

HEINTAIMEDE SEEMNEKASVATUS

Artiklite kogumik

Seed production of grasses
A collection of articles

Ants Bender



Heintaimede seemnekasvatus

Artiklite kogumik

Seed production of grasses
A collection of articles

Ants Bender



Jõgeva 2023

Tekst ja fotod: Ants Bender

Kaane kujundus: Sirje Tamm

Arvutitekst ja kujundus: Sirje Tamm

Inglise keel: Maila Marka ja Rene Aavola

© 2023 Ants Bender

Maaelu Teadmuskeskus

Autoriõigus kuulub Maaelu Teadmuskeskusele, varalised õigused kuuluvad materjali tellijale. Materjal valmis Maaeluministeeriumi ning Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ameti (PRIA) tellimusel 2023. a. Kõik autoriõigused on kaitstud riigi ning Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ameti (PRIA) tellimusel 2023. a. Kõik autoriõigused on kaitstud.

Trükikoda Rebellis

ISBN 978-9916-9505-4-8

Sisukord

Saateks	5
Polüploidiseerimise mõju punase ristiku (<i>Trifolium pratense</i> L.) õite mõõtmetele, tolmeldava entomofauna liigilisele koosseisule ja arvukusele	9
Polüploidiseerimisega kaasnenud punase ristiku (<i>Trifolium pratense</i> L.) õie morfoloogiliste ja füsioloogiliste muutuste mõju tolmeldajate töökiirusele ja väärtusele risttolmlemise tagajana	36
Tetraploidse punase ristiku seemnepõllu rajamine kattevilja aluse külvi-ga	61
Kasvuregulaatori Moddus 250 EC kasutamisest punase ristiku (<i>Trifolium pratense</i> L.) seemnekasvatuses	94
Punase ristiku (<i>Trifolium pratense</i> L.) sortide 'Varte' ja 'Ilte' seemnete värvusindeks	101
Punase ristiku sordi 'Varte' seemnekesta värvuse ja vanemtaime seemnesaagi ning 1000 seemne massi vahelised seosed	113
Seemnekesta värvuse mõju punase ristiku (<i>Trifolium pratense</i> L.) saagi-gile ja saagi kvaliteedile	121
Valge ristiku (<i>Trifolium repens</i> L.) seemnepõllu eelniitmisest	128
Kattevilja agrofooni ja põldtimuti (<i>Phleum pratense</i> L.) külvisenormi mõju sordi 'Tika' seemnesaagile	142
Kasvuregulaatori ja kevadise täiendava lämmastikväetise mõju põld-timuti (<i>Phleum pratense</i> L.) seemnesaagile ja seemnete kvaliteedile	162
Kokkuvõte Jõgeval läbiviidud päideroo (<i>Phalaris arundinacea</i> L.) seemnekasvatuse katsete tulemustest	179
Kõdraliimi Laminex kasutamisest päideroo (<i>Phalaris arundinacea</i> L.) seemnete varisemise vähendamiseks	207
Sale-haguheina (<i>Koeleria gracilis</i> Pers.) seemnekasvatus	217
Kokkuvõte tihedapuhmikulise punase aruheina (<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>commutata</i>) sort 'Herbert' seemnekasvatuse agrotehnika katsetest	228
Kitsalehelistest aruheintest	247
Lamba-aruheina (<i>Festuca ovina</i> L.) ja kink-aruheina (<i>Festuca trachy-phylla</i> Hack.) seemnekasvatus	256

Table of contents

<i>Preface</i>	7
<i>An impact of polyploidization on the dimensions of red clover (<i>Trifolium pratense</i> L.) flowers, species' composition and number of insect pollinators. – Summary</i>	33
<i>An impact of morphological and physiological transformations of red clover (<i>Trifolium pratense</i> L.) flowers accompanying polyploidization on the pollinators' working speed and value as a guarantee for cross pollination – Summary</i>	59
<i>Establishment of tetraploid red clover seed field under a cover crop. – Summary</i>	92
<i>Application of growth regulator Moddus 250 EC in seed production of red clover. – Summary</i>	100
<i>Seed colour index for red clover (<i>Trifolium pratense</i> L.) cultivars 'Varte' and 'Ilte'. – Summary</i>	112
<i>Relations between the colour of seed coat, seed yield of parental plant and 1000 seed weight in red clover cv. 'Varte'. – Summary</i>	120
<i>Impact of the seed coat's colour to the yield and herbage quality of red clover. – Summary</i>	127
<i>Pre-mowing of white clover (<i>Trifolium repens</i> L.) raised for seed. – Summary</i>	141
<i>Impact of the seeding and fertilization rates of cover crop and the seeding rate of timothy on the seed yield of the cultivar 'Tika'. – Summary</i>	161
<i>Effect of plant growth regulator and additional nitrogen fertilization in spring on the seed yield and seed quality of timothy (<i>Phleum pratense</i> L.). – Summary</i>	178
<i>Summary of trial results of reed canarygrass (<i>Phalaris arundinacea</i> L.) seed production that were conducted at Jõgeva. – Summary</i>	205
<i>The use of pod-sealant Laminex to reduce seed shattering of reed canary grass (<i>Phalaris arundinacea</i> L.). – Summary</i>	216
<i>Seed production of <i>Koeleria gracilis</i> Pers. – Summary</i>	226
<i>Seed production agrotechnics of chewings fescue 'Herbert'. – Summary</i>	245
<i>From narrow-leaved fescues. – Abstract</i>	247
<i>Seed production of sheep and hard fescue. – Summary</i>	266

Saateks

Käesolevas raamatus on kokku võetud umbes neljakümne viimase aasta vältel Jõgeval läbi viidud heintaimede seemnekasvatuse agrotehnika alane uurimistöö. Töö on toimunud entusiasmist põhitöö kõrvalt. Põhitööks on olnud (ja on) heintaimede sordiaretus koos säilitusaretuse ning algseemnekasvatusega. Vaid kahel korral on õnnestunud seemnekasvatuse agrotehnika uurimistöö tarbeks saada ka rahastust. Olgu need, kui haruldused, siin ära toodud. 2001. aastal õnnestus saada Eesti Teadusfondist aastateks 2001–2004 grant nr 4733 teemal *Kõrreliste alusheinte seemnekasvatuse agrotehnika välja töötamine* (rahastus 360 000 EEK) ja aastal 2013 Põllumajandusministeeriumi rakendusuuringute programmist projekt aastateks 2013–2014 teemal *Kattevilja, külvisenormi ja lämmastikväetise normi mõju punase ristiku seemnetaimiku saagivõimele esimesel kasutusaastral* (rahastus 40 000 eurot).

Uurimistöid on algatatud praktilisest vajadusest tulenevalt. Jõgevalt on viimase neljakümne aasta jooksul tootmisse jõudnud 17 erineva liigi 23 uut heintaimesorti. Nende seas on sorte, mis Eestis uuetüübilised (näiteks tetraploidsed punase ristiku sordid 'Ilte' ja 'Varte') või sordid liikidest, millel seni Eestis aretustöö üldse puudus (sale-haguhein 'Ilo', lamba-aruhein 'Ave' ja 'Kihnu', kink-aruhein 'Ruhnu' ning tihedapuhmikuline punane aruhein 'Herbert'). Uued sordid olid neist liikidest (või alamliigist) esimesed. Sisuliselt on tegemist uue liigi kultuuri võtmisega. Arusaadavalt ei ole siis kellelgi teadmisi ega kogemust, kuidas otstarbekalt sorti paljundada. Kätesaadavas erialakirjanduses ei ole kas üldse nende liikide seemnekasvatuse agrotehnika uurimisandmeid (näiteks sale-haguheina kohta), neid on väga vähe (kink-aruheina kohta) või võib neid küll leida (tihedapuhmikulise punase aruheina kohta), kuid uurimistöö on läbi viidud teistes kliima piirkondades, mistõttu pole katseandmed meie oludesse üle kantavad. Kogemused puudusid ka aretajal endal, mistõttu ilma põldkatseid läbi viimata polnud võimalik praktikuid juhendada. Iga uue sordi puhul ongi tegelikult üheks esmaülesandeks selgitada tema seemnesaagi võime. Seda infot teadmata ei saa seemnekasvatajale sorti paljundamiseks soovitada.

Eeltoodust lähtuvalt leiab lugeja käesolevast kogumikust materjali, mis iseloomustab punase ristiku tetraploidsete sortide olemust. Kirjeldatakse nende seemnekasvatust mõjutavaid, polüploidiseerimisega kaasnenud morfoloogilisi ja füsioloogilisi muutusi õite mõõtmetes ja nektarierituses. Lugeja leiab materjali nende muutuste mõjust omakorda tolmeldajate liigilisele koosseisule, liikide eelistustele ja töö kiirusele. Eraldi alapeatükis (artiklis) on info punase ristiku, kui meie tähtsaima liblikõielise heintaime, seemnepõllu rajamise kohta kattevilja aluse külviga oludes, kus muutuste tõttu teraviljaliikide valikus, kasutatakse katteviljana varem selleks ebatraditsioonilisi kaherealisi odra ja suvinisu sorte. Ja seda olukorras, kus taotletakse kõrget kattevilja saagikust ja saagi kvaliteeti.

Pealiskõrrelistest on töös peatähelepanu pööratud põldtimuti, meie täht-

saima kõrrelise heintaimede, seemnekasvatusele. Energiaprobleemide aktuaalsuse tõttu võib lugejale huvi pakkuda võimalus siduda päideroo seemnekasvatuse bioenergia tootmisega. Kõrrelistest alusheintest oleme sordi tasandil uurinud sale-haguheina, tihedapuhmikulise punase aruheina, lamba-aruheina ning kink-aruheina seemnekasvatust täites oma publikatsioonidega sellekohaseid lünki erialakirjanduses.

Uurimistulemusi on avaldatud Euroopa Rohumaade Föderatsiooni konverentsi kogumikes, Põhja- ja Baltimaade heinaseemne kasvatuse eriala konverentside kogumikes, Eesti, Läti ja Leedu Põllumajandusülikoolide ning Eesti Taimekasvatuse Instituudi teadustööde kogumikes, ajakirjas *Agraarteadus*, kogumikus *Agronoomia* ja mujal.

Jõgeval läbiviidud heintaimede seemnekasvatuse põldkatsete tulemused on vormistatud kõik artiklite kujul, mis igaüks loetavad eraldiseisvate üksustena. Selgitamaks tööde läbiviimise meetodikat, oleme tekstidele lisanud ka fotosid. Need annavad ettekujutuse uurimistööde mahust, katse väljanägemisest põllul, kasutatud katsevahenditest ja -tehnikast.

Teaduritelt nõutakse põllukultuuride agrotehnoloogiliste soovitude kohta alati ka majanduslikke arvutusi. Oleme meiegi neid teinud ja mõne artikli lõpus need arvutused ära toonud. Teades ise samal ajal, millises muutuv maailmas me tegutseme. Teades ka seda, kuidas tootmissisendite hinnad (ja toodangu hinnad) muutuvad mitte päevades vaid isegi tundides.

Autor loodab, et lugeja leiab siit raamatust tuge oma igapäevases heinaseemne kasvatuse praktilises töös.

Ühtlasi kasutan võimalust tänada oma kolleege, kes põldkatsete läbiviimisel ja laboratoorsete analüüside tegemisel on mulle suureks abiks olnud.

Ants Bender

Preface

This book summarises research on agrotechnics of grass seed production carried out in Jõgeva over the last 40 years. It has mainly been accomplished out of enthusiasm alongside the main work, which has been (and still is) plant breeding, maintenance breeding and production of breeder seed. Only twice, funding has been received for research on agrotechnics of seed production. Since these cases are rare, they deserve to be mentioned here. In 2001, grant No. 4733 for the project “Development of seed production agrotechnics of low grasses” was awarded by the Estonian Science Foundation (360,000 Estonian kroons) and for years 2013–2014, the Ministry of Agriculture allocated funds for the project “The impact of cover crop, seeding rate and nitrogen fertiliser rate on the yield ability of the red clover stand in the first crop year” (40,000 euros).

All studies have been undertaken to respond to practical needs. Within the last 40 years, 23 new varieties of 17 species of forage crops developed in Jõgeva have been accepted for production. Some of these varieties are innovative in Estonia (e.g., tetraploid red clover varieties ‘Ilte’ and ‘Varte’), the others are varieties of species for which there was no previous breeding activity in Estonia (crested hairgrass ‘Ilo’, sheep fescue varieties ‘Ave’ and ‘Kihnu’, hard fescue ‘Ruhnu’ and chewings red fescue ‘Herbert’). These new varieties were the first among the species (or subspecies). Basically, it means introducing new species in the cultivation. In such cases, it is only understandable that nobody has the knowledge or experience on how to properly propagate the variety. In the available literature on the subject, research findings concerning seed production techniques for these species are missing (e.g., on crested hairgrass) or scarce (on hard fescue) or provided (on chewings red fescue) for research carried out in different climatic regions and therefore, test data cannot be transferred to our conditions. Since the breeders also lacked experience, it was impossible to instruct practitioners without performing any field experiments. For each new variety, one of the first tasks is to determine its potential seed yield capacity. Without this information, the variety cannot be recommended to seed producers for propagation.

Given the above, this collection provides information on the characteristics of different varieties of tetraploid red clover. In the articles, morphological and physiological changes in the nectar secretion and dimensions of flowers are described that result from polyploidization and influence seed production. The reader finds information on the impact of these changes on the composition of species of pollinators, preferred species and working speed. One of the sub-chapters (an article) discusses the establishment of a seed field of red clover, the main leguminous forage plant in Estonia, by seeding under cover crop in conditions where, due to changes in the selection of cereal species, non-traditional two-rowed barley and spring wheat cultivars are used. In doing so, high cover

crop yield and crop quality are sought.

With reference to top grasses, the primary focus has been on seed production of timothy, the main herbaceous grass in Estonia. The relevance of energy problems may spark the reader's interest in the opportunity to link seed production of reed canary grass to bioenergy production. At the level of variety, we have studied seed production of different ground grasses, e.g., crested hairgrass, chewings red fescue, sheep fescue and hard fescue, filling with our publications relevant gaps in the specialised literature.

Research findings have been published in the proceedings of conferences organised by the European Grassland Federation and conferences held in Nordic and Baltic states on the matters related to grass seed production, also in the proceedings of agricultural universities of Estonia, Latvia and Lithuania, the Journal of Agricultural Science (*Agraarteadus*), the collection Agronomy (*Agronomia*) and other publications.

The results of field experiments carried out in Jõgeva have been presented in the form of articles that can be read as separate units. In order to illustrate the methods used in our research, photos have been added to the articles, which give an indication of the amount of research work, the arrangement of experiments in the field and the test tools and equipment used.

Researchers are always expected to offer economic calculations related to agrotechnological recommendations on arable crops. We have provided them, too, and presented our estimates at the end of some articles, being aware that we act in a rapidly changing world with the costs of production inputs (and products) changing not within days, but hours.

The author hopes that the publication supports the readers in their everyday practical work related to grass seed cultivation.

Finally, I take the opportunity to thank my colleagues, whose assistance in carrying out field experiments and laboratory analyses has been invaluable.

Ants Bender

POLÜPLOIDISEERIMISE MÕJU PUNASE RISTIKU (*Trifolium pratense* L.) ÕITE MÕÕTMELE, TOLMEL- DAVA ENTOMOFAUNA LIIGILISELE KOOSSEISULE JA ARVUKUSELE

ABSTRACT. In 1993–1996, a field trial was conducted at the Estonian Crop Research Institute in Jõgeva, which examined the effect of polyploidization on the dimensions and nectar production of the red clover flower. The varieties preferred by pollinators were investigated. The trial included pairs of analogue varieties: 'Varte' (4n) and 'Jõgeva 433' (2n) (early) and 'Ilte' (4n) and 'Jõgeva 205' (2n) (late). The length of the corolla tube of the florets and the width of the orifice of the corolla tube were measured (400 repetitions). The observations counted pollinators visiting the flowers of varieties during full bloom (both in initial growth and aftercrop) (30 observations). By visual observation the species of pollinators, the variety preferences of the species and the motive for visiting flowers were determined. In the autumn, the seed yield of varieties was determined. The trial results are presented in the English summary of the article.

Keywords: red clover ploidy, flower dimensions, pollinators, bumble-bees, honey-bee

Sissejuhatus

Punane ristik (*Trifolium pratense* L.) on tollemisviisilt isesteriilne entomofiilne allogaam, mille õied on evolutsiooni käigus kohastunud tolmukandele kimalaste (*Bombus* Latr.) kaasabil. Viimase sajandi tormiline tööstuse areng, aga samuti inimkonna tegevus põllumajanduse edendamisel (uudismaade ülesharimine, põldude massiivistamine, maaparandus, väetiste ja taimekaitsevahendite kasutuselevõtt jne.) on ökoloogilise tasakaalu paigast nihutanud. Keskkonna saastatuse ning antropogeense surve tulemusena on väga suurel osal Euroopast vähenenud nii kimalaste liigiline koosseis kui säilinud liikide arvukus (Valle, 1955; Jefremova, 1988; Von Hagen, Wolf, 1993; Williams, 1994; Madebeikin, 1997). Tolmeldava entomofauna defitsiidi tõttu jääb ristikusortide seemnesaagi geneetiline potentsiaal üha enam kasutamata ning saagid langevad. Pikaajaliste katseandmete analüüs kinnitab seda ka Eesti kohta (Bender, 1998).

Looduslike tolmeldajate üha kahanev ja aastati ebastabiilne arvukus on sundinud tekkinud vastuolule lahendust otsima meemesilaste (*Apis mellifera* L.) kaasabil. Viimaste pidamistehnoloogia on inimese poolt sajandite vältel väga hästi väljatöötatud ning nende kasutamisel paljude põllumajanduskultuuride tolmeldajana on omandatud rikkalikult praktilisi kogemusi.

Kahjuks pole meemesilane punase ristiku tolmeldajana eriti efektiivne, sest külastab selle kultuuri õisi meelasti vaid nektarierituseks ilmastikutingimustelt väga soodsail perioodidel. Kui õite nektarieritus on vähene, puudub meemesilasel õite külastamiseks motiiv: oma suhteliselt lühikeste suistega ei ulatu ta kroon-

putke põhjas oleva nektarini. Taolises olukorras jäävad tulemusteta või väheefektiivseks ka kõik seni teadaolevad meemesilaste töö suunamise võtted.

Meemesilaste kasutamine punase ristiku tolmeldajana on raskendatud just Euroopa põhjapoolseis riikides (Inglismaal, Rootsis, Soomes, endise NSV Liidu põhjaosas s.h. Eestis), kus õie kroonputk on pikim (9,0–11,0 mm) samal ajal kui Euroopa lõunapoolseis riikides (näiteks Itaalias) paigutub see näitaja vahemikku 7,6–8,8 mm (Julen, 1964; Maurizio, 1964; Hawkins, 1969). Meemesilaste suiste pikkuses (5,59–7,25 mm, Smaragdova, 1983) on aga märgata vastupidist tendentsi: lõunapoolsetel meemesilase rassidel on suised pikemad kui põhjapoolsetel rassidel. Balti riikides on kohalike mesilasrasside keskmiseks suiste pikkuseks mõõdetud ($n = 1500$) 6,086 mm (Straisis, 1988).

Punase ristiku viimine aretuslike võtetega diploidsetel tasandil tetraploidsele põhjustab kõigi vegetatiiv- ja generatiivorganite suurenemist (Levan, 1948). Kui ristikusortide taimevarte ja -lehtede suurenemist võib lugeda heaks näitajaks, mis garanteeribki kokkuvõttes suurema haljasmassi- ja kuivainesaagi, siis generatiivorganite mõningad morfoloogilised muutused võivad olla sordi seemnekasvatuses oluliseks takistuseks.

Erinevate autorite andmeil suureneb polüploidiseerimisel punase ristiku õie kroonputke pikkus 4–20% (Novosjolova, 1972; Anderson, 1973; Makarov, 1974; Bilis, 1984), kuid samaaegselt suureneb ka nektarieritus (Skirde, 1961; Paatela, 1962; Dennis, Haas, 1967), väheneb nektari suhkrusisaldus (Maurizio, 1961; Paatela, 1962), suureneb õietolmu terade läbimõõt ning nende kuju muutub eba-korrapärasemaks (Novosjolova, 1972). Kõik need muutused võivad mõjutada putukate tööd. Teadaolevalt omavad tolmeldajad suurt tundlikkust isegi tagasihoidlikele muutustele õie ehituses ja teistes omadustes, mis võivad märgatavalt alandada (või vastupidi suurendada) õite atraktiivsust ning põhjustada nende küllastatavuse vähenemist (või suurenemist) (Pesenko, 1974, 1995).

Tetraploidsete punase ristiku sortide diploidsetest sortidest madalama seemnesaagi üheks põhjuseks on peetud just õie kroonputke pikenemist, mis muudab nii tolmeldajate liigilist koosseisu kui nende töökiirust (Dennis, Haas, 1967; Bilinski, 1977; Dolgov, Bogatõrjov, 1982).

Katsematerjal ja meetodika

Jõgeval aretatud tetraploidsete punase ristiku sortide 'Varte' (varane) ja 'Ilte' (hiline) õite morfoloogiliste ja sekretoorsete muutuste ulatust ning nende muutuste võimalikku mõju tolmeldajate arvukusele selgitati põldkatses, mis rajati 1993. aasta juulis mustkesale katteviljata kitsarealises külvis 4 korduses. Nii dikui teraploidsetel sortidel kasutati külvisenormi 12 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile. Arvestuslapi suurus täisõitsemisel oli 10 m².

Standarditena lülitati katsesse sordid 'Jõgeva 433' ja 'Jõgeva 205', mis on olnud eelpoolnimetatud tetraploidsete sortide aretamisel diploidseks lähtematerjaliks.

Katse paiknes kerge liivsavi lõimiseega leetjal mullal, huumushorisoni tusedus 32 cm, huumusesisaldus 2,7%, pH_{KCl} 5,8, P ja K sisaldus vastavalt 17,1 mg ja 16,4 mg 100 g mullas. Eelviljaks oli kartul, millele anti väetistest 30 t sõnnikukomposti ja 600 kg nitroammofoskat (N, P_2O_5 ja K_2O sisaldus 11%). Katse läbiviimise ajal väetisi ei antud.

Varaste ristikusortide variantidelt, kus uuriti õite morfoloogilisi muutusi ja tolmeldajaid ädalal, koristati esimese niite haljasmass õienuttide moodustumise algul.

Enne õitsemise algust pritsiti taimikuid ristikunirplase tõrjeks preparaadiga fosaloon ($1,5 \text{ l ha}^{-1}$).

Esimese, teise ja kolmanda kasutusaasta taimikutel mõõdeti sortide õisi täisõitsemise faasis järgides meetodikat, mida oma uurimistöös rakendasid Dennis ja Haas (1967). Mõõtmiseks valiti visuaalse hinnangu järgi tervetelt taimedelt normaalselt väljakujunenud, täielikult puhkenud õitega nutid – igalt korduselt 10 õienutti, igast õienutist mõõdeti laboratooriumis binokulaari all 10 õit. Seega on tabelis 1 esitatud andmed 400 mõõtmistulemuse keskmised. Vältimaks tolmeldajate nektarikorjet isoleeriti varase punase ristiku esmakasvu õienutid üks ööpäev enne õite mõõtmist kasutades selleks perforeeritud kilest isolaatoreid.

Iga sordipaari õitsemise ajal tehti 30 vaatlust, mille käigus registreeriti vaatluslehtedele õisi külastanud tolmeldaja liik, isendite arv ja õie külastamise motiiv. Tabelites 3–8 esitatakse nelja korduse keskmised tolmeldajate andmed, mis on arvutatud 30 vaatlustulemuse summana.

Sügisel niideti ja koristati katselappidelt kogu seemnehein kottidesse, kuivatati kunstlikult ning peksti katsekombainiga Hege 125 C. Saadud seemnemass hiljem hõõruti ja puhastati Kamas-Westrup firma laboratoorsete masinatega.

Kõik kolm katseaastat olid põuase suvega (tabel 1). 1994. aastal lõppes mullaniiskuse vajak tugeva saju järel augusti algul, 1995. ja 1996. aastal kestis nappide sademetega ilm koguni septembri lõpuni. Erakordselt soe oli 1994. aasta juuli (Jõgeval tõusis 7 päeval õhutemperatuur üle $30 \text{ }^\circ\text{C}$), 1995. aasta juuni (kuu keskmine õhutemperatuur kordas senist rekordit) ja 1996. aasta august.

Katselappide lähedal (100 m) paiknes igal katseaastal 2 meemesilasperet. Kimalaste pesitsemine oli katse naabruses võimalik nelja talu tootmishoonete ümbruses ja aedades, kus aastakümneid pole tehtud mingeid taimekaitse- ega muid hooldustöid. Kimalaste pesitsemiseks maakorralduse käigus jäetud loodusliku taimkatte ja hõreda pajuvõsaga ala pindalaga 0,3 ha oli 600 meetri kaugusel.

Katselappide naabruses olid valge ja roosa ristiku, ida-kitseherne, kollase hübriidlutserni ja tetraploidse punase ristiku aretus- ja algseemneaiad. Suurema lennuraadiusega meemesilaste tööd punasel ristikul võisid mõjutada ka kauge- mal (0,8–3,0 km) paiknenud suvirapsi ja -rüpsi tootmispõllud.

Käesolevas artiklis ei käsitleta tolmeldajate jaotumist samaaegselt õitsenud entomofiilsete kultuuride vahel, kuna need andmed on juba mujal käsitlemist leidnud (Mänd *et al.*, 1997; Martin *jt.*, 1998).

Tabel 1. Katseaastate ilmastikku iseloomustavad põhilised näitajad
 Table 1. The main weather characteristics the weather during the testing period

Kuu Month	Kesk. õhutemp. / Average air temp., °C		1995		1996		1922–1992		Sademed / Precipitation, mm					
	1922–1992	1994	±	1995	±	1996	±	keskm. / mean	1994	±	1995	±	1996	±
Aprill	3,3	3,3		1,1		0,9		36	28,3		-12,9		-7,2	
Mai	10,1	-1,4		0,2		0,3		50	7,6		30,1		-0,9	
Juuni	14,3	-1,1		3,9		-0,4		63	17,1		14,6		-11,1	
Juuli	16,5	2,2		-0,5		-1,7		84	-47,2		-31,6		-4,1	
August	15,2	0,2		-0,3		1,9		89	54		-37,7		-85,8	
September	10,4	1,2		0,3		-2,1		72	5,1		-14,1		-41,3	

Katsetulemused ja arutelu

Polüploidiseerimise mõju punase ristiku õite mõõtmetele

Tabelis 2 esitatud mõõtmistulemuste põhjal võib väita, et tetraploidsete punase ristiku sortide õite kroonputk oli kolme katseaasta keskmisena diploidse aretuse lähtesordi õie kroonputkest usutavalt pikem. Nii di- kui tetraploidse punase ristiku sortide õie kroonputk oli pikim esimesel kasutusaastal, vanemas taimikus kroonputk aasta-aastalt lühenes. Esimesel kasutusaastal oli ka ploidsusest tulenev vahe kroonputke pikkuses suurim.

Taimiku eelniitmine lühendas ädalas (võrreldes esmakasvuga) õite kroonputke pikkust nii di- kui tetraploidsetel varase punase ristiku sordil. Diploidsetel sordil oli eelniitmise mõju suurem.

Varase punase ristiku sordid olid (eriti esimesel kasutusaastal) hiliste sortidega võrreldes pikema õie kroonputkega.

Sordi ploidsus mõjutas õie kroonputke suudme läbimõõtu enam kui kroonputke pikkust. Tetraploidsetel sortidel oli õie kroonputke suue kolme katseaasta keskmisena 30,8–33,7% avaram. Suurim (37,5–46,4%) oli erinevus kroonputke suudme läbimõõttudes esimesel kasutusaastal, hilisematel kasutusaastatel vahe mõõttudes vähenes. Diploidsete sortide õite kroonputke suue oli vanemates taimikutes avaram kui esimesel kasutusaastal, tetraploidsetel sortidel võis märgata pigem vastupidist tendentsi.

Seemnepõllu eelniitmine vähendas vähesel määral ka õite kroonputke suudme läbimõõtu.

Varase punase ristiku sortide esmakasvul määratud nektarinivoo kõrgus tõestas tetraploidse sordi suuremat nektarieritust. Nektarisamba kõrgus oli mõlemal sordil kõrgeim esimesel kasutusaastal, hiljem see vähenes mõlemal sordil, diploidsetel seejuures aastast-aastasse üha rohkem. Sellest tulenevalt oli suurim vahe nektarisamba kõrguses kolmandal kasutusaastal.

Nektarinivoo kõrgus õie kroonputkes varieerus mõlema sordi puhul suures ulatuses.

Tegelikult ei määragi õit küllastavate putukate töö edukust ainult kroonputke pikkus (ja mõneti ka selle suudme laius), vaid määravaks on kroonputke pikkuse ja nektarisamba kõrguse vahe. Kui see vahe on putuka suiste pikkusest väiksem, saavad nad nektarit õiest kätte ja on õie küllastamisest huvitatud.

Kuigi rikkalikum nektarieritus kompenseerib osaliselt kroonputke pikkuse suurenemist, jäi tetraploidse sordi 'Varte' õites kaugus kroonputke suudmest nektarini usutavalt suuremaks kui diploidsetel sordil kõigil kolmel kasutusaastal. Suurim vahe kauguses oli esimesel kasutusaastal (0,62 mm e. 8,6%), hiljem erinevus di- ja tetraploidse sordi vahel vähenes.

Aastatel 1994–1997 läbiviidud punase ristiku di- ja tetraploidsete sortide õite mõõtmistulemused näitasid, et Jõgeval eksperimentaalse polüploidiseeri-

Tabel 2. Eestis aretatud punase ristiku di- ja tetraploidsete sortide õite mõõtmised aastail 1994–96
 Table 2. The dimensions of the flowers of Estonian di- and tetraploid red clover varieties in 1994–96

Sort Variety	1994		1995		1996		1994–96 keskm.	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Varased sordid, kevadkasv / Early varieties, spring growth								
Kroonputke pikkus / Length of corolla tube								
Jõgeva 433 (2n)	8,96	100	8,86	100	8,82	100	8,88	100
Varte (4n)	10,10	112,7	9,68	109,3	9,63	109,2	9,80	110,4
LSD 0,05	0,08		0,08		0,09		0,05	
Kroonputke suudme läbimõõt / Diameter of the orifice of corolla tube								
Jõgeva 433 (2n)	1,54	100	1,67	100	1,68	100	1,63	100
Varte (4n)	2,16	140,3	2,10	125,7	2,22	132,1	2,16	132,5
LSD 0,05	0,02		0,01		0,03		0,02	
Nektarisamba kõrgus / Height of nectar column								
Jõgeva 433 (2n)	1,76	100	1,44	100	1,15	100	1,45	100
Varte (4n)	2,28	129,5	2,12	147,2	1,75	152,2	2,05	141,4
LSD 0,05	0,07		0,06		0,08		0,03	
Kaugus kroonputke suudmest nektarini / Distance between the orifice of corolla tube and nectar								
Jõgeva 433 (2n)	7,20	100	7,42	100	7,67	100	7,43	100
Varte (4n)	7,82	108,6	7,56	101,9	7,88	102,7	7,75	104,3
LSD 0,05	0,10		0,10		0,11		0,07	

Tabel 2 järg. Eestis aretatud punase ristiku di- ja tetraploidsete sortide õite mõõtmised aastail 1994–96
 Table 2 cont. The dimensions of the flowers of Estonian di- and tetraploid red clover varieties in 1994–96

Sort Variety	1994		1995		1996		1994–96 keskm.	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Hilised sordid / Late varieties								
Kroonputke pikkus / Length of corolla tube								
Jõgeva 205 (2n)	8,85	100	8,82	100	8,52	100	8,73	100
Ilte (4n)	9,86	111,4	9,60	108,8	9,16	107,5	9,51	108,9
LSD 0,05	0,08		0,08		0,07		0,05	
Kroonputke suudme läbimõõt / Diameter of the orifice of corolla tube								
Jõgeva 205 (2n)	1,51	100	1,65	100	1,64	100	1,60	100
Ilte (4n)	2,21	146,4	2,07	125,5	2,12	129,3	2,14	133,7
LSD 0,05	0,02		0,01		0,01		0,01	
Varased sordid, ädal / Early varieties, regrowth								
Kroonputke pikkus / Length of corolla tube								
Jõgeva 433 (2n)	8,03	100	8,00	100	7,82	100	7,95	100
Varte (4n)	9,69	120,7	9,12	114	8,99	115	9,27	116,6
LSD 0,05	0,07		0,08		0,09		0,06	
Kroonputke suudme läbimõõt / Diameter of the orifice of corolla tube								
Jõgeva 433 (2n)	1,57	100	1,62	100	1,58	100	1,59	100
Varte (4n)	2,13	135,7	2,08	128,4	2,03	128,5	2,08	130,8
LSD 0,05	0,01		0,02		0,02		0,02	

misega ja järgnenud valikutega loodud tetraploidsed sordid on ca 10% pikema õie kroonputkega, mis võib raskendada õitest nektarit ammutavate lühisuiseliste tolmeldajate s.h. meemesilaste tööd (foto 1).

