



TETRAPLOIDSE PUNASE RISTIKU SEEMNEPÕLLU RAJAMINE KATTEVILJA ALUSE KÜLVIGA

ESTABLISHMENT OF TETRAPLOID RED CLOVER SEED FIELD UNDER A COVER CROP

Ants Bender, Sirje Tamm

Eesti Taimakasvatuse Instituut, J. Aamisepa 1, Jõgeva alevik, 48309, Jõgevamaa

Saabunud: 01.11.17
Received:
Aktsepteeritud: 15.12.17
Accepted:

Avaldatud veebis: 20.12.17
Published online:

Vastutav autor: Ants Bender
Corresponding author:
e-mail: ants.bender@etki.ee

Keywords: cover crop, early and late tetraploid red clover, nitrogen and seeding rate, seed yield, economical calculation.

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2017_2_bender.pdf

DOI: <https://dx.doi.org/10.15159/jas.17.08>

ABSTRACT. In 2013–2014 field trials were organised in Estonian Crop Research Institute to comply with the applied project of the Estonian Ministry of Agriculture. In the establishment of a red clover seed production field 2 cover crops (barley and spring wheat) were investigated on 4 treatments and 4 seed rates (2, 4, 6 and 8 kg ha⁻¹). Based on the field trials it can be concluded that both two-row barley (the variety 'Maali') and spring wheat (the variety 'Mooni') are suitable cover crops for the establishment of a red clover seed production field. For early red clover barley is more suitable as a cover crop. For the late red clover barley and spring wheat are equally suitable as cover crops. According to yield results of cover crop, red clover seed yield as well as economical calculations based on expenditures, reduction of recommended seed and nitrogen rate should be decrease to up to 1/3 in spring cereals cultivation. For tetraploid varieties of red clover we recommend to use 4–6 kg ha⁻¹ (germination 100%) in the establishment of the red clover seed production field.

© 2017 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2017 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Punane ristik on Eestis peamine liblikõieline heintaim, mille seemnesaak sõltub sordi tüübist, kasvuaasta ilmastikust, tolmeldajate rohkusest ja rakendatavast agrotehnikast. Üldjuhul soovitatakse seemnepõld rajada kattevilja aluse külvina. Kattevilja kasutamisel jääb seemnekasvatajatel ära saagitu (sissetulekuta) aasta, üheaastaste umbrohtude surve noorele ristikutaimikule on väiksem ning kattevilja kaitseb suve esimesel poolel ristiku orast ebasoodsate ilmastikuolude eest. Põhjapoolsetes riikides soovitatakse katteviljana kasvatada varast otra, mille koristusaeg on suviteraviljadest varaseim. Siis jääb ristikutaimikule kattevilja koristamise ja vegetatsiooniperioodi lõpu vahel pikem kosumisaeg. Meie oludes on kõige varasema valmimisajaga suviteraviljadest kuerealised odrasordid. Nende kasvatamist katteviljana segab nõrgapoolne seisukindlus. Lamandunud kattevilja all ristikutaimed hävivad, taimikud jäävad tühikulisteks ning umbrohtuvad.

Seoses kliima üldise soojenemisega on Eestis viimase 30 aasta jooksul öökülmavaba periood pikenenud 17 päeva võrra (Sepp, 2015). Sellega seoses on muutunud aktuaalseks küsimus, kas punase ristiku seemnepõllu rajamisel võiks kuuerealisi odrasorte asendada kahe-realistega (keskvalmivatega). Kaherealiste odrasortide kasutusvõimalus katteviljana oleks kahetiselt kasulik: 1) kattevilja lamandumine ohustab allakülvi vähem; 2) kahetahulise odra tera on jämedam, saak seega kvaliteetsem ning saagi kasutamisevõimalused avaramad.

Varaste suvinisusortide käibeletulek ühelt poolt, kliima soojenemisest tulenev vegetatsiooniperioodi pikenedamine teiselt poolt, pakub võimaluse kasutada katteviljana ka suvinisu. Viimastel aastatel on Norras nii toimitudki (Aamlid, Havstad, 2011; Havstad, Øverland, 2016).

Eestis oli kasvatatavate teraviljade seas varem domineerimas oder. Viimastel aastatel on aga nisu (nii suvikui talinisu kokku) kasvupind oluliselt laienenud ja tema kasvupind ületab juba odra kasvupinda (Statistika

andmebaas, 2015). Siit tuleneb omakorda tootja huvi suvinisu kui võimaliku punase ristiku kattevilja vastu.

Et luua alla külvatud ristikutaimede jaoks soodsamad valgustingimused ja paremad mullaniiskuse olud soovatakse USA-s kattevilja külvisenormi 25–50% vähendada (Undersander jt, 1990). Eestis on varasem soovitus olnud ligilähedane (20–40%) (Kotkas, 1969; Jaama, 1986). Kattevilja hõreda seisuga kaasneb meil oht, et sademeterohke suvega aastail võib punane ristik kasvada ülemäära lopsakaks, ulatuda katteviljast üle ja raskendada kombaini tööd teravilja koristamisel.

Viimastel aastatel on Norras läbiviidud uurimistööde põhjal jõutud järeldusele, et seoses uute seisukindlamate teraviljasortide kasutusele tulekuga ei ole kattevilja külvisenormi vähendamisel enam mõtet. Varem peeti vajalikuks vähendada ka katteviljana kasvatatava teravilja lämmastikväetise normi 25% võrra. Norra kogemusel ei ole see enam vajalik.

Punase ristiku seemnepõllud on meil seni soovitatud rajada külvisenormiga 6–16 kg ha⁻¹ (Kotkas, 1969; Rand, 1992; Bender, 2006). Kirjandusest võib leida samuti külvisenormi osas soovitusi väga laias diapsoonis, kuid üldiselt on need meil soovitatutest väiksemad. Sagedamini kohatavad soovitusid jäävad vahemikku 2–4,5 kg ha⁻¹ (Pankiw jt, 1977; Taylor jt, 1996; Bouet, Sicard, 1998; Bowely jt, 2014; Huebner, 2014). Eeltoodud külvisenormid kehtivad kitsarealistel külvide korral. Kui külvatakse laia reavahega (45–60 cm), siis soovatakse külvata veelgi väiksemate normidega – isegi 0,5–0,75 kg ha⁻¹ (Clifford, Anderson, 1980; Rincker, Rampton, 1985). Samas nenditakse, et tootmispraktikas külvatatakse seemnepõllud kindluse mõttes siiski suurendatud külvisenormiga 6–13 kg ha⁻¹ (Marshall jt, 1998; Rincker, Rampton, 1985; Bowely jt, 2014; Huebner 2014). Kirjandusest võib leida soovitusi kombineerida söödatootmist seemnekasvatusega. Sellisel juhul valitakse külvisenorm söödatootmise kasutuseleolev (12–16 kg ha⁻¹). Esimesel kasutusaastal koristatakse kasvanud taimik söödaks, teisel kasutusaastal võetakse aga seemet (Kotkas, 1969).

Meie lähematest naabritest külvavad lätlased punase ristiku seemnepõllud kitsarealistes külvis külvisenormiga 8–10 kg ha⁻¹. Kui külv toimub reavahega 30 cm, vähendatakse külvisenormi 5–6 kg-ni hektarile (Jansone, 2008). Norras soovatakse punase ristiku seemnepõllu rajamisel kasutada külvisenormi 2–4 kg ha⁻¹ (Aamlid, 2011; Aamlid, Havstad, 2011).

Kirjandusallikais ei ole enamasti märgitud kas soovitusid kehtivad di- või tetraploidsete sortide kohta. Punase ristiku diploidsete sortide seemnete 1000 seemne mass on vahemikus 1,4–1,9 g, tetraploidsetel sortidel aga 2,5–3,2 g. Sama kaalulise külvisenormi kasutamise korral külvame tetraploidsetel sortidel diploidsete sortidega võrreldes tükiarvuliselt (peaaegu) poole vähem seemneid. Diploidsetel punase ristiku sortidel on ühes kilogrammis 550 000, tetraploidsetel sortidel 295 000 seemet (Trifolium...).

Kuna Eestis ei ole aastakümneid punase ristiku seemnekasvatuse agrotehnikat uuritud, rajati 2013. aastal

Jõgevale põldkatsed, et selgitada ja täpsustada järgmisi küsimusi.

1) Kas punasele ristikule varem katteviljaks soovitud neljatahuline varane oder on asendatav seisukindlama kahetahulise odra või koguni suvinisu varasepoolsete sortidega.

2) Kuidas mõjutab külvisenormi ja lämmastikväetise fooni alandamine kattevilja saaki ja selle kvaliteeti.

3) Milline on kattevilja (oder, suvinisu) külvisenormi mõju punase ristiku seemnetaimiku kujunemisele ja esimese kasutusaasta seemnesaagile.

4) Uurida katteviljale kasutatava lämmastikväetise normi mõju allakülvatud punase ristiku taimiku kujunemisele ja esimese kasutusaasta seemnesaagile.

5) Selgitada punase ristiku külvisenormi mõju seemnetaimiku kujunemisele ja esimese kasutusaasta seemnesaagile.

6) Kas uuritavad faktorid mõjutavad varase ja hilise punase ristiku seemnetaimiku kujunemist ja seemnesaaki ning selle kvaliteeti erinevalt.

7) Kuidas mõjutab kattevilja liik, agrofoon ja punase ristiku külvisenorm toodangu rahalist väärtust külvi- ja kasutusaasta summas ning milline on tootmissisendite tasuvus suhtarvuna.

