	58
6	Timut N 60	4,845	120.4	758	33.12	11.96	23.18	45
	PD / LSD 0.05	184		14	0.38	0.2	0.73	
Katteviljata külv / Without cover crop								
1	Timut N 120	5,434	126.2	706	28.68	13.58	31.38	37
2	Lupiin	5,220	121.3	756	35.62	13.38	27.24	40
3	Timut N 0	4,305	100	765	36.00	13.68	21.46	42
4	P. ristik	5,332	123.9	747	32.82	13.60	24.80	42
5	In. ristik	4,560	105.9	777	37.04	14.32	19.74	48
6	Timut N 60	4,980	115.7	765	32.70	13.32	24.00	36
	PD / LSD 0.05	219		12	0.35	0.42	0.96	

2010. aasta suve teine pool oli põuane ja saagitase neil variantidel, kus mineraallämmastikku ei lisatud, jäi tagasihoidlikuks (tabel 3). Variandis, kus odrale anti ammoniumsalpeetrina N 90 kevadel ühekordse annusena, taimik osaliselt lamandus. Sellest tulenevalt olid seal saak, terade mahumass ja toorproteiinisaldus madalamad. Inkarnaatristiku mõju sissekännile järgnenud teise aastasse ei ulatunud. Terasaak neil katselappidel jäi standardvariandistki madalamaks. Sisseküntud hulgalahine lupiin ja punane ristik andsid veel teiselgi järelmõjuaastal statistiliselt usutava saagilisa. Suuremad saaginumbriid saadi jätkuvalt sellelt katseosal, kuhu haljasväetiskultuurid olid külvatud katteviljata. Külvates katteviljata, andsid punane ristik ja hulgalahine lupiin tasemelt lähedase odra terasaagi (vastavalt 3,192 ja 3,140 kg/ha), kuid hulgalahise lupiini järel oli odra 1,000 seemne mass ja toorproteiinisaldus usutavalt kõrgemad kui punase ristiku järel.

Nii punase ristiku kui hulgalahise lupiini järelmõju ulatus kolmandassegi järelmõju aastasse. Katsealal, kus haljasväetised külvati kattevilja alla, jäi odra saak võrreldes katteviljata külvatule alla. Suurem väetuse järelmõju oli variantides, kus haljasväetuskultuuride külvi oli toimunud kattevilja alla. Võrreldes N 0 variandiga suurenes odrasaak seal punase ristiku järel 7.9%, hulgalahise lupiini järel 10.4%.

Katteviljata külvatud katseosal oli üldine saagitase kõrgem. Punase ristiku järelmõjul suurenes odra terasaak 12.1%, hulgalahise lupiini järel 3.9% (ületamine ei ole statistiliselt usutav). Külviaasta sügisel sisseküntud haljasväetiste mõju saagi kvaliteedi näitajatele kolmanda järelmõjuaastani ei küündinud.

Kolme aasta teravilja saagiandmeid liites andis tava- tootmises kasutatav lämmastikväetamise tase (suvinisule N 120, odrale N 90 kg/ha) lämmastikuga väetamata variandiga võrreldes 4,902 kg saagilisa (60.5%). Seda juhul, kui eelviljaks oli oder (kattevilja). Odra kui kattevilja allelopaatilise järelmõju puudumisel oli tavataseme lämmastikväetise saaki tõstev toime kolme aasta summas 3,973 kg/ha (41.6%). Mõõdukas väetamine lämmastikuga (nii suvinisule kui odrale N 60 kg/ha aastas) andis kolme aastaga N 0 variandiga võrreldes teravilja- saagi lisa 4,404 kg/ha (54.4%) ja 3,591 kg/ha (37.6%), esimene number odra kui eelvilja järel ja teine, kui see mõju puudus.

Hulgalahise lupiini kui kattevilja alla külvatud ja külviaasta sügisel sisseküntud haljasväetise saaki suurendav mõju kolme järgneva aasta summas küündis lämmastikuga väetamata variandiga võrreldes 1,730 kg/ha ehk 35.4%. Saadud terasaagi lisa võrdus 39.3% sellest enamsaagist, mis saadi tavatootmises suvinisu ja odra kasvatamisel kasutusel oleva lämmastikväetise normidega. Kattevilja alla külvatud punane ristik andis kolmel järgneval järelmõju aastal teravilja saagilisa 1,458 kg ehk 29.7%.