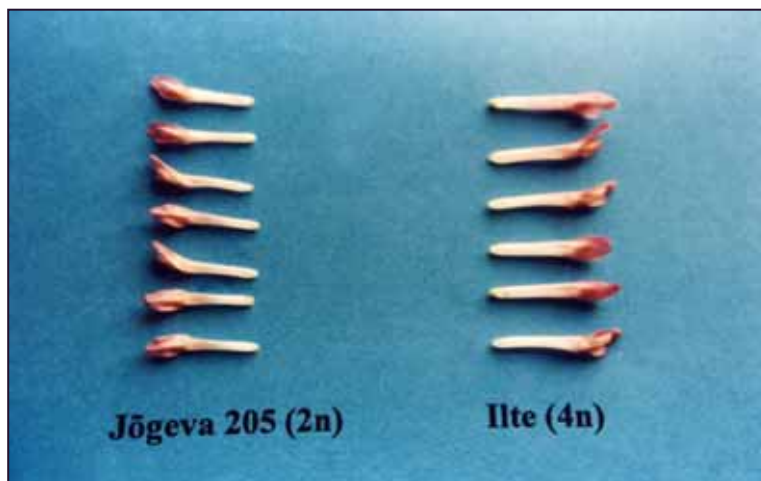


Foto 1. Di- ja tetraploidse punase ristiku õied

Photo 1. The flowers of di- and tetraploid red clover

Polüploidiseerimise mõju punast ristikut tolmeldava entomofauna liigilisele koosseisule ja arvukusele

Kõige tagasihoidlikumalt külastasid tolmeldajad varase punase ristiku sortide õisi esmakasvul (tabel 3). Selle punase ristiku alamliigi õitsemisajal juuni III dekaadis ja juuli I poolel on kõigi kimalaseliikide pesakonnad veel suhteliselt väikesearvulised. Eriti kehtib öeldu hilja pesitsemist alustavate hallkimalase (*Bombus veteranus* F.), ristikukimalase (*Bombus distinguendus* L.) ja aedkimalase (*Bombus hortorum* L.) kohta. Nendel, punase ristiku väga headel tolmeldajaliikidel koorub nimetatud punase ristiku alamliigi sortide õitsemise ajal alles esimene väikesearvuline kurn töökimalasi ning põllul käib toitumas ja korjel emakimalane üksi.

Vara pesitsemist alustavate liikide maakimalase (*Bombus lucorum* L.) ja kivikimalase (*Bombus lapidarius* L.) pesakonnad on sel ajal (soodsa kevade korral) juba arvukamad, kuid need liigid eelistavad toituda ja korjel käia valikuvõimaluse korral samal ajal õitsvatel lühema kroonputkega valge ja roosa ristiku õitel. Seega on just varase punase ristiku esmakasvu õite viljastumine otseselt sõltuv meemesilastest.

Meie katses külastasid meemesilased varast punast ristikut arvukamalt 1994. aastal, s.o taimiku esimesel kasutusaastal ja väga tagasihoidlikult 1996. aastal. Meemesilased eelistasid varast punast ristikut nektaritaimena (tabelid 3, 4). Esimesel kasutusaastal loendati vaatluste käigus usutavalt rohkem meemesilasi tetraploidse sordi õitel, järgmisel (1995) aastal aga diploidse sordi õitel.

Vaatamata pikemale kroonputkele eelistasid meemesilased esimesel kasutusaastal külastada nektarikorjel just tetraploidset sorti ja seda eriti juulis, mil

õhutemperatuur oli kõrge ja nektarieritus rikkalik.

Meemesilasi - õietolmu kogujaid oli esimesel ja teisel kasutusaastal usutavalt rohkem diploidse sordi õitel (foto 2).

Nagu vaatlused näitasid, on meemesilasel raskusi varase punase ristiku õitest nektari kättesaamisega nii di- kui tetraploidse sordi puhul (foto 3). Suhteliselt

Tabel 3. Varase punase ristiku di- ja tetraploidse sordi esmakasvu tolmeldajad aastate 1994–1996 keskmisena, isendite arv

Table 3. The pollinators of the spring growth of the early di- and tetraploid red clover varieties as an average of 1994–1996, the number of individuals

Tolmeldajad ja õite külastamise motiiv <i>Pollinators and motive of visiting the flowers</i>	Jõgeva 433 (2n)	Varte (4n)	LSD 0,05
Tolmeldajad kokku / <i>Pollinators in all</i>	71	82	4
Nektari hankijad läbi kroonputke suudme / <i>Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube</i>	42	59	4
Õietolmu kogujad / <i>Pollen collectors</i>	19	9	2
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu <i>Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube</i>	3	8	2
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata <i>Unidentified species or motive of visiting the flowers</i>	7	6	
Meemesilased kokku / <i>Honey-bees in all</i>	61	68	4
Nektari hankijad läbi kroonputke suudme / <i>Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube</i>	39	54	4
Õietolmu kogujad / <i>Pollen collectors</i>	15	7	2
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu <i>Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube</i>	1	2	1
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata <i>Unidentified species or motive of visiting the flowers</i>	6	5	
Kimalased kokku / <i>Bumble-bees in all</i>	10	14	2
Nektari hankijad läbi kroonputke suudme / <i>Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube</i>	3	5	1
Õietolmu kogujad / <i>Pollen collectors</i>	4	2	1
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu <i>Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube</i>	2	6	1
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata <i>Unidentified species or motive of visiting the flowers</i>	1	1	

Tabel 4. Tolmeldajate osatähtsus õite külastamise motiivi alusel di- ja tetraploidse varase punase ristiku esmakasvul aastate 1994–1996 keskmisena

Table 4. The share of the pollinators of spring growth of the early di- and tetraploid red clover as an average of 1994–1996, based on the motive of flower visiting

Tolmeldajad <i>Pollinators</i>	Jõgeva 433 (2n)		Varte (4n)				
	Nektar /Nectar tk	%	Õietolm / Pollen tk	%	Nektar / Nectar tk	Õietolm / Pollen tk	%
<i>Apis mellifera</i>	40	72,7	15	27,3	56	7	10,9
<i>Bombus lucorum</i>	2	18,2	0	0	6	0	0
<i>Bombus lapidarius</i>	1	9,1	1	9,1	0	0	0
Lühisuuiselised kimalased	3	27,3	1	9,1	6	0	0
<i>Short-tongued bumble-bees</i>							
<i>Bombus veteranus</i>	0	0	0	9,1	1	0	0
<i>Bombus pascuorum</i>	0	0	1	9,1	1	0	0
Keskmise suiseppikusega kimalased	0	0	1	18,2	2	0	0
<i>Middle-tongued bumble-bees</i>							
<i>Bombus distinguendus</i>	1	9,1	1	18,2	2	1	7,7
<i>Bombus hortorum</i>	1	9,1	1	9	1	1	7,7
Pikasuiselised kimalased	2	18,2	2	27,2	3	2	15,4
<i>Long-tongued bumble-bees</i>							
Kimalased kokku	5	45,5	4	54,5	11	2	15,4
<i>Bumble-bees in all</i>							

madal õitsemisaegne õhutemperatuur (eriti juuni III dekaadis) ja küllaldane niiskusevaru mullas hoiavad kroonputke rakkudes turgori kõrgel ning meemesilane suudab läbi kroonputke suudme nektarini küündida vaid vanadel, juba äraõitse-



Foto 2. Meemesilane (*Apis mellifera*) külastab punaselt ristikut õietolmu kogudes äsjapuhkenud õisi olles seejuures heaks õite tolmeldajaks

*Photo 2. Honey-bee (*Apis mellifera*) visits newly opened florets while collecting pollen on red clover; being at that good pollinator of the florets*



Foto 3. Punaselt ristikut nektarit hankiv meemesilane külastab õisi, mis õitsemist lõpetamas olles tolmeldajana vähem efektiivne. Fotol jäädvustatud meemesilase sekundaarne nektari vargus

Photo 3. A honey-bee, collecting nectar from the red clover; visits the florets which terminate their bloom, being less effective as a pollinator. Photo represents a secondary nectar robbing of honey-bee

nud, närbuma hakkavatel õitel. Neid suudab meemesilane teataval määral lühemaks suruda. Vanemates õites võib pikasuiseliste looduslike tolmeldajate nappuse korral olla ka nektarinivoo kõrgem, sest punase ristiku õis eritab nektarit rohkem just õitsemise lõppfaasis (Skirde, 1960).

Varase punase ristiku sortide esmakasvu õitel töötas arvuliselt vähe maakimalasi (kuigi liik domineeris kimalaseliikide seas), mistõttu meemesilased võtsid valdavas enamuses nektarit läbi õie kroonputke suudme.

Kimalased moodustasid varase punase ristiku sortide tolmeldajatest arvuliselt vaid 15,7%. Seejuures oli arvukamalt esindatud maakimalane (36,8%), kes hankis õitest nektarit kroonputke augustamise teel. Tetraploidse sordi suurem nektarieritus meelitas õitele ka rohkem maakimalasi (tabel 4).

Arvestades kõiki vaatlustel registreeritud positiivselt töötanud tolmeldajad ümber mesilasühikuteks (kasutades seejuures artikli autori poolt Jõgeval läbi viidud meemesilaste ja kimalaste töökiiruse kronometreerimise andmeid ja nende alusel arvutatud koefitsiente), selgus, et kahel katseaastal (1994, 1996) oli tetraploidse, ühel katseaastal (1995) aga diploidse varase punase ristiku sordi esmakasv tolmeldajatega usutavalt paremini kindlustatud (tabel 5).

Kahel esimesel katseaastal oli mõlemal sordil ligilähedaselt võrdne õienuttide arv pinnaühikul, kolmandaks katseaastaks mõjutas diploidse sordi 'Jõgeva 433' tolmeldajate arvu ka väiksem korjeressurss, sest selle sordi taimik oli hõredam, nektarieritus õites tagasihoidlikum (tabel 2).

Varase punase ristiku sortide esmakasvuga võrreldes on hilise punase ristiku sordid normaalsete ilmastikutingimustega aastail tolmeldajatega märgatavalt paremini kindlustatud. Eelöeldu leidis kinnitust ka meie katseandmetes (tabelid 6 ja 7). Selleks on kolm põhjust.

1. Juuli keskpaigast augusti keskpaigani, mil hiline punane ristik Eestis õitseb, on looduslike tolmeldajate arvukus saavutanud maksimumi.

2. Samadele tolmeldajaliikidele konkureerivatel kultuurtaimedel on õitsemine lõppenud (suviraps ja -rüps, ida-kitsehernes) või lõppemas (valge ja roosa ristik).

3. Sel perioodil on üldjuhul suve kõige soodsamad meteoroloogilised tingimused õite nektarierituseks ja tolmeldajate tööks.

Meie katseandmed näitasid, et hiline tetraploidne sort 'Ilte' oli tolmeldajatele kõigil kolmel katseaastal atraktiivsem kui diploidne sort 'Jõgeva 205'. Sealjuures oli tema õitel loendatud tolmeldajate suurem arv kahel katseaastal (1994, 1996) ka statistiliselt usutav. Mõlemal märgitud aastal olid tolmeldajad punasest ristikust (nii di- kui tetraploidsest sordist) huvitatud kui nektari allikast, teisel kasutusaastal (1995) domineerisid diploidsel sordil õietolmu kogujad.

Meemesilased moodustasid hilise punase ristiku sortide õite tolmeldajate üldarvust kahel esimesel katseaastal valdava enamuse (vastavalt 70,6% ja 80,1%). Di- ja tetraploidse sordi katselappidel loendatud meemesilaste üldarvus

Tabel 5. Di- ja tetraploidse punase ristiku tolmeldajad mesilasühikutes
 Table 5. The pollinators of di- and tetraploid red clover in honey-bees units

Aasta / Year	Sort / Variety		LSD 0,05
	‘Jõgeva 433’ (2n)	‘Varte’ (4n)	
	Esmakasv / Spring growth		
1994	141,7	176,7	15,4
1995	111,4	71,1	23,3
1996	26,5	56,5	11,3
Keskmine / Mean	93,2	101,4	6,8
	Ädal / Regrowth		
1994	197,5	188,1	20,4
1995	415,9	594,9	51,6
1996	391,6	411,1	69,7
Keskmine / Mean	335	398	22,2
	‘Jõgeva 205’ (2n)	‘Ilte’ (4n)	
1994	204,8	231,3	49,5
1995	375,9	450,7	50,8
1996	379,1	844,4	93
Keskmine / Mean	319,9	508,8	38,7

neil aastail usutav erinevus puudus. Küll oli aga usutavaid erinevusi meemesilaste arvus õite küllastamise motiivi alusel.

Esimesel kasutusaastal eelistas arvestatavalt suur hulk meemesilasi hankida nektarit maakimalase poolt kroonputke hammustatud augu kaudu. Ülejäänud kahel katseaastal polnud meemesilaste nektarivargus massiline ja seda isegi 1996. aastal, mil maakimalase arvukus oli katseis suurim. Sel aastal eelistasid meemesilased küllastada teisi taimi, kogudes nektarit peamiselt naabruses paiknevalt kollaselt hübriidlutsernilt. Põuasel ja soojal suvel on lutsern oma tugeva aroomi ja nektarieritusega hilisele punasele ristikule tugevaks konkurendiks (Hobbs, 1957, 1958; Hobbs *et al.*, 1961). Lutsern meeltab punaselt ristikult ära just meemesilasi, kes saavad tema lühikese kroonputkega õitest nektarit kätte kroonlehtede vahelt ilma seejuures õit avamata ja tolmeldamata (Martin jt., 1998).

Kimalased eelistasid kõigil kolmel katseaastal usutavalt enam tetraploidset hilise punase ristiku sorti. Sealjuures oli tetraploidisel sordil ‘Ilte’ diploidse sordiga ‘Jõgeva 205’ võrreldes usutavalt rohkem nii nektari hankijaid läbi kroonputke suudme ja õietolmu kogujaid kui ka nektari hankijaid läbi kroonputke tehtud augu (tabel 6). Kuigi kimalased kogusid hiliselt ristikult nii õietolmu kui nektarit, küllastasid nad õisi siiski peaaesjalikult nektari pärast (tabel 7).

Kimalase liikidest domineeris kolme katseaasta keskmisena hilisel risti-

Tabel 6. Hilise punase ristiku di- ja tetraploidse sordi tolmeldajad aastate 1994–1996 keskmisena, isendite arv

Table 6. The pollinators of the late di- and tetraploid red clover varieties as an average of 1994–1996, the number of individuals

Tolmeldajad ja õite külastamise motiiv <i>Pollinators and motive of visiting the flowers</i>	Jõgeva 205 (2n)	Ilte (4n)	LSD 0,05
Tolmeldajad kokku / <i>Pollinators in all</i>	191	256	21
Nektari hankijad läbi kroonputke suudme / <i>Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube</i>	73	120	7
Õietolmu kogujad / <i>Pollen collectors</i>	77	51	7
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu <i>Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube</i>	31	74	10
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata <i>Unidentified species or motive of visiting the flowers</i>	10	11	
Meemesilased kokku / <i>Honey-bees in all</i>	116	105	9
Nektari hankijad läbi kroonputke suudme / <i>Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube</i>	38	56	3
Õietolmu kogujad / <i>Pollen collectors</i>	68	29	5
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu <i>Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube</i>	3	13	3
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata <i>Unidentified species or motive of visiting the flowers</i>	7	7	
Kimalased kokku / <i>Bumble-bees in all</i>	75	151	17
Nektari hankijad läbi kroonputke suudme / <i>Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube</i>	35	64	6
Õietolmu kogujad / <i>Pollen collectors</i>	9	22	4
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu <i>Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube</i>	28	61	9
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata <i>Unidentified species or motive of visiting the flowers</i>	3	4	

Tabel 7. Tolmeldajate osatähtsus õite külastamise motiivi alusel di- ja tetraploidisel hilisel punasel ristikul aastate 1994–1996 keskmisena

Table 7. The share of the pollinators of the late di- and tetraploid red clover as an average of 1994–1996, based on the motive of flower visiting

Tolmeldajad Pollinators	Jõgeva 205 (2n)		Ilte (4n)					
	Nektar /Nectar tk	%	Õietolm / Pollen tk	%	Nektar / Nectar tk	%	Õietolm / Pollen tk	%
<i>Apis mellifera</i>	41	37,6	68	62,4	69	70,4	29	29,6
<i>Bombus lucorum</i>	26	36,1	0	0	60	40,8	0	0
<i>Bombus lapidarius</i>	6	8,3	1	1,4	4	2,7	1	0,7
Lühisuiselised kimalased	32	44,4	1	1,4	64	43,5	1	0,7
<i>Short-tongued bumble-bees</i>								
<i>Bombus veteranus</i>	3	4,2	2	2,8	3	2	2	1,4
<i>Bombus pascuorum</i>	3	4,2	2	2,8	3	2,1	4	2,7
<i>Bombus silvarum</i>	1	1,4	0	0	0	0	0	0
Keskmise suisepikkusega kimalased	7	9,7	4	5,6	6	4,1	6	4,1
<i>Middle-tongued bumble-bees</i>								
<i>Bombus distinguendus</i>	16	22,2	2	2,8	34	23,1	5	3,4
<i>Bombus hortorum</i>	8	11,1	2	2,8	21	14,3	10	6,8
Pikasuiselised kimalased	24	33,3	4	5,6	55	37,4	15	10,2
<i>Long-tongued bumble-bees</i>								
Kimalased kokku	63	87,5	9	12,5	125	85	22	15
<i>Bumble-bees in all</i>								

kul maakimalane (osatähtsus 39,3%), kes varastas nektarit mõlema sordi õitest. Tetraploidne sort ahvatles teda märksa rohkem (tabel 7). Lisaks maakimalasele tulenes kimalaste kui tolmeldajate suurem arvukus tetraploidisel sordil pikasuiseliste kimalaste - ristiku- ja aedkimalase eelistustest. Viimaseid oli sordi 'Ilte' õitel üle kahe korra enam kui sordi 'Jõgeva 205' õitel. Sama tendentsi on märganud mitmed punase ristiku tetraploidsete sortide tolmeldamist uurinud autorid ka varem (Valle *et al.*, 1961; Dolgov, Bogatõrjov, 1982).

Keskmise suise pikkusega kimalasi loendati vaatlustel ligilähedaselt võrdselt nii di- kui tetraploidisel sordil. Nendest liikidest olid enam esindatud hallkimalane (*Bombus veteranus* F.) (foto 4) ja põldkimalane (*Bombus pascuorum* Scop.) (foto 5). Metskimalane (*Bombus silvarum* L.) ilmus punase ristiku katselappidele arvukamalt alles varase punase ristiku ädala õitsemise ajal. H. Kotka (1968) andmetel külastab metskimalane punast ristikut üldiselt suhteliselt harva.

Arvestades katselappidel loendatud positiivselt töötanud tolmeldajad ümber mesilasühikuteks, selgus, et kolme katseaasta keskmisena ületas tetraploidne sort 'Ilte' tolmeldajatega kindlustatuselt usutavalt diploidset võrdlussorti. Üksikutest katseaastatest oli ületamine statistiliselt usutav teisel ja kolmandal kasutusaastal, esimesel kasutusaastal jäi ületamine katsevea piiresse (tabel 5).

Eestis juuli viimasel dekaadil ebaühtlaselt õitsemist alustav varase punase ristiku ädal on üldjuhul samuti looduslike tolmeldajatega suhteliselt hästi varus-



Foto 4. Hall-kimalane (*Bombus veteranus*) on üleni valkjashall (mõnikord karvastikul kollane varjund), must vööt tiibade vahel, kitsad mustad vöödid tagakeha 3–5 lülil

Photo 4. Bombus veteranus is whitish grey entirely (sometimes yellow colouring on pubescence), black stripe between the wings, narrow black stripes on the 3rd to 5th segments of abdomen



Foto 5. Põldkimalane (*Bombus pascuorum*) on roostepruuni rindmikuga, tagakeha 1–3 lüli mustad, 4–5 lüli roostevärvi, 6 lüli peaaegu karvadeta, must

Photo 5. Bombus pascuorum has rusty brown thorax, the 1st to 3rd segments are black, the 4th and 5th segments are rusty, the 6th nearly hairless, black

tatud (Kotkas, 1967). Meie katseandmeid mõjutas üks ebaharilik aasta (1994), mil 2. augustil sadas Jõgeval paari tunni jooksul 100 mm, sealjuures suureteralist (läbimõõt isegi kuni 30 mm) rahet. Taoline sajuhulk väga lühikese aja jooksul ujutas nii maa-alused kui maapealsed kimalasespesad üle ning varase punase ristiku ädala õitsemise algul pesakonnad hävinesid. Sellest tulenevalt registreeriti 1994. aastal ädala tolmeldajatenä peaaesjalikult meemesilasi (95,2%). Kolme katseaasta keskmiste andmete järgi oli aga kimalaste osatähtsus ädala tolmeldajate üldarvus (51,6%) isegi pisut suurem kui hilise punase ristiku sortide juures (50,6%). Absoluutarvudes (ja mesilasühikutes) ületas varase punase ristiku ädala tolmeldajaskond hiliste ristikusortide tolmeldajaid siiski vaid 1995. aastal (tabelid 5, 8 ja 9).

Meemesilased külastasid ädalal kolme aasta keskmistel andmetel usutavalt enam diploidset sorti 'Jõgeva 433'. Taoline eelistus ilmnes eriti esimesel kasutus-aastal. Ädalalt kogusid meemesilased peamiselt õietolmu, eelistades seejuures diploidset sorti. Nektarihankijaid oli ädalal kõigil aastail tagasihoidlikult. Seejuures ei esinenud ädalal meemesilaste nektarivargust ühelgi katseaastal kummalgi sordil.

Kimalasi oli varase punase ristiku ädalal rohkelt õisi külastamas nii 1995. kui 1996. katseaastal. Kolme aasta keskmistel andmetel olid suure ülekaalus nektari hankijad – diploidset sordil 84,8%, tetraploidset sordil 81,8% (tabel 8). Tetraploidset sordil 'Varte' küündis pikasuiseliste kimalaste osatähtsus 49,4%-ni, kusjuures arvukaim liik oli ristikukimalane (28,6%).

Lühisuiselisi kimalasi oli di- ja tetraploidset sordi ädalal ligilähedaselt võrd-selt (vastavalt 16 ja 18 isendit), kuid liigiti jagunesid isendid erinevalt: kivi-

kimalased eelistasid nektarit võtta läbi diploidse sordi õie kroonputke suudme, maakimalased aga varastasid nektarit tetraploidse sordi õite kroonputke tehtud augu kaudu.

Keskmise suise pikkusega hall- ja põldkimalane ei eristanud varase punase

Tabel 8. Varase punase ristiku di- ja tetraploidse sordi ädala tolmeldajad aastate 1994–1996 keskmisena, isendite arv

Table 8. The pollinators of regrowth of early di- and tetraploid red clover varieties as an average of 1994–1996, the number of individuals

Tolmeldajad ja õite külastamise motiiv <i>Pollinators and motive of visiting the flowers</i>	Jõgeva 433 (2n)	Varte (4n)	LSD 0,05
Tolmeldajad kokku / <i>Pollinators in all</i>	141	144	8
Nektari hankijad läbi kroonputke suudme / <i>Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube</i>	61	58	5
Õietolmu kogujad / <i>Pollen collectors</i>	74	67	6
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu <i>Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube</i>	2	14	3
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata <i>Unidentified species or motive of visiting the flowers</i>	4	5	
Meemesilased kokku / <i>Honey-bees in all</i>	73	65	7
Nektari hankijad läbi kroonputke suudme / <i>Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube</i>	8	9	2
Õietolmu kogujad / <i>Pollen collectors</i>	63	53	6
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu <i>Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube</i>	0	0	0
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata <i>Unidentified species or motive of visiting the flowers</i>	2	3	
Kimalased kokku / <i>Bumble-bees in all</i>	68	79	5
Nektari hankijad läbi kroonputke suudme / <i>Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube</i>	53	49	5
Õietolmu kogujad / <i>Pollen collectors</i>	11	14	4
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu <i>Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube</i>	2	14	3
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata <i>Unidentified species or motive of visiting the flowers</i>	2	2	

Tabel 9. Tolmeldajate osatähtsus õite külastamise motiivi alusel di- ja tetraploidse varase punase ristiku ädalal aastate 1994–1996 keskmisena

Table 9. The share of the pollinators of regrowth of the early di- and tetraploid red clover as an average of 1994–1996, based on the motive of flower visiting

Tolmeldajad Pollinators	Jõgeva 433 (2n)			Varte (4n)		
	Nektar /Nectar tk	%	Õietolm / Pollen tk	Nektar /Nectar tk	%	Õietolm / Pollen tk
Apis mellifera	8	11,3	63	9	14,5	53
<i>Bombus lucorum</i>	2	4,5	0	14	18,2	0
<i>Bombus lapidarius</i>	14	21,2	6	4	5,2	1
Lühisuiselised kimalased	16	25,7	6	18	23,4	1
<i>Short-tongued bumble-bees</i>						
<i>Bombus veteranus</i>	5	7,6	2	3	3,9	3
<i>Bombus pascuorum</i>	2	3	2	3	3,9	2
<i>Bombus silvarum</i>	10	15,2	0	1	1,3	0
Keskmise suiseppikusega kimalased	17	25,8	4	7	9,1	5
<i>Middle-tongued bumble-bees</i>						
<i>Bombus distinguendus</i>	15	22,7	0	22	28,6	2
<i>Bombus hortorum</i>	7	10,6	1	16	20,8	6
Pikasuiselised kimalased	22	33,3	1	38	49,4	8
<i>Long-tongued bumble-bees</i>						
Kimalased kokku	55	84,8	11	63	81,8	14
<i>Bumble-bees in all</i>						
						18,2

ristiku ädalal sordi ploidsust – liigid töötasid võrdselt nii di- kui tetraploidsel sordil. Varase ristiku ädala õitele ilmunud metskimalane eelistas diploidset sorti, hankides õitest ainult nektarit.

Summeerides kõikidel vaatluskordadel sortide esmakasvul ja ädalal kolmel katseaastal registreeritud tolmeldajad, võime teha järgmisi üldistusi.

1. Sordi ploidsus mõjutas tema õite külastatavust tolmeldajate poolt. Otsustades õisi külastanud tolmeldajate üldarvu alusel, selgus, et tetraploidsed sordid olid tolmeldajatele atraktiivsemad.

2. Sordi ploidsus ei mõjutanud õitsvat taimikut külastanud meemesilaste üldarvu, küll aga õite külastamise motiivi (tabel 10). Meemesilased eelistasid diploidset sorti tetraploidsel õietolmu korjel (suhe 63,4%:39,9%) ja tetraploidset sorti diploidsel nektari hankimisel (suhe 60,1%:36,6%). Tetraploidsel sordil esines võrreldes diploidsega enam nektari vargust, mis tuleneb sordi ploidsusest vaid kaudselt, sest meemesilane ise auke kroonputke ei hammusta ja iseseisvalt nektari varguseks võimeline pole. Meemesilase suurem nektarivarguse protsent tetraploidsetel sortidel tulenes maakimalaste eelistusest külastada enam nende sortide õisi.

3. Suurem tolmeldaja-isendite üldarv tetraploidsetel sortidel tulenes kimalaste eelistusest külastada neid sorte. Nektarit ja õietolmu hankivate kimalaste suhe oli seejuures sõltumata ploidsusest ligilähedane. Tetraploidsete sortide suurem nektarieritus meelitas nende õitele enam maakimalasi, mis kokkuvõttes muutis ka positiivselt ja negatiivselt nektarit hankivate kimalaste suhet enam tetraploidsete sortide kahjuks: 40,7% nektarit hankivatest kimalastest töötas tetraploidsetel sortidel negatiivselt 26,2% vastu diploidsetel sortidel (tabel 11).

4. Punase ristiku sordi ploidsus mõjutas õisi külastanud kimalaste liigilist koosseisu ja arvukust. Lühisuiselistest kimalastest positiivselt õitest nektarit hankiv kivikimalane eelistas valikuvõimaluse korral selgelt lühema kroonputkega diploidseid sorte. Teine lühisuiseline liik – maakimalane – varastab (peaaegu) alati nektarit nii di- kui tetraploidsete punase ristiku sortide õitest ega korja punaselt ristikult peaaegu kunagi õietolmu. Tema eelistustele polüploidiseerimisega kaasnevad õie kroonputke morfoloogilised muutused ei mõju, küll aga muutused sekretoorses talitluses. Suurem nektarieritus meelitas enam maakimalasi tetraploidsete sortide õitele.

Pikema kroonputkega tetraploidsete sortide õitel registreeriti diploidsete sortidega võrreldes märksa enam pikasuiseliste kimalaseliikide isendeid.

5. Eestis on tolmeldajatega vähem kindlustatud just varased (nii di- kui tetraploidsed) punase ristiku sordid esmakasvul, mil efektiivsemate pikasuiseliste looduslike tolmeldajate arvukus on veel madal. Nende sortide seemnetaimikute eelnitmine võimaldab normaalse sademete jaotusega aastail õitsemist nihutada hilisemale, tolmeldajate seisukohalt soodsamale ajale. Tõepärase ja usutava pikaajalise ilmaprognoosi puudumiseni ei saa seda võtet siiski seemnekasvatajale

Tabel 10. Kogu katsetsükli vältel vaatlustel loendatud tolmeldajad ja nende jaotumine õite külastamise motiivi alusel

Table 10. The number of pollinators accounted in the course of the entire test period and their distribution, based on the motive of flower visiting

Tolmeldajad ja nende õie külastamise motiiv <i>The pollinators and their motive of flower visiting</i>	Diploidesed sordid <i>Diploid varieties</i>		Tetraploid. sordid <i>Tetrapl. varieties</i>	
	Isendid <i>Individuals</i>	%	Isendid <i>Individuals</i>	%
	Meemesilasi kokku / <i>Honey-bees in all</i>	2770		2866
Õnnestus määrata õite külastamise motiiv <i>Motive of flower visiting was identified</i>	2631	100	2681	100
Nektari hankimine / <i>Nectar collection</i>	963	36,6	1612	60,1
s.h läbi kroonputke suudme <i>through the orifice of corolla tube</i>	919	95,4	1433	88,9
s.h läbi kroonputke tehtud augu <i>through the hole bitten into corolla tube</i>	44	4,6	179	11,1
Õietolmu hankimine / <i>Pollen collection</i>	1668	63,4	1069	39,9
Kimalasi kokku / <i>Bumble-bees in all</i>	1751		2947	
Õnnestus määrata liik <i>The species was identified</i>	1725		2902	
Õnnestus määrata õite külastamise motiiv <i>Motive of flower visiting was identified</i>	1699	100	2861	100
Nektari hankimine / <i>Nectar collection</i>	1411	83,0	2405	84,1
s.h läbi kroonputke suudme <i>through the orifice of corolla tube</i>	1041	73,8	1425	59,3
s.h läbi kroonputke tehtud augu <i>through the hole bitten into corolla tube</i>	370	26,2	980	40,7
Õietolmu hankimine / <i>Pollen collection</i>	288	17,0	456	15,9

soovitada – igal aastal Eestis ristikuseeme ädalal ei valmi või võib küll valmida, kuid nii hilja, et koristamine langeb väga sademeterohkele perioodile.