Katsematerjal ja meetoodika

Eelpool loetletud eesmärkide saavutamiseks rajati 2013. aastal Jõgevale 2 põldkatset: ühes neist oli katteviljaks varane suvinisu sort 'Mooni', teises kahetahuline keskvalmiv odrasort 'Maali'. Mõlemas katses olid uurimise all punase ristiku varane tetraploidne sort 'Varte' ja hiline tetraploidne sort 'Ilte'. Mõlemal katteviljal olid järgmised agrofooni variandid:

1) kattevilja külvisenorm vähendatud (külvati 66% tava normist), lämmastikväetise norm vähendatud (66% tava normist) – kontrollvariant;

2) kattevilja külvisenorm vähendamata (100%), lämmastikväetise norm vähendatud (66% tava normist);

3) kattevilja külvisenorm vähendamata (100%), lämmastikväetise norm vähendamata (100%);

4) kattevilja külvisenorm vähendatud (66% tava normist), lämmastikväetise norm vähendamata (100%).

Normide arvutamisel olid aluseks järgmised kattevilja külvisenormi ja lämmastikväetise kogused: suvinisu külvisenorm 600 idanevat tera m²-le (100%), lämmastikväetise norm N 120 kg ha⁻¹ (100%), odra puhul külvisenorm 500 idanevat tera m²-le (100%) ja lämmastikväetise norm N 90 kg ha⁻¹ (100%).

Kõigil kattevilja neljal agrofoonil uuriti punase ristiku järgmisi külvisenorme: 2, 4, 6 ja 8 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile (vastavalt 60, 120, 180 ja 240 idanevat seemet m²-le). Punase ristiku külvisenormi variandid rajati neljas korduses.

Katsed rajati leostunud mullale (K_o), milles analüüsimeetmete põhjal oli taimetoitainete sisaldus järgmine: P 179, K 162, Ca 1392, ja Mg 56 mg kg mulla kohta. Muld sisaldas 2,0% süsinikku orgaanilise ainaena, mulla reaktsioon pH_{KCl} 5,4.

Katsete rajamisel külvati katsealale fosfor-kaaliumväetised käsitsi, väetamisel kasutati granuleeritud

liitvæetist Scalsa (mikrovæetiste lisaga) normiga 400 kg ha⁻¹ (P 19, K 67 kg ha⁻¹), lämmastikvæetis anti ammoniumsalpeetrina vastavalt katseplaanile külvikuga Saxonia enne viimast külveelset mullaharimist. Hiljem katseid ei väetatud.

Kattevilja külvati külvikuga Pöttinger Vitasem 252 kitsarealiselt (reavahe 15 cm) 30. aprillil e esimesel külvivõimalusel, allakülvid tehti 2. mail külvikuga Hege 80. Lühiealiste kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks pritsiti katseala ajal, mil teravili oli võrsumisfaasis ja punasel ristikul oli moodustunud 1–2 kolmetist pärislehte herbitsiidiga MCPA 750, norm 1,0 l ha⁻¹.

Rajamisaastal loendati kattevilja generatiivvõrsete arv pinnauhikul ja mõõdeti nende õitsemiseaegne kõrgus. Katteviljaks külvatud oder 'Maali' koristati 30. juulil, suvinisu 'Mooni' 10 augustil. Kummalgi katteviljal ühelgi lämmastikufoonil lamandumist ei esinenud. Teraviljade saak määrati katsekombainiga Hege 140 arvestuslapilt 7 m² kuues korduses, ülejäänud katseala koristati kombainiga Sampo 500. Põhk riisuti katsetelt koristusjärgsel päeval käsitsi ja veeti minema. Kattevilja konts niideti motorobotiga MF 70 15 cm kõrguselt üle. Teravilja proovid kuivatati dineesenkuivatis, sorteeriti, kaaluti ja arvatuti saak. Saagi kvaliteedi näitajatest määrati mahumass, 1000 seemne mass ja toorproteiini sisaldus, suvinisul veel täiendavalt kleepvalgu sisaldus ja gluteeni indeks. Analüüsid tehti Eesti Taimikasvatuse Instituudi biokeemia laboratooriumis.

Külviaastal, vegetatsiooniperioodi lõpu eel, määrati punase ristiku taimede arv pinnauhikul neljas korduses 0,5 × 0,5 m raami abil.

Esimesel kasutusaastal (2014) koolutati regulaarselt punase ristiku varsi äärtelt katselapi keskosa suunas vältimaks taimikute põimumist, mis oleks teinud võimatuks hoida katselappidel seemnesaaki lahus. Varase punase ristiku 'Varte' seeme koristati 20. augustil, hilise punase ristiku 'Ite' seeme aga 2. ja 3. septembril. Koristati kombainiga Hege 125 C. Seemnemass kuivatati dineesentüüpi kuivatis, hõõruti hõõrlil Westrup HA-400, ning lõpp-puhastati Kamas-Westrupi laboratoorse sorteeriga LALS. Kolm kuud pärast kombainimist ja puhastamist määrati laboratooriumis seemnetel 1000 seemne mass ja idanevus.

Katsed paiknesid mesila lähedal (ca 300 m kaugusel), kus 8 peret.

Katse aastate meteoroloogilised tingimused

Katsete rajamisaastal (2013) oli kevad hilisepoolne. Mai, juuni ja juuli olid kõik tavapärasest kõrgema õhutemperatuuriga, juuni-juuli-august samas sademetevaesed. Esimesel võimalusel tehtud külvi tõttu oli teravilja ja punase ristiku tärkamine siiski ühtlane, võrsumine mais langenud sademete tõttu hea. Hiljem kiirendas mullas valitsenud niiskuse defitsiit ja tavalisest kõrgem õhutemperatuur teraviljade valmimist, kuid aeglustas allakülvatud ristikutaimede kasvu ja arengut. Odra saak valmis ja koristati 30. juulil, suvinisu 10. augustil. Kattevilja koristamisest vegetatsiooniperioodi

lõppemiseni jäi alla külvatud ristikutaimedele kosumisaega vastavalt 90 ja 79 päeva.

Ilmaolud seemnesaagiaastal (2014) olid vastuolulised. Maikuu oli paljude aastate keskmisest soojem. Maksimaalne õhutemperatuur tõusis üle 25 °C kaheksal päeval, mis on rekord vaatlusreas 1922–2014. Efektiivseid õhutemperatuure kogunes kuu jooksul 222 kraadi, mis on paljude aastate keskmisest 42 kraadi rohkem. Kasvavas kokkuvõttes kogunes efektiivseid õhutemperatuure kuu lõpuks 325 kraadi, mis ületab keskmist 97 kraadi võrra ja vastas looduses 11 päevasele edumaale. Soojale maikuule järgnes tavatult jahe juuni. Eriti jahe oli kuu viimane dekaad – keskmine õhutemperatuur ainult 11,3 °C. Kogu vaatlusrea jooksul on nii jahe juuni III dekaad Jõgeval olnud vaid ühel aastal (1923). Neljal korral (24., 26., 27. ja 28. juunil) registreeriti taimkatte pinnal koguni öökülma. Varane punane ristik alustas õitsemist 15. juunil, õitsemise esimene pool langes seega ilmastikutingimustelt ebasoodsale sajusele, jahedale ajale. 17. juunil sadas lumekruupe ja lumelörtsi, 23. juunil rahet.

Juulis ilm paranes. Kuu keskmine õhutemperatuur oli 2,5 °C võrra paljude aastate keskmisest kõrgem. Maksimaalne õhutemperatuur tõusis üle 25 °C kuu jooksul 17 päeval ja oli võrdne või üle 30 °C 4 päeval. Kuu oli sademetevaene (48 mm). Selle kuu suuremad sajud esinesid 1. juulil (17 mm) ja 30. juulil (21 mm). Päikesepaistet oli juulis 21% paljude aastate keskmisest enam. Kuu lõpus oli looduse arengus taas ligikaudu 12 päevane edumaa. Ilmad olid punase ristiku õitsemiseks ja tolmeldajate tööks juulis väga soodsad. Ka august oli paljude aastate keskmisest soojem, kuid sademeterohke. Keskmine õhutemperatuur oli 16,5 °C, mis on 1,2 °C võrra paljude aastate keskmisest kõrgem. Sademeid esines augustis 131 mm, mis on 42 mm üle paljude aastate keskmise. Peamised sademed langesid kahel järjestikusel päeval – 23. ja 24. augustil. 23. augustil oli sadu pealegi väga intensiivne. Ligikaudu tunni jooksul sadas üle 20 mm vihma. Kahel päeval (22. ja 23. augustil) sadas Jõgeval rahet. September oli jällegi päikesepaisteline (141% paljude aastate keskmisest), soe ja sademetevaene (27 mm), kuid see ei mõjutanud enam punase ristiku seemnesaaki. Koristus lõpetati 3. septembril.

Ilmastikuolusid kokku võttes võib märkida, et punase ristiku taimed kannatasid külviaastal pika põuaperioodi tõttu. Esimesel kasutusaastal kahandas varase punase ristiku seemnesaaki ekstreemselt halb juuni II pool, hilise punase ristiku seemnesaagi rikkus aga augusti soe, kuid väga vihmane II ja III dekaad. Tugev vihm ja rahe peksid juba küpseda jõudnud seemnetega nutid taimiku sisse vastu maapinda, kus need enam ei kuivanud ja osa moodustunud seemnesaagist riknes (idanes ära).

Katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures, kasutades andmetöötlusprogrammi AGROBASE 20TM (Fisher LSD test).