Katteviljata külvatud ja samal sügisel sisseküntud hulgalahise lupiini järelmõjul saadi väetamata variandiga võrreldes kolme aasta vältel kokku 1,188 kg/ha ehk 29.3%, punase ristiku järel aga 1,540 kg/ha ehk 38.8% teravilja saagilisa. Kui võrrelda neid enamsaake tava- tootmises kasutusel oleva lämmastikväetise foonil saadud saakidega, küündis hulgalahise lupiini väetav mõju 33.1% ja punasel ristikul 42.9%-ni.

Tabel 3. Odra 'Inari' saak ja saagi kvaliteet teisel ja kolmandal aastal pärast haljasmassi sisseküüni külviaasta sügisel
Table 3. Yield and quality of yield of the barley 'Inari' in the second and third year after ploughing in the biomass in the autumn of he sowing year

Jrk nr	Variant	Terasaak kg/ha	%	Mahu- mass, g	1,000 seemne mass, g	Toorproteiini- sisaldus, %
No	2008. a	Grain yield kg/ha		Volume weight, g/l	1,000 seed weight, g	Crude protein content, %
Teine järelmõju aasta / Second year of aftereffect (2010)						
Külvi kattevilja alla / With cover crop 2008						
1	Timut N 90	4,943	214.6	592	40.46	11.20
2	Lupiini	2,921	126.8	656	43.06	11.40
3	Timut N 0	2,303	100	657	41.08	10.94
4	P. ristik	2,536	110.1	661	41.74	11.08
5	In. ristik*	2,192	95.2	654	40.98	11.12
6	Timut N 60	4,760	206.7	622	40.88	11.02
	PD / LSD 0,05	307		9	1.15	0.18
Külvi katteviljata / Without cover crop 2008						
1	Timut N 90	4,576	154.8	583	39.78	12.60
2	Lupiini	3,140	106.2	650	42.84	11.52
3	Timut N 0	2,957	100	655	41.16	10.78
4	P. ristik	3,192	107.9	658	41.60	10.98
5	In. ristik*	2,682	90.7	656	40.62	10.96
6	Timut N 60	4,879	165.0	625	40.38	11.02
	PD / LSD 0.05	196		7	0.94	0.21
Kolmas järelmõju aasta / Third year of aftereffect (2011)						
Külvi kattevilja alla / With cover crop 2008						
1	Timut N 90	3,030	170.9	655	45.34	11.22
2	Lupiini	1,958	110.4	667	47.08	11.56
3	Timut N 0	1,773	100	668	47.06	11.12
4	P. ristik	1,913	107.9	674	47.36	10.88
5	In. ristik*	1,815	102.4	665	45.88	11.18
6	Timut N 60	2,900	163.6	658	46.20	11.70
	PD / LSD 0,05	301		7	1.14	0.36
Külvi katteviljata / Without cover crop 2008						
1	Timut N 90	3,516	153.5	660	46.68	11.92
2	Lupiini	2,181	95.2	675	46.72	11.42
3	Timut N 0	2,291	100	678	47.50	11.26
4	P. ristik	2,569	112.1	680	47.88	11.62
5	In. ristik*	2,188	95.5	675	47.16	11.18
6	Timut N 60	3,285	143.4	668	46.74	11.50
	PD / LSD 0.05	242		4	1.12	0.32

* koristati seemneks / seed harvest

Kattevilja mõju haljasväetiskultuuride väetuväärtusele

Üldjuhul oli katteviljata külvatud haljasväetiskultuuride väetuväärtus kolme järgneva aasta vältel kõrgem, võrreldes katteviljaaluste külvidega. Vaid ühel juhul, teisel järelmõju aastal andis oder 'Inari' lämmastikväetise foonil N 90 kõrgema terasaagi variandis, kus põldtimut oli külvatud kattevilja alla (tabel 4). Punase ristiku puhul oli suvinisu ja odra terasaagi summaarne kaotus suurim – kolme aastaga ligikaudu 1.5 t/ha. Hulgalehise lupiini

puhul saadi katteviljast tingitud terasaaki 0.9 t/ha vähem. Kuna sisseküüntud biomass oli kattevilja alla külvi korral enamikel juhtudest suurem kui haljasväetiskultuuride katteviljata külvides, sai hilisem madalam terasaak tulenda kattevilja allelopaatses järelmõjust. Hulgalehise lupiini ja punase ristiku variantides künti koos haljasväetisega sisse ka kogu moodustunud odra biomass.