Katseaastate seemnesaagid

Punane ristik annab lapikatses, kus lapid on üksteisest eemal (meil 10 m), nn. ääreefkti arvel suuri seemnesaake, mida aga tootmispõllul üldiselt saada ei õnnestu. Ka meie katses küündis mitmel katselapil seemnesaak üle 1000 kg ha⁻¹ (tabel 12). Taolised kõrged seemnesaagid said võimalikuks tänu paremale tolmeldamisele ja minimaalsetele koristuskadudele. Kogu seemnemassi kunstlik

Tabel 11. Di- ja tetraploidse punase ristiku tolmeldajaliikide osatähtsus
 Table 11. The share of pollinator species of di- and tetraploid red clover

Tolmeldajad <i>Pollinators</i>	Diploidesed sordid		Tetraploid. sordid	
	<i>Diploid varieties</i>		<i>Tetrapl. varieties</i>	
	Isendid <i>Individuals</i>	%	Isendid <i>Individuals</i>	%
Meemesilased / <i>Honey bees</i>	2770	61,3	2866	49,3
Kimalased / <i>Bumble bees</i>	1751	38,7	2947	50,7
<i>Bombus lucorum</i>	364	21,1	981	33,8
<i>Bombus lapidarius</i>	328	19	109	3,8
Lühisuiselised kimalased <i>Short-tongued bumble-bees</i>	692	40,1	1090	37,6
<i>Bombus veteranus</i>	139	8,1	123	4,2
<i>Bombus pascuorum</i>	124	7,2	167	5,8
<i>Bombus silvarum</i>	126	7,3	15	0,5
Keskmise suise pikkusega kimalased <i>Middle-tongued bumble-bees</i>	389	22,6	305	10,5
<i>Bombus distinguendus</i>	413	23,9	828	28,5
<i>Bombus hortorum</i>	231	13,4	679	23,4
Pikasuiselised kimalased <i>Long-tongued bumble-bees</i>	644	37,3	1507	51,9
Määratud liigid kokku: <i>Identified species in all:</i>	1725	100	2902	100

kuivatamine ja kuiva massi kombainimine võimaldas kätte saada bioloogilisele lähedase seemnesaagi. Lappidelt üksikutel aastatel saadud kõrged seemnesaadid tõestavad Jõgeval aretatud tetraploidsete sortide väga head potentsiaalset seemnesaagivõimet, mille avaldumine on aga sõltuv õitsemis- ja koristusaegsete ilmastikuolude kõrval looduslike tolmeldajate liigilisest koosseisust ja arvukusest.

Varase punase ristiku esmakasv, mis oli tolmeldajatega kõige tagasihoidlikumalt kindlustatud, andis ka kõige madalama seemnesaagi. Di- ja tetraploidne sort olid kolme katseaasta keskmiselt näitajatelt ligilähedased. Kahel esimesel kasutusaastal oli diploidse sordi 'Jõgeva 433' seemnesaak pisut kõrgem, kuid arvestades katseviga polnud ületamine usutav. Viimasel, s.o kolmandal kasutusaastal ületas tetraploidne sort 'Varte' diploidse sordi seemnesaaki usutavalt; mõlemal sordil olid seemnesaadid sel aastal taimiku hõrenemisest tingituna madalad.

Katseaastad olid ilmastikutingimustelt soodsad (1994) või väga soodsad (1995, 1996) varase punase ristiku seemne valmimiseks ädalal, mistõttu ädala seemnesaadid olid kõigil kolmel katseaastal esmakasvu seemnesaakidest kõrgemad.

Tabel 12. Katseaastate seemnesaagid, kg ha⁻¹Table 12. The seed yield of the test years, kg ha⁻¹

Aasta / Year	Sort / Variety		LSD 0,05
	Hiline punane ristik / <i>Late red clover</i>		
	'Jõgeva 205' (2n)	'Ilte' (4n)	
1994	272	452	207
1995	870	992	205
1996	452	1082	125
1994–1996	531	842	89
	Varane punane ristik, esmakasv / <i>Early red clover, spring growth</i>		
	'Jõgeva 433' (2n)	'Varte' (4n)	
1994	154	136	34
1995	388	344	151
1996	24	61	4
1994–1996	189	180	33
	Varane punane ristik, ädal / <i>Early red clover, regrowth</i>		
1994	182	266	187
1995	647	862	408
1996	218	831	224
1994–1996	349	653	119

Tetraploidne sort 'Varte' ületas ädalas diploidset sorti 'Jõgeva 433' seemnesaagilt kõigil katseaastatel, kuid suhteliselt suure saagikõikumiste tõttu polnud ületamine esimesel ja teisel kasutusaastal usutav.

Kõige suuremaid seemnesaake kõigil kolmel katseaastal andsid hilise punase ristiku sordid. Siingi ületas tetraploidne sort 'Ilte' diploidset sorti 'Jõgeva 205' seemnesaagilt igal aastal, kuid vaid kolmandal kasutusaastal ja kolme kasutusaasta keskmiste näitajate alusel oli ületamine usutav.

Meie katseandmed tõestasid, et võrdsetes tingimustes kasvades ei jää tetraploidsete sortide seemnesaagid diploidsetele sortidele alla. Pikasuiseliste kimalaste pesitsemiseks soodsail aastail võib tetraploidne hiline ristikusort 'Ilte' olla tolmeldajate poolt enam külastatav ning tema seemnesaak võib ületada diploidse sordi 'Jõgeva 205' seemnesaaki.

Pikema õie kroonputkega polüploidsete punase ristiku sortide kasutuselevõtt tootmises sunnib meid senisest rohkem otsima võimalusi pikasuiseliste looduslike tolmeldajate (ristiku- ja aedkimalase) arvukuse kunstlikuks reguleerimiseks. Kaasaegne entomoloogiateadus on valmis seda probleemi lahendama.

Viidatud kirjandus

- Anderson L. B. 1973. Breeding a late-flowering tetraploid red clover for New Zealand. – New Zealand Journal of Agricultural Research, vol. 16(3), pp. 395–398.
- Bender A. 1998. Hilise punase ristiku 'Jõgeva 205' seemnesaak, seemnete kvaliteet ning nende näitajate seosed kasvuaegsete ilmastikutingimustega aastail 1946–1995. – Agraarteadus, nr 1, lk 13–21.
- Bilinski M. 1977. Visitation of red clover by pollinator insects. – Bee Research Copies XXI, pp. 229–236.
- Bilis: Билис И. А. 1984. Использование метода полиплоидии в селекции раннеспелого клевера лугового в Прибалтике. – Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук. Москва, 16 с.
- Dennis B. A., Haas H. 1967. Pollination and seed-setting in diploid and tetraploid red clover (*Trifolium pratense* L.) under Danish conditions II. Studies of floret morphology in relation to the working speed of honey- and bumblebees (*Hymenoptera, Apoidea*). – Royal Veterinary and Agricultural College Yearbook. Copenhagen, pp. 118–133.
- Dolgov, Bogatõrjov: Долгов Л. А., Богатырёв Н. П. 1982. Видовой состав шмелей на различных сортах красного клевера. – Сборник научных трудов. Сибирское отделение ВАСХНИЛ. Насекомые опылители сельскохозяйственных культур. Новосибирск, с. 126 – 129.
- Hagen von H. H., Wolf H. 1993. Höchste Zeit für Massnahmen zur Rettung der Hummeln der Offenlandschaften. – Natur- und Landschaftskunde, N. 29, S. 7–9.
- Hawkins R. P. 1969. Length of tongue in a honey bee in relation to the pollination of red clover. – The Journal of Agricultural Science, vol. 73(3), pp. 489–493.
- Hobbs G. A. 1957. Alfalfa and Red Clover as Sources of Nektar and Pollen for Honey, Bumble and Leaf-cutter Bees (*Hymenoptera, Apoidea*). – The Canadian Entomologist, vol. 89(5), pp. 230–235.
- Hobbs G. A. 1958. Factors Affecting value of Bees (*Hymenoptera, Apoidea*) as Pollinators of Alfalfa and red Clover. – Proceedings Tenth International Congress of Entomology, vol. 4, pp. 939–942.
- Hobbs G. A., Nummi W. O., Virostek J. E. 1961. Food Gathering Behaviour of Honey, Bumble and Leaf-Cutter Bees (*Hymenoptera, Apoidea*) in Alberta. – The Canadian Entomologist, vol. 93(6), pp. 409–419.
- Jefremova: Ефремова З. А. 1988. Влияние антропоических факторов на современное обилие шмелей и их зонально-ландшафтное распределение в Поволжье. – Межвузовский сборник научных трудов. Охрана животных в среднем Поволжье. Куйбышев, с. 37–42.
- Julen G. 1964. Insekterna och växternas pollinering. – Svensk Valltidsskrift, Åg 3(5), p. 150–153.
- Kotkas H. 1967. Varase punase ristiku seemnepõllu eelniitmisest. – EMMTUI teaduslike tööde kogumik XI "Sordiaretus ja seemnekasvatus". Tallinn, lk 122–131.
- Kotkas H. 1967. Punase ristiku seemnepõllu külviviisid, eelniitmised ja tolmeldajad. – Dissertatsioon põllumajandusteaduse kandidaadi kraadi taotlemiseks. Jõgeva, 186 lk.
- Levan A. 1948. Svalöf 1886 – 1946. Lund, 389 p.
- Madebeikin: Мадобейкин И. И. 1997. Использование шмелей для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. – В сб. Аграрный сектор экономики Чувашии в XX веке – преобразования, проблемы и перспективы развития. Чебоксары, с. 197–202.
- Макаров: Макаров Н. М. 1974. Создание и изучение Сибирских тетраплоидных популяции клевера красного. – Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук. Ленинград, 26 с.
- Martin A. -J., Mänd M., Bender A., Luik A., Maavara V. 1998. Lutserniõite külastajad ja nende tolmeldamisefektiivsus. – EPMÜ teaduslike tööde kogumik nr 199. Tartu, lk 131–137.

- Maurizio A. 1961. Beobachtungen am Nektar einiger schweizerischer und schwedischer Rotkleestämme (*Trifolium pratense* L.). – Zeitschrift für Bienenforschung, Band 5, Heft 7, S. 182–190.
- Maurizio A. 1964. Bericht über das zweite internationale Symposium für Bestäubung, London 6/7 Juli 1964. – Deutsche Bienenwirtschaft, Jg. 15(9), S. 181–182.
- Mänd M., Martin A.-J., Bender A., Kase k. 1997. Competition between *Trifolium repens* L. and *Trifolium hybridum* L. for visits by pollen-collecting bees. – Integrated plant protection: achievements and problems. Dotnuva-Akademia, pp. 151–154.
- Novosjolova: Новосёлова Ф. С. 1972. Основные методы и результаты селекции клевера (*Trifolium pratense* L.). – Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук. Москва, 60 с.
- Paatela J. 1962. Characteristics of some diploid and tetraploid varieties of the late red clover *Trifolium pratense* v. *subnudum* subv. *serotinum*. – Acta Agralia Fennica. Helsinki, 99, 1–5, pp. 1–31.
- Pesenko: Песенко Ю. А. 1974. Опыления энтомофильной растительности пчелинными (*Hymenoptera*, *Apoidea*) на Нижнем Дону и обсуждение их возможной роли в видообразовании цветковых растений. – В сб. Чтения памяти Николая Александровича Холодковского. Ленинград, с. 3–48.
- Pesenko: Песенко Ю. А. 1995. О фуражировочном пчёл (*Hymenoptera*, *Apoidea*) и их коэволюции с цветковыми растениями. – Журнал общей биологии, 56, ном. 6, с. 748–761.
- Skirde W. 1960. Zur Methodik der quantitativen Nektarbestimmung bei Rotklee. – Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 111, Heft 3, S. 217–236.
- Skirde W. 1961. Blüten und Nektaruntersuchungen an tetraploiden Frühkleeformen (*Trifolium pratense praecox*). – Der Tierzüchter, Jg. 13, N. 23, S. 75–78.
- Smaragdova: Смарагдова Н. П. 1983. Результаты опыления клевера красного медоносными пчелами. – В сб. Использование пчёл для опыления сельскохозяйственных культур. Москва, с. 23–28.
- Straisis: Страйсис Ю.-В. В. 1988. Интенсификация использования медоносных ресурсов (на примере Лит. ССР). – Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук. Скривери, 36 с.
- Valle O. 1955. Untersuchungen zur Sicherung der Bestäubung von Rotklee. – Acta Agralia Fennica. Helsinki, S. 205–220.
- Valle O., Salminen M., Huokuna E. 1961. Pollination and Seed Setting in tetraploid red clover in Finland. – Acta Agralia Fennica. Helsinki, 97, 1–4, pp. 1–63.
- Williams I. H. 1994. The dependence of crop production within the European Union on pollination by honey bees. – Agricultural Zoology Reviews, No. 6, pp. 229–257.

An impact of polyploidization on the dimensions of red clover (*Trifolium pratense* L.) flowers, species' composition and number of insect pollinators

Summary

In 1993 a field experiment was established in 4 replications the plot size at full bloom stage being of 10 m², to study the range of morphological and secretory transformations of the flowers of tetraploid red clover varieties 'Varte' (early) and 'Ilte' (late), both bred at Jõgeva, and the possible effect of these changes to the species' composition and

number of pollinators. The varieties 'Jõgeva 433' and 'Jõgeva 205', exploited as diploid ancestors in the breeding program of the above-mentioned tetraploid varieties, were included into the trial as checks.

The florets of the varieties were measured at full bloom stage in 400 replications in the stands of the first, second and third year of use. 30 observations were carried out during the flowering period of each pair of varieties while the pollinator species the number of individuals visiting the flowers, and the motive of visit were recorded. Tables 3, 4, 6, 7, 8 and 9 present the data about pollinators, as an average of three testing years and four replications, calculated as a total of 30 observations' results.

All the herbage was cut, harvested, dried artificially and threshed by a combine harvester Hege 125 C to determine the seed yield.

The results of measurements indicated that the tetraploid varieties, derived by experimental polyploidization prior to selection, possess ca 10% longer corolla tube, the orifice of which is 30% more spacious. Pre-cutting of the herbage reduced the length of corolla tube of the florets of both early di- and tetraploid red clover varieties and reduced the width of corolla tube orifice as compared with spring growth. The floret's corolla tube shortened in the following years.

The height of nectar level measured at the spring growth of the early red clover varieties referred to a more intense nectar secretion in the case of tetraploid variety. Although more abundant nectar secretion partly compensates the increase of the corolla tube length, the tetraploid variety 'Varte' had significantly longer distance between the orifice of the corolla tube and nectar in the florets than the diploid variety 'Jõgeva 433'.

In Estonia the early red clover varieties are least insured with pollinators at the spring growth (Tables 3, 4 and 5). The number of effective natural long-tongued pollinators (*Bombus distinguendus* and *Bombus hortorum*) is insufficient especially at their flowering season (the second half of June - the first half of Juli). The flowering period of the late red clover varieties (the second half of Juli - the first half of August) coincides with the time when the number of bumble-bees is close to the peak and therefore these varieties are considerably better insured with the pollinators (Tables 5, 6 and 7). Pre-cutting of the early red clover enables to postpone the flowering season of the varieties into August when the natural pollinators are numerous (Tables 5, 8 and 9) and the flowering of crops competing for the same pollinators is over. But due to short growing season in Estonia, the seed does not mature on regrowth every year or the harvest time falls on very late and rainy period causing big losses in harvest. Until the availability of reliable long-term weather forecast this management practice can not be recommended to seed growers.

Summarizing the pollinators recorded at all observations on the varieties' spring growth and regrowth in the course of three testing years, the following generalizations can be drawn:

1. The ploidy of a variety affected the pollinators' visiting frequency of the flowers. Judging on the basis of the total number of pollinators who visited the flowers, the tetraploid varieties appeared to be more attractive for the pollinators.

2. The ploidy of a variety did not affect the total number of honey-bees who visited the blooming herbage but it did affect the motive of visits (Table 10). Honey-bees preferred diploid variety over tetraploid at pollen collection (ratio 63,4:39,9%) and tetraploid variety over diploid at nectar collection (ratio 60,1:36,6%). Nectar stealing occurred more frequently in the case of tetraploid than that of diploid variety, which is only indirectly caused by the ploidy level of the variety since the honey-bee itself does not bite holes into the corolla tube and is not able to steal the nectar independently. The higher percentage of nectar stealing by honey-bees from the tetraploid varieties results from the preference of *B. lucorum* to visit the flowers of these varieties more.

3. Bigger number of pollinator individuals on the tetraploid varieties is due to the preference of bumble-bees to visit more these varieties. At that the ratio of nectar collecting bumble-bees to pollen collective ones was close irrespective of the ploidy level. More intense nectar secretion of the tetraploid varieties attracted more *B. lucorum* individuals onto their flowers, which all in all altered the ratio of bumble-bees collecting the nectar positively and negatively to a detriment of the tetraploid varieties: 40,7% of the nectar collecting bumble-bees worked negatively on the tetraploid varieties compared with 26,2% on the diploid varieties (Table 11).

4. The ploidy of the red clover variety affected the species' composition and number of bumble-bees. One of short-tongued bumble-bees, *B. lapidarius*, collecting positively the nectar from the flowers, distinctly preferred the diploid varieties with shorter corolla tubes of the florets in case of option. Another short-tongued species – *B. lucorum* nearly always steals the nectar both from the florets of di- and tetraploid red clover varieties and almost never collects the pollen. The morphological transformations concurrent with polyploidization have no impact on its preferences, yet the changes in the secretory functions do. Bigger nectar secretion attracted more individuals of *B. lucorum* onto the flowers of the tetraploid varieties.

Considerably more long-tongued bumble-bee individuals were recorded on the tetraploid varieties' florets with longer corolla tubes as compared with the diploid varieties.

High seed yields harvested from the trial plots on some years prove a very high potential seed yield capacity of the tetraploid varieties bred at Jõgeva (Table 12), the expression of which is, however, dependent not only on the weather conditions during bloom and harvest season, but also on the species' composition and number of natural pollinators.

Utilization of the polyploid red clover varieties with longer corolla tube of the floret constrains us to search for more possibilities for artificial regulation of the number of natural long-tongued pollinators (*B. distinguendus* and *B. hortorum*). Modern entomology is ready to solve that problem.

POLÜPLOIDISEERIMISEGA KAASNENUD PUNASE RISTIKU (*Trifolium pratense* L.) ÕIE MORFOLOOGILISTE JA FÜSIoloogILISTE MUUTUSTE MÕJU TOLMELDAJATE TÖÖKIIRUSELE JA VÄÄRTUSELE RISTTOLMLEMISE TAGAJANA

ABSTRACT. *At the Estonian Crop Research Institute in Jõgeva, the impact of morphological and physiological changes in the red clover flower accompanying polyploidization on the speed of work of pollinators was studied. Chronometry was used to measure the speed of work of pollinator species on the flowers of the late red clover varieties 'Ilte'(4n) and 'Jõgeva 205'(2n). A distinction was made between positively and negatively working individuals. Based on trial results it can be stated that all pollinators work more slowly on the tetraploid variety than on the diploid variety. On the basis of the trial data, the values of species' pollinator were calculated in bee units for both nectar and pollen gathering for both di- and tetraploid varieties. The number of florets visited on the flower head were counted, which characterizes the value of the pollinator as an ensurer of cross-pollination. The test results are presented in the English summary of the article.*

Keywords: *Apis mellifera, Bombus sp., work speed, bee unit, pollination*

Sissejuhatus

Punase ristiku viimine aretuslike võtetega diploidselt tasandilt tetraploidsele põhjustab kõigi vegetatiiv- ja generatiivorganite suurenemist. Erinevate autorite andmeil suureneb polüploidiseerimisel punase ristiku õie kroonputke pikkus 4–20% (Novosjolova, 1972; Anderson, 1973; Makarov, 1974; Bilis, 1984), kuid samaaegselt suureneb ka nektarieritus (Skirde, 1961; Paatela, 1962; Dennis, Haas, 1967), väheneb nektari suhkruisaldus (Maurizio, 1961; Paatela, 1962), suureneb õietolmu terade läbimõõt ning nende kuju muutub ebakorrapärasemaks (Novosjolova, 1972). Kõik need muutused võivad mõjutada õisi külastavate tolmeldajate töö kiirust ja muuta nende töö iseloomu.

Uurimistöö eesmärgiks oli selgitada nende muutuste ulatust Eestis aretatud punase ristiku tetraploidsetel sortidel.

Katsetööde maht ja meetodika

Aastatel 1993–1998 kronometreeriti Jõgeva Sordiaretuse Instituudis tolmeldajate tööd hilise punase ristiku sortide 'Jõgeva 205' (2n) ja 'Ilte' (4n) seemneaia seemnepõldudel. Tabelis 1 on esitatud andmed selle uurimistöö mah- tude kohta. Töö läbiviimisel rakendati Bogotõrjovi (1988) poolt soovitatud me- toodikat. Kronometreerimise andmed olid hiljem aluseks tolmeldajate töö hin- damisel risttolmlemise tagajana ja töökiiruse arvutamisel.

Tabel 1. Tolmeldajate töökiiruste määramiseks läbiviidud uurimistöö maht.
Õietolmu hankimine

Table 1. The scop of accomplished research to measure the working speeds of the pollinators. Pollen collection

Liik <i>Species</i>	Vaadeldud isendite arv <i>Number of observed individuals</i>	Vaatlusaja summa t. min. sek. <i>Time of ob- servations h. min. sec.</i>	Külastatud / Visited	
			õienuttide arv <i>number of heads</i>	üksikõite arv <i>number of florets</i>
‘Jõgeva 205’ (2n)				
<i>Apis mellifera</i>	119	03.03.25	835	2387
<i>Bombus lucorum</i>				
<i>Bombus lapidarius</i>	53	1.27.42	428	1629
<i>Bombus pascuorum</i>	20	0.42.05	184	879
<i>Bombus sylvarum</i>	28	0.51.00	197	1011
<i>Bombus distinguendus</i>	34	1.02.15	331	1785
<i>Bombus hortorum</i>	64	1.48.51	553	2774
Kokku / Total	318	8.55.18	2528	10465
‘Ilte’ (4n)				
<i>Apis mellifera</i>	64	1.38.48	346	1114
<i>Bombus lucorum</i>				
<i>Bombus lapidarius</i>	25	0.50.07	226	829
<i>Bombus pascuorum</i>	14	0.27.37	94	531
<i>Bombus sylvarum</i>	25	0.42.08	170	800
<i>Bombus distinguendus</i>	53	1.26.35	391	2226
<i>Bombus hortorum</i>	61	2.00.09	428	2806
Kokku / Total	242	8.00.24	1655	8406
Kõik kokku / In all	560	16.55.42	4183	18871

Tabel 1. järg I. Tolmeldajate töökiiruste määramiseks läbiviidud uurimistöö maht. Nektari hankimine läbi kroonputke suudme

Table 1. cont I. The scop of accomplished research to measure the working speeds of the pollinators. Nectar collection through the orifice of corolla tube

Liik <i>Species</i>	Vaadeldud isendite arv <i>Number of observed individuals</i>	Vaatlusaja summa t. min. sek. <i>Time of ob- servations h. min. sec.</i>	Külastatud / Visited	
			õienuttide arv <i>number of heads</i>	üksikõite arv <i>number of florets</i>
‘Jõgeva 205’ (2n)				
<i>Apis mellifera</i>	131	4.11.08	778	1782
<i>Bombus lucorum</i>				
<i>Bombus lapidarius</i>	20	0.23.13	95	448
<i>Bombus pascuorum</i>	17	0.35.28	149	737
<i>Bombus sylvarum</i>	41	0.54.32	252	1173
<i>Bombus distinguendus</i>	42	1.04.24	327	1576
<i>Bombus hortorum</i>	29	0.33.25	185	866
Kokku / Total	280	7.42.10	1786	6582
‘Ilte’ (4n)				
<i>Apis mellifera</i>	58	1.43.32	360	562
<i>Bombus lucorum</i>				
<i>Bombus lapidarius</i>	25	0.41.42	142	537
<i>Bombus pascuorum</i>	12	0.19.19	67	352
<i>Bombus sylvarum</i>	12	0.26.47	111	572
<i>Bombus distinguendus</i>	44	01.08.33	346	1508
<i>Bombus hortorum</i>	42	0.50.58	272	1226
Kokku / Total	193	05.10.51	1198	4757
Kõik kokku / In all	473	12.53.01	2984	11339

Tabel 1. järg II. Tolmeldajate töökiiruste määramiseks läbiviidud uurimistöö maht. Nektari hankimine läbi kroonputke tehtud augu

Table 1. cont II. The scope of accomplished research to measure the working speeds of the pollinators. Nectar collection through the hole bitten into corolla tube

Liik Species	Vaadeldud isendite arv <i>Number of observed individuals</i>	Vaatlusaja summa t. min. sek. <i>Time of ob- servations h. min. sec.</i>	Külastatud / Visited õienuttide arv <i>number of heads</i>	üksikõite arv <i>number of florets</i>
‘Jõgeva 205’ (2n)				
<i>Apis mellifera</i>	64	1.32.30	248	552
<i>Bombus lucorum</i>	40	1.09.30	258	750
<i>Bombus lapidarius</i>	4	0.08.52	28	64
<i>Bombus pascuorum</i>				
<i>Bombus sylvarum</i>				
<i>Bombus distinguendus</i>				
<i>Bombus hortorum</i>				
Kokku / Total	108	2.40.52	534	1366
‘Ilte’ (4n)				
<i>Apis mellifera</i>	90	02.03.00	326	856
<i>Bombus lucorum</i>	47	01.09.49	233	693
<i>Bombus lapidarius</i>	14	0.14.23	81	227
<i>Bombus pascuorum</i>				
<i>Bombus sylvarum</i>				
<i>Bombus distinguendus</i>				
<i>Bombus hortorum</i>				
Kokku / Total	151	3.27.11	640	1776
Kõik kokku / In all	259	06.08.2003	1174	3142

Ristiku õis on ehitatud nii, et tolmukapead ja emakasuu ei välju õiest, kuid on nii di- kui tetraploidsete sortide õisi külastavatele putukatele kergesti kättesaadavad. Polüploidiseerimisega kaasnevad õie kroonputke morfoloogilised muutused saavad muuta tolmeldajate töökiirust vaid nektarikorjel

Et seda mõttekäiku tegelikkuses kontrollida, kronometreeriti õiest nektarit võtvate ja õietolmu koguvate tolmeldajate tööd lahus. Punase ristiku õietolm on määrdunud pruuni värvi, mis on omane kesksuvisel õitsemisperioodil ainult sellele liigile ning võimaldab uurimistööd taoliselt üles ehitada.

Hilise punase ristiku sordid valiti uurimistöö läbiviimiseks kahel põhjusel.

1. Selle ristiku alamliigi sordid alustavad õitsemist juuli teisel poolel ning õitsemine vältab augusti keskpaigani. See on aeg, mil Eestis kimalaste arvukus on kõige suurem ning kõik liigid (s.h. ka hilja pesa rajamist alustavad) on esindatud (Kotkas, 1969).

2. Juuli teisel poolel reeglina emakimalased enam korjel ei käi, uue põlvkonna suguisendeid aga veel pole. Emakimalase, isakimalase ja töölise suiste pikkus on erinev (tabel 2), nende töö iseloom ja töökiirused punase ristiku seemnepõllul sellest tulenevalt samuti erinevad. Valitud ristiku alamliik võimaldas seega käsitleda suurima tõenäosusega ainult tööliste töö kiirust ja seostada seda konkreetse suise pikkusega.

Aja jooksul on mõnel kimalaseliigil kasutusel olnud nii eesti- kui ladina keeles mitu nimetust, mida võib käsitleda sünonüümidenä. Käesolevas kirjatöös on ladinakeelsete liiginimede osas tuginetud A. Løkeni (1973) ja eestikeelsete liiginimede osas U. Timmi (1995) töödele: aedkimalane – *Bombus hortorum* L., ristikukimalane – *B. distinguendus* L., talukimalane – *B. hypnorum* L., kivikimalane (syn. suur kivikimalane) – *B. lapidarius* L., maakimalane (syn. väike maakimalane) – *B. lucorum* L., põldkimalane – *B. pascuorum* Scop. (syn. *B. agrorum*), karukimalane (syn. suur maakimalane) – *B. terrestris* L., tume kimalane (syn. väike kivikimalane) – *B. ruderarius* Müll. (syn. *B. derhamellus*), metskimalane – *B. sylvvarum* L., hallkimalane – *B. veteranus* F. (syn. *B. equestris*). Loetavuse hõlbustamiseks kasutatakse tekstis ainult eestikeelseid, tabelites aga ruumi kokkuvõtte mõttes ladinakeelseid nimetusi.

Põldvaatlustel on väliste tunnuste alusel väga keerukas (kui mitte võimatu) eristada maakimalast karukimalasest ning kivikimalast tumedast kimalasest. Nagu paljud kimalaseuurijad varem (Bilinski, Ruszkowski, 1991; Sova *et al.*, 1991; Williams, Christian, 1991) käsitletakse ka käesolevas töös nimetatud liike koos ühe liigina, nimetades neid seejuures enamesineva liigi järgi. Varemavaldatud töödest on teada, et karukimalane ja tume kimalane on mõlemad Eestis ja Soomes, kus kimalasi põhjalikumalt uuritud, suhteliselt harvaesinevad liigid (Kotkas, 1965; Valle, Aaltonen, 1969; Teräs, 1985).

Tabel 2. Eestis punase ristiku seemnepõldudel sagedamini kohatavad kimalaseliigid ja nende suiste pikkused Pekkarineni (1979) järgi
 Table 2. The most common bumble-bee species on the red clover seed production fields in Estonia and the lengths of their probosces after Pekkarinen (1979).

Liik / Species	Töölised <i>Workers</i>		Isakimalased <i>Males</i>		Emakimalased <i>Queens</i>	
	n	mm	n	mm	n	mm
<i>Bombus lucorum</i>	78	6,37±0,53	126	6,66±0,33	27	8,47±0,33
<i>Bombus lapidarius</i>	42	6,96±0,68	42	7,63±0,39	42	10,85±0,47
<i>Bombus veteranus</i>	25	7,74±0,91	5	7,54±0,17	4	9,44±0,36
<i>Bombus pascuorum</i>	48	7,89±0,67	33	7,83±0,40	42	10,62±0,52
<i>Bombus sylvorum</i>	42	7,93±0,54	42	8,01±0,37	30	10,58±0,42
<i>Bombus distinguendus</i>	15	8,66±1,15	36	8,84±0,48	5	11,18±0,49
<i>Bombus hortorum</i>	54	12,42±0,97	13	12,59±1,10	34	14,60±0,39

Katsetulemused ja arutelu

Tolmeldajate töökiirused di- ja tetraploidsel punasel ristikul sõltuvalt õite küllastamise motiivist

Maakimalane eelistab punase ristiku õitest võtta ainult nektarit, õietolmu kogub sellelt liigilt haruharva. Oma lühikeste suiste tõttu ei võta maakimalane aga nektarit läbi kroonputke suudme nagu enamik ülejäänud kimalaseliike vaid hammustab kroonputke aluse lähedale augu ning võtab nektarit selle augu kaudu. Nii ei puutu ta õie suguorganitega kokku ega osale punase ristiku reproduktiivprotsessis (foto 1).



Foto 1. Maakimalase (*Bombus lucorum*) rindmiku esiosa on sidrunkollane, ülejäänud rindmik ja tagakeha esimene lüli mustad, teine lüli kollane, kolmas lüli must, neljas ja viies lüli valged ning kuues lüli tumedakarvaline

Photo 1. The first part of thorax of Bombus lucorum is lemon-coloured, the remaining part of thorax and the 1st segment of abdomen are black, the 2nd segment yellow, the 3rd segment black, the 4th and 5th segments white and the 6th segment dark-haired

Liik võib töötada punase ristiku õitel väga erineva kiirusega sõltuvalt sellest, kas ta küllastab uusi õisi, kus hammustab kroonputke enne nektarivõtmist auke või otsib õisi, millel varasemast küllastamisest auk kroonputkes juba olemas.