Katsetulemused

Oder 'Maali' katteviljana

Oder 'Maali' võrsete pikkus katse alal oli vahemikus 67–79 cm (tabel 1). Külvisenormi vähendamisega kaasnes mõningane lisa odra taimiku kõrguses. Lämmastikväetise suurem annus muutis taimed koguni kuni 10 cm kõrgemaks. Taimiku tihedust mõjutas nii odra külvisenorm kui kasutatud lämmastiku kogus. Täis külvisenormiga külvatud ja tavatootmises kasutusel oleva lämmastikväetise normiga väetades kujunes kattevilja kõrgus ja tihedus allakülville kõige raskemaid kasvutingimusi loovaks. Tihe taimik (ca 700 võrset m⁻²) oli 71,6–74,6 cm kõrge.

Odra saak katsevariantides oli vahemikus 3586–4760 kg ha⁻¹ (tabel 2). Külvisenormi vähendamine kolmandiku võrra vähendas lämmastikväetise foonil N 60 kg

ha⁻¹ saaki 1,8–2,6%, lämmastikufoonil N 90 kg ha⁻¹ aga 3,0–17,7%. Külvisenormist enam ja usutavalt mõjutas odra saaki kasutatud lämmastikväetise kogus. Kolmandiku võrra väiksem lämmastiku kogus variandis, kus odra külvisenorm oli 500 idanevat tera m⁻²-l andas saaki 14,8–28,1%. Odra külvisenormi vähendamisega kaasnes mõningane terade mahumassi ja 1000 seemne massi suurenemine, lämmastikväetise normi suurendamisega kaasnes usutav toorproteiini sisalduse tõus. Toorproteiini sisaldust mõjutas ka odra külvisenorm. Selle alandamine kolmandiku võrra põhjustas terade toorproteiini sisalduse usutava tõusu kolmel juhul, ühes variandis sellesuunalist muutust ei kaasnud.

Punase ristiku külvisenormi suurendamine 2 kg-It kuni 8 kg-ni hektari kohta suurendas ka külviaasta sügisel loendatud taimede arvu pinnatühikul (tabel 3).

Tabel 1. Oder 'Maali' taimede kõrgus ja generatiivvõrsete tihedus

Table 1. Height of plants and density of fertile tillers of barley 'Maali'

Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
Külvisenorm 333 id. tera m ² Seeding rate 333 PLS* m ² N 60 kg ha ⁻¹	Külvisenorm 500 id. tera m ² Seeding rate 500 PLS m ² N 60 kg ha ⁻¹	Külvisenorm 500 id. tera m ² Seeding rate 500 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹	Külvisenorm 333 id. tera m ² Seeding rate 333 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹	
'Varte'				
Taimede kõrgus / Height of plants, cm				
72 ^C	69 ^D	75 ^B	79 ^A	2
Generatiivvõrsete arv / Number of fertile tillers, tk m ⁻² -l				
592 ^C	637 ^B	694 ^A	621 ^{BC}	44
'Ilte'				
Taimede kõrgus / Height of plants, cm				
69 ^{BC}	67 ^C	72 ^B	77 ^A	3
Generatiivvõrsete arv / Number of fertile tillers, tk m ⁻² -l				
542 ^B	654 ^A	700 ^A	663 ^A	70

* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas on märgitud erinevate tähtedega (A, B, C, D)
Statistically significant differences ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row are marked with different letters (A, B, C, D)

Tabel 2. Odra 'Maali' saak ja saagi kvaliteet 2013. a

Table 2. Yield of barley 'Maali' and its quality in 2013

Jrk nr	Variant Treatment	Saak, Yield, kg ha ⁻¹	%	Mahumass, Volume weight, g l ⁻¹	Toorproteiin, Crude protein, %	1000 seemne mass, 1000 kernel weight, g
Alla külvatud varane punane ristik 'Varte' / Undersown early red clover 'Varte'						
1	Külvisen. 333 id tera m ² / Seeding rate 333 PLS* m ² N 60 kg ha ⁻¹	3586 ^c	100	692 ^{ab}	9 ^{bc}	48,79 ^{ab}
2	Külvisen. 500 id tera m ² / Seeding rate 500 PLS m ² N 60 kg ha ⁻¹	3678 ^c	102,6	679 ^b	8,7 ^c	47,08 ^b
3	Külvisen. 500 id tera m ² / Seeding rate 500 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹	4211 ^b	117,4	688 ^{ab}	9,7 ^b	47,38 ^b
4	Külvisen. 333 id tera m ² / Seeding rate 333 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹	4104 ^{bc}	114,4	699 ^a	10,1 ^{ab}	49,38 ^a
Alla külvatud hiline punane ristik 'Ilte' / Undersown late red clover 'Ilte'						
5	Külvisen. 333 id tera m ² / Seeding rate 333 PLS m ² N 60 kg ha ⁻¹	3663 ^c	100	694 ^{ab}	9,4 ^b	48,6 ^b
6	Külvisen. 500 id tera m ² / Seeding rate 500 PLS m ² N 60 kg ha ⁻¹	3729 ^{bc}	101,8	681 ^b	8,9 ^c	47,37 ^b
7	Külvisen. 500 id tera m ² / Seeding rate 500 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹	4760 ^a	129,9	682 ^b	10,3 ^a	48,43 ^{ab}
8	Külvisen. 333 id tera m ² / Seeding rate 333 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹	4111 ^{bc}	112,2	696 ^{ab}	10,3 ^a	49,73 ^a
LSD 0,05		528		14	0,4	1,57

* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (a, b, c, d)
Statistically significant differences ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) in the same column are marked with different letters (a, b, c, d)

Taimede arv suurenes seejuures enam kuni 6 kg-ni, sealt edasi külvisenormi suurendamine usutavalt tihedust ei tõstnud. Odra kui kattevilja negatiivne mõju punase ristiku taimede tihedusele oli suurim variandis,

kus oder oli külvatud täiskülvinormiga ja lämmastiku foon oli samuti kõrge. Varasemast on teada, et kattevilja kõrge agrofooni taseme korral on alla külvataval punasel ristikul tarvis vajaliku tiheduse saavutamiseks

külvisenormi suurendada (Bender, 2006). Sama võib järeldada ka meie katseandmetest. Punase ristiku külvisenormid 6 ja 8 ka ha⁻¹ kindlustasid odra kõigil agrofoonidel enamvähem sama tihedusega ristikutaimiku. Katteviljale antud lämmastikväärtise norm mõjutas ristikutaimikut enam kui kattevilja külvisenorm.

Kui pidada kõrge seemnesaagi saamise eelduseks vähemalt 17 taime ruutmeetril (Clifford, Anderson, 1980), siis meie külviaasta sügiseste andmete põhjal ei rahuldanud seda taset vaid üks katsevariant: 2 kg ristikuseemet külvatuna täiskülvinormiga odra alla, mis pealegi sai tavaootmises rakendatava lämmastikuannuse (90 kg ha⁻¹).

Table 3. Oder 'Maali' alla külvatud punase ristiku taimikute tihedus, taimi tk m²

Table 3. Densities of red clover, sown under the barley 'Maali', stands in the autumn of the seeding year, plants pcs m²

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha ⁻¹	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 333 id. tera m ² Seeding rate 333 PLS* m ²	Külvisen. 500 id. tera m ² Seeding rate 500 PLS m ²	Külvisen. 500 id. tera m ² Seeding rate 500 PLS m ²	Külvisen. 333 id. tera m ² Seeding rate 333 PLS m ²	
	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	
	Varane punane ristik / Early red clover 'Varte'				
2	23 ^{ABc}	30 ^{Ac}	14 ^{Bb}	19 ^{Bc}	10
4	35 ^{Bbc}	56 ^{Aab}	27 ^{Bb}	37 ^{Bbc}	18
6	53 ^{Aab}	50 ^{Ab}	48 ^{Aa}	52 ^{Aab}	20
8	59 ^{Aa}	66 ^{Aa}	58 ^{Aa}	61 ^{Aa}	20
Keskm. / Mean	43	51	37	42	
LSD 0,05	19	15	20	23	
	Hiline punane ristik / Late red clover 'Ilte'				
2	27 ^{ABc}	28 ^{Ac}	19 ^{Bb}	25 ^{ABc}	8
4	40 ^{Ab}	47 ^{Ab}	26 ^{Bb}	48 ^{Abc}	9
6	61 ^{Aa}	69 ^{Aa}	56 ^{Aa}	57 ^{Aab}	20
8	72 ^{Aa}	77 ^{Aa}	64 ^{Aa}	78 ^{Aa}	29
Keskm. / Mean	50	55	41	52	
LSD 0,05	12	12	23	24	

* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega. Statistically significant differences ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters

Punase ristiku seemnesaagid

Oder 'Maali' alla külvatud varane punane ristik 'Varte' andis seemnesaagid vahemikus 349–413 kg ha⁻¹ (tabel 4). Kõigi uuritud punase ristiku külvisenormide osas andsid paremaid seemnesaake katselapid, mille rajamisel oli vähendatud katteviljal nii külvisenormi kui lämmastikväärtise normi kolmandiku võrra. Jättes

mõlemad, nii kattevilja külvisenormi kui lämmastikväärtise normi muutmata, vähenes küll alla külvatud punase ristiku seemnesaak, kuid seemnesaagi vähenemine ei olnud statistiliselt usutav. Katseandmed näitasid, et katteviljale antava lämmastikväärtise koguse suurendamise mõju oli seejuures suurem kui kattevilja külvisenormi suurendamise mõju.