Arvestades mullaviljakuse füsioloogilist, fütosanitaarset ja tehnoloogilist aspekti on haljasväetiskultuuride katteviljata külvi mõju kindlasti parem.

Tabel 4. Kattevilja negatiivne järelmõju, kg/ha
Table 4. Negative aftereffect of cover crop, kg/ha

Haljasväetis Green manure	Suvinisu Spring wheat	Oder I Barley I	Oder II Barley II	Kokku Total
Põldtimut / Ph. pratense N 120 või / or N 90	404	367*	486	523
Hulgalehine lupiini / L. polyphyllus	268	219	423	910
Põldtimut / Ph. pratense N 0	280	644	518	1,442
Punane ristik / Tr. Pratense	222	656	656	1,534
Inkarnaatristik / Tr. Incarnatum	263	490	373	1,126
Põldtimut / Ph. pratense N 60	135	119	385	639

* kattevilja allakülvi variandis saadi kõrgem saak kui katteviljata külvatud variandis / In the variant with undersowing the yield was higher than that of the variant without a cover crop

Haljasväetiskultuuride biomass teise kasvu aasta sügisel

Kui haljasväetiskultuurid jäetakse kasvama teiseks kasvu aastaks, tuleb otsustada, milline kultuur järgneb. Kui talivilil, tuleks tavalist mullaharimistehnikat kasutades sisseküünd teha üks kalendrikuu enne talivilja külvi, et muld jõuaks vajaliku tiheduse ni vajuda. Kui kasutada olev tehnika võimaldab mulda tihendada, võib künni hilisemaks jätta. Liiga varajane sisseküünd soodustab orgaanilise aine lagunemist, mis viib paratamatult taime-toitainete väljaleostumiseni sügiseste sadude ja kevadiste lumesulamisvetega. Nii hulgalehisel lupiinil kui varasel punasel ristikul on saagitase kõrgeim täisõitsemisel, mis on ajaliselt lupiinil juuni II dekaadis ja varasel punasel ristikul juuni lõpul. Kui liblikõieliste järel on kavas külvata suviteravili, tuleb liblikõieliste ümberküünd jätta maksimaalselt hilisele sügisesele ajale või koguni järgmise aasta kevadele, nagu viimasel ajal Eestis soovi-

tatud on (Lauringson *et al.*, 2006; Talgre *et al.*, 2009; Lauringson *et al.*, 2011). Meie katseskeem nägi ette hinnata liblikõieliste eelkultuuride väetuseväärtust suvinisu saagi ja saagi kvaliteedi kaudu. Sel eesmärgil lasti punasel ristikul ja hulgalehisel lupiinil läbida kogu arengutsükkel kuni seemnete valmimiseni. Seemne kombineerimise järel eemaldati põhk ja lasti areneda ädalal, mis oktoobri II dekaadil sisse künti. Selles katseosas oli variant, kus hulgalehist lupiini kasutati kaheniiteliselt. Esimene niide tehti enne täisõitsemist, mass eemaldati põllult, suve II poolel moodustunud ädal künti sisse. Katsevariandiga selgitati hulgalehise lupiini võimet toota teisaldatavat haljasväetist. Kirjanduses leidub soovitusi kasvatada hulgalehist lupiini niitelise haljasväetisena, eesmärgiga teisaldada ja laotada koristamisel peenestatud mass kartuli- või köögiviljapõldudele (Hallik *et al.*, 1965; Kurlovich *et al.*, 2007).

Tabel 5. Haljasväetiskatses teise kasvu aasta sügisel mulda küntud biomass
Table 5. Biomass ploughed in as green manure in the autumn of the second year

	Haljas- mass, t/ha <i>Green mass</i> t/ha	Haljasmassi kuivaine, t/ha <i>DM of green</i> <i>mass, t/ha</i>	Juurte ja tüü mass, t/ha <i>Mass of roots</i> <i>and stubble</i>	Juurte ja tüü kuivaine, t/ha <i>DM of roots</i> <i>and stubble</i>	Biomass kokku, t/ha <i>Biomass DM</i> <i>total, t/ha</i>
Katteviljata külv / <i>Without cover crop</i>					
Põldtimut / <i>Ph. pratense</i>	0	0	13.25	3.56	3.56
Hulgal. lupiin / <i>L. polyphyllum</i> *	34.08	4.09	15.56	8.78	12.87
Punane ristik / <i>Tr. Pratense</i>	15.56	3.73	11.06	3.33	7.06
Hulgal. lupiin / <i>L. polyphyllum</i> **	33.35	4.00	13.33	7.66	11.66
Külv kattevilja alla / <i>With cover crop</i>					
Põldtimut / <i>Ph. pratense</i>	0	0	15.50	3.78	3.78
Hulgal. lupiin / <i>L. polyphyllum</i> *	34.93	4.30	16.67	8.33	12.63
Punane ristik / <i>Tr. pratense</i>	16.67	3.83	11.28	3.22	7.05
Hulgal. lupiin / <i>L. polyphyllum</i> **	29.04	3.49	10	7.14	10.63