Maakimalase töökiirus on teiste kimalaseliikidega võrreldes suhteliselt madal nii di- kui tetraploidsel punasel ristikul (tabel 3). Lisaks augu hammustamisele kulutatud ajale kulub maakimalase isenditel suhteliselt palju aega küllastamiseks sobivate õite leidmiseks – punase ristiku õied on äsjapuhkenud nutis tihedalt üksteise kõrval, mistõttu pole kerge nende vahele kroonputke aluse lähedale pääseda.

Tabel 3. Tolmeldajate töökiirused di- ja tetraploidisel punasel ristikul sõltuvalt õite külastusmotiivist
 Table 3. The working speeds of the pollinators on di- and tetraploid red clover depending on the motive of flower visiting

Lauk / Species	Õite külastamise motiiv Oietolmu hankimine Motive of flower visiting Pollen collection		Nektari hankimine läbi: Nectar collection through:			
			kroonputke suudme orifice of corolla tube	kroonputke tehtud augu hole bitten into corolla tube		
	Minutis külastatud Visited per minute	õisi florets	Minutis külastatud Visited per minute	õisi florets	Minutis külastatud Visited per minute	õisi florets
<i>Apis mellifera</i>	4,6	13	3,1	7,1	2,7	6,0
<i>Bombus lucorum</i>					3,7	10,8
<i>Bombus lapidarius</i>	4,9	18,7	4,1	19,3	3,2	7,2
<i>Bombus pascuorum</i>	4,4	20,9	4,2	20,8		
<i>Bombus sylvarum</i>	3,9	19,8	4,6	21,5		
<i>Bombus distinguendus</i>	5,3	28,7	5,1	24,5		
<i>Bombus hortorum</i>	5,1	25,5	5,5	25,9		
<i>Bombus</i> sp.	4,7	22,7	4,7	22,4		
		‘Jõgeva 205’(2n)				
<i>Apis mellifera</i>	3,5	11,3	2,5	5,4	2,6	7,0
<i>Bombus lucorum</i>					3,3	9,9
<i>Bombus lapidarius</i>	4,5	16,5	3,4	12,9	5,5	15,4
<i>Bombus pascuorum</i>	3,4	19,2	3,5	18,2		
<i>Bombus sylvarum</i>	4,0	19,0	4,1	21,4		
<i>Bombus distinguendus</i>	4,5	25,7	5,0	22,0		
<i>Bombus hortorum</i>	3,6	23,4	5,3	24,1		
<i>Bombus</i> sp.	4,0	20,8	4,1	19,7		
		‘Ilte’(4n)				

Enamasti külastab ta vanemaid, osaliselt äraõitsenud õitega nutte, kus juurdepääs kroonputke aluse juurde lihtsam.

Maakimalane on Eestis ja Soomes ainuke kimalaseliik, kes punase ristiku kroonputke auke teeb ja nektarit varastab (Kotkas, 1956; Valle, 1959). Kui tema arvukus põllul on suur, hakkavad ka teised lühisuiselised tolmeldajad (ennekõike meemesilane) tehtud auke otsima ja neist nektarit võtma ilma seejuures õisi tolmeldamata. Meemesilasel, kes ise auke kroonputke ei hammusta, kulus märgatav osa vaatlusajast mulgustatud õite otsimisele. Tetraploidse punase ristiku õitel oli nektari vargus meemesilase seisukohalt ökonoomsem töötamise viis, sest minutis suutis ta leida ja võtta nektarit 7,0 õiest samal ajal kui läbi kroonputke suudme ainult 5,4 õiest (tabel 4).

Meemesilase töökiiruste võrdlemine di- ja tetraploidisel sordil näitas, et läbi kroonputke suudme nektarit võttes töötab ta tetraploidisel ristikusordil märgatavalt aeglasemalt.

Nii di- kui tetraploidisel punasel ristikul varastas õitest nektarit läbi maakimalase tehtud aukude mõnikord ka kivikimalane (foto 2). Tema töökiiruste andmed di- ja tetraploidisel punasel ristikul on väga erinevad – liigi töökiirus, kes ise auke kroonputke ei hammusta, sõltub varemaugustatud õite hulgast õienutti-

Tabel 4. Tolmeldajate töökiirused tetraploidisel punasel ristikul võrrelduna töökiirustega diploidisel punasel ristikul, %

Table 4. The working speeds of pollinators on tetraploid red clover as compared with the working speeds on diploid red clover, %

Õite külastamise motiiv <i>Motive of flower visiting</i>	Õietolmu hankimine <i>Pollen collection</i>	Nektari hankimine <i>Nectar collection</i>
Liik / <i>Species</i>		
<i>Apis mellifera</i>	86,9	76,1
<i>Bombus lucorum</i> *		91,7
<i>Bombus lapidarius</i> **	88,2	66,8
<i>Bombus pascuorum</i>	91,9	87,5
<i>Bombus sylvarum</i>	96,0	99,5
<i>Bombus distinguendus</i>	89,5	89,8
<i>Bombus hortorum</i>	91,8	93,1
<i>Bombus sp.</i> ***	91,6	87,9

* võtab nektarit läbi kroonputke tehtud augu, millega ei kaasne õie tolmeldamine

* *takes the nectar through a hole bitten into corolla tube without concurrent pollination of the floret*

** arvestatud ainult nektari võtmist läbi kroonputke suudme

** *taking the nectar through the orifice of corolla tube considered only*

*** keskmise leidmisel pole arvestatud maakimalase andmeid

*** *data of Bombus lucorum are not considered in the calculation of mean*



Foto 2. Kivikimalane (*Bombus lapidarius*) on üleni must, ainult tagakeha neljas kuni kuues lüli on pihlakapunased

Photo 2. Bombus lapidarius is black entirely, only the 4th to 6th segments of abdomen are red

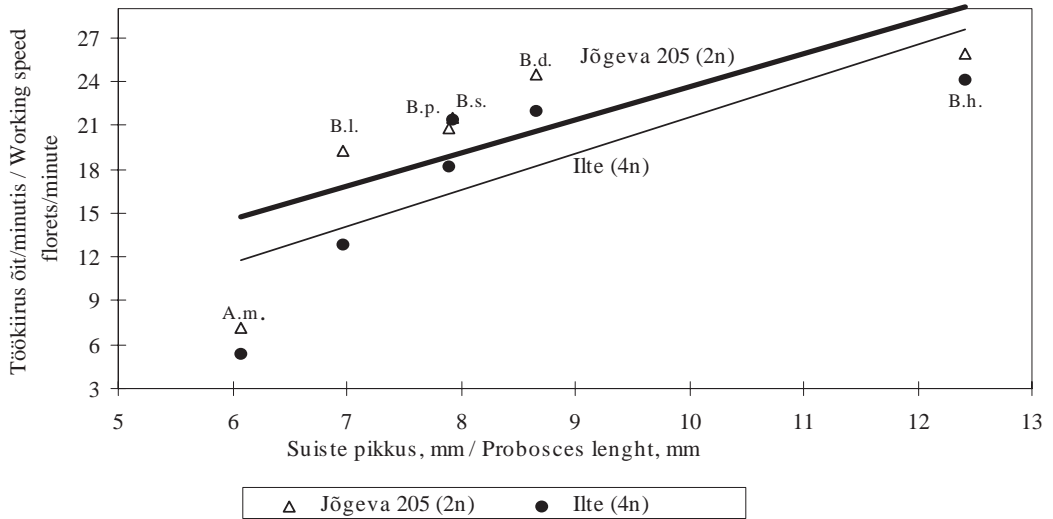
des. Nagu meemesilasel kulus ka nektarit varastaval kivikimalasel enamus vaatlusajast augustatud kroonputkega õite otsimisele. Analoogselt meemesilasega oli kivikimalase töökiirus nektari võtmisel läbi kroonputke suudme tetraploidse sordi õitel märksa aeglasem kui diploidse sordi õitel (tabelid 3 ja 4).

Põldkimalane, metskimalane, ristikukimalane ja aedkimalane võtsid nektarit nii di- kui tetraploidse punase ristiku õitest eranditult läbi kroonputke suudme. Kõigi nende töötamine tetraploidse sordi õitel kulges aga aeglasemalt kui diploidse sordi õitelt nektarit kogudes (tabelid 3 ja 4).

Tolmeldajate töökiirus nektari hankimisel oli nii di- kui tetraploidse sordi õitel tugevas positiivses korrelatsioonis nende suiste pikkusega (r vastavalt 0,74 ja 0,78, joonis 1).

Kõige kiiremini töötasid nii di- kui tetraploidse punase ristiku õitel pikasuiselised kimalased – ristikukimalane (foto 3) ja aedkimalane (foto 4). Nende töökiiruste vähenemine tetraploidisel punasel ristikul töötades oli kõige väiksem. Keskmise suise pikkusega kimalastest oli metskimalane kiirem kui põldkimalane, kuigi tema töölistel on mõõtnetelt põldkimalase töölistest väiksemad. Metskimalase head töökiirust punasel ristikul on täheldatud ka varem (Ivanov, Samohvalova, 1993). Kahjuks külastab see liik punase ristiku õisi suhteliselt harva.

Võrreldes nektari hankimisega töötasid meemesilased õietolmu korjates märgatavalt kiiremini. Kimalaste puhul niisugust vahet töökiirustes ei märga-



A.m. – *Apis mellifera*; B.l. – *Bombus lapidarius*; B.p. – *Bombus pascuorum*; B.s. – *Bombus sylvarum*; B.d. – *Bombus distinguendus*; B.h. – *Bombus hortorum*;
 Joonis 1. Tolmeldajate töökiiruse ja nende suiste pikkuse vahelised seosed di- ja tetraploidse hilise punase ristiku õitest nektari hankimisel

Figure 1. Relations between the pollinators' working speed and length of their probosces at nectar collection from the florets of di- and tetraploid late red clover



Foto 3. Ristikukimalane (*Bombus distinguendus*) keha ülapiil on kogu ulatuses oliivkollane, v.a tagakeha kuues lüli, mis on must ja must on ka ristvööt tiibade vahel

Photo 3. Upper half of the body of *Bombus distinguendus* is olive yellow, except the 6th segment of abdomen, which is black like a cross-stripe between the wings



Foto 4. Aedkimalase (*Bombus hortorum*) rindmik on must, mille esimene ja tagumine osa on sidrunkollased, tagakeha esimene lüli kollaste karvadega, teine ja kolmas lüli mustad, neljas ja viies lüli valged, kuues lüli must

Photo 4. Thorax of Bombus hortorum is black, which first and last part are lemon-colored, the 1st segment of abdomen with yellow hairs, the 2nd and 3rd segments black, the 4th and 5th segments white, the 6th black

tud. Küll aga töötasid eranditult kõik putukaliigid, kelle tööd õietolmu kogumisel kronometreeriti, punase ristiku tetraploidse sordi õitel aeglasemalt kui diploidse sordi õitel (tabel 4).

Lisaks kroonputke pikenemisele võib tetraploidisel punasel ristikul tolmeldajate tööd aeglustada suurem nektarikogus kroonputke põhjal – selle välja imemisele kulub rohkem aega. Õietolmu koguvate tolmeldajate aeglasem töötamine võib tuleneda asjaolust, et tetraploidse punase ristiku õie tolmuterad on diploidse punase ristikuga võrreldes jämedamad, ebakorrapärase kujuga ning nende teiselamine ja pakkimine võib olla aeganõudvam (foto 5 ja 6).

Vahekokkuvõtteks võib öelda, et tolmeldaja töökiirus punase ristiku õitel sõltus liigist, isendi individuaalsest vilumusest, õie morfoloogilisest ehitusest, õie külastusmotiivist ning sealt ammutatava ressursi hulgast ja omadustest. Polüploidiseerimisega kaasnenud õie morfoloogilised ja füsioloogilised muutused aeglustasid kõikide tolmeldaja-putuka liikide töökiirust nii nektari hankimisel kui õietolmu korjel. Pikasuiseliste tolmeldajate töökiirus muutus seejuures vähem kui lühikese suise pikkusega tolmeldajatel.



Foto 5. Sordi 'Jõgeva 205' (2n) õietolmuterad (suurendus 750 korda)

Photo 5. Pollen grains (750-fold magnification) of the variety 'Jõgeva 205' (2n)

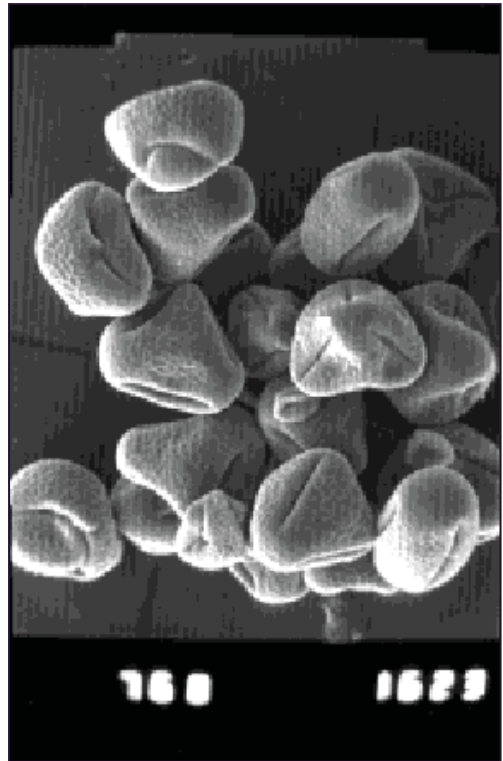


Foto 6. Sordi 'Ilte' (4n) õietolmuterad (suurendus 760 korda)

Photo 6. Pollen grains (760-fold magnification) of the variety 'Ilte' (4n)

Eri liiki tolmeldajate väärtus mesilasühikutes di- ja teraploidsel punasel ristikul

Punase ristiku sordi seemnesaagi geneetilise potentsiaali realiseerumine sõltub olulisel määral tolmeldajate tööst. Õitsva taimikuga seemnepõldudel tegutsevate tolmeldajate arv ja liigiline koosseis muutuvad aga nii ruumis kui ajas. Eriti suured võivad olla erinevused looduslike tolmeldajate liigilises koosseisus ja arvukuses (Kotkas, 1965). Et tegelikku olukorda põllul hinnata loendatakse pinnaühikul tolmeldajad ning kasutades koefitsiente arvutatakse nende hulk ümber mesilasühikuteks. Peetakse küllaldaseks, kui 100 m²-l normaalse tihedusega (40–80 ühtlaselt paiknevat taime, 250–350 taimevarrega m²-l) taimikul töötab õitsemise ajal 140–150 mesilasühikut (Zhukov, 1987).

Enamik autoreid ei käsitle kimalase perekonna liike lahus vaid annavad mesilasühikule ümberarvutamiseks ühe koefitsiendi kõigi kimalaseliikide kohta. Sõltuvalt autorist kõigub see vahemikus 2–5 (Valle, 1955; Jablonski, 1977; Prognukov 1977; Perepravo 1985; Aritjunova, Agnajeve, 1993). Eestis ja Soomes on üht kimalast peetud punase ristiku tolmeldajana võrdseks 2,5 meemesilasega

(Paatela, Heinrichs, 1959; Valle, Bergt, 1965; Kotkas, 1965, 1968).

Nagu Jõgeval läbiviidud vaatlustel ja kronometreerimistel selgus, jääb taoline lähenemine küsimusele ebatäpseks ja seda järgnevatel põhjustel.

1. Eestis töötab maakimalane punase ristiku õitel (peaaegu) alati negatiivselt ega tolmelda selle kultuuri õisi. Paljudel aastatel on aga just see liik domineeriv kimalaseliik punase ristiku seemnepõllul (Kotkas, 1965, 1968).

2. Lühisuiselised tolmeldajad (meemesilased ja harvem ka kivikimalane) võivad töötada nii positiivselt kui negatiivselt.

3. Ülejäänud kimalaseliigid töötavad küll alati positiivselt, kuid nende töökiirus on erinev.

4. Punase ristiku ploidsus mõjutab kõigi tolmeldajate töökiirust, lühisuiseliste tolmeldajate töökiiruse muutus on seejuures suurem.

Neist asjaoludest lähtudes on seemnekasvataval hädatarvilik tunda vähemalt enamesinevaid kimalaseliike ning teha põllul vaatlustega kindlaks nende arv liigiti ja töötamise iseloom (positiivne, negatiivne). Õite külastamise motiiv (kas nektari või õietolmu hankimine) mõjutab enamiku kimalaseliikide töökiirust suhteliselt vähe, küll aga meemesilase töökiirust ning tetraploidsel punasel ristikul ka kivikimalase töökiirust.

Tolmeldaja väärtus punase ristiku seemnepõllul sõltub põhiliselt kolmest asjaolust:

1. töökiirusest (külastatud õite arv ajaühikus)
2. töötamise ajast (tundides) päevas
3. külastatud õite viljastumisprotsendist

Meie käsutuses olevad andmed võimaldavad arvestada ainult kaht esimest asjaolu, kolmanda kohta saame esitada vaid kaudseid andmeid. Eri liikidesse kuuluvate tolmeldajate külastatud punase ristiku õite viljastumist pole Jõgeval seni uuritud. Ka avaldatud ja meile kättesaadavaist kirjandusallikaist võib leida vaid üksikuid viiteid selle küsimuse kohta.

On teada, et punasel ristikul õite viljastumisprotsent tolmeldaja positiivse töötamise korral ei sõltu õite külastamise motiivist (Borodatshev jt., 1996). Poolas tehtud uurimustes on selgunud, et meemesilase ja kimalaste võime tolmeldada külastatud punase ristiku õisi on ligilähedane. Ühekordse külastamise järel viljastus meemesilase puhul 45,3% ja kimalaste puhul 43,4%, kahekordsel külastamisel vastavalt 70,1 ja 68,0% ning kolmekordsel külastamisel 83,6 ja 81,9% õitest. Punasest ristikust rohkem on probleemi uuritud kasvhoonekultuuride juures.

Kasvuhooones korraldatud maguspipra tolmeldamiskatses oli kimalastega tolmeldatud variantides (meemesilastega tolmeldatud variantidega võrreldes) saak suurem, vilju taimel rohkem, viljade kvaliteedinäitajad paremad ning seemnete arv viljades suurem (Porporato *et al.*, 1995; Abak *et al.*, 1997). Analoogseid tulemusi on saadud kasvhoonekatsetes kimalastega ka tomati õisi tolmeldades (Abak *et al.*, 1995).

Punane ristik on meemesilasele atraktiivne peajasjalikult nektarierituse tõttu (Smaragdova, 1969, 1983). Sellest tingituna võetakse läbi kroonputke suudme õitest nektarit ammutava meemesilase töökiirus mesilasühikute arvutamisel võrdseks 1-ga (Dennis, Haas, 1967). Selle tööviisi korral on meemesilane punase ristiku õisi külastavate tolmeldajate seas kõige aeglasem (Rõmashevski, 1967). mis ilmnes ka meie kronometreerimistulemuste põhjal.

Meemesilane õietolmu korjel võrdub 1,8 nektarit hankiva meemesilasega diploidsel ja 2,1 meemesilasega tetraploidsel punasel ristikul (tabel 5).

Tabel 5. Di- ja tetraploidse punase ristiku sortide seemnepõldudel positiivselt töötanud tolmeldajate väärtus mesilasühikutes (nektarit hankiv meemesilane = 1)
 Table 5. The values in honey-bee units (honey-bee at nectar collection = 1,0) for the pollinators working positively on the seed production fields of di- and tetraploid red clover varieties

Liik Species	Arvestades töökiirust <i>Considering the working speed</i>		Arvestades töökiirust ja pikemat tööaega / <i>Considering the working speed and longer working period per day</i>	
	Õietolmu hankimine <i>Pollen collection</i>	Nektari hankimine <i>Nectar collection</i>	Õietolmu hankimine <i>Pollen collection</i>	Nektari hankimine <i>Nectar collection</i>
‘Jõgeva 205’ (2n)				
<i>Apis mellifera</i>	1,8	1,0	1,8	1,0
<i>Bombus lapidarius</i>	2,6	2,7	2,9	3,0
<i>Bombus pascuorum</i>	2,9	2,9	3,2	3,2
<i>Bombus sylvarum</i>	2,8	3,0	3,1	3,3
<i>Bombus distinguendus</i>	4,0	3,5	4,4	3,8
<i>Bombus hortorum</i>	3,6	3,6	4,0	4,0
<i>Bombus sp.</i>	3,2	3,1	3,5	3,5
‘Ilte’ (4n)				
<i>Apis mellifera</i>	2,1	1,0	2,1	1,0
<i>Bombus lapidarius</i>	3,1	2,4	3,4	2,6
<i>Bombus pascuorum</i>	3,6	3,4	4,0	3,7
<i>Bombus sylvarum</i>	3,5	4,0	3,8	4,4
<i>Bombus distinguendus</i>	4,8	4,1	5,3	4,5
<i>Bombus hortorum</i>	4,3	4,5	4,7	5,0
<i>Bombus sp.</i>	3,9	3,7	4,2	4,0

Kimalased alustavad tööd õitel hommikul varem ja lõpetavad õhtul hiljem. Pikemast töötamise ajast tingituna jõuavad nad päeva jooksul külastada ja tolmeldada ka rohkem õisi, mis nende tolmeldajaväärtust võrreldes meemesilasega tõstab (koefitsient 1,1) (Bilinski, 1977; Jablonski, 1977).

Võttes arvesse nii töökiirust kui pikemat tööaega päevas on diploidisel punasel ristikul nektarit ammutav kimalane võrdne 3,0–4,0 mesilasühikuga ning õietolmu koguv kimalane 2,9–4,4 mesilasühikuga. Tetraploidse punase ristiku seemnepõllul võrdub üks õitest nektarit hankiv kimalane tolmeldaja väärtuselt sõltuvalt liigist 2,6–5,0 mesilasühikuga ning õietolmu koguv kimalane 3,4–5,3 mesilasühikuga (tabel 5).

Kimalastest on punase ristiku seemnepõldudel eriti väärtuslikud just pikasuiselised liigid – ristikukimalane ja aedkimalane. Esimene nimetatutest oli meie katseandmete järgi kõige väärtuslikum liik õietolmu korjel, teisena nimetatud liik aga nektarikorjel. Nende liikide eelised ilmnisid eriti selgelt just punase ristiku tetraploidse sordi seemnepõldudel. Keskmise suise pikkusega kimalaseliikidest oli väärtuslikuim metskimalane, selgemini ilmnis liigi eelis põldkimalase ees just tetraploidse sordi seemnepõllul.

Et meemesilane töötab nektari hankimisel tetraploidse sordi õitel diploidse sordiga võrreldes kolmandiku võrra aeglasemalt (külatab vastavalt 5,4 ja 7,1 õit minutis), tuleks sama tööhulga tagamiseks lugeda küllaldaseks, kui tetraploidse punase ristiku seemnepõllu õitel töötab täisõitsemisel 100 m² kohta 200 mesilasühikut (150 × 1,3).

Punase ristiku tolmeldajate väärtus risttolmlemise tagajana

Punase ristiku kui isesteriilse taime õite viljatamise ja areneva seemne väärtuse seisukohalt on tähtis, et emakasuudmele satuks õietolmu segu teistelt taimedelt. Kõige suurema tõenäosusega satub võõraste taimede õietolmu segu emakasuudmele juhul, kui tolmeldaja külatab õienutist vaid ühte õit ja lendab siis järgmisele nutile. Õienutis on punasel ristikul nii di- kui tetraploidsete sortide puhul aga keskmiselt 100 õit (Bender, 1995), mis võivad kõik õitseda peaaegu samaaegselt. Seetõttu võib tolmeldaja põhimõtteliselt ühel nutil külastada palju õisi ning mida rohkem õisi ta ühel nutil järjest külatab, seda suurem on tõenäosus, et emakasuudmele kandub õietolm samast nutist.

Tolmeldajate väärtust risttolmlemise tagajana näitab kaudselt ühel nutil külatatud keskmine õite arv (tabel 6). Positiivselt õitest nektarit ammutav meemesilane külastas ühel nutil nii di- kui tetraploidisel punase ristiku puhul vaid 2,2–2,3 õit, millise näiduga oli parim risttolmlemise tagaja. Õietolmu korjav meemesilane külastas nutil 2,9 ja 3,2 õit, mis oli samuti vähem kui kimalaseliikide vastav näit õietolmu või nektari hankimisel läbi kroonputke suudme. Nektari varguse korral külastasid kimalased nutis suhteliselt vähe õisi.

Positiivselt punase ristiku õitel töötanud kimalased külastasid diploidse sordi õienutil keskmiselt 4,8 õit, sõltumata sellest kas õit külastati nektari või õietolmu

Tabel 6. Tolmeldajate poolt ühel õienutil külastatud keskmine õite arv
 Table 6. An average number of florets visited by the pollinators on a head

Liik <i>Spesies</i>	Õite külastamise motiiv <i>Motive of flower visiting</i>	Õietolmu hankimine <i>Pollen collection</i>	Nektari hankimine läbi <i>Nectar collection through</i>	
			kroonputke suudme <i>orifice of corolla tube</i>	kroonputke tehtud augu <i>hole bitten into corolla tube</i>
'Jõgeva 205' (2n)				
<i>Apis mellifera</i>		2,9	2,3	2,2
<i>Bombus lucorum</i>				2,9
<i>Bombus lapidarius</i>		3,8	4,7	2,3
<i>Bombus pascuorum</i>		4,8	4,9	
<i>Bombus sylvarum</i>		5,1	4,7	
<i>Bombus distinguendus</i>		5,4	4,8	
<i>Bombus hortorum</i>		5,0	4,7	
<i>Bombus sp.</i>		4,8	4,8	
'Ilte' (4n)				
<i>Apis mellifera</i>		3,2	1,6	2,6
<i>Bombus lucorum</i>				3,0
<i>Bombus lapidarius</i>		3,7	3,8	2,8
<i>Bombus pascuorum</i>		5,6	5,3	
<i>Bombus sylvarum</i>		4,7	5,2	
<i>Bombus distinguendus</i>		5,7	4,4	
<i>Bombus hortorum</i>		6,6	4,5	
<i>Bombus sp.</i>		5,3	4,6	

hankimise eesmärgil. Tetraploidse sordi õienuttidel külastasid õietolmu koguvad kimalased keskmiselt 5,3 õit, nektari hankimisel aga vähem – 4,6 õit.

Kimalase liikide puhul ei leidnud kinnitust oletus, et pikasuiselised kimalased, kellel pole raskusi nektari kättesaamisega pika kroonputke põhjast, külastavad nutil rohkem õisi ning on seetõttu risttolmlemise tagamise seisukohalt madalama väärtusega. Pikasuiselised liigid külastasid just õietolmu kogumisel nutil enam õisi ja seda eriti tetraploidse sordi korral.

Tolmeldajate töö detailsem analüüs (tabel 7) näitas, et kõik uuritud liigid külastasid õienutil väga sageli vaid üht õit. Tõenäoliselt otsustab tolmeldaja võimaliku saadava ressursi väärtuse üle nutil külastatud esimese õie järgi, sest 2 õit nutil külastas tolmeldaja suhteliselt harvem. Andmetest jääb mulje, et vähese ressursi korral vahetab tolmeldaja õienutti, kui aga ressurss on küllaldane, siis külastab putukas seal suure tõenäosusega 3–5 õit.

Tabel 7. Punase ristiku tolmeldajate töö iseloom di- ja tetraploidse sordi õienuttidel. Lühisuiselised tolmeldajad
 Table 7. The character of work of the red clover pollinators on the heads of di- and tetraploid varieties.
 Short-tongued pollinators

Õie külastamise motiiv <i>Motive of flower visiting</i>	Õietolm <i>Pollen</i>		Nektar <i>Nectar</i>		Nektari vargus <i>Nectar robbing</i>	
	Jõgeva 205 (2n)	Ilte (4n)	Jõgeva 205 (2n)	Ilte (4n)	Jõgeva 205 (2n)	Ilte (4n)
Ühel nutil külastatud õite arv <i>Number of florets visited per head</i>						
	<i>Apis mellifera</i>					
1	30,3	27,2	43,7	44,6	47,6	36,8
2	25,6	24,3	25,1	23,8	25,8	22,1
3-5	33,5	35,8	23,7	20,8	19,4	33,7
6-9	8,5	8,1	3,5	3,1	7,2	7,4
>=10	2,1	4,6	4,0	7,7	0,0	0,0
	<i>Bombus lucorum</i>					
1					38,0	33,0
2					24,0	21,5
3-5					22,5	27,9
6-9					11,6	9,4
>=10					3,9	8,2
	<i>Bombus lapidarius</i>					
1	31,6	32,3	42,1	34,5	42,9	32,2
2	21,5	21,7	10,5	18,3	21,4	29,6
3-5	31,3	27,0	19,0	27,5	35,7	29,6
6-9	11,9	13,7	12,6	11,3	0,0	7,4
>=10	3,7	5,3	15,8	8,4	0,0	1,2

Tabel 7 järg. Punase ristiku tolmeldajate töö iseloom di- ja tetraploidse sordi õienuttidel

Table 7 cont. The character of work of the red clover pollinators on the heads of di- and tetraploid varieties

Õite külastamise motiiv Motive of flower visiting	Õietolm <i>Pollen</i>	Nektar <i>Nectar</i>		
Ühel nutil külastatud õite arv <i>Number of florets visited per head</i>	Jõgeva 205(2n)	Ilte(4n)	Jõgeva 205(2n)	Ilte(4n)
Keskmise suise pikkusega kimalased				
<i>Middle-tongued bumble-bees</i>				
<i>Bombus pascuorum</i>				
1	24,9	24,1	30,6	23,5
2	17,8	18,8	20,2	19,8
3–5	27,4	30,6	21,0	27,9
6–9	17,2	13,6	13,1	17,1
≥10	12,7	12,9	15,1	11,7
<i>Bombus sylvarum</i>				
1	27,7	24,5	26,8	26,9
2	16,8	11,7	18,8	13,4
3–5	23,9	24,5	25,5	26,9
6–9	16,3	20,2	13,4	19,4
≥10	15,3	19,1	15,5	13,4
Pikasuiselised kimalased				
<i>Long-tongued bumble-bees</i>				
<i>Bombus distinguendus</i>				
1	26,0	26,1	24,2	30,3
2	14,5	16,6	16,5	16,2
3–5	27,2	22,5	27,5	25,7
6–9	14,2	16,9	15,9	13,6
≥10	18,1	17,9	15,9	14,2
<i>Bombus hortorum</i>				
1	23,3	17,5	26,0	24,3
2	17,9	17,3	21,6	18,0
3–5	25,7	23,6	20,5	27,9
6–9	18,1	18,0	17,3	16,9
≥10	15,0	23,6	14,6	12,9

Läbi kroonputke suudme nektarit hankivate lühisuiseliste tolmeldajate (meemesilane, kivikimalane) sagedane õienuttide vahetamine võib olla tingitud asjaolust, et tolmeldaja ei küüni oma suistega õiepõhjas oleva nektarini ja otsib õisi, kus kaugus kroonputke suudmest nektarini on talle vastuvõetav. Nagu meie õite kroonputke ja nektarisamba kõrguse mõõtmistulemused näitasid, võib see vahekaugus küllalt suures ulatuses varieeruda.

Üle 10 õie nuti kohta külastavad lühisuiselised tolmeldajad suhteliselt harva. Vaid kivikimalase puhul diploidse sordi õitelt nektarit ammutades küündis see näitaja üle 10%, muudel juhtudel jäi näitaja aga sellest piirist allapoole.

Keskmise suistepikkusega ja pikasuiselised kimalased vahetasid õienutte suhteliselt harvem külastades seejuures nutil rohkem õisi. Nende töö detailse analüüsi andmed näitavad, et käsitletavad neli kimalaseliiki erinevad üksteisest oma töö iseloomult suhteliselt vähe. Võrreldes lühisuiseliste punase ristiku tolmeldajatega on nendel liikidel tõenäosus suurem külastada nutil 10 või enam õit. Nektari hankimise korral on see tõenäosus tetraploidse sordi nuttidel väiksem, kui diploidse sordi juures. Õietolmu kogumisel külastas aedkimalane tetraploidse sordi õienutil keskmiselt 6,6 õit (suurim näit kogu katseandmete seas). Peaaegu igal neljandal nutil (23,6% nuttidest) külastas ta seejuures 10 või enam õit.