Table 4. Katteviljaks olnud oder 'Maali' agrofooni ja alla külvatud varase punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Varte' seemnesaagile 2014. a, kg ha⁻¹

Table 4. The effect of seeding and fertilizer rates of barley 'Maali' and that of seeding rate of the undersown red clover on the seed yield of the cultivar 'Varte' in 2014, kg ha⁻¹

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha ⁻¹	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 333 id. tera m ² Seeding rate 333 PLS* m ²	Külvisen. 500 id. tera m ² Seeding rate 500 PLS m ²	Külvisen. 500 id. tera m ² Seeding rate 500 PLS m ²	Külvisen. 333 id. tera m ² Seeding rate 333 PLS m ²	
	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	
2	389 ^{Aa}	374 ^{Aa}	349 ^{Aa}	387 ^{Aa}	44
4	402 ^{Aa}	397 ^{Aa}	377 ^{Aa}	390 ^{Aa}	70
6	413 ^{Aa}	411 ^{Aa}	398 ^{Aa}	392 ^{Aa}	49
8	389 ^{Aa}	388 ^{Aa}	374 ^{Aa}	383 ^{Aa}	46
LSD 0,05	49	57	59	35	
	Kattevilja agrofooni mõju alla külvatud punase ristiku 'Varte' seemnesaagile, % Effect of cover crop background on the seed yield of undersown red clover 'Varte', %				
2	100	95,9	89,7	99,3	
4	100	98,8	93,7	97,0	
6	100	99,5	96,4	95,0	
8	100	99,9	96,4	98,7	
	Punase ristiku 'Varte' külvisenormi suurendamise mõju seemnesaagile, % Effect of increase in red clover 'Varte' seeding rate on the seed yield, %				
2	100	100	100	100	
4	103,3	106,4	107,8	101,0	
6	106,0	109,9	113,8	101,4	
8	99,8	104,0	107,2	99,2	

* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega. Statistically significant differences ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters

Punase ristiku külvisenorm vahemikus 2–8 kg ha⁻¹ mõjutab esimese kasutusaasta seemnesaaki suhteliselt vähe. Mõnevõrra seemnesaak külvisenormi suurendamisega küll tõusis, kuid suurenemine ei olnud statistiliselt usutav. Külvisenormi 8 kg ha⁻¹ kasutamisel saadi koguni väiksem seemnesaak kui ülejäänud variantides. Tingitud võis see olla sellest, et neil katselappidel oli seemnetaimik tihedam. Augustis alanud tugevate järjestikuste sadudega ei kuivanud taimik neil enam ära ja osas nuttides seeme idanes ning läks saagina kaotsi.

Varasele punasele ristikule lähedasi katsetulemusi näitasid ka hilise punase ristiku sort 'Ilte' katselapid (tabel 5). Oder 'Maali' alla külvatud sort 'Ilte' andis seemet vahemikus 345–402 kg ha⁻¹. Paremaid tulemusi

näitasid punase ristiku külvisenormi variandid katseosal, kus kattevilja oli külvatud vähendatud külvisenormi ja vähendatud lämmastikväetise normiga. Nende viimisel odra tavatootmisel kasutatavate normideni, punase ristiku 'Ilte' seemnesaak küll vähenes, kuid vähenemine jäi enamikul juhtudest katsevea piiresse. Punase ristiku külvisenormiga varieerimine usutavaid muutusi seemnesaagi andmetes kaasa ei toonud. Paremini õigustas külvisenorm 6 kg ha⁻¹. Vaid variandis, kus kattevilja külvisenorm ja lämmastikväetise norm olid vähendatud, piisas punase ristiku külvisenormist 4 kg ha⁻¹. Külvisenormi suurendamine 8 kg-ni seemnesaagilisa ei kindlustanud. Analoogete tulemusi on andnud ka varem Jõgeval läbiviidud katsed (Bender, 2015).

Tabel 5. Katteviljaks olnud oder 'Maali' agrofooni ja alla külvatud hilise punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Ilte' seemnesaagile 2014. a, kg ha⁻¹

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha ⁻¹	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 333 id. tera m ² Seeding rate 333 PLS* m ²	Külvisen. 500 id. tera m ² Seeding rate 500 PLS m ²	Külvisen. 500 id. tera m ² Seedingrate 500 PLS m ²	Külvisen. 333 id. tera m ² Seeding rate 333 PLS m ²	
	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	
2	373 ^{Aa}	353 ^{ABa}	345 ^{Ba}	368 ^{ABa}	25
4	402 ^{Aa}	365 ^{ABa}	356 ^{Ba}	355 ^{Ba}	40
6	374 ^{Aa}	374 ^{Aa}	366 ^{Aa}	384 ^{Aa}	107
8	390 ^{Aa}	358 ^{Aa}	356 ^{Aa}	381 ^{Aa}	52
LSD 0,05	31	29	24	30	
Kattevilja fooni mõju alla külvatud punase ristiku 'Ilte' seemnesaagile, %					
Effect of cover crop background on the seed yield of undersown red clover 'Ilte', %					
2	100	94,6	92,6	98,7	
4	100	90,7	88,5	88,4	
6	100	100,1	97,9	102,9	
8	100	92,0	91,3	97,8	
Punase ristiku 'Ilte' külvisenormi suurendamise mõju seemnesaagile, %					
Effect of increase in the red clover 'Ilte' seeding rate on the seed yield, %					
2	100	100	100	100	
4	107,9	103,5	103,2	96,6	
6	100,3	106,1	106,0	104,5	
8	104,6	101,7	103,1	103,6	

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega. Statistically significant differences ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters

Suvinisu 'Mooni' katteviljana

Suvinisu 'Mooni' klassifitseerub kasvuperioodi pik- kuselt varavalnivaks sordiks. Ta kasvuperiood külvist koristamiseni oli meie katses oder 'Maali' kasvu- perioodist siiski 11 päeva pikem. Teravilja koristamise järel olid suvinisu alla külvatud punase ristiku taimed

võrreldes odra alla külvatutega kasvult ja arengult nõrgemad.

Suvinisu 'Mooni' kasvas katsealal 91–98 cm kõrgu- seks. Külvisenormi vähendamise ei kaasnenud muu- tusi generatiivvõrsete pikkuskasvus (tabel 6).

Tabel 6. Suvinisu 'Mooni' taimede kõrgus ja generatiivvõrsete tihedus

Table 6. Height of plants and density of fertile tillers of the spring wheat 'Mooni'

Külvisenorm 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS* m ² N 80 kg ha ⁻¹	Kattevilja agrofoon / Cover crop background			LSD 0,05
	Külvisenorm 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	Külvisenorm 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	Külvisenorm 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	
'Varte'				
Taimede kõrgus / Height of plants, cm				
91 ^{BC}	89 ^C	93 ^B	98 ^A	3
Generatiivvõrsete arv / Number of fertile tillers, tk m ² -1				
430 ^C	617 ^A	654 ^A	516 ^B	38
Ilte'				
Taimede kõrgus / Height of plants, cm				
93 ^B	93 ^B	96 ^A	96 ^A	2
Generatiivvõrsete arv / Number of fertile tillers, tk m ² -1				
448 ^B	627 ^A	644 ^A	474 ^B	42

* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas on märgitud erinevate tähtedega (A, B, C, D) Statistically significant differences ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row are marked with different letters (A, B, C, D)

Lämmastikväärtise normi vähendamine kolmandiku võrra vähendas suvinisu generatiivvõrsete pikkust 3–4 cm.

Generatiivvõrsete arvu pinnaihikul mõjutas nii külvisenorm kui lämmastikväärtise foon.

Suurem mõju suvinisu tihedusele oli lämmastikväärtise foonil. Kõige vähem generatiivvõrseid (430–448 tk m²) loendati katsevariandis, kus nii külvisenorm kui lämmastiku foon olid, võrreldes tavatootmises kasutusel olevatega, kolmandiku võrra vähendatud.

Suvinisu 'Mooni' andis 2013. aastal meie katses vastuolulisi saagi andmeid (tabel 7). Külvisenormi viimine 400-lt idanevalt teralt m² kohta 600 idaneva terani vähendas saaki 143–147 kg ha⁻¹ võrra. Saagi vähenemine ei olnud küll statistiliselt usutav, kuid kuna

mõlema allakülvatud punase ristiku sordi kohal jäi tendents samaks, pidi seda põhjustama ilmastiku eripära. Vara külvatud orasel oli sel aastal küllaldase soojuse ja mullaniiskuse näol väga soodsad võrsumistingimused, mis ilmselt elimineerisid suurema külvisenormi eelised.

Lämmastikufoonil N 80 kg ha⁻¹ tõstis külvisenormi suurendamine mõnevõrra terasaagi mahumassi, kuid vähendas 1000 seemne massi. Katseosal, kus oli alla külvatud varane punane ristik 'Varte' olid need muutused statistiliselt usutavad, katseosal, kus alla oli külvatud sort 'Ilte' jäid muutused katsevea piiresse. Suvinisu 'Mooni' külvisenormi vähendamine toorproteiini- ja kleepvalgu sisaldust ning gluteeniindeksit ei muutnud.