* esmakasv seemneks / *first growth for seed*; ** esmakasv teisaldatavaks haljasväetiseks / *first growth for green manure to be removed*

Teise kasvu aasta sügisel künti mulda hulgalehise lupiini ja punase ristiku ädal koos tüüga (tabel 5). Hulgalehisel lupiinil oli esmakasvu haljasmassi koristamise järel ädalakasvu aega 130, seemnesaagi koristamise järel 92 päeva, punasel ristikul seemnesaagi koristamise järel 70 päeva. Suve teise poole väga soodsas ilmastiku pärast valmis põldtimuti lappidel sinna isekülvist arenenud valge ristiku seeme. Neilt lappidelt niideti seemnehein 18. septembril, mille järel ädalat enam ei moodustunud. Sisseküntud biomass oli suurim hulgalehisel lupiinil – sõltuvalt variandist ja rajamismoodusest 10.63–12.87 t kuivainet hektari kohta. Olulise panuse sellesse kogusesse andis liigi võimas juurekava. Põldtimuti lappidel suurendasid juurtemassi (arvestatud koos tüüga) valge ristiku juured, eriti aga viimase mullapinnal roomavad varred.

Eelmise aasta rajamismoodus (katteviljata, katteviljaga) sisseküntava biomassi kogust ühesuunaliselt ei mõjutanud.

Teise kasvu aasta järel sisseküntud haljasväetiskultuuride väetuseväärtus

Suvinisu 'Vinjett' andis üldjuhul suurema terasaagi katseosal, kus haljasväetiskultuurid olid külvatud kaks aastat tagasi katteviljata (tabel 6). Haljasväetiskultuuridest kindlustas esimesel järeilmõju aastal kõrgeima terasaagi hulgalehise lupiini variant, kus esmakasvu saak niideti ja eemaldati ning sisse künti vaid ädal. Arvestades katseviga, võrdus lupiini väetuseväärtus selles variandis 120 kg/ha mineraallämmastiku väetuseväärtusega. Hulgalehise lupiini ja punase ristiku seemnepõllu ümberkünni järel saadi ligilähedaselt võrdne suvinisu saak vaid mõningase eelistusega punase ristiku kasuks. Hulgalehise lupiini järel oli suvinisu terade mahumass usutavalt suurem, toorproteiinisaldus aga ühe protsendi võrra kõrgem kui punase ristiku järel. Hulgalehise lupiini järel oli mõnevõrra suurem ka terade kleepvalgu-saldus, kuigi selle soovitatavat taset (28–29%) ükski katses olnud haljasväetiskultuur ei kindlustanud. Küll saavutati see tase (ja ületati) mineraallämmastiku (N 120 kg/ha) toel. Gluteeniindeks oli katses läbivalt soovitud tasemel, kuna optimaalseks loetakse vahemikku 60–90.

Kaks aastat kasvatatud liblikõieliste haljasväetiskultuuride väetusväärtust uuriti veel teisel järelmõju aastal (2011). Selle aasta suve teine pool oli väga põuane, mistõttu katsesse külvatud odra 'Inari' terasaagid jäid madalaks (tabel 7). Katses andis mineraalväetisena antud lämmastik N 90 kg/ha 37–46% ja normiga N 60 kg/ha 18.4–20.9% saagilisa. Haljasväetiskultuuride panus saagi mõjutamisel jäi ebaoluliseks. Punase ristiku

ja lupiini võrdluses oli eelis esimesel. Tema järelmõjul suurenes odra terasaak 5.3–14.9%, paranesid ka saagi kvaliteedinäitajad. Hulgalehisel lupiinil järelmõju kas puudus või oli odra terasaagis standardvariandiga võrreldes isegi usutav tagasimine. Võib oletada, et pikka aega väldanud põua tõttu lagunes orgaaniline aine muldas aeglaselt ning odrataimed kannatasid lämmastiku puuduse all.