Kokkuvõte

Jõgeva Sordiaretuse Instituudis on eksperimentaalse polüploidiseerimise ja järgnenud valikutega loodud hilise punase ristiku tetraploidne sort 'Ilte', mille õie kroonputk on diploidse lähtesordiga 'Jõgeva 205' võrreldes 8,9% pikem, kroonputke suudme läbimõõt 33,7% avaram ning õite nektarieritus rikkalikum. Selgitamaks polüploidiseerimisega kaasnenud õie morfoloogiliste ja füsioloogiliste muutuste mõju ulatust tolmeldajate töökiirusele, kronometreeriti aastail 1993–1998 Jõgeval tolmeldajate tööd.

Katseandmetest selgus, et tolmeldajate töökiirus nektari hankimisel nii di- kui tetraploidse punase ristiku õitel oli tugevas positiivses korrelatsioonis nende suiste pikkusega (r vastavalt 0,74 ja 0,78). Liikidest töötas nektari hankimisel mõlema sorditüübi õitel kõige kiiremini aedkimalane (*Bombus hortorum*), õietolmu kogumisel aga rististikukimalane (*Bombus distinguendus*).

Kõik positiivselt töötavad tolmeldajad töötasid tetraploidse sordi õitel võrreldes diploidse sordiga aeglasemalt. Kõige märgatavam erinevus töökiirustes oli lühisuiselistel tolmeldajatel (meemesilane *Apis mellifera*, kivikimalane *Bombus lapidarius*) nektari hankimisel – vastavalt 23,9 ja 33,2%. Kõige väiksemat sordi ploidsusest tulenevat muutust (alla 10%) täheldati metskimalase (*Bombus sylvarum*) ja aedkimalase töökiirustes.

Tuginedes töökiirusele ning arvestades kimalaste pikemat töötamise aega ööpäevas (koefitsient 1,1) arvutati liikidele tolmeldaja väärtused mesilasühikutes (meemesilane nektarikorjaj = 1,0). Diploidse punase ristiku seemnepõllul võrdus

üks õietolmu koguv meemesilsne 1,8 mesilasühikuga, kimalaseliikide keskmine tolmeldajaväärtus (nii nektari hankimisel kui õietolmu kogumisel) võrdus 3,5 mesilasühikuga.

Tetraploidse punase ristiku seemnepõllul võrdus õietolmu koguv meemesilane 2,1 mesilasühikuga ning kimalaseliikide keskmine väärtus oli 4,0 (nektari hankimisel) kuni 4,2 (õietolmu kogumisel) mesilasühikut.

Maakimalane (*Bombus lucorum*), Eestis paljudel aastatel kõige arvukam kimalaseliik, hammustab punase ristiku kroonputke aluse lähedale augu, võtab nektarit selle kaudu, puutumata kokku õie generatiivorganitega ning osalemata seejuures liigi reproduktiivprotsessis. Tema töökiirus polüploidiseerimisega kaasnenud õie morfoloogilised muutused ei mõjuta, küll aga meelitab neid tetraploidse sordi õitele viimaste suurem nektarieritus. Õietolmu kogub see liik Eestis punaselt ristikult aruharva.

Et mesilasühikute arvutamisel aluseks olev meemesilane töötas nektari hankimisel tetraploidse sordi õitel diploidse sordiga võrreldes märgatavalt aeglasemalt, tuleks sama töö hulga tagamiseks lugeda küllaldaseks, kui punase ristiku tetraploidse sordi seemnepõllu pinnaühikul töötab tolmeldajaid mesilasühikutele ümberarvestatuna kolmandiku võrra rohkem.

Tolmeldajate väärtust risttolmlemise tagajana di- ja tetraploidse sordi õitel selgitati õienutil keskmiselt külastatud õite arvu alusel ning lisaks ka kõigi uuritud tolmeldajate töö detailse analüüsi abil. Selle uurimissuuna kokkuvõttes võib nentida, et punase ristiku tetraploidse sordi õitel ei töötanud tolmeldajad risttolmlemise tagajatena sugugi halvemini, kui diploidse sordi õitel. Ei leidnud kinnitust oletus, et suuremad korjeressursid ja pikem õie kroonputk võivad muuta pikasuiseliste tolmeldajate töö iseloomu. Positiivse töötamise korral on parimad risttolmlemise tagajad küll lühisuiselised tolmeldajad (meemesilane, kivikimalane), kuid nende töö iseloom (eriti meemesilasel) sõltub maakimalase arvukusest. Viimase arvukuse tõustes hakkavad nad nii di- kui tetraploidse punase ristiku õitel tööle negatiivselt ega tolmelda sel juhul õisi.

Punase ristiku õite parimad tolmeldajad on aedkimalane ja ristikukimalane. Pikema õie kroonputkega tetraploidsete sortide seemnesaagi tagamisel on edaspidi just nendel liikidel eriline roll.

Viidatud kirjandus

- Abak K., Sari N., Paksoy M., Kaftanoglu O., Yeninar H. 1995. Efficiency of bumble bees on the yield and quality of eggplant and tomato grown in unheated glasshouses. – In First international symposium on solanacea for fresh market Malaga, Spain, 28–31 March 1995 (edited by Fernandez-Munoz, R.; Cuartero, J.; Gomez-Guillamon, M. L.). Acta Horticulturae, N 412, pp. 268–274.
- Abak K., Kaftanoglu O., Dasgan H. Y., Ikiz Ö., Sayalan M., Uygeen N., Yeminar H. 1997. Pollen production and quality of pepper grown in unheated greenhouses during winter and the effect of bumblebees (*Bombus terrestris*) pollination on fruit yield and quality. – In Pro-

- ceedings of the 7th International Symposium on Pollination, Lethbridge, Alberta, Canada 23–28 June 1996 (edited by Richard K. W.). Leiden, Netherlands International Society for Horticultural Science, pp. 303–307.
- Anderson L. B. 1973. Breeding a late-flowering tetraploid red clover for New Zealand – New Zealand Journal of Agricultural Research, vol. 16(3), pp. 395–398.
- Aritjunova E. V., Agnajeva N. G. 1993. K faune opõliteley klevera Osetii. – Tezicõ dokladov yubileynoy nauchno-proizvodctvennoy konferencii pocvyatchonnoy 75-letiyu Gorskogo gocydarctvennogo universiteta (1918–1993 gg). Vladikavkaz, s. 61–62.
- Bender A. 1995. Erinevused di- ja tetraploidse punase ristiku õite mõõtudes. – Põllumajandus, nr. 2, lk. 8–9.
- Bilinski M. 1977. Visitation of red clover by pollinator insects. – Bee Research Copies. Pulawach XXI, pp. 229–236.
- Bilinski M., Ruskowski A. 1991. The bumblebees of Wielkopolska. – Pszczelnicze zeszyty naukowe. Rok.35, pp. 127–138.
- Bilis I. A. 1984. Ispolzovanie metoda poliploidii v selekcii rannespelogo klevera lugovogo v Pribaltike. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata selxckoxozyastvennõx nauk. Moskva, 16 s.
- Bogatõrjov N. P. 1988. Metodõ registracii furazhirovochnogo povedeniya shmeley-opõliteley klevera. – Nauchno-tehnicheskij byulletenx, võpusk I Sibirskogo nauchno-issledovatelxskogo instituta kormov. Aktualxnõe voprosõ selxskoxozyaystvennoy biologii. Novosibirsk, s.30–33.
- Borodachev A. V., Borodacheva V. T., Litvinova O. D. 1996. Selekcija pchel na opõlenie klevera. – Pchelovodcto, nr 2, s. 10–12.
- Dennis B. A., Haas H. 1967. Pollination and Seed-setting in Diploid and Tetraploid Red Clover (*Trifolium pratense* L.) under Danish Conditions II. Studies of Floret Morphology in Relation to the Working Speed of Honey- and Bumblebees (*Hymenoptera, Apoidea*). – Royal Veterinary and Agricultural College Yearbook, 1967. Copenhagen, pp. 118–133.
- Ivanov S. S., Samohvalova T. P. 1993. Ohrana opõliteley v Ryazanskoy oblasti. – Pchelovodstvo, nr. 9, s. 36–37.
- Jablonski B. 1977. Study on biology of flowering, nectaring, plooination and seed setting in red clover (*Trifolium pratense* L.). – Bee Research Copies. Pulawach XXI, pp. 177–188.
- Kotkas H. 1956. Põldheina seemnekasvatus. – Raamatus “Põldheinakasvatus” koostaja R. Toomre. Tallinn, lk. 126–159.
- Kotkas H. 1965. Shmeli – opõlitelii klevera krasnogo i lyucernõ. – Rohumaaviljelus IV. Tallinn, lk. 78–82.
- Kotkas H. 1968. Sposobõ poseva, podkashivaniya i opõliteli semennikov krasnogo klevera. Avtoreferat dissertacii na soiskanie nauchnoy stepeni kandidata selxskoxozyaictvennõh nauk. Tartu, 32 s.
- Kotkas H. 1969. Punase ja roosa ristiku seemnekasvatus. – Raamatus “Põldheinakasvatus” (teine täiendatud väljaanne), koostaja R. Toomre. Tallinn, lk. 213–236.
- Løken A. 1973. Studies on Scandinavian Bumble Bees (*Hymenoptera, Apoidea*). – Norsk Entomologisk Tidskrift, vol. 20(1), pp. 1–28.
- Makarov N. M. 1974. Sozдание i izuchenie Sibirskix tetraploidnõh populyacii klevera krasnogo. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata biologicheskix nauk. Leninograd, 26 s.
- Maurizio A. 1961. Beobachtungen am Nektar einiger schweizerischer und scwedischer Rotkleestämme (*Trifolium pratense* L.). – Zeitschrift für Bienenforschung, Band 5, Heft 7, S. 182–190.

- Novosjolova A. S. 1972. Osnovnõe metodõ i rezultatõ selekcii klevera krasnogo (*Trifolium pratense* L.). Avtoreferat dissertacii na soiskanie ychenoy stepeni doktora selxckohozyaistvennõh nauk. Moskva, 60 s.
- Paatela J. 1962. Characteristics of some diploid and tetraploid varieties of the late red clover *Trifolium pratense* v. *subnudum* subv. *serotinum*. – Acta Agralia Fennica. Helsinki, 99, 1–5, pp. 1–31.
- Paatela J., Heinrichs H. 1959. Puna-apilan kukkien mesipitoisuuden merkitykestä sen siementuotannossa. – Maatalous ja koetoiminta XIII. Helsinki, lk. 167–178.
- Perepravo N. I. 1985. Progressivnõe priemõ vozdelõvaniya klevera na semena. – Rekomendacii po semenovodstvu mnogoletnih trav. Tula, s. 60–65.
- Porporato M., Pinna M., Manno A. Marletto F. 1995. Pollination of sweet peper in greenhouses by *Bombus terrestris* L. and *Apis mellifera* L. – Informatore Fitopatologico, N 6, pp. 49–54.
- Progunkov V. V. 1977. Mestoobitanie, nektaroproduktivnostx i urozhaynostx semyan klevera krasnogo. – Sibirskiy vestnik selxskohozyayctvennoy nayki, nr. 3, s. 39–43.
- Rõmashevski V. K. 1967. Morfobiologicheskie cvyazi mezhdü krasnõm kleverom, lyucernoy i nasekomõmi, ih opõlyayutchimi. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoy ctepeni doktora biologicheskikh nauk. Voronezh, 27 s.
- Skirde W. 1961. Blüten und Nektaruntersuchungen an tetraploiden Frühkleeformen (*Trifolium pratense praecox*). – Der Tierzüchter, Jg. 13, N.23, S. 75–78.
- Smaragdova N. P. 1969. Klever i pchelõ v Nechernozemnoy polose. Moskva, 119 s.:
- Smaragdova N. P. 1983. Rezultatõ opõleniya klevera krasnogo medonosnõmi pchelami. – V sb. Ispolzovanie pchel dlya onõleniya selxskohozyaistvennõh kulxtur. Moskva, s. 23–28.
- Zhukov V. N. 1987. Povõsitx urozhaynostx semyan klevera. – Pchelovodstvo, nr. 3, s. 12–13.
- Teräs I. 1985. Food plants and flower visits of bumblebees (*Bombus: Hymenoptera, Apoidae*) in southern Finland. – Acta Zoologica Fennica. Helsinki, 179, pp. 1–120.
- Timm U. 1995. Kaitsealused loomaliigid. III kategooria. – Eesti Loodus, nr. 11/12, lk. 338–340.
- Sowa S., Dylewska M., Ruskowski A. 1991. The bumblebees of Masurian lakeland. – Pszczelnice zeszyty naukowe. Rok. 35, pp. 103–111.
- Valle O. 1955. Untersuchungen zur Sicherung der Bestäubung von Rotklee. – Acta Agralia Fennica. Helsinki, S. 205–220.
- Valle O. 1959. Kimalaiset ja mehiläiset puna-apilan pölyttäjinä. – Maatalous ja koetoiminta XIII. Helsinki, lk. 227–237.
- Valle O., Aaltonen M. 1969. Domestication trials on bumblebees. – Acta Agralia Fennica. Hämeenlinna, 113, 2, pp. 1–21.
- Valle O., Bergt K. 1965. Stem-shortening experiments on red clover with growth regulators. – Acta Agralia Fennica. Hämeenlinna, pp. 1–20.
- Williams I. H., Christian D. G. 1991. Observations on *Phacelia tanacetifolia* Bentham (*Hydrophyllaceae*) as a food plant for honey bees and bumble bees. – Journal of apicultural research, vol. 30(1), pp. 3–12.

An impact of morphological and physiological transformations of red clover (*Trifolium pratense* L.) flowers accompanying polyploidization on the pollinators' working speed and value as a guarantee for cross pollination

Summary

A late tetraploid red clover variety 'Ilte' has been bred at the Jõgeva Plant Breeding Institute by experimental polyploidization and following selections. Its floret has a better nectar secretion and 8,9% longer corolla tube, the diameter of which orifice is 33,7% more spacious compared with the diploid parent variety 'Jõgeva 205'.

To ascertain an impact of the above-mentioned transformations, the work of the pollinators was measured by chronometer at the breeder seed fields of both varieties in 1993–1998. Recorded data served as a basis for the calculations of the working speed of the pollinators and for the specification of their work as a guarantee for cross-pollination.

*The slowest pollinator on the flowers of diploid variety 'Jõgeva 205' was honey-bee (*Apis mellifera* L.) who visited 7,1 flowers per minute collecting the nectar through the orifice of the corolla tube, and 13,0 flowers per minute while collecting the pollen (Table 3).*

An average working speed of positively working bumble-bee species varied relatively little at the nectar and pollen collection, being 22,4 and 22,7 flowers per minute, respectively.

*All positively working pollinators worked slower on the flowers of tetraploid variety in comparison with the diploid variety (Tables 3 and 4). The most significant difference occurred among the short-tongued pollinators (*Apis mellifera* L., *Bombus lapidarius* L.) at the nectar collection (Table 4).*

*A strong positive correlation existed between the working speed of the pollinators at nectar collection on the flowers of both di- and tetraploid varieties and the length of their probosces ($r = 0,74$ and $0,78$, respectively, Figure 1). Among the species, *B. hortorum* worked most rapidly at nectar collection and *B. distinguendus* at pollen collection on the flowers of both variety types (Table 3).*

**B. lucorum*, the most numerous bumble-bee species on many years in Estonia, bites a hole to the bottom of the corolla tube of red clover's floret, takes the nectar without touching the generative organs of the floret taking no part in the reproduction process of the species. The morphological transformations of the floret concurrent with polyploidization have no effect on its working speed, however, the bigger nectar secretion attracts them onto the flowers of tetraploid variety. *B. lucorum* collects the pollen from the red clover very rarely.*

Based on the working speeds and considering the longer working period of the bumble-bees per day (coefficient 1,1), the pollinator-values in honey-bee units (honey-bee at nectar collection = 1,0) were calculated (Table 5). A honey-bee collecting the pollen on the seed production field of diploid red clover was equal to 1,8 honey-bee units, the mean

pollinator-value of the bumble-bee species was equal to 3,5 honey-bee units.

A honey-bee collecting the pollen on the flowers of tetraploid red clover was equal to 2,1 honey-bee units and the mean value of bumble-bee species accounted for 4,0...4,2 honey-bee units.

As the calculation of honey-bee units was based on a honey-bee who worked a third slower at nectar collection on the flowers of tetraploid variety compared with the diploid variety, it should be considered adequate for guaranteeing the same amount of work if a third more pollinators, converted into honey-bee units, work on a superficial unit of a seed production field of the tetraploid red clover variety.

*The value of the pollinators as a guarantee for cross-pollination on the flowers of di- and tetraploid varieties was investigated on the basis of an average number of visited florets in a cluster (Table 6) and also by detailed analysis of the work of all examined pollinators (Table 7). As a conclusion of this study, it can be stated that the pollinators as a guarantee for cross-pollination did not work less effectively on the flowers of tetraploid red clover variety than on the flowers of diploid variety. A supposition that bigger resources and a longer corolla tube of the floret can alter the character of the work of long-tongued pollinators was not verified. In case of positive working, the short-tongued pollinators (*Apis mellifera*, *B. lapidarius*) are the best guarantees for cross-pollination but the character of their work (especially in honey-bee) depends on the number of *B. lucorum*. By rising multiplicity of the latter, they start to work negatively on the flowers of both di- and tetraploid red clover varieties and do not pollinate the flowers on that occasion.*

*A fact that *B. sylvarum* works rapidly on the flowers of both di- and tetraploid red clover was affirmed in the study. The species is unfortunately low in number in Estonia and visits the flowers of red clover relatively seldom.*

TETRAPLOIDSE PUNASE RISTIKU SEEMNEPÕLLU RAJAMINE KATTEVILJA ALUSE KÜLVIGA

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 (germination 100%) in the establishment of the red clover seed production field.

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

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. Katteviljana soovitatakse kasutada põhjapoolsetes riikides, kus vegetatsiooniperiood lühem, varaseid odrasorte, millede koristuaeg on suviteraviljadest varaseim. Siis jääb ristikutaimikule kattevilja koristamise ja vegetatsiooniperioodi lõpu vahel pikem kosumisaeg. Meie oludes on kõige varasema valmimisajaga suviteraviljadest kuuerealised 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 kaherealistega (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 tule-

nev vegetatsiooniperioodi pikenemine teiselt poolt, pakub võimaluse kasutada ka suvinisu katteviljana. 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 suvi- kui 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 ristikutaimedele soodsamad valgustingimused ja paremad mullaniiskuse olud soovitatakse USA-s kattevilja külvisenormi 25–50% vähendada (Undersander *et al.*, 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 uurimistöode põhjal jõutud järeldusele, et seoses uute seisukindlamate teraviljasortide kasutusele tulekuga ei ole kattevilja külvisenormi vähendamisel enam mõtet. Varem peeti vajalikuks vähendada katteviljana kasvatatava teravilja lämmastikväetise normi 25% võrra. Norra kogemusel ei ole ka 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 diapasoonis, kuid üldiselt on need meil soovitatutest väiksemad. Sagedamini kohatavad soovitused jäävad vahemikku 2–4,5 kg ha⁻¹ (Pankiw *et al.*, 1977; Taylor *et al.*, 1996; Bouet, Sicard, 1998; Bowely *et al.*, 2014; Huebner, 2014). Eeltoodud külvisenormid kehtivad kitsarealiste külvide korral. Kui külvatakse laia reavahega (45–60 cm), siis soovitatakse külvata veelgi väiksemate normidega – isegi 0,5–0,75 kg ha⁻¹ (Glifford, Anderson, 1980; Rincker, Rampton, 1985). Samas nenditakse, et tootmispraktikas külvatakse seemnepõllud kindluse mõttes siiski suurendatud külvisenormiga 6–13 kg ha⁻¹ (Marshall *et al.*, 1998; Rinker, Rampton, 1985; Bowely *et al.*, 2014; Huebner 2014). Kirjandusest võib leida soovitusi kombineerida söodatootmist seemnekasvatusega. Sellisel juhul valitakse külvisenorm söodatootmises kasutuselolev (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 kitsarealises külvis külvisenormiga 8–10 kg ha⁻¹. Kui külv toimub reavahega 30 cm, vähendatakse külvisenormi 5–6 kg-ni hektarile (Jansone, 2008). Norras soovitatakse punase ristiku seemnepõllu rajamisel kasutada külvisenormi 2–4 kg ha⁻¹ (Aamlid, 2011; Aamlid, Havstad 2011).

Kirjandusallikais ei ole enamasti märgitud kas soovitusel 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 soovitatud neljatahuline varane oder on asendatav seisukindlama kahetahulise odra või koguni suvinisu varasepoolsete sortidega.

2) Kuidas mõjutab külvisenormi ja lämmastikväärtise 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 lämmastikväärtise 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 meetodika

Eelpool loetletud eesmärkide saavutamiseks rajati 2013. aastal Jõgevale 2 põldkatset: ühes neist oli katteviljaks varane suvinisu sort 'Mooni', teises kahtahuline 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), lämmastikväärtise norm vähendatud (66% tava normist) – kontrollvariant;

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

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

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

Variantide 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 (K₀), milles analüüsiandmete 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-kaaliväetised käsitsi, väetamisel kasutati granuleeritud liitväetist Scalsa (mikroväetiste lisaga) normiga 400 kg ha⁻¹ (P 19, K 67 kg ha⁻¹), lämmastikväetis anti ammooniumsalpeetrina vastavalt katseplaanile külvikuga Saxonia enne viimast külvieelset mullaharimist. Hiljem katseid ei väetatud.

Kattevili külvati külvikuga Fergusson 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 pinnaühikul ja mõõdeti nende õitsemiseaegne kõrgus. Katteviljaks külvatud oder 'Maali' valmis ja 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 arvutati saak. Saagi kvaliteedi näitajatest määrati mahumass, 1000 seemne mass ja toorproteiini sisaldus, suvinisul veel täiendavalt kleepvalgu sisaldus ja gluteeni indeks. Analüüsid tehti EestiTaimakasvatuse Instituudi biokeemia laboratooriumis.

Külviaastal, vegetatsiooniperioodi lõpu eel, määrati punase ristiku taimede arv pinnaühikul. Selleks kasutati raame mõõtudega 0,5 × 0,5 m, lugemiskordusi tehti 4.

Esimesel kasutusaastal (2014) koolutati regulaarselt punase ristiku varsi äärtelt katselapi keskosa suunas vältimaks taimikute põimumist, mis oleks teinud võimatuks hoida katselappidel seemnesaaki lahus (fotod 1 ja 2). Varase punase ristiku 'Varte' seeme valmis ja koristati 20. augustil, hilise punase ristiku 'Ilte' seeme aga 2. ja 3. septembril. Koristati kombainiga Hege 125 C. Seemnemass



Foto 1. Katse üldvaade. Esiplaanil punase ristiku 'Varte' katselapid

Photo 1. Overview of the trial. Early red clover 'Varte' trial plots in the foreground



Foto 2. Sordi 'Varte' katselapid enne seemne koristamist

Photo 2. Trial plots of cultivar 'Varte' before seed harvesting

kuivatati dineesentüüpi kuivatis, hõõruti hõõrlil Westrup HA-400, ning lõpp-puhastati Kamas-Westrupi laboratoorse sorteeriga LALS. Kolm kuud pärast kombinimist ja puhastamist määrati laboratooriumis seemnetel 1000 seemne mass ja idanevus.

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

Katseaastate meteoroloogilised tingimused

Katsete rajamisaastal (2013) oli kevad hilisepoolne. Mai, juuni ja juuli olid kõik tavapärasest kõrgema õhutemperatuuriga, juuni-juuli-august samas sademetevaeses. 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) registreriti 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 seemnesaake. 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).

Katseandmete statistiliseks analüüsiks on kasutatud arvutiprogrammi AGROBASE 20™.

Katsetulemused

Oder 'Maali' katteviljana

Oder 'Maali' võrsete kõrgus 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 mõjutab 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 m²-l) oli 71,6–74,6 cm kõrge.

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				
Külvisenorm 333 id. tera m ² / Seed. rate 333 PLS* m ² N 60 kg ha ⁻¹	Külvisenorm 500 id. tera m ² / Seed. rate 500 PLS m ² N 60 kg ha ⁻¹	Külvisenorm 500 id. tera m ² / Seed. rate 500 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹	Külvisenorm 333 id. tera m ² / Seed. rate 333 PLS m ² N 90 kg ha ⁻¹	LSD 0,05
Varte'				
Taimede kõrgus / Height of plants, cm				
72	69	75	79	2
Generatiivvõrsete arv / Number of fertile tillers, tk m ² -l				
592	637	694	621	44
Ilte'				
Taimede kõrgus / Height of plants, cm				
69	67	72	77	3
Generatiivvõrsete arv / Number of fertile tillers, tk m ² -l				
542	654	700	663	70

* PLS pure live seeds

Odra saak katsevariantides oli vahemikus 3586–4760 kg ha⁻¹ (tabel 2, foto 3). 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 mõjutab odra saaki kasutatud lämmastikväetise kogus. Kolmandiku võrra väiksem lämmastiku kogus variandis, kus odra külvisenorm oli 500 idanevat tera m²-l alandas saaki 14,8–28,1%. Odra külvisenormi vähendamisega kaasnes mõningane terade mahumassi ja 1000 seemne massi suurenemine, lämmastikväetise normi suurenemisega kaasnes usutav toorproteiini sisalduse tõus. Toorproteiini sisaldust mõjutab ka odra külvisenorm. Selle alandamine kolmandiku võrra põhjustas terade toorproteiini sisalduse usutava

Tabel 2. Odra 'Maali' saak ja saagi kvaliteet 2013. a
 Table 2. Yield of barley 'Maali' and its quality in 2013

Jrk nr	Variant <i>Treatment</i>	Saak, <i>Yield,</i>		M. mass <i>H. litre</i>	Toorprot <i>Crude</i>	1000 s. <i>mass /</i>
		kg ha ⁻¹	%	weight, g l ⁻¹	protein %	weight g
Alla külvatud varane punane ristik 'Varte'						
<i>Undersown early red clover 'Varte'</i>						
1	Külvisen. 333 id tera m ² <i>Seeding rate 333 PLS m²</i> N 60 kg ha ⁻¹	3586	100	692	9	48,79
2	Külvisen. 500 id tera m ² <i>Seeding rate 500 PLS m²</i> N 60 kg ha ⁻¹	3678	102,6	679	8,7	47,08
3	Külvisen. 500 id tera m ² <i>Seeding rate 500 PLS m²</i> N 90 kg ha ⁻¹	4211	117,4	688	9,7	47,38
4	Külvisen. 333 id tera m ² <i>Seeding rate 333 PLS m²</i> N 90 kg ha ⁻¹	4104	114,4	699	10,1	49,38
Alla külvatud hiline punane ristik 'Ilte'						
<i>Undersown late red clover 'Ilte'</i>						
5	Külvisen. 333 id tera m ² <i>Seeding rate 333 PLS m²</i> N 60 kg ha ⁻¹	3663	100	694	9,4	48,6
6	Külvisen. 500 id tera m ² <i>Seeding rate 500 PLS m²</i> N 60 kg ha ⁻¹	3729	101,8	681	8,9	47,37
7	Külvisen. 500 id tera m ² <i>Seeding rate 500 PLS m²</i> N 90 kg ha ⁻¹	4760	129,9	682	10,3	48,43
8	Külvisen. 333 id tera m ² <i>Seeding rate 333 PLS m²</i> N 90 kg ha ⁻¹	4111	112,2	696	10,3	49,73
	<i>LSD 0,05</i>	528		14	0,4	1,57



tõusu kolmel juhul, ühes variandis sellesuunalist muutust ei kaasnenu.

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

Foto 3. Oder 'Maali' saagi määramine

Photo 3. Determining the yield of spring barley 'Maali'

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 lämmastikväetise norm mõjutas ristikutaimikut enam kui kattevilja külvisenorm.

Kui pidada kõrge seemnesaagi saamise eelduseks vähemalt 17 taime m²-l (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 tavatootmises rakendatava lämmastikuannuse (90 kg ha⁻¹).

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

Tabel 3. Oder 'Maali' alla külvatud punase ristiku taimikute tihedus külviaasta sügisel, 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	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	
rate, kg ha ⁻¹	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	30	14	19	10
4	35	56	27	37	18
6	53	50	48	52	20
8	59	66	58	61	20
Keskm./Mean	43	51	37	42	
LSD 0,05	19	15	20	23	
	Hiline punane ristik / Late red clover 'Ilte'				
2	27	28	19	25	8
4	40	47	26	48	9
6	61	69	56	57	20
8	72	77	64	78	29
Keskm./Mean	50	55	41	52	
LSD 0,05	12	12	23	24	

Tabel 4. Kattetiljaks 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	Kattetilja agrofoon / Cover crop background				Külvisen. 333 id. tera m ² / Seeding rate 333 PLS m ⁻²	LSD
	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. 500 id. tera m ² / Seeding rate 333 PLS m ⁻²		
2	389	374	349	387		44
4	402	397	377	390		70
6	413	411	398	392		49
8	389	388	374	383		46
LSD 0,05	49	57	59	35		
Kattetilja 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		
6	100	99,5	96,4	95		
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		
6	106	109,9	113,8	101,4		
8	99,8	104	107,2	99,2		

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

Table 5. 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 'Ilte' in 2014, kg ha⁻¹

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

Punase ristiku külvisenorm vahemikus 2–8 kg ha⁻¹ mõjutas 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).

Suvinisu 'Mooni' katteviljana

Suvinisu 'Mooni' klassifitseerub kasvuperioodi pikkuselt varavalmivaks sordiks. Ta kasvuperiood külvist koristamiseni oli meie katses oder 'Maali' kasvuperioodist 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 kõrguseks. Külvisenormi vähendamise ega kaasnenud muutusi generatiivvõrsete pikkuskasvust (tabel 6). Lämmastikväetise normi vähendamine kolmandiku võrra vähendas suvinisu generatiivvõrsete pikkust 3–4 cm.

Generatiivvõrsete arvu pinnaihikul mõjutas nii külvisenorm kui lämmastikväetise foon.

Suurem mõju suvinisu tihedusele oli lämmastikväetise 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 (foto 4, 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

Tabel 6. Suvinisu 'Mooni' taimede kõrgus ja generatiivvõrsete tihedus
 Table 6. Height of plants and density of fertile tillers of the spring wheat 'Mooni'

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

* PLS pure live seeds



Foto 4. Suvinisu 'Mooni' saagi määramine

Photo 4. Determining the yield of spring wheat 'Mooni'

Tabel 7. Suvinisu 'Mooni' saak ja selle kvaliteet katses nr 391 2013. a
 Table 7. Yield of spring wheat 'Mooni' and its quality in 2013

Jrk. nr	Variant <i>Treatment</i>	Saak, kg ha ⁻¹ <i>Yield,</i> kg ha ⁻¹	Mahumass, g l ⁻¹ <i>Hektol.</i> <i>Weight, g l⁻¹</i>	1000 s. mass, g 1000 s. <i>weight, g</i>	Toorproteiini sisaldus, % <i>Crude</i> <i>protein, %</i>	Kleepvalgu sisaldus, % <i>Gluten</i> <i>content, %</i>	Gluteeni- indeks <i>Gluten</i> <i>index</i>
<i>Alla külvatud varane punane ristik 'Varte' / Undersown early red clover 'Varte'</i>							
1	Külvisen. 400 id tera m ² / Seeding rate 400 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	3474	805	72,93	10,3	21,8	60
2	Külvisen. 600 id tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	3331	823	70,59	10,2	22,2	59
3	Külvisen. 600 id tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	3703	808	69,5	12,2	27,9	49
4	Külvisen. 400 id tera m ² / Seeding rate 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	3707	800	71,34	11,9	27	52

Tabel 7 järg. Suvinisu 'Mooni' saak ja selle kvaliteet katses nr 391 2013. a
 Table 7 cont. Yield of spring wheat 'Mooni' and its quality in 2013

Jrk. nr	Variant Treatment	Saak, kg ha ⁻¹ Yield, kg ha ⁻¹	Mahumass, g l ⁻¹ Hektol. Weight, g l ⁻¹	1000 s. mass, g 1000 s. weight, g	Toorproteiini sisaldus, % Crude protein, %	Kleepvalgu sisaldus, % Gluten content, %	Gluteeni- indeks Gluten index
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	807	71,04	10,6	22,7	54
6	Külvisen. 600 id tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	3463	813	70,31	10,4	21,7	59
7	Külvisen. 600 id tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	3891	810	69,57	12,7	28,7	51
8	Külvisen. 400 id tera m ² / Seeding rate 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	3866	797	70,13	12,7	28,8	50
	LSD 0,05	211	9	2,03	0,7	2,1	5

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.