Tabel 7. Suvinisu 'Mooni' saak ja selle kvaliteet 2013. a
Table 7. Yield of spring wheat 'Mooni' and its quality in 2013

Jrk. nr	Variant Treatment	Saak, Yield, kg ha ⁻¹	Mahumass, Volume weight, g l ⁻¹	1000 s. mass, 1000 s. weight, g	Toorproteiini sisaldus, Crude protein, %	Kleepvalgu sisaldus, Gluten content, %	Gluteeni indeks, Gluten index
Alla külvatud varane punane ristik 'Varte' / Undersown early red clover 'Varte'							
1	Külvisen. 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS* m ² N 80 kg ha ⁻¹	3474 ^{cd}	805 ^{bcd}	72,93 ^a	10,3 ^c	21,8 ^b	60 ^a
2	Külvisen. 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	3331 ^d	823 ^a	70,59 ^b	10,2 ^c	22,2 ^b	59 ^{ab}
3	Külvisen. 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	3703 ^{ab}	808 ^{bc}	69,5 ^b	12,2 ^{ab}	27,9 ^a	49 ^b
4	Külvisen. 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	3707 ^{ab}	800 ^{cd}	71,34 ^{ab}	11,9 ^b	27 ^a	52 ^b
Alla külvatud hiline punane ristik 'Ilte' / Undersown late red clover 'Ilte'							
5	Külvisen. 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	3610 ^{bc}	807 ^{bc}	71,04 ^{ab}	10,6 ^c	22,7 ^b	54 ^b
6	Külvisen. 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	3463 ^{cd}	813 ^b	70,31 ^b	10,4 ^c	21,7 ^b	59 ^{ab}
7	Külvisen. 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	3891 ^a	810 ^b	69,57 ^b	12,7 ^a	28,7 ^a	51 ^b
8	Külvisen. 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	3866 ^a	797 ^d	70,13 ^b	12,7 ^a	28,8 ^a	50 ^b
	LSD 0,05	211	9	2,03	0,7	2,1	5

* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (a, b, c, d)
Statistically significant differences ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) in the same column are marked with different letters (a, b, c, d)

Lämmastiku foonil N 120 kg ha⁻¹ suvinisu 'Mooni' külvisenormi vähendamine terasaaki ei muutnud. Terade mahumass oli vähendatud külvisenormi korral mõnevõrra väiksem, 1000 seemne mass aga pisut suurem. Need muutused olid hilise punase ristiku 'Ilte' kohal statistiliselt usutavad, varase punase ristiku 'Varte' kohal aga mitte.

Lämmastikväärtise suurendamine kutsus ettearvatult katseandmetes suuremaid muutusi. Usutavalt suurenes terasaak. Sõltuvalt variandist saadi 229–281 kg ha⁻¹ enamsaaki, mille toorproteiini ja kleepvalgu sisaldus oli usutavalt kõrgem, kui madalamal lämmastikufoonil kasvanul saagil. Mahumassi, 1000 seemne massi ja

gluteeniindeksi näitajaid meie katses lämmastikufoon ei mõjutanud.

Suvinisu kasvatamisel peaks olema eesmärgiks, et saak oleks realiseeritav toidunisuna. Toidunisu ja söödaniisu hinna vahe on ca 40 eurot tonni kohta. Hinnates meie katsetulemusi toidunisu esitatavate kvaliteedinäitajate põhjal, selgus, et mahukaalu poolest mahtus kõikide variantide saak I (e kõrgeima) kategooria alla (Kvaliteedinõuded toidunisu, 2015). Saagi kvaliteedi näitajatest viis suhteliselt madal proteiinisaldus võimaliku realiseerimishinna alla. Kui lämmastikku anti 80 kg ha⁻¹, oli saagi proteiinisaldus pisut üle 10%, mis vastab toidunisu kvaliteedi viiendale kategooriale

(Kvaliteedinõuded toidunisu, 2015). Lämmastiku täisnormi variantides oli saagis proteiini üle 12%. Selle näiduga tõusis saagi kvaliteedikategooria III-ks. Reali-seerimishinna vahe võrreldes V kategooriaga oli 14 eurot tonni kohta. Madalamal lämmastikufoonil oli kvaliteedinäitajatest problemaatiline ka kleepvalgu sisaldus. Näit võimaldas toidunisu saagi kvaliteediklassi IV–V kategooria piires. Lämmastikväetise täisnorm tõstis aga kleepvalgu sisalduse tasemele (üle 26%), mis võimaldanuks saaki müüa I või II kategooria toidunisuna.

Tabelis 8 on esitatud alla külvatud punase ristiku taimikute tihedused loetuna 30. oktoobril 2013, s.o külviaasta vegetatsiooniperioodi lõpul. Andmetest selgus, et taimede arv pinnatihikul sõltus enam punase ristiku külvisenormist, vähem aga katses olnud kattevilja foonide erinevusest. Suur piirdiferentsi väärtus

viitab, et punase ristiku taimikute tihedus ka sama külvisenormi piires kõikus suures ulatuses. Kirjanduse andmetel on hea punase ristiku seemnesaagi saamiseks küllaldane, kui taimi on ruutmeetril 17 tk (Clifford, Anderson 1980). Meie katses oli see tase saavutatud kõigi punase ristiku külvisenormide juures kõigil katsetatud suvinisu kui kattevilja agrofoonidel va ühel juhul – kui kattevilja oli külvatud täiskülvisenormiga, väetati tavatootmises kasutatava lämmastikväetise normiga ning punane ristik oli külvatud väikseima külvisenormiga. Probleemiks meie katses oli, et punase ristiku taimed ei paiknenud pinnal ühtlaselt. Esines nii hõredamaid kui tihedamaid taimede asetusi. See võis olla tingitud ebaühtlasest seemne väljakülvist, või kattevilja all kujunenud ebaühtlastest niiskus- ja valgustingimustest.

Tabel 8. Suvinisu 'Mooni' alla külvatud punase ristiku taimikute tihedused külviaasta sügisel, taimi tk m²

Table 8. Densities of red clover, sown under the spring wheat 'Mooni', stands in the autumn of the seeding year, plants pcs. m²

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha ⁻¹	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS* m ²	Külvisen. 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ²	Külvisen. 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ²	Külvisen. 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS m ²	
	N 80 kg ha ⁻¹	N 80 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹	
	Varane punane ristik 'Varte' / Early red clover 'Varte'				
2	28 ^{Ac}	21 ^{ABc}	10 ^{Bc}	28 ^{Ab}	15
4	35 ^{Bbc}	30 ^{Bc}	30 ^{Bb}	48 ^{Aa}	9
6	44 ^{Bb}	54 ^{ABb}	45 ^{Ba}	58 ^{Aa}	12
8	62 ^{ABa}	73 ^{Aa}	42 ^{Cab}	59 ^{Ba}	12
Keskm. / Mean	42	45	32	48	
LSD 0,05	12	14	12	13	
	Hiline punane ristik 'Ilte' / Late red clover 'Ilte'				
2	28 ^{Ac}	18 ^{Ab}	31 ^{Aa}	20 ^{Ac}	16
4	38 ^{Abc}	42 ^{Aa}	29 ^{Aa}	40 ^{Ab}	27
6	49 ^{ABb}	60 ^{Aa}	54 ^{ABa}	43 ^{Bb}	15
8	68 ^{Aa}	43 ^{Ba}	46 ^{Ba}	62 ^{Aa}	15
Keskm. / Mean	46	41	40	41	
LSD 0,05	13	21	26	16	

* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega. Statistically significant differences ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters

Punase ristiku seemnesaagid

Tabelis 9 on esitatud punase ristiku sort 'Varte' seemnesaagid 2014. a. Neist nähtub, et suvinisu agrofooni variandid mõjutasid alla külvatud punase ristiku seemnesaaki suhteliselt vähe. Statistiliselt usutav oli seemnesaagi vähenemine vaid variandis, mis külvatud külvisenormiga 8 kg ha⁻¹ ja kus kattevilja oli külvatud täiskülvinormiga ning teda oli väetatud tavatootmises kasutusel oleva lämmastikväetise normiga. Siin võis seemnesaagi vähenemine olla tingitud pigem mõningase osa saagist nutis kasvama minekuga.

Suvinisu alla külvatud punase ristiku 'Varte' külvisenormi suurendamine kuni 6 kg-ni hektari kohta suurendas võrreldes kasutatud külvisenormiga 2 kg ha⁻¹ esimese kasutusaasta seemnesaaki 4,5–9,8%, kuid seemnesaagi suurendamine ei olnud seejuures statistiliselt usutav.

Suvinisu sort 'Mooni' ja odrasort 'Maali' võrdlus varase punase ristiku sort 'Varte' külviaasta katteviljana näitas, et eelistada tuleks seemnepõllu rajamisel katteviljana otra (tabel 9) Võrreldes odra alla külvatuga

andis suvinisu alla külvatud varane punane ristik esimesel kasutusaastal ca 20% madalama seemnesaagi.

Hiline punane ristik 'Ilte' andis nisu alla külvatuna suhteliselt hea seemnesaagi. Seemnesaak varieerus siin sõltuvalt kattevilja agrofoonist ja kasutatud punase ristiku külvisenormist vahemikus 332,8–406,3 kg ha⁻¹. Kattevilja külvisenormi ja lämmastikväetise normi vähendamise loobumine tõi esimesel kasutusaastal kaasa punase ristiku 'Ilte' seemnesaagi vähenemise 8,9–10,1%. Piirdiferentsi kõrge väärtuse juures ei olnud seemnesaagi vähenemine statistiliselt usutav.

Hilise punase ristiku külvisenormi muutmine vahemikus 2–8 kg ha⁻¹, seemnesaaki esimesel kasutusaastal usutavalt ei muutnud.

Võrreldes sordi 'Ilte' seemnesaagi andmeid, mis saadud odra ja suvinisu allakülvidest, selgus, et hilisele punasele ristikule sobivad katteviljana mõlemad (tabel 10). Mõnes variandis saadi suvinisu all kasvanud katselappidelt seemet isegi mõne protsendi võrra enam, kui odra all kasvanud katselappidelt.