Tabel 6. Suvinisu 'Vinjett' terasaak ja saagi kvaliteet pärast haljasväetiskultuuride sisseküüdi teise kasvuaasta sügisel. Esimene järelmõju aasta (2010)

Table 6. Yield and grain quality of the spring wheat 'Vinjett' after ploughing of green manure crops in the autumn of the second growth year. The first year of aftereffect (2010)

Jrk nr	Variant	Terasaak kg/ha	%	Mahumass, g	1,000 seemne mass, g	Toorproteiini-sisaldus, %	Kleepvalgu-sisaldus	Gluteeni-indeks
No		Grain yield, kg/ha		Volume weight, g/l	1,000 seed weight, g	Crude protein content, %	Gluten content, %	Gluten index
Külv kattevilja alla / With cover crop 2008								
1	Timut* N 120	4,768	122.6	693	29.68	15.22	33.62	86
2	Lupiin*	4,380	112.6	748	31.26	12.72	25.80	90
3	Timut* N 0	3,890	100	715	31.92	11.92	23.44	91
4	P. ristik*	4,626	118.9	722	33.08	12.02	23.26	93
5	Lupiin**	4,712	121.1	745	33.39	12.86	26.26	87
6	Timut* N 60	4,714	121.2	720	32.22	12.78	26.44	91
	PD / LSD 0,05	305		19	2.5	0.23	0.57	
Katteviljata külv / Without cover crop 2008								
1	Timut* N 120	5,118	119.0	712	30.57	14.82	32.92	77
2	Lupiin*	4,655	108.2	762	33.85	12.68	25.82	83
3	Timut* N 0	4,302	100	749	32.04	11.28	21.70	91
4	P. ristik*	4,818	112.0	736	33.22	11.72	22.84	86
5	Lupiin**	5,000	116.2	752	33.28	12.70	25.84	80
6	Timut* N 60	4,541	105.6	709	31.31	12.74	26.04	84
	PD / LSD 0.05	272		8	0.75	0.26	0.46	

* esmakasv seemneks / first growth for seed; ** esmakasv teisaldatavaks haljasväetiseks / first growth for green manure to be removed

Tabel 7. Oder 'Inari' terasaak ja saagi kvaliteet pärast haljasväetiskultuuride sisseküüdi teise kasvuaasta (2009) sügisel. Teine järelmõju aasta (2011)

Table 7. Yield and grain quality of the barley 'Inari' after ploughing in green manure crops in the autumn of the 2nd year. The second year of aftereffect (2011)

Jrk nr	Variant	Terasaak kg/ha	%	Mahumass, g	1,000 seemne mass, g	Toorproteiini-sisaldus, %
No	2008. a	Grain yield, kg/ha		Volume weight, g/l	1,000 seed weight, g	Crude protein content, %
Külv kattevilja alla / With cover crop						
1	Timut*	3,590	146.1	661	47.06	11.86
2	Lupiin*	2,462	100.2	676	47.66	11.58
3	Timut*	2,457	100	672	47.78	12.08
4	P. ristik*	2,823	114.9	679	48.02	12.00
5	Lupiin**	1,897	77.2	670	46.10	11.84
6	Timut*	2,909	118.4	668	46.20	11.50
	PD / LSD 0.05	212		7	0.84	0.40
Katteviljata külv / Without cover crop						
1	Timut*	3,662	137.5	663	48.14	12.18
2	Lupiin*	2,699	101.3	676	48.54	11.52
3	Timut*	2,664	100	682	48.64	11.60
4	P. ristik*	2,806	105.3	681	49.48	11.46
5	Lupiin**	2,469	92.7	687	49.22	11.18
6	Timut*	3,220	120.9	680	48.44	11.60
	PD / LSD 0.05	297		9	1.3	0.26

* esmakasv seemneks / first growth for seed; ** esmakasv teisaldatavaks haljasväetiseks / first growth for green manure to be removed

Kokkuvõte

Katses olnud haljasväetiskultuuridest on inkarnaatristik üheaastane, suhteliselt vähearenenud juurekavaga taim, mille täisõitsemise e optimaalse sisseküüni aeg esimesel

külvivõimalusel külvates jõuab kätte juuli II pooleks. Seega on teda põhimõtteliselt võimalik kasvatada tali-viljade väetamiseks. Augusti lõpul või septembris valmivad inkarnaatristiku seemned, mille järel taimed surevad ädalat moodustamata. Künniga viivitamine

oktoobri lõppu ja novembri algusesse või koguni järgmise kevadeni efekti ei anna, sest taimede suremise järel algab nende lagunemine ja vabanenud toitained kantakse sügiseste sadude ja kevadiste lumesulamisvetega künnikihist välja. Meie katseandmetel annab suvinisu inkarnaatristiku seemnepõllu järel siiski saagilisa 6–7%. Teise järelmõjuaastasse inkarnaatristiku väetav toime ei küüni.