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.

Lämmastikväetise suurendamine kutsus ettearvatult katseandmetes suuremaid muutusi. Usutavalt suurenes terasaak. Saadi sõltuvalt variandist 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 söödunisu 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...). Lämmastiku täisnormi variantides oli saagis proteiini üle 12%. Selle näiduga tõusis saagi kvaliteedikategooria III-ks. Realiseerimishinna 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 toidunisuuna.

Tabelis 8 on esitatud alla külvatud punase ristiku taimikute tihedused loetuna 30. oktoobril 2013, so külviaasta vegetatsiooniperioodi lõpul. Andmetest on näha, et taimede arv pinnaühikul 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 (Glifford, 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

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	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD
	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	
seeding rate, kg ha ⁻¹	N 80 kg ha ⁻¹	N 80 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹	
2	28	21	10	28	15
4	35	30	30	48	9
6	44	54	45	58	12
8	62	73	42	59	12
Keskm./Mean	42	45	32	48	
LSD 0,05	12	14	12	13	
	Varane punane ristik 'Varte' / Early red clover 'Varte'				
2	28	18	31	20	16
4	38	42	29	40	27
6	49	60	54	43	15
8	68	43	46	62	15
Keskm./Mean	46	41	40	41	
LSD 0,05	13	21	26	16	
	Hiline punane ristik 'Ilte' / Late red clover 'Ilte'				

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. Võis see olla tingitud ebahühtlasest seemne väljakülvist, või kattevilja all kujunenud ebahühtlastest niiskus- ja valgus-tingimustest.

Punase ristiku seemnesaadid

Tabelis 9 on esitatud punase ristiku sort 'Varte' seemnesaadid 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 suurenemine 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 vähendamisest 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.

Katseandmeile tuginedes võib väita, et Jõgeval aretatud tetraploidsed 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).

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 N 80 kg ha ⁻¹	Külvisen. 600 id. tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	Külvisen. 600 id. tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	Külvisen. 400 id. tera m ² / Seeding rate 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	
2	316	310	290	311	56
4	325	306	312	319	50
6	340	329	319	325	82
8	366	302	283	305	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	

Tabel 9 järg. Katteviljana kasutatud suvinisu 'Mooni' agrofooni ja punase ristiku külvisenormi mõju sort 'Varte' seemnesaagile 2014. a, kg ha⁻¹

Table 9 cont. 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 <i>Clover seeding rate, kg ha⁻¹</i>	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 400 id. tera m ² / Seeding rate 400 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	Külvisen. 600 id. tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	Külvisen. 600 id. tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	Külvisen. 400 id. tera m ² / Seeding rate 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	
2	100	100	100	100	100
4	102,9	98,8	107,7	102,4	102,4
6	107,7	106,3	109,8	104,5	104,5
8	116	97,5	97,4	97,9	97,9
Punase ristiku 'Varte' külvisenormi suurendamise mõju seemnesaagile, %					
<i>Effect of in the red clover 'Varte' seeding rate on the seed yield, %</i>					
2	100	100	100	100	100
4	102,9	98,8	107,7	102,4	102,4
6	107,7	106,3	109,8	104,5	104,5
8	116	97,5	97,4	97,9	97,9
Suvinisu ja odra (100%) kui kattevilja võrdlus, %					
<i>Spring wheat and barley (100%) compared as a cover crop, %</i>					
2	81,1	82,9	83,1	80,5	80,5
4	80,8	77	82,9	81,7	81,7
6	82,4	80,2	80,1	83	83
8	94,3	77,8	75,5	79,5	79,5

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 <i>Clover seeding rate, kg ha⁻¹</i>	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 400 id. tera m ² / Seeding rate 400 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	Külvisen. 600 id. tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	Külvisen. 600 id. tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	Külvisen. 400 id. tera m ² / Seeding rate 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	
2	375	370	337	360	61
4	406	395	372	378	71
6	388	380	355	378	57
8	366	366	333	371	63
LSD 0,05	34	66	81	43	
Kattevilja fooni mõju alla külvatud punase ristiku 'Ilte' seemnesaagile, %					
<i>Effect of cover crop background on the seed yield of undersown red clover 'Ilte', %</i>					
2	100	98,7	89,9	96,1	
4	100	97,1	91,4	93	
6	100	98	91,5	97,5	
8	100	100,2	91,1	101,5	

Tabel 10 järg. Katteviljaks olnud suvinisu 'Mooni' agrofooni ja alla külvatud hilise punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Ilte' seemnesaagile 2014. a, kg ha⁻¹.

Table 10 cont. 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 <i>Clover seeding rate</i> , kg ha ⁻¹	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 400 id. tera m ² / Seeding rate 400 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	Külvisen. 600 id. tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 80 kg ha ⁻¹	Külvisen. 600 id. tera m ² / Seeding rate 600 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	Külvisen. 400 id. tera m ² / Seeding rate 400 PLS m ² N 120 kg ha ⁻¹	
2	100	100	100	100	100
4	108,5	106,7	110,3	104,9	104,9
6	103,5	102,8	105,3	105	105
8	97,6	99,1	98,8	103,1	103,1
Punase ristiku 'Ilte' külvisenormi suurendamise mõju seemnesaagile, % <i>Effect of increase in the red clover 'Ilte' seeding rate on the seed yield, %</i>					
2	100,6	104,9	97,7	97,9	97,9
4	101	108,2	104,4	106,4	106,4
6	103,8	101,6	97	98,4	98,4
8	93,8	102,2	93,6	97,4	97,4
Suvinisu ja odra (100%) kui kattevilja võrdlus, % <i>Spring wheat and barley (100%) compared as a cover crop, %</i>					
2	100,6	104,9	97,7	97,9	97,9
4	101	108,2	104,4	106,4	106,4
6	103,8	101,6	97	98,4	98,4
8	93,8	102,2	93,6	97,4	97,4

Üldiselt annavad punase ristiku tetraploidsed sordid diploidsetega võrreldes 40% vähem seemet (Sjödín, Ellerström, 1986). Punase ristiku seemnekasvatuseks soodsates piirkonnades hinnatakse diploidsete sortide seemnesaaki 400–500 kg ha⁻¹ heaks, tetraploididel sortidel on võrdväärne näitaja 200–400 kg ha⁻¹ (Taylor, Quesenberry, 1996; Boller *et al.*, 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 *et al.*, 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 kasutusaastal punase ristiku 1000 seemne massi suhteliselt vähe (tabelid 11 ja 12). 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. Kuueteistkümnest võrreldavast variandist oli üheksal juhul suurem 1000 seemne mass just suvinisu alla külvatud katselappidel.

Kõikidelt katsevariantidelt koristatud punase ristiku seemne idanevus oli väga hea kõikudes 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.

Majanduslikud arvutused

Külviaasta tootmissisenditest olid suuremad kulu allikad fosfor-kaali 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%.

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

Tabel 11. Punase ristiku sordi 'Varte' seemne kvaliteet 2014. a
 Table 11. Red clover cv 'Varte' seed quality in 2014

P ristiku külvise norm	1000 s mass Idan./ Germ. 1000 s mass Idan./ Germ. 1000 s mass Idan./ Germ.		%	weight, g	%	weight, g	%	weight, g	%
	Oder 333 id tera m ²	Oder 500 id tera m ²							
<i>Clover see- ding rate</i>	<i>Barley 333 PLS m²</i>	<i>Barley 500 PLS m²</i>							
kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹							
2	2,980	2,995	99	2,995	99	3,038	96	2,908	96
4	3,045	2,956	97	2,956	99	2,961	96	2,857	99
6	3,048	3,054	97	3,054	99	3,025	98	2,892	99
8	3,028	2,998	99	2,998	99	2,977	96	2,847	97
	Suviniisu 400 id tera	Suviniisu 600 id tera							
	<i>Spring wheat 400 PLS</i>	<i>Spring wheat 600 PLS</i>							
	m ² , N 80 kg ha ⁻¹	m ² , N 80 kg ha ⁻¹							
2	2,857	2,870	97	2,870	97	2,921	96	2,886	97
4	2,922	2,888	99	2,888	99	2,935	98	2,882	98
6	2,901	2,974	98	2,974	96	2,899	98	2,971	96
8	2,929	2,912	98	2,912	98	2,985	97	2,989	98

Tabel 12. Punase ristiku sordi 'Ilte' seemne kvaliteet 2014. a
 Table 12. Red clover cv 'Ilte' seed quality in 2014

P ristiku külvise norm Clover see- ding rate	1000 s mass Idan./ Germ. 1000 s mass Idan./ Germ. 1000 s mass Idan./ Germ.		1000 s mass Idan./ Germ. 1000 s mass Idan./ Germ. 1000 s mass Idan./ Germ.		1000 s mass Idan./ Germ. 1000 s mass Idan./ Germ.	
	weight, g	%	weight, g	%	weight, g	%
kg ha ⁻¹	Oder 333 id tera m ²		Oder 500 id tera m ²		Oder 333 id tera m ²	
2	Barley 333 PLS m ²		Barley 500 PLS m ²		Barley 333 PLS m ²	
4	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹
6	2,854	99	2,916	98	2,938	98
8	2,840	98	2,867	99	2,838	99
	2,823	97	2,881	99	2,859	98
	2,863	99	2,846	99	2,878	97
	Suviniisu 400 id tera m ²		Suviniisu 600 id tera m ²		Suviniisu 400 id tera m ²	
	Spring wheat 400 PLS m ²		Spring wheat 600 PLS m ²		Spring wheat 400 PLS m ²	
	N 80 kg ha ⁻¹	N 80 kg ha ⁻¹	N 80 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹	N 120 kg ha ⁻¹
2	2,813	98	2,882	98	2,825	98
4	2,849	97	2,905	97	2,836	98
6	2,902	98	2,934	99	2,831	98
8	2,906	97	2,910	98	2,851	98

Tabel 13. Aastate 2013–2014 majanduslik tulem punase ristiku külvisenormi korral 4 kg ha⁻¹.
 Table 13. Economic result in 2013–2014 at the red clover seeding rate of 4 kg ha⁻¹

Kattevilja agrofoon	Tootmissendid	Sissetulek toodangu	%	Suhtarv
Cover crop background	maksumus, €ha ⁻¹	realiseerimisest, €ha ⁻¹		Ratio (input
	Production input	Income from produc-		cost: output
	cost, € ha ⁻¹	tion sales, € ha ⁻¹		value)
‘Varte’, külvisenorm 4 kg ha⁻¹, kattevilja suvinisu ‘Mooni’				
<i>‘Varte’, seeding rate 4 kg ha⁻¹, cover crop spring wheat ‘Mooni’</i>				
Suvinisu / spring wheat 66%, N 66%	342,2	2534	100	7,4
Suvinisu / spring wheat 100%, N 66%	385,2	2396	94,5	6,2
Suvinisu / spring wheat 100%, N 100%	421,2	2546	100,5	6,0
Suvinisu / spring wheat 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 / barley 66%, N 66%	322,2	2939	100	9,1
Oder / barley 100%, N 66%	362,2	2923	99,5	8,1
Oder / barley 100%, N 100%	387,2	2881	98,0	7,4
Oder / barley 66%, N 100%	347,2	2943	100,1	8,5

* Rajamiskulude arutamisel olid aluseks hinnad seisuga 31. detsember 2013, toodangu maksumuse arutamisel 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.

Tabel 13 järg. Aastate 2013–2014 majanduslik tulem punase ristiku külvisenormi korral 4 kg ha⁻¹.
 Table 13 cont. Economic result in 2013–2014 at the red clover seeding rate of 4 kg ha⁻¹

Kattevilja agrofoon	Tootmissisendite maksumus, €ha ⁻¹	Sissetulek toodangu realiseerimisest, €ha ⁻¹	%	Suhtarv
Cover crop background	Production input cost, € ha ⁻¹	Income from production sales, € ha ⁻¹		Ratio (input cost: output value)
‘Ilte’, külvisenorm 4 kg ha⁻¹, kattevilja suvinisu ‘Mooni’				
<i>‘Ilte’, seeding rate 4 kg ha⁻¹, cover crop spring wheat ‘Mooni’</i>				
Suvinisu / spring wheat 66%, N 66%	342,2	3042	100	8,9
Suvinisu / spring wheat 100%, N 66%	385,2	2928	96,3	7,6
Suvinisu / spring wheat 100%, N 100%	421,2	2934	96,4	7,0
Suvinisu / spring wheat 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 / barley 66%, N 66%	322,2	2950	100	9,2
Oder / barley 100%, N 66%	362,2	2738	92,8	7,6
Oder / barley 100%, N 100%	387,2	2806	95,1	7,2
Oder / barley 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.

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 proteiinisisaldus, eriti katsevariantides, kus kasutati vähendatud lämmastikväetise normi.

Tabelis 13 on toodud tootmissisendite maksumused kattevilja agrofooni ja alla külvatud punase ristiku sortide kaupa tingimusel, et punane ristik külvati külvisenormiga 4 kg ha⁻¹ samuti võimalik rahaline tulem kattevilja ja punase ristiku seemnesaagi realiseerimisest.

Punase ristiku seemnepõllu rajamine suvinisu alla külvates osutus odrast kui katteviljast kallimaks. Seda põhiliselt suuremate lämmastikväetise koguste tõttu. Rajamisaasta ja varase punase ristiku 'Varte' esimese kasutusaasta saakide realiseerimistulemuste põhjal ilmnis 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.

Kokkuvõtvad järeldused

Katseandmetele tuginedes võib järeldada:

- 1) põhimõtteliselt võib tetraploidse punase ristiku seemnepõldu 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 kasutatava tavanormi 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 külviväärtusega seemet hektarile. Neid norme soovitate seemnepõldude rajamisel kasutada;

11) külvisenorm 8 kg ha⁻¹ osutub ekstreemsete ilmaoludega aastal väiksema saagiliseks. 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 umbrohupuhas;

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 idanevust 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 rakendusürituse projekti raames, mis tellitud ja finantseeritud Eesti Vabariigi põllumajandusministeeriumi poolt. Täname rahalise toetuse eest!

Viidatud 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-vlover-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 rohumade rajamine ja kasutamine. Jõgeva, lk 130–233.
- Bender A. 2015. Kattevilja agrofooni ja punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Varte' seemnesaagile. Agraarteadus, nr 1, lk 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, pp. 30–34.
- Boller B., Posselt U. K., Veronesi, F. (eds) 2010. Handbook of plant breeding; Fodder crops and amenity grasses. New York, 524 p.
- Bouet S., Sicard G. 1998. *Trifolium pratense* in France. Forage Seed Production 1. temperate species. Ed. by Fairey, D. T. and Hampton, J. G. 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, pp. 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 äbolinš. Guide Book in the Seed Production of forage Grasses. Skriveri, pp. 22–53
- Kotkas H. 1969. Punase ja roosa ristiku seemnekasvatus. Põldheina kasvatus. Tallinn, lk 213–237.
- Kvaliteedinõuded toidunisule. 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, Vol 66, No. 4/5, pp. 163–167.
- Marshall A. H., Steiner J. J., Niemeläinen O., Hacquet J. 1998. Legume seed crop management. Forage Seed Production 1. temperate species. Ed. by Fairey, D. T., Hampton, J. G. Cambridge, pp. 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. Vol. 57, pp. 413–418.
- Rand H. 1992. Heintaimede seemnekasvatus. Rohumaaviljelus talupidajatele. Saku-Tallinn-Tartu, lk 44–74.
- Rinker C. M., Rampton H. H. 1985. Seed production. Clover Science and Technology. Ed by Taylor, N. L. Madison, Wisconsin. pp. 417–443.
- Sepp M. 2015. Kliimamuutustega kohanemise klimatoloogilised aspektid. – Kliimamuutustega kohanemine Eestis – valmis vääramatuks jõuks? Toimetaja A. Roose. Tartu, : 20–37.
- Sjödén J., Ellerström S. 1986. Autopolyploid forage crops. – Svalöf 1886-1986. Research and Results in Plant Breeding. Ed. by 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://learning-store.uwex.edu/assets/pdfs/A3492.pdf>

Establishment of tetraploid red clover seed field under a cover crop

Summary

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

1) In principle, 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 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 normal 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.

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.

KASVUREGULAATORI MODDUS 250 EC KASUTAMISEST PUNASE RISTIKU (*Trifolium pratense* L.) SEEMNEKASVATUSES

ABSTRACT. Two field nurseries were planted at Estonian Crop Research Institute to study the effect of growth regulator Moddus 250 EC on the height, seed yield and seed quality of red clover. Single-plants of tetraploid cv 'Ilte' were tied up to a pole. The study was conducted in 2018 and 2020 years extremely divergent by weather conditions. The data demonstrated that application of the substance at a rate of 0,8 l ha⁻¹ at the beginning of stem elongation (BBCH 32) reduced the plant height at harvesting time by 10–11 cm (9%) and 1000 seed weight by 0,063–0,271 g but increased the seed yield per plant by 1–3 g (14%). Growth regulator application did not alter the germination percentage of seeds.

Keywords: red clover, Moddus 250 EC, plant height growth, seed yield, seed quality

Sissejuhatus

Lamandumine on punase ristiku seemnekasvatusega kaasaskäiv tüliskas nähtus nii Eestis kui teistes põhjamaades. Lamandumise korral halveneb taimiku seis mitmeti: valgustingimused halvenevad, fotosünteesi efektiivsus väheneb, taimevartes on toitainete liikumine häiritud, taimik kuivab vihma järel aeglasmalt, taimehaigustel on soodsad leviku tingimused, ädal võib esmakasvust läbi kasvada. Kõik need asjaolud vähendavad seemnesaaki, muudavad seemne kvaliteeti, raskendavad kombainiga koristamist ja suurendavad koristuskadu. Seepärast otsitakse võimalusi lamandumise vältimiseks või vähemalt selle ulatuse vähendamiseks.

Lõppenud sajandi kaheksakümnendatel aastatel otsiti punase ristiku seisukindluse tõstmisvõimalusi mulla kaudu mõjuvate preparaaside paclobutrazol ja uniconazol abil (Silberstein *et al.*, 1996). Mullas pika järelmõju tõttu ei leidnud need heinaseemnekasvatustes laiemat kasutamist (Anderson *et al.*, 2012). Sajandi lõpukümnendist on kasutusel lehtede ja võrsete kaudu imenduvad, toimeainel trinexapac-ethyl baseeruvad kasvuregulaatorid. Meil turustatakse preparaati nimetuse all Moddus 250 EC, Ameerika Ühendriikides nimetuse all Palisade. Preparaat aeglustab gibbereliinhappe biosünteesi, mille tulemusel taimevarre sõlmevahed lühenevad, kõrs või vars muutub jämedamaks ja lüheneb, seisukindlus paraneb (Rademacher, 2000). Rohkelt on preparaadiga Moddus 250 EC korraldatud katseid paljude kõrreliste heintaimede seemnekasvatustes ja seda ka meile lähedaste kliimaoludega riikides (Aamlid, 2003; Machač, 2013). Saavutatud on märkimisväärset edu, eriti kombineerides kasvuregulaatori kasutamist koos lämmastikväärtise normi suurendamisega (Taalas *et al.*, 2011; Chinoweth *et al.*, 2020). Võrreldes kõrreliste heintaimedega on Moddus 250 EC kasu-

tamist punase ristiku seemnekasvatases suhteliselt vähe uuritud: seni peamiselt USA-s Oregoni osariigis, Kanadas ja Uus-Meremaal. Euroopas on preparaati punasel ristikul katsetatud Norras. Korraldatud katsetes on saadud paremaid tulemusi kui taimikut on pritsitud selle kasvuregulaatoriga arengufaasis, mil punase ristiku taimel on kaks varresõlme juba eristatavad (BBCH 32). Preparaadi toimel on punase ristiku varred lühenenud ja seemnesaak 9–21% suurenenud (Vleugels *et al.*, 2019). Kasvuregulaatorit Moddus 250 EC on punase ristiku katsetes kasutatud kombineerituna kahjuritõrje preparaatidega (Øverland, Aamlid, 2007) ja mikrovetistega (Valand *et al.*, 2016). Ariidsetes kasvutingimustes on nähtud võimalust kasvuregulaatorit kasutades kastmishormi tõsta ja selle toel punase ristiku seemnesaaki suurendada (Chastain *et al.*, 2013a; Anderson *et al.*, 2015a). Valdav enamus läbiviidud katsetest on toimunud punase ristiku diploidsete sortidega. Vaid ühes Norras läbiviidud katses on olnud ka tetraploidne sort 'Betty', millel aga erandina teistest katseliikmetest kasvuregulaatori kasutamine seemnesaagilisa ei andnud (Øverland, Aamlid, 2007). Enamuses viidatud töodes on seemnesaaki taotletud punase ristiku teiskasvult e ädalalt.

Eestis ei ole teaduskatsetes seda preparaati punasel ristikul varem katsetatud. Meie katse eesmärgiks oli uurida kasvuregulaator Moddus 250 EC mõju punase ristiku tetraploidse sordi seemnetaimiku esimese kasutusaasta (teise eluaasta) esmakasvu taimede pikkusele, seemnesaagile ning seemnete kvaliteedile. Seda tingimustel, kus lamandumine oli taimede toetamise läbi välistatud.

Katsematerjal ja meetodika



Foto 1. Katse üldvaade kevadel
Photo 1. Overview of the experimental field in spring

Kasvuregulaator Moddus 250 EC kasutamist punasel ristikul uuriti kahes Eesti Taimakasvatuse Instituudis läbiviidud põldkatses. Preparaadi mõju selgitamiseks rajati 2017 ja 2019 aastal (istutusaeg juulis) 2 kuud kasvuhoones ettekasvatatud taimedega hilise punase ristiku tetraploidse sordi 'Ilte' üksiktaimede istandused. Istutusasend 60 × 60 cm (foto 1). Uurimistöö viidi läbi taimede teisel eluaastal – vastavalt 2018. ja 2020. aastal. Katses oli kaks varianti: 1. kontrollvariant – kasvuregulaatorit ei kasutatud ja 2. taimede varsumise faasis (kaks varresõlme moodustunud, BBCH 32) pritsiti Moddus 250 EC lahusega. Pritsimine toimus selgpritsiga Hardi, poomilaius 150 cm, preparaadi arvestuslik kulunorm 0,8 l ha⁻¹. Mõlemas variandis oli kuus kordust, korduses 20 üksiktaime. Lamandumise ja läbipõimumise vältimiseks seoti taimed tugikeppide külge ja

hoiti seemnete valmimiseni vertikaalses asendis (foto 2). Preparaadi mõju selgitamiseks mõõdeti taimede kõrgused täisõitsemisel (foto 3). Seemnete valmimisel koristati taimed ühekaupa ja pakiti hõredast riidest kottidesse ning kuivatati dineesenkuivatis. Laboratoorseid masinaid ja seadmeid kasutades määrati talvel iga taime seemnesaak (foto 4). Korduste lõikes hiljem kokkuvalatud seemnesaagi kvaliteet hinnati ISTA meetodika järgi (Seed..., 1993): leiti 1000 seemne kaal, idanemisenergia, kõvade seemnete sisaldus ja idanevus.



Foto 2. Katsepõllu üldvaade suve II poolel enne seemnesaagi koristamist

Photo 2. Overview of the experimental field in the second half of summer before seed harvesting

Katseaegsed seemnesaagi aastad erinesid teineteisest oluliselt. 2018. aasta taimekasvatusera algas 8. aprillil ja oli sademetevaene. Mais sadas 34%, juunis 33%, juulis 19% ja augustis 85% vaatlusaastate keskmisest. Samal ajal domineeris keskmisest kõrgem õhutemperatuur. Kuu keskmine õhutemperatuur oli aprillis 2,4, mais 4,1, juunis 0,5, juulis 3,5, augustis 2,6 ja septembris 3,0 °C vaatlusaastate keskmisest kõrgem.

2020. aastat iseloomustas hiline kevad. Taimekasvuperiood Jõgeval algas 12 päeva kliimanormist hiljem, 1. mail. Jahedale kevadele vaatamata kogunes septembri lõpuks efektiivsete temperatuuride summa 1460 °C, mis oli lähedane vaatlusaastate keskmisele (kõrvalekalle 25 °C). Sademeid esines taimekasvuperioodil 525 mm, mis on sarnane kasvuperioodi pikaajalisele keskmisele. Katsetulemusi mõjutasid sel aastal rohked sa-

Katsed viidi läbi leostunud mullal (K_0), mille agrokeemilised näitajad olid: pH_{KCl} 6,5, C_{org} 2,3%, P 115, K 124, Ca 2663, Mg 142, Cu 2,2, Mn 79 ja B 0,89 mg kg^{-1} . Eelvili oli mõlemal korral teravili, mida väetati kompleksväetisega Yara Mila 18-9-9, norm 300 kg ha^{-1} . Punase ristiku katse läbiviimise ajal mineraalväetist ei kasutatud.



Foto 3. Taimede kõrgust mõõdeti täisõitsemisel

Photo 3. Plant height was measured at full flowering



demed punase ristiku õitsemisajal – juunis 196% ja juulis 129% vaatlusaastate keskmisest. Sajune oli ka seemnete küpsemise ajal septembris – 112% keskmisest.

Katseandmete statistilisel töölusel kasutati arvutiprogrammi Agrobase 20™.

Foto 4. Seemnete eraldamine nuttidest laboratoorse seadmega

Photo 4. Separation of seeds from heads with a laboratory device

Katsetulemused ja arutelu

Katseandmete järgi lühenesid punase ristiku pikkvõrsete varred kasvuregulaator Moddus 250 EC kasutamisel usutavalt mõlemal aastal: põuasel 2018. aastal 9,7 cm (e 10,2%) ja enam-vähem normilähedaste sademete ja õhutemperatuuriga 2020. aastal 11,6 cm (e. 8%) (tabel 1). Lähedasi tulemusi on saadud ka Uus-Meremaal läbiviidud katses. Samas arengufaasis normiga 1 l ha⁻¹ pritsides vähenes seal punase ristiku taimede kõrgus 47 cm-lt kontrollvariandis 40,7 cm-ni uuritavas katsevariandis. Paralleelkatses USA-s, Oregonis, vähenes taimede kõrgus 54,0 cm-lt 48,1 cm-ni (Anderson *et al.*, 2015b). Meie katses kaasnes varte lühenemisega nende tugevam hargnemine. Moodustunud uute varreharude vertikaalasendis hoidmiseks tekkis kasvuregulaatori kasutamise katsevariandis korduvalt vajadus täiendavate sidemete järele. Usutavalt suurenes meie katses ka seemnesaak taime kohta. 2018. aastal oli suurenemine ca 1 g (9%), 2020. aastal pisut üle 3 g (16,6%) taime kohta. Uus-Meremaal oli lapikatses seemnesaagi suurenemine 2011. aastal 15%, USA-s Oregonis 9% (Anderson *et al.*, 2015b). Tegemist oli mõlemas katsekohas seemnepõllu esimese kasutusaastaga, nagu meilgi. Nendes katsetes oli tegemist diploidsete sortidega, meil oli katses tetraploidne sort. Seemnesaagi suurenemine tulenes varte intensiivsemast hargnemisest ja õienuttide suuremast arvust pinnaühikul. Õienuttide arvu suurenemist pinnaühikul on seemnesaagi suurenemise põhjuseks märgitud ka Kanadas aastatel 2013–2015 läbiviidud katsetulemuste põhjal (Kirk *et al.*, 2016). Seemnesaak suurenes sealsetes katsetes 8,7%.

Kasvuregulaator Moddus 250 EC kasutamine vähendas meie katsetes kontrollvariandiga võrreldes mõlemal aastal usutavalt 1000 seemne massi. Põuasel aastal (2018) vähenes seemnete 1000 seemne mass 9%, paljude aastate keskmisele lähedaste sademetega 2020. aastal aga 2%. 1000 seemne massi vähenemist

Tabel 1. Kasvuregulaatori mõju punase ristiku taimede kõrgusele, seemnesaagile ja seemnete kvaliteedile

Table 1. Effect of growth regulator Moddus 250 EC on red clover plant height, seed yield and seed quality

	Aasta <i>Year</i>	Moddus		Mõju <i>Impact</i>	LSD 0,05
		250 EC 0,8 l/ha	Kontroll- <i>Control</i> variant		
Taimede kõrgus, cm <i>Plant height, cm</i>	2018	85,2	94,9	-9,7	3,8
	2020	131,4	143,0	-11,6	5,3
Keskmine / <i>mean</i>		108,3	118,9	-10,6	2,9
Seemnesaak taime kohta, g <i>Sed yield per plant, g</i>	2018	11,81	10,82	0,99	0,51
	2020	21,37	18,33	3,048	0,94
Keskmine / <i>mean</i>		16,59	14,57	2,02	0,48
1000 seemne mass, g <i>Weight of 1000 seeds, g</i>	2018	2,741	3,012	-0,271	0,084
	2020	3,054	3,117	-0,063	0,042
Keskmine / <i>mean</i>		2,898	3,065	-0,167	0,039
Seemnete idanemisenergia,% <i>Germination energy of seeds, %</i>	2018	64	63	1	
	2020	88	90	-2	
Kõvade seemnete sisaldus, % <i>Hard seed content, %</i>	2018	31	33	-2	
	2020	7	5	-2	
Seemnete idanevus, % <i>Germination of seeds, %</i>	2018	86	85	1	
	2020	97	96	1	

on konstateerinud ka teised autorid. USA-s Oregoni osariigis vähenes diploidse punase ristiku sordi vastav näit 2011. aastal 1,88 g-lt (kontrollvariant) 1.80 g-ni e 4,3%, 2012. aastal 1.70 g-lt 1,63 g-ni e 4,1% (Anderson *et al.*, 2015b). Kanadas diploidse sordiga korraldatud katses oli erinevus 1000 seemne massis kontrollvariandiga võrreldes 3,4% (Kirk *et al.*, 2016). USA-s läbiviidud katsetes sõltus punase ristiku 1000 seemne mass kasutatud kasvuregulaatori normist: mida suurem kogus preparaati, seda madalam 1000 seemne mass (Chastain *et al.*, 2013b.). Seemnesaagi kvaliteedi ülejäänud näitajate osas katsevariantide vahel olulisi erinevusi ei täheldatud. Sarnase tulemuseni jõuti ka Oregoni Ülikooli katsetes

(Angsumalee *et al.*, 2013). Küll olid näitajad meie katses mõjutatud katseaastate ilmastikust. Põuase 2018. aasta seemne idanemisenergia piirdus 63–64%-ga, samal ajal, kui 2020. aastal oli see näit vahemikus 88–90%. Kasvuaegsest kestvast põuast tingituna oli 2018. aasta seemnepartiides kõvade seemnete sisaldus 31–33%, mis vähendas sellel aastal ka seemnete idanevuse näitajaid, sest ISTA reeglite kohaselt arvestatakse idanevaks vaid kuni 20% seemnepartiides leiduvatest kõvadest seemnetest.

Kokkuvõte

Kasvuregulaatori Moddus 250 EC kasutamisega on võimalik punase ristiku seemnepõllul pikkvõrsete pikkust lühendada ja sellega taimiku seisukindlust mõnevõrra tõsta. Pritsides preparaadiga seemnetaimikut varsumise algul, kui esimesed 2 varresõlme on eristatavad, normiga 0,8 l ha⁻¹, väheneb taimede kõrgus 8–10%, seemnesaak suureneb 10–15%. Kaasneb 1000 seemne massi mõningane vähenemine, seemne kvaliteedi muude näitajate osas muutusi preparaat ei põhjusta.