Tabel 9. Katteviljana kasutatud suvinisu 'Mooni' agrofooni ja punase ristiku külvisenormi mõju sort 'Varte' seemnesaagile 2014. a, kg ha⁻¹**Table 9.** The effect of seeding and fertilizer rates of spring wheat 'Mooni' and that of seeding rate of the undersown red clover on the seed yield of the cultivar 'Varte' in 2014, kg ha⁻¹

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha ⁻¹	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS* m ²	Külvisen. 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ²	Külvisen. 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ²	Külvisen. 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS m ²	
	N 80 kg ha ⁻¹	N 80 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹	
2	316 ^{Aa}	310 ^{Aa}	290 ^{Aa}	311 ^{Aa}	56
4	325 ^{Aa}	306 ^{Aa}	312 ^{Aa}	319 ^{Aa}	50
6	340 ^{Aa}	329 ^{Aa}	319 ^{Aa}	325 ^{Aa}	82
8	366 ^{Aa}	302 ^{ABa}	283 ^{Ba}	305 ^{ABa}	73
LSD 0,05	53	45	54	62	
Kattevilja fooni mõju alla külvatud punase ristiku 'Varte' seemnesaagile, % Effect of cover crop background on the seed yield of undersown red clover 'Varte', %					
2	100	98,1	91,9	98,5	
4	100	94,1	96,1	98,1	
6	100	96,8	93,6	95,6	
8	100	82,5	77,2	83,1	
Punase ristiku 'Varte' külvisenormi suurendamise mõju seemnesaagile, % Effect of in the red clover 'Varte' seeding rate on the seed yield, %					
2	100	100	100	100	
4	102,9	98,8	107,7	102,4	
6	107,7	106,3	109,8	104,5	
8	116,0	97,5	97,4	97,9	
Suvinisu ja odra (100%) kui kattevilja võrdlus, % Spring wheat and barley (100%) compared as a cover crop, %					
2	81,1	82,9	83,1	80,5	
4	80,8	77,0	82,9	81,7	
6	82,4	80,2	80,1	83,0	
8	94,3	77,8	75,5	79,5	

* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused (p < 0,05; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega
Statistically significant differences (p < 0,05; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters**Tabel 10.** Katteviljaks olnud suvinisu 'Mooni' agrofooni ja alla külvatud hilise punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Ilte' seemnesaagile 2014. a, kg ha⁻¹**Table 10.** The effect of seeding and fertilizer rates of spring wheat 'Mooni' and that of seeding rate of the undersown red clover on the seed yield of the cultivar 'Ilte' in 2014, kg ha⁻¹

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha ⁻¹	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS* m ²	Külvisen. 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ²	Külvisen. 600 id. tera m ² Seeding rate 600 PLS m ²	Külvisen. 400 id. tera m ² Seeding rate 400 PLS m ²	
	N 80 kg ha ⁻¹	N 80 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹	
2	375 ^{Ab}	370 ^{Aa}	337 ^{Aa}	360 ^{Aa}	61
4	406 ^{Aa}	395 ^{Aa}	372 ^{Aa}	378 ^{Aa}	71
6	388 ^{Ab}	380 ^{Aa}	355 ^{Aa}	378 ^{Aa}	57
8	366 ^{Ab}	366 ^{Aa}	333 ^{Aa}	371 ^{Aa}	63
LSD 0,05	34	66	81	43	
Kattevilja fooni mõju alla külvatud punase ristiku 'Ilte' seemnesaagile, % Effect of cover crop background on the seed yield of undersown red clover 'Ilte', %					
2	100	98,7	89,9	96,1	
4	100	97,1	91,4	93,0	
6	100	98,0	91,5	97,5	
8	100	100,2	91,1	101,5	
Punase ristiku 'Ilte' külvisenormi suurendamise mõju seemnesaagile, % Effect of increase in the red clover 'Ilte' seeding rate on the seed yield, %					
2	100	100	100	100	
4	108,5	106,7	110,3	104,9	
6	103,5	102,8	105,3	105,0	
8	97,6	99,1	98,8	103,1	
Suvinisu ja odra (100%) kui kattevilja võrdlus, % Spring wheat and barley (100%) compared as a cover crop, %					
2	100,6	104,9	97,7	97,9	
4	101,0	108,2	104,4	106,4	
6	103,8	101,6	97,0	98,4	
8	93,8	102,2	93,6	97,4	

* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused (p < 0,05; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega
Statistically significant differences (p < 0,05; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters

Katseandmeile tuginedes võib väita, et Jõgeval aretatud tetraploidse punase ristiku sordid on hea seemnesaagi võimega. Samas tuleb märkida, et seemnesaagi

võime realiseerumine tootmises sõltub paljudest asjaoludest. Taanis on aastatel 1996–2010 punase ristiku keskmine seemnesaak tootmispõldudel olnud 317 kg ha⁻¹, lapikatsetes samal ajal aga 806 kg ha⁻¹. Mõnel üksikul

aastal on erinevus seemnesaagis olnud peaaegu olematu, mõnel aastal aga kuni kolmekordne (Boelt, Gislum, 2011).

Üldiselt annavad punase ristiku tetraploidsed sordid diploidsetega võrreldes 40% vähem seemet (Sjodin, Ellerström, 1986). Punase ristiku seemnekasvatuseks soodstates piirkondades hinnatakse diploidsete sortide seemnesaaki 400–500 kg ha⁻¹ heaks, tetraploididel sortidel 200–400 kg ha⁻¹ (Taylor, Quesenberry, 1996; Boller jt., 2010). Norras on statistikaameti andmeil tetraploidsete punase ristiku sortide keskmine seemnesaak 164 kg ha⁻¹, diploidsetel sortidel aga 247 kg ha⁻¹. Rootsi vastavad näitajad on 225 ja 300 kg ha⁻¹ (Amdahl jt., 2016). Leedus aastatel 2003–2011 läbiviidud katsetes kujunes 58 diploidse punase ristiku sordi keskmiseks seemnesaagiks 110,4 kg ha⁻¹, 35 tetraploidisel sordil aga 94,9 kg ha⁻¹ (Liatukas, Bukauskaite, 2012).

Punase ristiku seemnete kvaliteet

Külviaasta kattevilja liik mõjutas esimesel kasutus-aastal punase ristiku 1000 seemne massi suhteliselt vähe (tabel 11). Siiski oli sordi 'Varte' puhul odra alla külvatud katselappide 1000 seemne mass üldjuhul suurem (seeme jämedam) kui suvinisu alla külvatud katselappidel. Tegemist oli aga siiski vaid tendentsiga, mis ei kehtinud kõigi katsevariantide kohta. Hilisel punasel ristikul 'Ilte' oli tendents pigem vastupidine. Kuuteistkümnest võrreldavast variandist oli üheksal juhul suurem 1000 seemne mass just suvinisu alla külvatud katselappidel.

Kõikidelt katsevariantidelt koristatud punase ristiku seemne idanevus oli väga hea, kõikides vahemikus 96–99%, vastates sellega supereliitseemnele esitatavale nõudele. Mõnevõrra üllatav oli idanevuse näit hilise punase ristiku seemnel, mille saak jäi enne koristamist põllul kestvate vihmasadude kätte ja kus tugevasti lamandunud taimikus osa nuttides seeme ära idanes.

Tabel 11. Punase ristiku seemne kvaliteet 2014. a
Table 11. Red clover seed quality in 2014

Ristiku külvisenorm Clover seeding rate kg ha ⁻¹	Kattevilja agrofoon / Cover crop background							
	Oder 333 id. tera m ² Barley 333 PLS* m ² N 60 kg ha ⁻¹		Oder 500 id. tera m ² Barley 500 PLS m ² N 60 kg ha ⁻¹		Oder 500 id. tera m ² Barley 500 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹		Oder 333 id. tera m ² Barley 333 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹	
	1000 s mass, 1000 s weight, g	Idanevus, Germin., %	1000 s mass, 1000 s weight, g	Idanevus, Germin., %	1000 s mass, 1000 s weight, g	Idanevus, Germin., %	1000 s mass, 1000 s weight, g	Idanevus, Germin., %
	Varte'							
2	2,980	99	2,995	99	3,038	96	2,908	96
4	3,045	97	2,956	99	2,961	96	2,857	99
6	3,048	97	3,054	99	3,025	98	2,892	99
8	3,028	99	2,998	99	2,977	96	2,847	97
	Suvinisu 400 id tera m ² Spring wheat 400 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹		Suvinisu 600 id tera m ² Spring wheat 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹		Suvinisu 600 id tera m ² Spring wheat 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹		Suvinisu 400 id tera m ² Spring wheat 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	
2	2,857	97	2,870	97	2,921	96	2,886	97
4	2,922	99	2,888	99	2,935	98	2,882	98
6	2,901	98	2,974	96	2,899	98	2,971	96
8	2,929	98	2,912	98	2,985	97	2,989	98
	Ilte'							
	Oder 333 id tera m ² Barley 333 PLS m ² N 60 kg ha ⁻¹		Oder 500 id tera m ² Barley 500 PLS m ² N 60 kg ha ⁻¹		Oder 500 id tera m ² Barley 500 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹		Oder 333 id tera m ² Barley 333 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹	
2	2,854	99	2,916	98	2,903	99	2,938	98
4	2,840	98	2,867	99	2,915	99	2,838	99
6	2,823	97	2,881	99	2,894	98	2,859	98
8	2,863	99	2,846	99	2,935	99	2,878	97
	Suvinisu 400 id tera Spring wheat 400 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹		Suvinisu 600 id tera Spring wheat 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹		Suvinisu 600 id tera Spring wheat 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹		Suvinisu 400 id tera Spring wheat 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	
2	2,813	98	2,882	98	2,920	98	2,825	98
4	2,849	97	2,905	97	2,949	97	2,836	98
6	2,902	98	2,934	99	2,887	99	2,831	98
8	2,906	97	2,91	98	2,954	99	2,851	98