Varast punast ristikut võib haljasväetisena sisse künda külviaasta sügisel või lükata künd edasi järgmisele kevadele. Taimik on kergesti ümberküntav. Taimik sureb nii sügis- kui kevadkünni korral täielikult ega muutu järelkultuuris umbrohuks. Jättes punase ristiku kasvama teiseks aastaks, jõuavad varased sordid täisõitsemise ehk optimaalse sissekünni järku, mil kõigi liblikõieliste lämmastiku sidumise võime on maksimumis. Juuni lõpu künd on aga taliviljade külvi eel ajalisel liiga varajane. Otstarbekas on punase ristiku esmakasv kasutada juuni keskel söödaks (kui leidub tarbija), niita, peenestada ning vedada teisale haljasväetiseks (komposteerimiseks) või biogaasi tootmiseks ja künda sisse ädal taliviljade väetamiseks. Võimalik on kasvatada varase punase ristiku seemet, mis valmib augusti keskpaigas. Seejärel kasvanud ädal on võimalik haljasväetisena sisse künda hilissügisel või järgmisel kevadel.

Külviaasta sügisel ümberküntud varane punane ristik kindlustab esimesel järelmõju aastal lämmastikuga väetamata alaga võrreldes suvinisu enamsaagi kuni 27%, suurenevad saagi toorproteiini- ja kleepvalgusisaldus. Positiivne järelmõju ulatub ka teise ja kolmandasse järelmõju aastasse. Punase ristiku seemnepõllu järel annab suvinisu väetamata variandiga võrreldes kuni 18.9% enamsaaki. Teisel järelmõju aastal annab sisseküntud punane ristik odra saagilisa kuni 14.9%.

Hulgalehine lupiin moodustab külviaastal punasest ristikust märkimisväärselt suurema biomassi. Liigi juurekava on tugevalt arenenud, juured kohati sõrmejamedused. Kamar on küll lihtsalt sisseküntav, kuid taimejuured püsivad sügisese ümberkünni järel kevadeni mullas elus ning neist taastuvad lupiinitaimed võivad risustada järelkultuure. Külviaasta sügisel ümberküntud hulgalehise lupiini biomass haljasväetisena suurendas suvinisu terasaaki kuni 23%, andis teisel ja kolmandal järelmõjuaastal odra enamsaaki vastavalt kuni 26.8 ja 10.0%. Hulgalehise lupiini jämedate taimeosade pikaldasema lagunemise tulemusena mõjutab (ja parandab) ta järelkultuuride saagi kvaliteediomadusi.

Teisel eluaastal jõuab hulgalehine lupiin täisõitsemise arengufaasi juuni lõpuks, mil moodustunud biomassi taliviljade tarbeks sisse künda on liiga vara. Vajalike masinate olemasolul võib hulgalehise lupiini esmakasvu niita, peenestada ja vedada haljasväetiseks hilja külvatavate köögiviljade põllule. Võimalus on kasvanud massi kasutada ka biogaasi tootmiseks. Lupiini seemne saak valmib juuli II dekaadis, mille koristamise järel moodustab liik vegetatsiooniperioodi lõpuks ädala. Seemnepõllu ädala sisseküünd kindlustas väetamata alaga võrreldes kuni 12.6% kõrgema suvinisusaagi, teiseks aastaks jäi järelmõju tagasihoidlikuks.

Katteviljata rajatud haljasväetuskultuuride väetüs- väärtus on märkimisväärselt tõhusam kui kattevilja alla külvatult.

Eeltoodud kokku võttes võib punast ristikut ja hulgalehist lupiini käsitleda kui väetusväärtuselt võrdseid haljasväetiskultuure. Hulgalehist lupiini ei saa soovitada maheviljelejale, sest herbitsiide kasutamata võib liik jääda tülrika umbrohuna tootmist segama.