Viidatud kirjandus

- Aamlid T. S. 2003. Effects of trinexapac-ethyl (Moddus) in seed production of eight temperate grasses. – In *Herbage seeds in the new millenium*. – Fifth International Herbage Seed Conference. Catton, Australia 23–26 November 2003, pp. 170–175.
- Anderson N. P., Chastain T. G., Garbacik C. J. 2015a. Irrigation and trinexapac-ethyl effects on seed yield in first- and second-year red clover stands. – *Agronomy Journal* Volume 108, Issue 3, pp. 1116–1123.
- Anderson N. P., Monks D. P., Chastain T. G., Rolston M. P., Garbacik C. J., Ma Chun-hui, Bell C. W. 2015b. Trinexapac-ethyl effects on red clover seed crops in diverse production environments. – *Agronomy Journal*, Volume 107, Issue 3, pp. 951–956.
- Anderson N. P., Chastain T. G., Garbacik C. J., Silberstein T. B. 2012. Effect of foliar applications of trinexapac-ethyl plant growth regulator on red clover seed crops. – *Seed Production Research Report at Oregon State University*, pp. 10–12.
- Angsumalee D., Elias S. G., Anderson N. P., Chastain T. G., Garbacik C. J. 2013. Effect of plant growth regulators and irrigation on physiological maturity and seed quality of red clover. – 2013 Seed Production Research at Oregon State University. USDA-ARS Cooperating. Ed. by Anderson N., Hulting A., Walenta D., Flowers M, pp. 4–8.
- Chastain T. G., Anderson N. P., Garbacik C. J. 2013a. Irrigation and PGR effects on red clover seed production. In 2012 Seed Production Research Report. Oregon State University, pp. 10–13.
- Chastain T. G., Anderson N. P., Garbacik C. J., Angsumalee D., Elias S. G. 2013b. Irrigation and trinexapac-ethyl effects on seed yield in second-year red clover stand. – 2013 Seed Production Research at Oregon State University. USDA-ARS cooperating. Ed. by Anderson N., Hulting A., Walenta D., Flowers M, pp. 1–3.
- Chinoweth R. J., Rolston M. P., MacLoy B. L. 2020. Plant growth regulators: a success story in perennial ryegrass seed crops. – *Agronomy Society of New Zealand. Special publication*, No 13. Grassland and practice series, No 14, pp. 47–57.

- Kirk Sh., Yoder C., Gauthier T. 2016. A three year study of growth regulator (trinexapac-ethyl) use on red clover seed crops in the Peace river region. - [www. peaceforageseed.ca/pdf/Seed-Heads/SH_10_on_Red_Clover.pdf](http://www.peaceforageseed.ca/pdf/Seed-Heads/SH_10_on_Red_Clover.pdf)
- Machač R. Effects of trinexapac-ethyl (Moddus) in seed crops of eleven temperate grass species in Central European conditions. – In book Breeding strategies for sustainable forage and turf grass improvement. Eds. Barth S., Milbourne D. Dallas, Texas, USA, pp. 359–363.
- Rademacher W. 2000. Growth retardants: effects on gibberellins biosynthesis and other biosynthesis pathways. – Annual Reviews Plant Physiology and Plant Molecular Biology. No 51, pp. 501–531.
- Seed science and technology. Volume 21. International rules for seed testing. 1993, 288 p.
- Silberstein T. B., Chastain T. G., Young III W. C. 1996. Growth and yield of red clover seed crops treated with paclobutrazol and uniconazol. – J. Appl. Seed Prod. Volume 14, pp. 17–23.
- Taalas S., Ahveniemäki P., Kari M., Rönkkö A. 2011. Effect of split nitrogen application with fungicide and growth regulator treatment on meadow fescue and timothy seed production. – NJF seminar No 420. Herbage seed production. Findings from research plots to commercial seed multiplication. Ed. by Markku Niskanen, pp. 79–81.
- Valand S., Aamlid T. S., Jørgensen S., Øverland J. I. 2016. Growth regulation and boron fertilization in red clover seed crops. – NJF Seminar No 491. Proceedings of the 16th Nordic Herbage Seed Production Seminar, ed. by Havstad L. T., 20–22 June 2016. Grinstad, Norway, pp. 90–95.
- Øverland J. I., Aamlid T. S. 2007. Plant growth regulators and insect control in seed production of red clover (*Trifolium pratense* L.). – Seed production in the northern light. The Proceedings of the 6th International Herbage Seeds Conference, Gjenestad, Norway 18–20 June 2007, pp. 226–230.
- Vleugels T., Amdahl H., Roldan-Ruiz I., Cnops G. 2019. Factors underlying seed yield in red clover: review of current knowledge and perspectives. – Agronomy 2019, Volume 9, Issue 12. [www. melpi.com/2073-4395/9/12/829/htm](http://www.mdpi.com/2073-4395/9/12/829/htm)

Application of growth regulator Moddus 250 EC in seed production of red clover

Summary

With the use of the growth regulator Moddus 250 EC, it is possible to shorten the length of long shoots in the red clover seed field and thereby somewhat increase the standing ability of the plant cover. When spraying the seed plants with the preparation at the beginning of stem elongation, when the first 2 stem nodes are distinguishable, with the application rate of 0.8 l ha⁻¹, the height of the plants decreases by 8–10%, the seed yield increases by 10–15%. The weight of 1000 seeds slightly decreases, apart from that the preparation does not cause any changes in other indicators of the seed quality.

PUNASE RISTIKU (*Trifolium pratense* L.) SORTIDE 'VARTE' JA 'ILTE' SEEMNETE VÄRVUSINDEKS

ABSTRACT. Tetraploid cultivars of red clover 'Varte' (early) and 'Ilte' (late), that are cultivated also in Finland, Sweden and Norway by now, have been released by Jõgeva Plant Breeding Institute. Single plant nurseries for maintenance breeding with these cultivars have been continuously established for a number of years. Seed yield and 1000 seed weight are determined for individually harvested plants, the colour of the seed coat is assessed visually on a 1–5 scale. Mean seed colour indices of 10 seed harvests were calculated using these scores, the dependence of the index on yearly peculiarities and age of the stand is explained. Seed colour index was calculated in two ways: 1) the plants within a population were divided into classes according to the colour of the harvested seeds, the number of plants per class was considered by calculation – an equation $[\sum(\text{no. of plants per class} \times \text{number of seed colour class})/\text{total no. of scored plants}]$; 2) the seed yields of plants divided into seed colour classes were determined and used in the calculation – an equation $[\sum(\text{sum of seed weights per class} \times \text{number of seed colour class})/\text{total weight of scored seeds}]$. The results were compared with the seed colour indices determined in the USA by Bortnem and Boe for red clover cultivars originating from several regions of Europe.

Keywords: red clover, cultivar, seeds, colour index

Sissejuhatus

Ristikute taimeperekonda kuulub 228 liiki, millest 16 leiavad kasutamist kultuurtaimena. Valdava enamiku ristikuliikide seemned on ühevärvilised e monokromaatsed. Siiski leidub perekonnas 17 liiki, mille seemnekesta võib eristada kaht värvi (bikromaatsed seemned) (Gillett, Taylor, 2001). Ka meil laialt kasvatatav punane ristik kuulub niisuguste liikide hulka. Äsjakoristatud punase ristiku seemnepartii on värvuselt kirju. Niisuguse üldmulje jätab üksikseemnete kogu, milles leidub üleni valkjaskollaseid, üleni violetseid, enamasti aga mitmesuguses üleminekuastmes kollase-violetse värvitooniga seemneid. Seemnete idujuurepoolne ots on enamasti violetne, teine ots kollane, üleminek ühelt värvitoonilt teisele aeglane. Seemnepartiis võib leiduda ka normaalsetest suuremaid, kiprunud pealispinnaga, läiketa roostepruune seemneid. Need on juba põllul koristuseelsete sademete tõttu paisunud ja osalt ka idanema hakanud seemned, mida tuleb käesoleva artikli kontekstis lugeda ebatüüpilisteks (riknenuks).

Kestval säilitamisel tavalao tingimustes punase ristiku seemnete läige kaob, nende värvus ühtlustub (muutub pruunikaks) ja idanemisvõime kaob. Seemnekesta värvuse muutumine kollasest punakaks viitab ka harilikul lutsernil, inkarnaat- ja valgel ristikul seemnete eluvõime ja idanemise langusele (West, Harris, 1963).

Katsetega on tehtud kindlaks, et punase ristiku seemnete säilitamisel madalal temperatuuril ja alandatud õhuniiskuse tingimustes säilivad kollane ja violetne värvitoon kaua - isegi siis veel, kui kõik seemned on surnud (Gwilum, 1957).

Erinevalt valgest mesikast, millel seemne värvuse moodustavad seemnekest koos sellest läbi kumava pigmenteerunud embrüoga (Gorz *et al.*, 1975) tuleneb punase ristiku seemne värvus ainult seemnekestast. Seemnekesta värvust kontrollivad genoomis ühe dominantse alleeli 2 lookust: üks määrab värvi, teine selle intensiivsuse (Boe, Bortnem, 2004).

USA Lõuna-Dakota Ülikooli teadlased Bortnem ja Boe (2000, 2003) on hinnanud NPGS geenipangas (National Plant Germplasm System) säilitatavate punase ristiku proovide seemnekesta värvust jaotades 100 juhuslikult valitud seemet kahes korduses skaala alusel värvuse järgi viide klassi ja leidnud tulemuste põhjal sortidele ja säilitatavatele populatsioonidele seemnete värvusindeksid. Läbiuuritud kollektsioonist (kokku 69 säilikut) osutus kõige heledamaseemneliseks üks Türgi päritolu populatsioon (säiliku number 120105) värvusindeksiga 2,4 ja kõige tumedamaseemneliseks Prantsusmaalt pärit populatsioon (säiliku number 207972) seemnete värvusindeksiga 4,4. Autorid leidsid, et punase ristiku seemnete värvusindeks sõltub sordist, kuid seda mõjutavad ka (geograafiline) kasvatuskoht ja konkreetse aasta ilmastikutingimused. Geograafilise kasvukoha ja ilmastikutingimuste mõju punase ristiku seemnekesta värvusele on sordiomaduste kõrval märkinud ka Taylor ja Quesenberry (1996).

Eestis aretatud punase ristiku sortidel seni seemnete värvusindekseid ei ole määratud. Käesoleva artikli eesmärgiks oli määrata Jõgeva Sordiaretuse Instituudis aretatud, nüüdseks ka Soome, Rootsi ja Norra riiklikesse sordinimekirjadesse kuuluvate tetraploidsete punase ristiku sortide 'Varte' ja 'Ilte' seemnete värvusindeksid.

Jõgeval on punase ristiku üksiktaimede istandustes uuritud ka seemnekesta värvuse ja vanemtaime seemnesaagivõime ning 1000 seemne massi vahelisi seoseid, aga samuti eri värvusklassidesse kuuluvatest seemnetest kasvatatud taimikute saagivõimet. Nende, käesoleva artikli temaatikaga haakuvate katsete tulemused publitseeritakse käesoleva väljaande teistes artiklites.

Materjal ja meetodika

Jõgeva Sordiaretuse Instituudis on punase ristiku aretusaedades ja olemasolevate sortide säilitusaretuseks rajatud üksiktaimede istandustest koristatud valiktaimed ühekaupa, kuivatatud ja poetatud seemesaagi edaspidiseks hindamiseks ning valikute tegemiseks (fotod 1, 2 ja 3). Üksiktaimede seemnesaak kaalutakse, määratakse 1000 seemne mass ja hinnatakse visuaalselt viiepallise skaala järgi seemnete värvust. Pikka aega Jõgeval kasutusel olnud skaala langeb kokku USA-s kasutusele võetud ja Bortnem ja Boe (2000) trükises publitseeritud skaalaga. Nende klassifikaatori alusel jagatakse seemnepartiist võetud proovist seemned ühekaupa 5 värvusklassi: klass 1 – üle 95% seemne pinnast kollane, klass 2 – 61–95% seemne pinnast kollane, klass 3 – 40–60% seemne pinnast kollane, klass 4 – 61–95% seemne pinnast violetne ja klass 5 – üle 95% seemne pin-



Foto 1. Punase ristiku istandus rajamisaastal
Photo 1. Plantation of red clover in the year of establishment



Foto 2. Teisel aastal taimed toestati
Photo 2. The plants were supported with sticks in the 2nd year



Foto 3. Taimed koristati ühekaupa ja pakiti kottidesse
Photo 3. The plants were harvested one by one and packed in the bags

nast violetne. Jõgeval on hindajal töö lihtsustamiseks ees igast klassist näidised, mille värvusega ta kirjeldatava taime seemnekogust võrdleb (foto 4).



Foto 4. Punase ristiku viieastmeline seemnekesta värvusskaala

Photo 4. Colour scale (1–5) of the red clover seed coat

Meie kasutada olevad katseandmed võimaldavad leida seemnete värvusindeksi kahel viisil: 1) jaotades populatsioonis taimed nende seemnete värvuse alusel klassidesse, mille järel võeti arvutamisel arvesse taimede arv ühes või teises klassis; 2) määrates seemnete kaalu alusel värvusklasside osatähtsuse kogu saadud seemnepartiis. Värvusindeksi arvutamisel kasutati valemeid: $[\sum(\text{taimede arv klassis} \times \text{seemnete värvusklassi number})]$ / läbiuuritud taimede koguarv ja $[\sum(\text{summaarne seemnete kaal klassis} \times \text{seemnete värvusklassi number})]$ / läbiuuritud seemnete kogukaal.

Sordi 'Varte' puhul kasutatakse artiklis sama katsekoha (Jõgeva) 10 saagiaasta (alati I kasutusaasta) andmeid, analüüsitud taimede arv (469–1064) oli aastati erinev. Sordi 'Ilte' puhul on artiklis kasutatud 7 katseaasta, kuid 10 istanduse andmeid, eesmärgiga selgitada lisaks ka taimiku kasutusaasta võimalikku mõju seemnete värvusindeksile. Istanduste kasutusaastad on tabelites ja tekstis märgitud aastaarvu järel rooma numbritega. Analüüsitud taimede arv oli sordil 'Ilte' seejuures vahemikus 399–1240.

Katseaastate keskmine seemnete värvusindeks taimede arvu järgi on arvutatud sordil 'Varte' läbianalüüsitud 8310 taime ja sordil 'Ilte' 7389 taime andmete põhjal.

Katseaastate keskmine kogu seemnesaagi põhjal arvutatud seemnete värvusindeks baseerub sordi 'Varte' puhul 147,3 kg ja sordi 'Ilte' puhul 82,1 kg läbianalüüsitud seemnekogusel.

Katsetulemused ja arutelu

Varase punase ristiku 'Varte' taimed jagunesid populatsioonis 10 saagiaasta keskmisena üsna ühtlaselt teise, kolmanda ja neljanda värvusklassi vahel (23,5–27,7%, tabel 1), kuid aastati olid erinevused klassides siiski suured. Nii kuulus teise värvusklassi 11,9% (2007) kuni 37,1% (2001), kolmandasse 19,8% (2007) kuni 36,1% (2002) ja neljandasse 18,0% (2001) kuni 38,6% (2004) analüüsitud taimedest. Kahes äärmises värvusklassis oli oodatult taimi vähem: üleni kollaste seemnetega (klass 1) taimi oli katseaastate keskmisena 8,4% (2,7–13,1%) ja üleni violetsete seemnetega (klass 5) taimi 13,0% (1,4–30,8%). Taimede alusel arvutatud sordi 'Varte' seemnete värvusindeks oli katseaastate keskmisena 3,13, kõikudes aastati vahemikus 2,73 (2001) kuni 3,70 (2007).

Katseaastate vaheline seemnete värvusindeksi erinevus oli statistiliselt usutav tasemel $p < 0,05$.

Summeerides seemnete värvuse alusel klassidesse rühmitatud taimede seemnesaadid, saadi arvutamisel eeltooduga lähedased suhtarvud (tabel 2). Kogu katseaastatega kogutud seemnesaadist oli kollaseid seemneid (klass 1) 8,8% kõikumisega aastati vahemikus 3,2% (1997) kuni 13,0% (2005). Teise värvusklassi jaotus keskmiselt 21,5% seemnesaadist – aastati erinevus 12,0% (2007) kuni 37,1% (2001), kolmandasse värvusklassi 26,6% (20,0% 2007 kuni 35,6% 2002),

Tabel 1. Sordi 'Varte' seemnete värvusindeks taimede arvu põhiljal populatsioonis
 Table 1. Seed colour index of cv. 'Varte' based on the no. of plants per population

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Colour classes of seed coat					Kokku tk Total no.	Indeks Index
	1	2	3	4	5		
	tk/no./%	tk/no./%	tk/no./%	tk/no./%	tk/no./%		
1994	19/2,7	249/35,6	251/35,9	170/24,4	10/1,4	699	3,7 a
1996	57/8,9	178/27,9	175/27,6	141/22,1	86/13,5	637	3,6 a
1999	87/10,0	249/28,6	212/24,4	234/26,9	88/10,1	870	3,2 bc
2001	100/10,6	350/37,2	257/27,3	170/18,0	65/6,9	942	3,3 b
2002	76/7,9	299/31,0	348/36,1	204/21,2	37/3,8	964	2,93 def
2003	58/12,4	102/21,7	150/32,0	131/27,9	28/6,0	469	2,82 fg
2004	86/8,1	157/14,8	294/27,6	411/38,6	116/10,9	1064	2,73 g
2005	122/13,1	155/16,7	228/24,6	263/28,3	161/17,3	929	2,99 de
2006	37/5,5	84/12,5	152/22,6	241/35,8	159/23,6	673	3,03 cd
2007	60/5,6	126/11,9	211/19,8	339/31,9	327/30,8	1063	2,86 efg
Σ/x	702/8,4	1949/23,5	2278/27,4	2304/27,7	1077/13,0	8310	3,13

Sama tähega tähistatud indeksid ei erine usutavalt $p = 0,05$ korral / The indices designated with the same letter do not differ significantly at $p = 0,05$

Tabel 2. Sordi 'Varte' seemnete värvusindeks seemnete kaalu järgi
 Table 2. Seed colour index of cv. 'Varte' based on seed weight

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Colour classes of seed coat					Kokku Total	Indeks Index
	1 g/%	2 g/%	3 g/%	4 g/%	5 g/%		
1994	217,72/3,2	2377,14/34,5	2445,20/35,5	1747,92/25,4	94,35/1,4	6882,33	2,87 ef
1996	599,81/9,2	1650,62/25,3	1824,89/27,9	1447,23/22,2	1005,72/15,4	6528,27	3,09 cd
1999	980,36/10,2	2586,74/26,9	2329,23/24,2	2663,77/27,7	1053,73/11,0	9613,83	3,02 de
2001	1450,63/10,0	5397,00/37,1	3869,18/26,6	2783,89/19,1	1053,82/7,2	14554,52	2,77 f
2002	1799,66/7,8	7018,94/30,6	8183,33/35,6	4994,89/21,8	959,92/4,2	22956,74	2,84 ef
2003	937,21/11,7	1669,71/20,9	2640,95/33,1	2248,96/28,2	491,45/6,1	7988,28	2,96 de
2004	1101,74/8,2	2020,44/15,1	3433,79/25,7	5244,12/39,2	1571,13/11,8	13371,22	3,31 b
2005	3710,68/13,3	4457,45/16,0	6691,47/24,0	8070,39/28,9	4963,34/17,8	27893,33	3,22 bc
2006	1144,46/5,6	2531,02/12,4	4405,71/21,6	7277,95/35,6	5072,48/24,8	20431,62	3,62 a
2007	966,69/5,7	2038,91/12,0	3407,27/20,0	5304,76/31,1	5330,56/31,2	17048,19	3,70 a
Σ/x	12908,96/8,8	31747,97/21,5	39231,02/26,6	41783,88/28,4	21596,50/14,7	147268,3	3,19

Sama tähega tähistatud indeksid ei erine usutavalt $p = 0,05$ korral / The indices designated with the same letter do not differ significantly at $p = 0,05$

neljandasse värvusklassi 28,4% (19,1% 2001 – 39,2% 2004) ja viiendasse värvusklassi keskmiselt 14,7% seemnekogusest (1,4% 1994 – 31,2% 2007). Seemnesaagi kaalu alusel arvatud seemnete värvusindeks oli katseaastate keskmisena 3,19 kõikudes vahemikus 2,77 (2001) kuni 3,70 (2007).

Kahe meetodi alusel leitud seemnete värvusindeksid olid väga lähedased kattudes täielikult ühel katseaastal (3,70 2007), ülejäänud katseaastatel esines erinevus indeksis suurusjärgus vaid 0,01–0,06. Nimetatud erinevused ei olnud statistiliselt usutavad. Kahe meetodiga leitud seemnete kattuv värvusindeks viitab asjaolule, et taime seemnesaak ei ole sõltuvuses tema seemnete värvusest.

Hilise punase ristiku 'Ilte' populatsioonis leidis 10 katse keskmisena 3,7% taimi, mille seemned olid üleni kollased (klass 1, tabel 3). Katsete lõikes varieerus selle klassi näit vahemikus 0,5 (2006 I) kuni 5,0% (2005 I).

Kahevärviliste seemnete osas (klassid 2, 3 ja 4) olid katsete keskmised näidud kindlalt 4. klassi kasuks. Sellesse klassi jaotus 36,8% kõigist sordi 'Ilte' analüüsitud taimedest. Sama värvusklassi näit kõikus vahemikus 28,3% (1996 II) kuni 44,9% (2000 I). Üleni violetseid seemneid andsid sordiga 'Ilte' läbiviidud katsetes keskmiselt 19% taimedest (kõikumine aastate ja kasutusaastate lõikes vahemikus 13,3% 2000 I kuni 28,3% 1996 II). Samal aastal, kuid erineva kasutusaasta taimmaterjali analüüsi tulemustest selgus, et teise kasutusaasta taimede seas esines ühevärviliste seemnetega (klassid 1 ja 5) taimi rohkem, mis mõjutab ka värvusindeksit – kahel korral seda vähendades (aastad 1995 ja 1996), kuid ühel korral suurendades (aastal 2006).

Seemnete värvusindeks hinnatuna taimede järgi populatsioonis oli sordil 'Ilte' kümne katse keskmisena 3,52. See näit kõikus katseaastate ja kasutusaastate lõikes vahemikus 3,22 kuni 3,89. Katseaastate vahel esines usutavaid erinevusi (tabel 3).

Summeerides sordi 'Ilte' seemnete värvuse järgi klassidesse jaotatud taimede seemnesaagid ja arvutades suhtarvud, selgus, et tulemused on eeltooduga samuti võrdlemisi sarnased. Katsete keskmisena moodustasid üleni kollased seemned 4% (klass 1, kõikumine tulemustes 0,4% 2006 I kuni 6,3% 1996 II), üleni violetseid aga 20,8% (klass 5, kõikumine vahemikus 15,2% 2000 I kuni 34,7% 1995 I) (tabel 4). Kahevärvilistest seemnetest (klassid 2, 3 ja 4) domineerisid neljanda värvusklassi seemned – katsete keskmisena oli neid 36,5%, kõikumisega vahemikus 21,2% 1995 I kuni 46,2% 2006 II.

Seemnesaagi põhjal arvatud seemnete värvusindeks oli katsete keskmisena sordil 'Ilte' 3,55, kõikumistega katseaastate ja kasutusaastate lõikes vahemikus 3,25 (2002 I) kuni 3,92 (2006 II).

Katseandmetest järeldub, et hilise punase ristiku sordi 'Ilte' seemnete värvusindeks on üldjuhul suurem (seeme violetsem e tumedam), kui varasel punasel ristikul 'Varte'. Seemnete valmimisperioodi ilmastik mõjutab nende värvusindeksit, mistõttu näit kõigub aastati üsna suurtes piirides. Aastatevahelised

Tabel 3. Sordi 'Ilte' seemnete värvusindeks taimede arvu põhjal populatsioonis
 Table 3. Seed colour index of cv. 'Ilte' based on the no. of plants per population

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Colour classes of seed coat					Kokku tk Total no.	Indeks Index
	1	2	3	4	5		
	tk/no./%	tk/no./%	tk/no./%	tk/no./%	tk/no./%		
1995 I	29/3,4	117/13,8	220/26,0	322/38,0	159/18,8	847	3,55 b
1995 II	33/4,7	139/19,9	160/23,0	216/31,0	149/21,4	697	3,44 b
1996 I	17/4,1	72/17,2	97/23,2	119/28,5	113/27,0	418	3,57 b
1996 II	27/6,1	77/17,4	88/19,9	125/28,3	125/28,3	442	3,55 b
1997 I	59/4,8	328/26,4	315/25,4	358/28,9	180/14,5	1240	3,22 c
2000 I	21/2,0	106/10,0	317/29,8	476/44,9	141/13,3	1061	3,57 b
2005 I	49/5,0	101/10,4	257/36,4	400/41,1	166/17,1	973	3,55 b
2006 I	2/0,5	31/7,8	102/25,5	176/44,1	88/22,1	399	3,79 a
2006 II	7/1,5	34/7,3	91/19,6	205/44,1	128/27,5	465	3,89 a
2007 I	29/3,4	117/13,8	221/26,1	321/37,9	159/18,8	847	3,55 b
\sum/x	273/3,7	1122/15,2	1868/25,3	2718/36,8	1408/19,01	7389	3,52

Sama tähega tähistatud indeksid ei erine usutavalt $p = 0,05$ korral / The indices designated with the same letter do not differ significantly at $p = 0,05$

Tabel 4. Sordi 'Ilte' seemnete värvusindeks seemnete kaalu järgi
 Table 4. Seed colour index of cv. 'Ilte' based on seed weight

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Colour classes of seed coat					Kokku Total	Indeks Index
	1 g/%	2 g/%	3 g/%	4 g/%	5 g/%		
1995 I	182,68/5,9	603,60/19,4	584,51/18,8	660,23/21,2	1078,15/34,7	3109,17	3,59 bc
1995 II	379,21/4,7	1527,14/18,9	1739,99/21,6	2563,37/31,8	1856,30/23,0	8066,01	3,49 c
1996 I	290,44/5,3	948,36/17,4	1155,84/21,2	1555,18/28,6	1501,12/27,5	5450,94	3,56 bc
1996 II	396,78/6,3	1069,71/17,1	1308,14/20,8	1765,39/28,1	1738,86/27,7	6278,88	3,54 bc
1997 I	604,28/4,7	3231,45/25,2	3244,63/25,3	3765,12/29,4	1971,50/15,4	12815,98	3,25 d
2000 I	173,15/1,8	848,1/9,0	2673,18/28,5	4281,59/45,5	1428,91/15,2	9404,93	3,63 b
2005 I	997,79/5,0	2075,50/10,3	5357,96/26,7	8197,51/40,8	3463,02/17,2	20091,78	3,55 bc
2006 I	18,39/0,4	290,84/6,5	1091,46/24,2	2022,95/44,9	1081,54/24,0	4505,18	3,86 a
2006 II	77,33/1,3	415,58/7,1	1042,12/17,7	2719,12/46,2	1634,08/27,7	5888,23	3,92 a
2007 I	212,36/3,3	885,05/13,7	1629,97/25,2	2425,38/37,5	1319,03/20,4	6471,79	3,58 bc
∑/x	3332,41/4,0	11895,33/14,5	19827,80/24,2	29954,84/36,5	17072,51/20,8	82082,89	3,55

Sama tähega tähistatud indeksid ei erine usutavalt $p = 0,05$ korral / The indices designated with the same letter do not differ significantly at $p = 0,05$

erinevused on ka statistiliselt usutavad. Kuna varaste ja hiliste punase ristiku sortide seeme valmib Eestis 3–4 nädalase intervalliga, võivad muutuvad ilmas-tikuolud põhjustada sedavõrd suuri muutusi seemnete värvusindeksis, et varase punase ristiku sordi 'Varte' seemned võivad olla koguni hilise punase ristiku sordi 'Ilte' seemnetest tumedamad nagu see juhtus meie katsetes 2007. aastal. Sordiga 'Ilte' läbiviidud võrdluskatsed tõestasid, et ka taimiku kasutusaasta võib mõjutada seemnete värvusindeksit. Eeltoodud kokku võttes ei saa seemnete värvusindeks olla kindlaks tunnuseks, mida võiks arvestada sortide eristamisel.

Bortnem ja Boe (2003) uurisid geenipangas leiduvate punase ristiku sortide ja päritolude (kokku 69) seemnete värvusindeksit sealhulgas 15 Põhja-Euroopa, 22 Kesk-Euroopa ja 8 Lõuna-Euroopa sordil või populatsioonil. USA-s läbiviidud uurimistulemuste põhjal on Põhja-Euroopa ristikusordid kõige heledama (e kollasema) seemnega. Nende sortide keskmiseks seemnete värvusindeksiks arvutasime 2,87. Madalaimate indeksitega (e kollasemate seemnetega) sordid selles grupis olid Rootsi sort 'Heby', Taani sort 'Early Otofte III' ja Norra sort 'JRIFO F81' – kõigil seemnete värvusindeks 2,6. Kõrgeimate indeksitega sordid selles grupis olid Rootsi sordid 'Mercur' ja 'Svanvik' ning Taani sordid 'Daehnfeldt Monarh IV' ja 'Hinderupgaard' seemnete värvusindeksiga 3,1.

Kesk-Euroopa punase ristiku sortidele ja päritoludele Bortnemi ja Boe poolt määratud seemnete värvusindeksite arvutuslikuks keskmiseks kujunes 3,18. Sortide ja populatsioonide seas oli madalama värvusindeksiga üks Poola päritolu populatsioon säilitusüksuse numbriga 293591 (2,6) ja kõrgeima värvusindeksiga Poola sort 'Wielkolistna' (4,1).

Lõuna-Euroopa punase ristiku sordirühma esindasid Prantsusmaa, Kreeka ja Bulgaaria 8 sorti või päritolu. Nende keskmiseks seemnete värvusindeksiks kujunes 3,64, kusjuures madalaim näit selles sordigrupis oli Bulgaaria sordil 'Arsan' (3,1) ja kõrgeim Prantsusmaa päritolu populatsioonil (säiliku number 207972) 4,4.

Võrreldes meie paljude aastate keskmisi katsetulemusi Bortnem ja Boe uurimistulemustega, selgub, et Eestis aretatud tetraploidsed punase ristiku sordid on oma seemnete värvusindeksi poolest enam lähedased Kesk-Euroopa sortidele (ennekõige sort 'Varte') või koguni Lõuna-Euroopa punase ristiku sortidele (sort 'Ilte').

Meie poolt rakendatud kaks punase ristiku seemnete värvusindeksi määramismeetodit annavad täpseid, seejuures ligilähedasi tulemusi, kuid oma töömahukuse tõttu võivad kasutamist leida siiski vaid aretustöös või valiktaimest algava nn aretajaseemne tootmisel. Kasutatud kahe meetodi ligilähedasel kattuvad tulemused viitavad asjaolule, et taime seemnesaak ei ole seemne värvusest sõltuvuses.

Viidatud kirjandus

- Boe A., Bortnem R. Heritability of seed coat colour in red clover (*Trifolium pratense* L.). – www.naaic.org/Meetings/National/2004NAAIC&TC/2004abstracts/aboe.pdf.
- Bortnem R., Boe A. Selection for seed colour in red clover. – Proceedings 16th Trifolium Conference. 2000, Pipestem, pp. 161–178.
- Bortnem R., Boe A. Colour index for red clover seed. – Crop Sciences, 2003, Vol. 43, N 6, pp. 2279–2283.
- Gillett J. M., Taylor N. L. The world of clovers. 2001, Iowa State Univ. Press, 457 p.
- Gorz H. J., Specht J. E., Haskins F. A. Inheritans of seed and seedling colour in Sweetclover. – Crop Science, 1975, Vol. 15, N 3, pp. 235–239.
- Gwilum E. Red clover seed storage for 23 years. – Grass and Forage Science. 1957, Vol. 12, N 3, pp. 171–177.
- Taylor N. L., Quesenberry K. H. Red clover science. Dordrecht / Boston / London, 1996, 228 p.
- West S. H., Harris H. C. Seedcoat colours associated with physiological changes in alfalfa and crimson and white clovers. – Crop Sciences, 1963, N 3, pp.190–193.