* PLS – pure live seeds

Majanduslikud arvutused

Külviaasta tootmissisenditest olid suuremad kulu allikad fosfor-kaalium kompleksväetis (hind 350 € t⁻¹), ammoniumsalpeeter (300 € t⁻¹), kattevilja seeme (suvinisu C1 kategooria. 0,53 € kg⁻¹, oder C1 kategooria 0,52 € kg⁻¹). Kui katteviljaks oli oder 'Maali', mis külvatud tootmises kasutusel oleva täiskülvinormiga (500 idanevat tera m²-le) ja väetades teda täis lämmastikunormiga (N 90 kg ha⁻¹), siis maksid seemnepõllu rajamiseks vajalikud tootmissisendid

hektari kohta 387,2 eurot. Kattevilja külvisenormi vähendamine kolmandiku võrra alandas seemnepõllu rajamiskulu 11,5% (siin ja edaspidi ei ole arvestatud masintöö kulu), lämmastikväetise normi vähendamine kolmandiku võrra 6,9% ja mõlema samaaegne vähendamine 20,2%. Külvates katteviljaks suvinisu 'Mooni' külvisenormiga 600 idanevat seemet m²-le ja väetades külvi lämmastikväetise normiga N 120 kg ha⁻¹ moodustasid seemnepõllu rajamiseks vajalikud sisendid 421,2 € ha⁻¹. Suvinisu külvisenormi vähendamine

kolmandiku võrra alandas rajamiskulu 11,4%, lämmastikväetise normi vähendamine kolmandiku võrra 9,3% ja mõlema samaaegne vähendamine 23,1%.

Odra saak oli 2015. aasta hindade järgi realiseeritav söödaviljana, hind 147 € t⁻¹, suvinisu toiduviljana sõltuvalt kvaliteedist kas III (182 € t⁻¹), IV (175 € t⁻¹) või V (168 € t⁻¹) kvaliteediklassi kuuluvana, punase ristiku tetraploidsete sortide C1 kategooria seemnena, hind 6 € kg⁻¹. Toidunisu kuulumisel kõrgemasse kvaliteedi (ja hinna) kategooriasse oli takistuseks madal proteiinisaldus, eriti katsevariantides, kus kasutati vähendatud lämmastikväetise normi. Tabelis 12 on toodud tootmissisendite maksumused kattevilja agrofooni ja alla külvatud punase ristiku sortide kaupa tingimusel, et punane ristik külvati külvisenormiga

4 kg/ha samuti võimalik rahaline tulem kattevilja ja punase ristiku seemnesaagi realiseerimisest.

Punase ristiku seemnepõllu rajamine suvinisu alla külvates osutus odrale allakülvist kallimaks. Seda põhiliselt suuremate lämmastikväetise koguste tõttu. Rajamisaasta ja varase punase ristiku 'Varte' esimese kasutusaasta saakide realiseerimistulemuste põhjal ilmnes odra katteviljana kasutamise eelis. Hilise punase ristiku puhul saadi vastupidine tulemus – suvinisu osutus katteviljana odrast tulusamaks. Arvutused näitasid, et rajamisaastal tehtud kulutused tootmissisenditele osutusid kõige tasuvamaks kattevilja agrofoonil, kus nii kattevilja külvisenorm kui lämmastikväetise norm olid kolmandiku võrra vähendatud.

Tabel 12. Aastate 2013–2014 majanduslik tulem punase ristiku külvisenormi korral 4 kg ha⁻¹
Table 12. Economic result in 2013–2014 at the red clover seeding rate of 4 kg ha⁻¹

Kattevilja agrofoon <i>Cover crop background</i>	Tootmissisendite maksumus, € ha ^{-1*} <i>Production input cost, € ha⁻¹</i>	Sissetulek toodangu realiseerimisest, € ha ^{-1*} <i>Income from production sales, € ha⁻¹</i>	%	Suht- arv <i>Ratio (input cost : output value)</i>
'Varte', külvisenorm 4 kg ha ⁻¹ , kattevilja suvinisu 'Mooni' <i>'Varte', seeding rate 4 kg ha⁻¹, cover crop spring wheat 'Mooni'</i>				
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 66%, N 66%	342,2	2534	100	7,4
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 100%, N 66%	385,2	2396	94,5	6,2
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 100%, N 100%	421,2	2546	100,5	6,0
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 66%, N 100%	378,2	2563	101,1	6,8
'Varte', külvisenorm 4 kg ha ⁻¹ , kattevilja oder 'Maali' <i>'Varte', seeding rate 4 kg ha⁻¹, cover crop barley 'Maali'</i>				
Oder / <i>barley</i> 66%, N 66%	322,2	2939	100	9,1
Oder / <i>barley</i> 100%, N 66%	362,2	2923	99,5	8,1
Oder / <i>barley</i> 100%, N 100%	387,2	2881	98,0	7,4
Oder / <i>barley</i> 66%, N 100%	347,2	2943	100,1	8,5
'Ilte', külvisenorm 4 kg ha ⁻¹ , kattevilja suvinisu 'Mooni' <i>'Ilte', seeding rate 4 kg ha⁻¹, cover crop spring wheat 'Mooni'</i>				
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 66%, N 66%	342,2	3042	100	8,9
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 100%, N 66%	385,2	2928	96,3	7,6
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 100%, N 100%	421,2	2934	96,4	7,0
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 66%, N 100%	378,2	2972	97,7	7,9
'Ilte', külvisenorm 4 kg ha ⁻¹ , kattevilja oder 'Maali' <i>'Ilte', seeding rate 4 kg ha⁻¹, cover crop barley 'Maali'</i>				
Oder / <i>barley</i> 66%, N 66%	322,2	2950	100	9,2
Oder / <i>barley</i> 100%, N 66%	362,2	2738	92,8	7,6
Oder / <i>barley</i> 100%, N 100%	387,2	2806	95,1	7,2
Oder / <i>barley</i> 66%, N 100%	347,2	2734	92,7	7,9

* Rajamiskulude arvutamisel olid aluseks hinnad seisuga 31. detsember 2013, toodangu maksumuse arvutamisel realiseerimishinnad seisuga 31. märts 2015

* The establishment costs were calculated on the basis of prices at 31 December 2013, the cost of production calculation was based on the selling prices at 31 March 2015.

Kokkuvõtvad järeldused

Katseandmetele tuginedes võib järeldada:

- 1) tetraploidse punase ristiku seemnepõldu võib rajada nii kahetahulise odra kui varasepoolsete suvinisu sortide alla külvates;
- 2) teraviljale soodsate võrsumisaegsete ilmastikuolude korral mõjutab külvisenormi vähendamine kattevilja tihedust ja saaki suhteliselt vähe;
- 3) kasutatud lämmastikväetise normil on kattevilja tihedusele, terasaagile ja saagi kvaliteedile oluline mõju;
- 4) katteviljale antud lämmastikväetise norm mõjutab allakülvatud punase ristiku taimiku kujunemist külviaastal arvestataval määral. Negatiivne mõju avaldub taimiku tiheduses ja ristikutaimede arengus

ning kasvu tugevuses sh nii enne kui pärast kattevilja koristamist;

- 5) suvinisu 'Mooni' kasvuperiood külvist koristamiseni on 11 päeva pikem kui oder 'Maalil'. Odra järel on ristikutaimedel sügis-suvine kosumisperiood pikem;
- 6) varasele punasele ristikule sobib oder katteviljana suvinisust paremini – vahe seemnesaagis esimesel kasutusaastal kuni 20%. Hilise punase ristiku seemnesaak sõltub külviaastal kasutatud kattevilja liigist vähem;
- 7) kattevilja külvisenormi vähendamine soodustab allakülvatud punase ristiku taimede arengut, kuid esimese kasutusaasta seemnesaaki mõjutab see suhteliselt vähe (seemnesaagi suurenemine üldjuhul 2–5%);
- 8) kattevilja külvisenormist enam pärsib punase ristiku taimede kasvu ja arengut katteviljale antud

- lämmastikväetis. Teravilja tootmiskülvidel kasutava normi vähendamine kolmandiku võrra suurendab esimese kasutusaasta punase ristiku seemnesaaki (üldjuhul 3–7%);
- 9) kattevilja külvisenormi ja lämmastikväetise normi samaaegne vähendamine parandab alla külvatud punase ristiku taimede kasvuolusid, mis väljendub esimese kasutusaasta seemnesaagi lisas kuni 12%;
 - 10) tetraploidse punase ristiku külvisenorm vahemikus 2–8 kg ha⁻¹ mõjutab seemnesaaki suhteliselt vähe. Paremaid tulemusi andsid katsevariandid, mis olid külvatud normiga 4 või 6 kg 100%-lise külvi väärtusega seemet hektarile. Neid norme soovitate seemnepõldude rajamisel kasutada;
 - 11) külvisenorm 8 kg ha⁻¹ osutub ekstreemsete ilmaoludega aastal väiksemasaagiliseks. See annab küll tiheda taimiku, kuid kestva saju tingimustes ei kuiva taimik koristamise eel enam ära ja osa seemnesaagist rikneb nutis idanemise läbi;
 - 12) külvisenormil 2 kg ha⁻¹ on perspektiivi vaid tingimusel, kui kasutada on külvik, mis on võimeline nii väikese seemnekoguse ühtlaselt välja külvama ja kui suudetakse esialgu hõre taimik hoida umbrohu puhas;
 - 13) punase ristiku tetraploidsed sordid 'Varte' ja 'Ilte' on ligilähedase seemnesaagi võimega;
 - 14) kattevilja liik, selle agrofoon ja alla külvatud punase ristiku külvisenorm mõjutavad esimesel kasutusaastal ristiku 1000 seemne massi vähe;
 - 15) punase ristiku seemnesaagi idanemust uuritavad katsevariandid ei mõjuta.
- Artiklis toodud punase ristiku külvisenormid kehtivad tetraploidsetele sortidele. Meie katses oli rajamisel kasutatud seemne 1000 seemne mass 3,150 g. Diploidsetel punase ristiku sortidel on see näit vahemikus 1,4–1,9 g. Nende sortide külvisenormi täpsustamiseks on vaja korraldada eraldi katsed.