Kirjandus

- Aamisepp, I., Eichenbaum, E., Haller, E., Kaarli, K., Kiik, H., Kivi, V., Kotkas, H., Korjus, H., Leivategija, L., Liiv, J., Länts, L., Mälksoo, A., Pedaja, V., Polna, H., Randalu, I., Ruuge, J., Seksel, H., Toomre, R., Tupits, H., Tuul, S., Tõnisson, H., Tääger, A., Viirand, M., Vahenõmm, K. 1964. Taimekasvatus. Tallinn, 814 lk. Aniszewski, T. 1992. The alkaloid-rich and alkaloid-poor Washington lupine (*Lupinus polyphyllus* Lind.) as a industrial crop. – Industrial Crops and Products, vol. 1, Issues 2–4, p 147–155.
- Aniszewski, T. 1993. Nutritive quality of the alkaloid-poor Washington lupin (*Lupinus polyphyllus* Lind.) var SF/TA as a potential protein crop. – Journal of the Science of Food and Agriculture, 61, pp. 409–421.
- Dubrovskis, V., Adamovits, A., Plume, I., Kotelenecs, V., Zabarovskis, E. 2011 Biogas production from greater burdock, largeleaf lupin and sosnovsky cow parsnip. – Engineering from rural development. Jelgava, pp. 388–392.
- Eesti põllumajandusteadus põllumehe teenistuses (toimetanud J. Ümarik). 1964. Tartu, 616 lk.
- Evers, G. W., Davidson, A. D., Doctorian, D. S. Reseeding of crimson clover. <http://cnrit.tamu.edu/cgrm/forres96/pdfs/fitresee.pdf>.
- Foveland, C. S., Evers, G. W. 1995. Arrowleaf, crimson and other annual clovers. – Forages: an introduction to grassland agriculture. Vol. 1 (ed. Barnes, R. F., Nelson, C. J., Collins, M., Moore, K. J.) Iowa State Univ. Press, pp. 249–260.
- Frame, J. *Trifolium incarnatum* L. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/DATA/PF000502.HTM>. Haller, E. 1953. Valge mesikas haljasväetis- ja söödataimena. – Agrotehnika, söödatootmise ja loomade söötamise küsimusi. Tallinn, 79–122 lk.
- Hallik, O., Heinsoo, J., Jaagus, V., Kiik, H., Lepajõe, J., Nõges, T., Pant, R., Raig, H., Sarv, J., Sutter, H., Toomre, R., Vint, E. 1965. Maaviljeluse käsiraamat (koostanud A. Talvoja). Tallinn, 644 lk.
- Heinsoo, J., Jaama, E., Jõudu, J., Reimets, E. Viileberg, K. 1986. Taimekasvatus (koostaja E. Reimets). Tallinn, 318 lk.
- Knight, W. E. 1985. Crimson clover. – Clover science and technology (ed. N. L. Taylor). Madison, Wisconsin, pp. 491–502.
- Kurlovitch, B., Earnshaw, P., Marja-Aho, K., Parviainen, V. Komenlupiini (*Lupinus polyphyllus* Lind.) käyttönotolle Suomessa. <http://lupin-fin.blogspot.com/>.
- Kurlovich, B., Earnshaw, P., Varala, M. Perennial forms of Washington lupin (*L. polyphyllus* Lind.) for effective use in Finland. <http://lupin-fin.blogspot.com/>.
- Kurlovich, B., Stoddard, F. L., Earnshaw, P. 2008. Potential and problems of *Lupinus polyphyllus* Lind. Domestigation. – Lupins for health and wealth (ed. Palta, J. A., Berger, J. D.) Proceedings of the 12th international lupin conference 14–18 Sept. Fremantle, Western Australia, pp. 304–307.
- Kõrgas L. 1963. Valge mesika saagikusest, talvekindlusest ja mõjust mullaviljakusele. – Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Üürimise Instituudi teadustööde kogumik III. Saku, lk. 19–37.