Tänuavaldus

Uurimistöö on läbi viidud aastatel 2013–2014 rakendusuuringu projekti raames, mis tellitud ja finantseeritud Eesti Vabariigi põllumajandusministeeriumi poolt. Täname rahalise toetuse eest!

Huvide konflikt / Conflict of interest

Autor kinnitab artikliga seotud huvide konflikti puudumist.
The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

Autorite panus / Author contributions

Katse kontseptsioon ja planeerimine: AB.
Andmete kogumine: AB, ST.
Katseandmete analüüs ja tõlgendamine: AB, ST.
Käsikirja mustandi kirjutamine: AB.
Lõpliku käsikirja toimetamine ja heaks kiitmine: AB, ST
Study conception and design: AB.
Acquisition of data: AB, ST.
Analysis and interpretation of data: AB, ST.
Drafting of manuscript: AB.
Critical revision and approve the final manuscript: AB, ST.

Kasutatud kirjandus

- Aamlid, T.S. 2011. Froavl av rodklover. Dyrkingsveiledning mars 2011 – <http://froavl.bioforsk.no>
- Aamlid, T.S., Havstad, L.T. 2011. Seed production of red clover. – http://www.seemneliit.ee/wp-content/uploads/2011/12/Tryve_red-clover-2011.pdf
- Amdahl, H., Aamlid, T.S., Ergon, A., Marum, P., Kovi, M.R., Alsheikh, M., Rognli, O.A. 2016. Seed yield potential in tetraploid red clover. – Proceedings of the 16th Nordic herbage seed production seminar. NJF seminar 491. 20–22 June 2016, Grimstad, Norway, 17–21.
- Bender, A. 2006. Liblikõielised heintaimed. Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine. – Jõgeva, lk 130–233.
- Bender, A. 2015. Kattevilja agrofooni ja punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Varte' seemnesaagile. – Agraarteadus, 26(1), 3–12.
- Boelt, B., Gislum, R. 2011. Seed yield potential in red clover in Denmark. – NJF seminar 420. Herbage seed production. Findings from research plots to commercial seed multiplication. Ilmajoki, Finland, 28–29 June 2011, 30–34.
- Boller, B., Posselt, U.K., Veronesi, F. (eds). 2010. Handbook of plant breeding; Fodder crops and amenity grasses. – New York, 524 pp.
- Bouet, S., Sicard, G. 1998. Trifolium pratense in France. In: Forage Seed Production 1. temperate species (Eds. D.T. Fahey, J.G. Hampton). – Cambridge, pp. 377–383.
- Bowely, S.R., Upfold, R.A., Wright, H. 2014. Producing red clover seed in Ontario. – http://www.uoguelph.ca/plant/performance_recommendations/ofcc/pdf
- Clifford, P.T.P., Anderson, A.C. 1980. Red clover seed production – research and practice. – http://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland_publication_554.pdf
- Havstad, L., Øverland, J.I. 2016. Effect of sowing rates and sowing methods on weed control and organic seed production of timothy, meadow fescue and red clover. – Proceedings of the 16th Nordic herbage seed production seminar. NJF seminar 491. 20–22 June 2016, Grimstad, Norway, 125–130.
- Huebner, G. 2014. Red clover seed production. – http://www.forageseed.net/index.php?option=com_content&view=article&id=152:red-clover-seed-production&catid=40:business&temid=121
- Jaama, E. 1986. Põldheina agrotehnika. Taimekasvatus. – Tallinn, lk 225–242.
- Jansone, B. 2008. Sarkanais ābolinš. Guide Book in the Seed Production of forage Grasses. – Skriveri, p. 22–53.
- Kotkas, H. 1969. Punase ja roosa ristiku seemnekasvatus. Põldheina kasvatus. – Tallinn, lk 213–237.
- Kvaliteedinõuded toidunisuule. 2015. – <http://www.tartumill.ee/et/tarnijale>
- Liatukas, P., Bukauskaite, J. 2012. Differences in yield of diploid and tetraploid red clover in Lithuania. – Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Section B, 66(4/5):163–167.

- Marshall, A.H., Steiner, J.J., Niemeläinen, O., Hacquet, J. 1998. Legume seed crop management. In: Forage Seed Production 1. temperate species (Eds. D.T. Fairey, J.G. Hampton). – Cambridge, p. 127–152.
- Pankiw, P., Bonin, S.G., Lieverse, A.C. 1977. Effects of row spacing and seeding rates on seed yield in red clover, alsike clover and birdsfoot trefoil. – *Can. J. Plant Sci.*, 57:413–418.
- Rand, H. 1992. Heintaimede seemnekasvatus. Rohumaaviljelus talupidajatele. – Saku-Tallinn-Tartu, lk 44–74.
- Rinkcer, C.M., Rampton, H.H. 1985. Seed production. In: *Clover Science and Technology* (Eds. N. Taylor, L. Madison). – Wisconsin, pp. 417–443.
- Sepp, M. 2015. Kliimamuutustega kohanemise klimatoloogilised aspektid. Kliimamuutustega kohanemine Eestis – valmis vääramatuks jõuks? (Toim. A. Roose). – Tartu, lk 20–37.
- Sjodin, J., Ellerström, S. 1986. Autopolyploid forage crops. Svalöf 1886–1986. In: *Research and Results in Plant Breeding* (Ed. G. Olsson). – Stockholm, Sweden, 102–113.
- Statistika andmebaas. 2015. – <http://www.pub.stat.ee/px-veb.2001/Dialog/Saveshow.asp>
- Taylor, N.L., Quesenberry, K.H. 1996. Red clover science. – Dordrecht, 228 p.
- Taylor, N.L., TeKrony, D.M., Henning, J. 1996. Producing red clover seed in Kentucky. – <http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/agr/agr2/agr2.pdf>.
- Trifolium pratense* L. – www.fao.org/Ag/agp/agpc/doc/gbase/data/pf000349.htm
- Undersander, D., Smith, R.R., Kelling, K., Doll, J., Wolf, G., Welding, J., Peters, J., Hoffman, P., Shaver, R. 1990. Red clover. Establishment, Management and Utilization. – <http://learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/A3492.pdf>.
- plant cover and the development of clover plants as well as in the growth both before and after the harvesting of cover crop;
- 5) The growing period of the spring wheat 'Mooni' from seeding to harvest is 11 days longer than that of the barley 'Maali'. With barley clover plants have a longer autumn-summer recovering period;
 - 6) For early red clover, barley as a cover crop is a better option than spring wheat – the difference in seed yield in the first harvest year is up to 20%. The seed yield of late red clover depends less on the cover crop species;
 - 7) The reduction of cover crop seeding rate enhances the development of undersown red clover plants, but has a relatively low impact on the seed yield of the first harvest year (as a rule, a 2–5% increase in seed yield);
 - 8) The growth and development of red clover plants are inhibited more by the nitrogen fertilizer applied to cover crop than by the seeding rate of cover crop. The reduction of rate used in grain production by one third increases the seed yield of red clover in the first harvest year (as a rule by 3–7%);
 - 9) The reduction of both cover crop's seeding rate and nitrogen fertilizer rate improves the growing conditions of red clover plants, which is expressed as a 12% increase in the seed yield in the first harvest year;
 - 10) The seeding rate of tetraploid red clover between 2–8 kg ha⁻¹ affects the seed yield relatively little. Better results were obtained in trial variants, which were seeded with 4 or 6 kg PLS per ha. We recommend to use these rates for the establishment of a seed field;
 - 11) In extreme weather conditions the seeding rate of 8 kg ha⁻¹ yields less. It gives a dense stand, but under the conditions of ongoing rainfalls, the stand does not dry out before harvest, and part of the seed yield may become damaged due to germination in flower heads;
 - 12) The seeding rate of 2 kg ha⁻¹ has a potential only in case there is a seeding machine, which is able to sow such a small amount of seeds evenly, and it is possible to keep the initially sparse stand free of weeds;
 - 13) The tetraploid red clover cultivars 'Varte' and 'Ilte' have a more or less equal seed yielding ability;
 - 14) The cover crop species, its seeding and fertilization rates and the seeding rate of undersown red clover have a small effect on the 1000 seed weight in the first harvest year;
 - 15) The studied trial variants do not affect the germinability of red clover seed yield.

Establishment of tetraploid red clover seed field under a cover crop

Ants Bender, Sirje Tamm

Estonian Crop Research Institute, J. Aamisepa 1,
Jõgeva 48309, Estonia

Summary

Based on the trial results the following conclusions can be drawn:

- 1) A seed field of tetraploid red clover can be established by seeding it under the cultivars of either two-sided barley or early spring wheat;
- 2) When the weather conditions during tillering are favourable for grain, the reduction of seeding rate has a relatively low impact on the density and yield of the cover crop;
- 3) The applied nitrogen fertilizer rate has a significant effect on the density of the cover crop, on the grain yield and the quality of yield;
- 4) The nitrogen fertilizer rate applied to the cover crop affects significantly the development of undersown red clover in the year of seeding. Negative impact can be traced in the density of

The seeding rates provided in the paper are valid for tetraploid cultivars. In our trial the 1000 seed weight was 3,150 g. For diploid red clover cultivars it is between 1,4–1,9 g. To specify the seeding rate for these cultivars, separate trials must be conducted.