- Lauringson, E., Talgre, L., Roostalu, H. 2006. Haljasväetuskultuuride orgaanika moodustumise ja lämmastiku sidumise võime ning selle mõju järelkultuuride saagile. – *Agrooomia*. Jõgeva, lk 34–37.
- Lauringson, E., Talgre, L., Roostalu, H., Makke, A. 2011. Mulla huumus seisundi ja toitainete bilansi reguleerimise võimaluste ning haljasväetuskultuuride fütoproduktiivsuse selgitamine tava- ja maheviljeluse tingimustes. Rakendus-uuringu 2008–2010 lõpparuanne, 78 lk. http://www.emu.ee/userfiles/Teadus/PM%20aruanded/Lauringson_PMaruanne.pdf.
- Lupins. Geography, classification, genetic resources and breeding. (ed. B. S. Kurlovich). St. Petersburg, 2002, 468 p.
- Talgre, L., Lauringson, E., Roostalu, H., Astover, A., Eremeev, V., Selge, A. 2009. The effects of pure and under-sowing green manures on yields of succeeding spring cereals. – *Acta Agriculturae Scandinavica. B. Volume 59*, Number 1, pp. 70–76.
- Tupits, H. 1954. Paljulehise lupiini kasvatamine haljasväetiseks. Tallinn, 29 lk.
- Viiil, P., Võsa, T. 2005. Liblikõielised haljasväetised. Eesti Maaviljeluse Instituudi infoleht nr 148. Saku, 16 lk.

Fertilization value of early red clover (*Trifolium pratense* L.), Washington lupin (*Lupinus polyphyllus* Lind) and crimson clover (*Trifolium incarnatum* L.) as green manure crops

Ants Bender

Summary

Of the studied green manure crops crimson clover is a perennial plant with relatively modest root growth, the full flowering of which, i.e. the optimum ploughing time, occurs in the second half of July provided it was sown at the earliest opportunity. Thus, in principle it is possible to grow it for the fertilization of winter crops. In the end of August and in September crimson clover seeds mature after which plants die without forming an aftermath. Postponing ploughing till the end of October or beginning of November or even till next spring is not effective, because after dying the plants start to decompose and the released nutrients are washed off from the tillage layer by autumn rains or snow melt water in spring. Our trial results indicated, however, that after crimson clover seed field the spring wheat yielded 6–7% extra. No fertilizing effect of crimson clover was found in the second year.

Early red clover can be ploughed into the ground as green manure in the autumn of the sowing year or next spring. It is easy to plough in the plants. Both in the case of autumn and spring ploughing plants die completely and do not turn into weeds in the following crop. When red clover is left growing for the second year, early varieties reach the stage of full

flowering, i.e. the optimum time for in-ploughing, during which the nitrogen fixation ability of all legumes is highest. However, ploughing in the end of June is too early to be used as fertilizer before sowing of winter crops. It is expedient to use the first growth of red clover in the middle of June for fodder (provided there is a consumer), to cut, to chop and transport it elsewhere to be used as green manure (composting) or to produce biogas, and to plough in the aftermath as fertilizer for winter crops. It is possible to produce early red clover seed, which becomes mature in the middle of August. The new regrowth can be then ploughed in as green manure in late autumn or next spring.

Early red clover that is ploughed into ground in the autumn of the sowing year guarantees in the first year of aftereffect a 27% higher yield of spring wheat in comparison with the area that receives no N-fertilizer; the crude protein and gluten contents of the grain also improve. The positive aftereffect extends also to the second and third year. After the seed field of red clover spring wheat yields 18.9% extra compared with the unfertilized variant. In the second year of aftereffect the ploughed red clover increases the barley yield by 14.9%.

In the year of sowing, Washington lupin forms considerably more biomass than red clover. The root system of the species is well developed; roots can be as thick as fingers. The sod is easily ploughable, but the roots remain alive until next spring and the recovering lupin plants may interfere with the aftercrops. The biomass of Washington lupin that was turned under in the autumn of the sowing year affected the spring wheat yield by increasing it up to 23%; in the second and third year of aftereffect, it gave an extra yield of barley up to 26.8 and 10.0% respectively. Due to a longer decomposition of thicker parts of lupin plants it affects (and improves) the grain quality of aftercrops.

In the second year of life Washington lupin reaches the stage of full flowering in the end of June, when it is too early to plough in the biomass as fertilizer for winter crops. Provided that the necessary machinery is available, the first growth of Washington lupin can be cut, chopped and transported as green manure to the fields of vegetables that are sown late. It is also possible to use it for the production of biogas. The seed yield of lupin becomes mature in the second decade of July, after harvesting of which lupin will yield regrowth by the end of the vegetation period. Ploughing in this aftermath ensured up to 12.6% higher spring wheat yield in comparison with the unfertilized area. In the second year the aftereffect remained modest.

The fertilization value of green manure crops that were established without a cover crop was considerably higher than that of crops with a cover crop.

Considering the above, it can be claimed that as to their fertilization value red clover and Washington lupin are equal green manure crops. Washington lupin cannot be recommended to organic farmers, because without the use of herbicides the species may become a troublesome weed.