Seed colour index for red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivars 'Varte' and 'Ilte'

Summary

*Seed colour of tetraploid cultivars of red clover (*Trifolium pratense* L.) 'Varte' (early) and 'Ilte' (late) have been studied in single plant nurseries at Jõgeva Plant Breeding Institute in 1995–2007. Two methods were used: 1) scoring the seed colour of individual plants using 1–5 scale and calculation of seed colour index according to the proportion of plants within a population; 2) calculation of the index on the basis of seed yields of plants divided into colour classes. The following equations were used to calculate the colour index: $[\sum(\text{no. of plants per class} \times \text{number of class})]/\text{total no. of scored plants}$ and $[\sum(\text{sum of seed weights per class} \times \text{number of class})]/\text{total weight of scored seeds}$.*

The data affirmed that using these two methods results in similar outcome. Generalizing the yield data of a decade allows to state that early cultivar of red clover 'Varte' is somewhat lighter in seed colour (experimental mean colour index of seeds 3,1–3,2) than late cultivar 'Ilte' (mean index 3,5). The colour index of red clover's seed coat depends besides varietal characters also on weather peculiarities of a year and the age of a stand. Therefore the index can not be regarded as stable trait at cultivar discrimination.

Comparing the seed colour indices of red clover cultivars 'Varte' and 'Ilte' with the indices determined by Bortnem and Boe (2003) in the USA for other North-European cultivars of the same species, indicates that both tetraploid cultivars bred in Estonia have more violet (darker) seeds and resemble by this character rather to Central-European cultivars (cv. 'Varte') or even to the cultivars bred in Southern Europe (cv. 'Ilte').

PUNASE RISTIKU SORDI 'VARTE' SEEMNEKESTA VÄRVUSE JA VANEMTAIME SEEMNESAAGI NING 1000 SEEMNE MASSI VAHELISED SEOSSED

ABSTRACT. *The maintenance breeding of early red clover cultivar 'Varte' is done in single-plant nurseries at Jõgeva Plant Breeding Institute. The plants are harvested individually, their seed yield, 1000 seed weight determined and the colour of seed coat visually assessed on a 1–5 scale in the laboratory. The aim of current research was to examine whether any relations exist between the colour of seed coat, the seed yield and 1000 seed weight of a parental plant. At the same time the study strove to explain whether the selection for seed yield and heavier seeds in variety 'Varte' could have caused a change in seed colour index. The data are collected from ten field trials in 1994–2007. In total 8310 single plants were examined.*

The research indicated that as a mean of the testing years the seed yield of predominantly yellow- and lilac-seeded parental plants (classes 1 and especially 5) slightly exceeded that obtained from parental plants forming dichromatic seeds (classes 2, 3 and 4). However, there was no confident pattern, accordingly as the appearance of lilac pigment on a seed coat would cause proportional seed yield increase.

By addition of lilac pigment on a seed coat throughout the seed colour classes the 1000 seed weight increased gradually. The 1000 seed weight of the parental plants forming the darkest seeds (class 5) exceeded the trial's weighted average in seven years out of ten. Therefore this relation between the two traits could be a consideration in a selection programme. Prolonged selection towards higher seed yield and 1000 seed weight of a variety could have an impact on the seed colour (darkening), i.e. increase in the colour index of the seed coat.

Keywords: *red clover, single plants, colour of seed coat, seed yield, 1000 seed weight*

Sissejuhatus

Punase ristiku seemned on kahevärvilised (bikromaatsed). Äsjakoristatud seemnepartii on värvuselt kirju (fotod 1 ja 2). Niisuguse üldmulje jätab paljudelt taimedelt pärit üksikseemnete kogu, milles leidub üleni valkjaskollaseid, üleni tumevioletseid, enamasti aga mitmesuguses üleminekuastmes kollase-violetse värvitooniga seemneid. Seemnete idujuurepoolne ots on enamasti violetne, teine ots kollane, üleminek ühelt värvitoonilt teisele aeglane. Sama taime nuttidest on seemned ühetaoliselt värvunud. Jõgeva Sordiaretuse Instituudis on punase ristiku valikaedades hinnatud visuaalselt üksiktaimede seemnete värvust ja leitud arvutuslikult tetraploidsete sortide seemnetele värvusindeksid. Varase punase ristiku sordil 'Varte' oli see paljude katseaastate keskmisena 3,13, hilisel punasel ristikul 'Ilte' 3,52 (Bender, 2009). Need näidud on üldjuhul kõrgemad (seemned tumedamad) kui teistel Põhja-Euroopa punase ristiku sortidel. Käes-

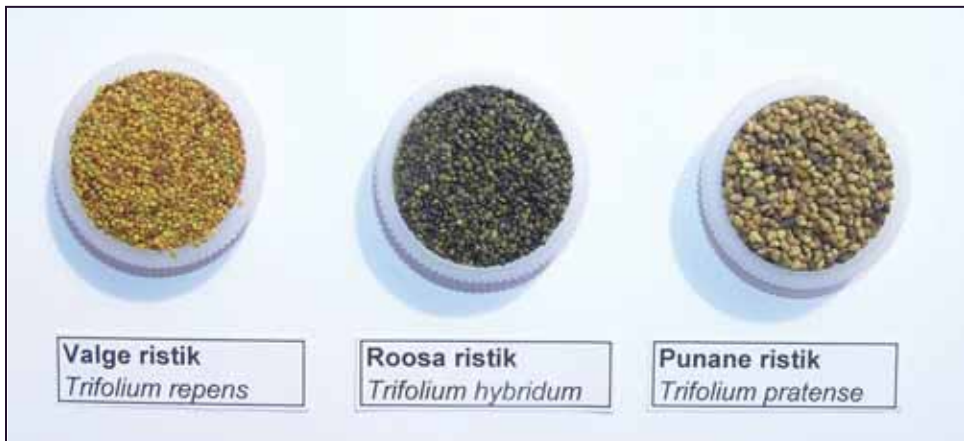


Foto 1. Valge ja roosa ristiku seemned on ühevärvilised (monokromaatsed), punase ristiku seemned aga kahevärvilised (bikromaatsed)

Photo 1. White clover and alsike clover seeds are single-coloured, while red clover seeds are bicoloured



Foto 2. Äsjakoristatud punase ristiku seemneproov on värvuselt kirju

Photo 2. The seed sample of freshly harvested red clover is variegated colour

oleva uurimistöõ üheks eesmärgiks oli selgitada pika aja jooksul (1994–2007) kogutud katseandmete põhjal, kas kaua kestnud ühesuunalised valikud võisid sordi 'Varte' seemnekesta värvust mõjutada. Analoogne uurimistöõ on läbi viidud ka sordiga 'Ilte', kuid artikli piiratud mahu ja tulemuste kattumise tõttu neid andmeid käesolevas töös ei esitata.

Sordiaretuse seisukohalt on tähtis teada, kas punase ristiku seemnete värvuse ja vanemtaime seemnesaagi ning 1000 seemne massi vahel valitseb seoseid. Kuna seemnekesta värvuse visuaalne hindamine on lihtne, võimaldaks niisuguste seoste olemasolu lihtsustada valikuid, leida aretustöök sobivaid lähtevarasid ja korraldada ökonoomsemalt sortide algseemnekasvatust. Käesoleva töö teiseks eesmärgiks oligi olemasolevate katseandmete põhjal neid võimalikke seoseid uurida.

Katsematerjal ja metoodika

Artiklis kasutatavad andmed on kogutud põldkatsetelt, kuhu kasvuhoones pikeerkastides kahe kuu jooksul ettekasvatatud taimed istutati ühekaupa vahekaugustega 60×60 cm. Katsed viidi läbi leostunud mullal (K_0), väetusfoon rajamise eel P 20 K 66 kg ha⁻¹. Lamandumise ja taimevarte läbipõimimise vältimiseks ning koristamise lihtsustamiseks taimed saagiaastal toestati. Sügissuvel, seemnesaagi valmimise järel taimed koristati, pakiti ühekaupa kottidesse ja kuivatati. Koristusjärgse kolme kuu jooksul eraldati taimedelt nutid, seeme poetati, kaaluti, määrati 1000 seemne mass ja hinnati visuaalselt seemnekesta värvust. Hindamisel eristati viit värvusklassi: klass 1 – üle 95% seemne pinnast kollane, klass 2 – 61–95% seemne pinnast kollane, klass 3 – 40–60% seemne pinnast kollane, klass 4 – 61–95% seemne pinnast violetne ja klass 5 – üle 95% seemne pinnast violetne (lilla). Meist hiljem on sarnast klassifikatsiooni rakendatud USA-s Lõuna Dakota Ülikoolis seelses geenipangas leiduvate (ka Euroopa päritolu) punase ristiku sortide ja populatsioonide seemnetele värvusindeksi leidmisel (Bortnem, Boe, 2000, 2003).

Käesolevas artiklis analüüsitava tetraploidse punase ristiku sordi 'Varte' andmed pärinevad kümnest katsest. Alati oli tegemist esimese kasutusaasta seemnesaagiga. Analüüsitud taimede arv oli aastati erinev kõikudes vahemikus 469 kuni 1064 üksiktaime. Katseaastate summana baseerub analüüs 8310 üksiktaime saagi andmetel.

Käsitletavates katsetes mõjutasid punase ristiku seemnesaaki vaid õitsemis-aegsed ja seemnete täitumisaegsed ilmastikutingimused ning tolmeldajate aktiivsus. Kuna taimed koristati käsitsi optimaalsel koristusajal ja kogu edasine töötlemine ei olnud märkimisväärsete kadudega seotud, võib tabelis 1 toodud andmeid lugeda bioloogiliseks seemnesaagiks.

Katseandmete matemaatilisel töötlemisel leiti tunnuste varieerumise astme iseloomustamiseks standardhälve (s), katse täpsuse iseloomustamiseks aga standardviga (tabelites märgiga ±).

Katsetulemused

Seemnekesta värvuse ja seemnesaagi vahelised seosed

Katseaastate keskmisena andsid varase punase ristiku sordi 'Varte' taimed 17,76 g seemet. Aastate lõikes kõikus see näitaja vahemikus 9,85 g (1994) kuni 30,36 g (2006, tabel 1). Erinevused seemnesaakides tulenesid aasta ilmaolude sobivusest või ebasobivusest selle punase ristiku alamliigi seemnekasvatuseks. Seemnekesta värvuse järgi klassidesse rühmitatud taimedest andsid üldjuhul teistest kõrgema seemnesaagi ülekaalukalt lillade ja kollaste seemnetega taimed – klassid 5 ja 1. Paljude aastate keskmisena oli lillaseemneliste taimede keskmine seemnesaak 20,05 g ja kollaseseemnelistel taimedel keskmiselt 18,39 g

Tabel 1. Sordi 'Varte' üksiktaimede keskmised seemnesaagid, g
 Table 1. Mean seed yields per single plants of variety 'Varte', g

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Seed coat color classes					Kokku / Total // keskmine / Weighted average
	1	2	3	4	5	
Taimi / Plants, tk	19	249	251	170	10	699
1994	11,46±1,01	9,55±0,37	9,74±0,36	10,28±0,41	9,44±1,68	9,85±0,21
s	4,28	5,85	5,7	5,39	5,3	5,64
Taimi / Plants, tk	57	178	175	141	86	637
1996	10,52±0,73	9,27±0,48	10,43±0,50	10,26±0,59	11,69±0,65	10,25±0,26
s	5,43	6,42	6,62	6,96	6,01	6,49
Taimi, / Plants tk	87	249	212	234	88	870
1999	11,27±0,50	10,39±0,29	10,99±0,32	11,38±0,35	11,97±0,56	11,05±0,17
s	4,63	4,61	4,63	5,38	5,2	4,91
Taimi / Plants, tk	100	350	257	170	65	942
2001	14,51±0,64	15,42±0,39	15,06±0,39	16,38±0,50	16,21±0,90	15,45±0,22
s	6,4	7,29	6,21	6,55	6,62	6,75
Taimi / Plants, tk	76	299	348	204	37	964
2002	23,68±0,90	23,47±0,50	23,52±0,42	24,48±0,57	25,94±1,21	23,81±0,26
s	7,79	8,67	7,87	8,09	7,29	8,15

Tabel 1 järg. Sordi 'Varte üksiktaimede keskmised seemnesaadid, g
Table 1 cont. Mean seed yields per single plants of variety 'Varte', g

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Seed coat color classes					Kokku / Total // keskmine / Weighted average
	1	2	3	4	5	
Taimi / Plants, tk	58	102	150	131	28	469
2003	16,16±1,16	16,37±0,81	17,61±0,68	17,17±0,71	17,55±1,19	17,03±0,38
s	8,75	8,09	8,29	8,04	6,19	8,11
Taimi / Plants, tk	86	157	294	411	116	1064
2004	12,81±0,78	12,87±0,61	11,68±0,35	12,76±0,32	13,54±0,65	12,57±0,20
s	7,16	7,56	5,94	6,44	6,97	6,62
Taimi / Plants, tk	122	155	228	263	161	929
2005	30,42±0,90	28,76±0,76	29,35±0,61	30,69±0,61	30,83±0,75	30,03±0,31
s	9,92	9,37	9,17	9,94	9,51	9,6
Taimi / Plants, tk	37	84	152	241	159	673
2006	30,93±1,47	29,78±1,18	29,18±0,83	30,20±0,66	31,90±0,87	30,36±0,40
s	8,83	10,8	10,19	10,19	10,89	10,38
Taimi / Plants, tk	60	126	211	339	327	1063
2007	16,11±1,07	16,18±0,64	16,15±0,55	15,65±0,37	16,30±0,43	16,04±0,23
s	8,25	7,12	7,91	6,84	7,83	7,39
Kokku / Total, tk	702	1941	2288	2295	1068	8310
Keskmine / Average.	18,39±0,40	16,36±0,23	17,35±0,21	18,14±0,22	20,05±0,34	17,76±0,11
s	10,62	9,95	10,04	10,63	11,24	10,46

taime kohta. Värvusklassi 1 taimede seemnesaak ületas katse kaalutud keskmist näitu kaheksas katses kümnest (kõrvalekalde aastad 2002 ja 2003), värvusklassi 5 taimede seemnesaak aga koguni üheksas katses kümnest (erandaasta 1994). Värvusklassi 5 taimede keskmine seemnesaak ületas värvusklassi 1 taimede keskmist seemnesaaki üheksal aastal kümnest. Aastati ei olnud ülejäänud värvusklasside vahelised erinevused seemnesaakides aga kuigi kindlad. Katseandmed ei lubanud teha järeldusi nagu suudaks mõni värvusklass tagada suurema seemnesaagi halvemates õitsemis- ja viljumisoludes. Ka ei olnud märgata mõne värvusklassi taimede seemnesaakide stabiilsust aastati. Küll aga võisime märgata kõige tumedamate seemnetega taimede (värvusklass 5) mõnevõrra kõrgemat seemnesaaki, mis annab valikute tegemisel nendele eelise.

Seemnekesta värvuse ja 1000 seemne massi vahelised seosed

Sordi 'Varte' üksiktaimede seeme oli valdavalt suur – katseaastate kaalutud keskmine 1000 seemne mass 3,28 g (tabel 2). Vaid ühel aastal (1994) jäi see katse keskmisena alla 3 g (2,90). Kasvukoha mullaviljakusest ja seemne täitumise aegsetest ilmastikutingimustest tulenevalt kõikusid katseaastatel üksiktaimede kaalutud keskmised 1000 seemne massid küllalt suures ulatuses (2,90–3,60 g).

Analüüsid 1000 seemne massi ja vanemtaime värvusklassi vahelisi seoseid oli võimalik konstateerida, et kollaseemneliste taimede (klass 1) seemnete 1000 seemne mass oli enamikel katseaastatel madalaim. Lilla pigmendi lisandumisel seemnekestale suurenes värvusklass-klassilt kordkorralt ka 1000 seemne mass (tabel 2). Vaid kahel saagiaastal (1996, 2007) see seaduspärasus ei kehtinud, mil esines kõrvalekalle värvusklassis 1.

Valikute võimalik mõju seemnekesta värvusindeksile

USA Lõuna-Dakota Ülikooli teadlased Bortnem ja Boe (2003) on hinnanud NPGS geenipangas (National Plant Germplasm System) säilitatavate punase ristiku proovide seemnekesta värvust ja leidnud sortidele ja säilitatavatele populatsioonidele seemnete värvusindeksid. Muu materjali hulgas uuriti ka 15 Põhja-Euroopa, 22 Kesk-Euroopa ja 8 Lõuna-Euroopa sorti või populatsiooni. Selle USA-s läbiviidud uuringu tulemusel on Põhja-Euroopa ristikusordid kõige heledama (e kollasema) seemnega. Nende keskmiseks värvusindeksiks arvutasime (väljavõttena nimetatud autorite artikli koondandmetest) 2,87. Kesk-Euroopa sortidel oli keskmine värvusindeks 3,18 ja Lõuna-Euroopa sortidel 3,64. Jõgeval aretatud punase ristiku tetraploidsetele sortidele 'Varte' ja 'Ilte' kümne saagiaasta seemne põhjal arvatud värvusindeksid olid vastavalt 3,13 ja 3,52 (Bender, 2009). Need näidud viitavad nagu kuuluksid meie sordid mitte Põhja-Euroopasse vaid pigem Kesk- (sort 'Varte') või koguni Lõuna-Euroopasse (sort 'Ilte').

Jõgeva Sordiaretuse Instituudis on pikka aega tegeldud punase ristiku tetraploidsete sortide 'Varte' ja 'Ilte' algseemnekasvatusega, mis saab igas tsüklis

Tabel 2. Sordi 'Varte' üksiktaimede keskmised 1000 seemne kaalud, g
 Table 2. Mean 1000 seed weights per single plants of variety 'Varte', g

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Seed coat color classes					Kaalutud keskmine Weighted average
	1	2	3	4	5	
1994	2,79±0,06	2,88±0,02	2,93±0,02	2,90±0,02	2,96±0,06	2,90±0,01
s	0,24	0,28	0,31	0,31	0,19	0,29
1996	3,13±0,04	3,09±0,03	3,14±0,03	3,15±0,03	3,35±0,03	3,14±0,01
s	0,3	0,38	0,38	0,35	0,28	0,36
1999	3,14±0,03	3,14±0,02	3,15±0,02	3,15±0,02	3,21±0,03	3,15±0,01
s	0,25	0,26	0,27	0,26	0,28	0,26
2001	3,03±0,03	3,04±0,01	3,10±0,02	3,09±0,02	3,15±0,03	3,07±0,01
s	0,25	0,27	0,26	0,24	0,25	0,26
2002	3,37±0,03	3,37±0,01	3,39±0,01	3,39±0,02	3,38±0,05	3,38±0,01
s	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,25
2003	3,21±0,04	3,24±0,03	3,23±0,02	3,24±0,02	3,19±0,05	3,23±0,01
s	0,32	0,26	0,28	0,27	0,23	0,27
2004	3,39±0,03	3,42±0,03	3,43±0,02	3,43±0,02	3,46±0,03	3,43±0,01
s	0,3	0,32	0,31	0,32	0,33	0,32
2005	3,27±0,02	3,33±0,02	3,32±0,01	3,32±0,01	3,27±0,02	3,30±0,01
s	0,2	0,23	0,22	0,2	0,2	0,21
2006	3,31±0,03	3,33±0,02	3,33±0,02	3,34±0,01	3,32±0,02	3,33±0,01
s	0,17	0,2	0,21	0,2	0,22	0,21
2007	3,60±0,04	3,58±0,03	3,58±0,02	3,60±0,02	3,62±0,02	3,60±0,01
s	0,27	0,27	0,31	0,29	0,27	0,29
Keskm. Avg.	3,25±0,01	3,20±0,01	3,28±0,01	3,31±0,01	3,39±0,01	3,28±0,00
s	0,31	0,4	0,36	0,33	0,31	0,36

alguse üksiktaimede istandusest, nn valikאיאסט. Eraldi kasvatatud ja koristatud vanemtaimede seemnesaak analüüsitakse hiljem laboratooriumis ja ainult parimaks osutunud taimede seemnesaak liidetakse külviseks, millega rajatakse seemneaiaseemne paljunduskülv (superelliidieelne paljundus). Valikutel võetakse (lisaks haljasmassisaagile) arvesse üksiktaime seemnesaak ja selle 1000 seemne mass. Niisuguse töö eesmärgiks on parandada sordi seemnesaagivõimet ja vältida diploidsete vormide sattumist seemnepartiisse. Viimaste 1000 seemne mass ei küüni kunagi üle 2,50 g (tavaliselt on vahemikus 1,4–1,9 g).

Nagu meie katseandmed näitasid, valitseb mõningane seos seemnekesta värvuse ja vanemtaime seemnesaagi ning 1000 seemne massi vahel. Valides kor-

duvalt üksiktaimi seemnesaagi rikkuse ja suurema 1000 seemne massi alusel eelistame kaudselt tumedamaseemneliste taimede järglasi. Selle pikaajalise töö tulemusena ongi arvatavasti Jõgeval aretatud tetraploidsete punase ristiku sortide ‘Varte’ ja ‘Ilte’ seemned tumedamaks muutunud, mis omakorda on viinud seemnekesta värvusindeksite suurenemisele.

Järeldused

Sordi ‘Varte’ näitel võime konstateerida, et valitseb tendents, mille kohaselt punase ristiku seemnekesta värvuse ja vanemtaime seemnesaagi vahel valitseb mõningane seos. Üldjuhul on tumedamaseemnelised taimed seemnesaagirikkamad. Nende suurem seemnesaak tuleneb osaliselt suuremast 1000 seemne massist. Kuna sordi ‘Varte’ algseemnekasvatuse käigus on eelistatud valikaedades suurema seemnesaagi ja 1000 seemne massiga vanemtaimede järglaskondi, võis see pikaajaline protsess põhjustada sordi seemnete üldist tumedamaks muutumist.

Viidatud kirjandus

- Bender A. 2009. Punase ristiku (*Trifolium pratense* L.) sortide ‘Varte’ ja ‘Ilte’ seemnete värvusindeksid. – Agraarteadus, nr 2, lk 3–7.
- Bortnem R., Boe A. 2000. Selection for seed colour in red clover. – Proceedings 16th Trifolium Conference. Pipestem, pp. 161–178.
- Bortnem R. Boe A. 2003. Colour index for red clover seed. – Crop Science, Vol. 43, N 6, pp. 2279–2283.

Relations between the colour of seed coat, seed yield of parental plant and 1000 seed weight in red clover cv. ‘Varte’

Summary

On the example of the variety ‘Varte’, it can be stated that there is a tendency for some connection between the colour of the red clover seed shell and the seed yield of the parent plant. As a rule, darker seeded plants are richer in seed yields. Their higher seed yield is partly due to a higher 1000 seed mass. Since in the breeder’s seed cultivation of the variety “Varte” the offspring of parent plants with a higher seed yield and a mass of 1000 seeds has been preferred in selection plots, this long-term process may have led to the overall darkening of the seeds of the variety.

SEEMNEKESTA VÄRVUSE MÕJU PUNASE RISTIKU (*Trifolium pratense* L.) SAAGILE JA SAAGI KVALITEEDILE

ABSTRACT. At the Jõgeva Plant Breeding Institute in the selection nurseries of red clover cv. 'Varte' besides the seed yield and 1000 seed weight of individual plants also the colour of seed coat has been assessed on the basis of 5-points scale. The presence of seeds in various colour classes provided an opportunity to evaluate their yield potential and herbage quality in a field experiment. In a plot trial seeded in 2004 (cut thrice per season during two years) the impact of seed coat's colour to the yields of dry matter (DM), digestible DM and crude protein (CP) was studied in the offspring. To evaluate the herbage quality, the CP, acid detergent fibre and neutral detergent fibre concentrations were measured from the overall samples, also the proportion of leaves within the herbage and CP concentrations in herbage fractions.

The results indicate that the seed coat's colour determines neither the yield potential nor the herbage quality of the offspring, for what reason it is not reasonable to grade the clover seed during the final cleaning based on their colour. The character cannot be considered alone in the breeding and selection nurseries in the process of variety maintenance and improvement.

Keywords: red clover, seemnekesta värvus, saak, saagi kvaliteet

Sissejuhatus

Punase ristiku perekonda kuulub 228 liiki, millest 16 leiavad kasutamist kultuurtaimena. Valdava enamiku ristikuliikide seemned on ühevärvilised e monokromaatsed. Siiski leidub perekonnas 17 liiki, mille seemnekestal võib eristada kahte värvi (bikromaatsed seemned) (Gillert, Taylor, 2001). Ka meil laialt kasvatatav punane ristik kuulub niisuguste liikide hulka. Äsjakoristatud punase ristiku seemnepartii on värvuselt kirju. Niisuguse üldmulje jätab üksikseemnete kogu, milles leidub üleni valkjaskollaseid, üleni violetseid, enamasti aga mitmesuguses üleminekuastmes kollase-violetse värvitooniga seemneid. Seemnete idujuurepoolne ots on enamasti violetne, teine ots kollane, üleminek ühelt värvitoonilt teisele aeglane. Punase ristiku seemne värvitooni määrab seemnekesta värvus. Seemnekesta värvust kontrollivad genomis ühe dominantse alleeli 2 lookust: üks määrab värvi, teine selle intensiivsuse (Boe, Bortnem, 2004).

USA Lõuna-Dakota Ülikooli teadlased Bortnem ja Boe (2000, 2003) on hinnanud NPGS geenipangas (National Plant Germaplasm System) säilitatavate punase ristiku proovide seemnekesta värvust ja leidnud sortide seemnete värvusindeksid, mida peetakse sorditunnuseks.

Jõgeva Sordiaretuse Instituudis on kasutada pikaajalised katseandmed meie tetraploidsete sortide valikaedadest. Nendele tuginedes arvutati meie sortidele 'Varte' ja 'Ilte' seemnete värvusindeksid (Bender, 2009a). Uuritud on ka

seemnekesta värvuse ja vanemtaime seemnesaagivõime ning 1000 seemne massi vahelisi seoseid (Bender, 2009b). Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli võrrelda eri värvusklassidesse kuuluvatest seemnetest kasvatatud taimikute saagivõimet ja võimalikke erinevusi saagi kvaliteedis.

Seemnekesta värvuse ja järglaskonna saagivõime vahel valitseva võimaliku seose korral saaks kaasaegsete masinate abil kindla värvusega (vähemväärtuslikud) seemneid välja sorteerida ja sellega seemnepartii väärtust tõsta. Samuti saaks võimalikku seost kasutada aretustöös valikute tegemisel.

Katsematerjal ja meetodika

2004. aasta juuli I dekaadis rajati Jõgeval mustkesale põldkatse neljas korduses, kuhu võrdlusvariantideks külvati varase tetraploidse punase ristiku sordi 'Varte' valiktaimedelt kogutud ja kesta värvuse järgi klassidesse jagatud seemned. Variant 1 – üle 95% seemne pinnast kollane, variant 2 – 61–95% seemne pinnast kollane, variant 3 – 40–60% seemne pinnast kollane, variant 4 – 61–95% seemne pinnast violetne ja variant 5 – üle 95% seemne pinnast violetne (foto 1). Standardina oli katsesse võetud sordi 'Varte' sama saagiaasta (2003) seeme üldpaljundusest. Külvisenorm oli kõigis variantides 8 kg ha^{-1} . Katse paiknes leostunud mullal (K_0), mille agrookeemilised näitajad olid $\text{pH}_{\text{KCl}} 6,2$, P 230, K 229, Ca 1550 ja Mg 77 mg kg^{-1} , üldlämmastikusisaldus 0,13%, huumusesisaldus 2,1%. Katseala väetati külvi eel normidega P 20, K 66 kg ha^{-1} . Edasise katsetamise käigus väetisi ei kasutatud. Kahe kasutusaasta jooksul koristati katselt saaki kolme-niiteliselt. Esmakask ja esimene ädal koristati taimiku õitsemise varase alguse staadiumis, teine ädal esimesel kasutusaastal (2005) oktoobri esimeses dekaadis. Teisel kasutusaastal tuli viimane niide teha varem, sest põld läks ümberkännile. Eelnevalt kuivatatud proovides määrati lehtede ja varte suhe saagis. Jõgeva Sordiretuse Instituudi laboratooriumis määrati lehtede ja varte toorproteiinisaldus ning üldproovist toorproteiini-, happe- (ADF) ja neutraalkiu (NDF) sisaldus.



Foto 1. Katsevariantideks olid erineva seemnekesta värvusega seemned

Photo 1. Experimental variants were seeds with different seed coat colour

Arvutuslikult leiti kuivaine seeduvus ja seeduva kuivaine saagid. Katsesest laekunud saagiandmed töödeldi statistiliselt. Dispersioonanalüüsiks kasutati arvuti-programmi AGROBASE 20™.

Ilmastikutingimustelt olid katseaastad erinevad. 2005. aastal takistas punase ristiku ädalakasvu südasuvine (juulikuu) põud, 2006. aastal aga kestav põud kahe kalendrikuu (alates 15. juunist) jooksul. Taimejuurteni küündivad sajud algasid augusti keskpaigas. Põua tõttu jäid teise kasutusaasta saaginumbri katses tagasihoidlikumaks.

Katsetulemused

Erineva kesta värvusega seemned andsid põldkatses taimiku, mille saagivõime oli ligilähedaselt võrdne (tabel 1).

Variandid erinesid kasutusaastatel kolme niite kuivainesaagi summas vaid katsevea piires. Erandiks oli neljas variant teisel kasutusaastal, mille kuivainesaak esimeses niites ($5,45 \text{ t ha}^{-1}$) jäi standardvariandile ($6,63 \text{ t ha}^{-1}$) usutavalt alla.

Madalam kuivainesaak tulenes siin põldhiirte talvekahjustusest ühel selle variandi katselappidest ega olnud põhjustatud rajamisel kasutatud seemnete kesta värvusest. Katseandmetest selgub siiski tendents, et nii domineerivalt kollased kui ka domineerivalt violetsed seemned andsid pisut saagikama taimiku kui kahevärvilised seemned (variandid 2, 3 ja 4). Selgemini ilmnas see erinevus teise ädala niiteajal. Kahe kasutusaasta summas oli kolmanda niite kuivainesaakide standardiületus variantidel 1 ja 5 ka statistiliselt usutav.

Ligilähedased olid ka katsevariantide toorproteiini saagid (tabel 1), mis ületasid kõigis katsevariantides kahe katseaasta summas 4 t ha^{-1} piiri. Usutavaid erinevusi toorproteiini saakides esines vaid kolmanda niite saakide puhul. Esimesel kasutusaastal andsid sellel koristusajal variandid 2 ja 4 standardist usutavalt väiksema toorproteiinisaagi, teisel kasutusaastal aga variandid 1 ja 5 standardist kõrgema toorproteiinisaagi. Analoogselt kuivainesaakidega ületasid variandid 1 ja 5 toorproteiinisaagilt usutavalt standardit kolmandas niites ka kasutusaastate summana, mitte aga kolme niite summas. Ületamine tulenes seejuures suuremast kuivainesaagist, mitte kuivaine toorproteiini sisaldusest.

Esimesel kasutusaastal (2005) oli kuivaine happekiu (ADF) sisaldus I niite saagis 26–29%, teise niite saagis 23–26% ja kolmanda niite saagis 25–29%. Teisel kasutusaastal olid need näitajad vastavalt 24–25%, 24–26% ja 15–20%. Märkimisväärsed erinevused katsevariantide vahel puudusid. Teise kasutusaasta kolmanda niite kuu aega varasem niiteaeg (septembri I dekaadis) oli põhjuseks, miks kuivainesaagid sellel niiteajal jäid tagasihoidlikumaks, happekiusisaldus aga madalamaks. Kuivaine seeduvuse näidud olid kõigis katsevariantides kõrged, kõikides varianditi vaid väga väikestes piirides: 2005. a esimeses niites vahemikus 66–68%, teises niites vahemikus 69–70% ja kolmandas niites vahemikus 66–69%. 2006. a olid katses võetud kuivaineproovide seeduvuse näidud

Tabel 1. Katseaastate 2005–2006 saagiandmed
 Table 1. Yields in 2005–2006

Seemnekesta värvusklass <i>Seed coat color class</i>	I ja II kasutusaasta kokku <i>Sum of the 1st and 2nd harvest year</i>			Kokku <i>Total</i>
	I niide / <i>cut</i>	II niide / <i>cut</i>	III niide / <i>cut</i>	
	Kuivainesmaak / <i>Dry matter yield, t ha⁻¹</i>			
Standard	14,71	4,71	4,75	24,17
1	15,03	5,04	5,33*	25,39
2	14,79	3,92-	4,55	23,25
3	13,90	4,29	4,63	22,83
4	14,17	4,62	4,04	22,83
5	14,25	5,15	5,60*	25,00
LSD 0,05	1,45	0,66	0,35	1,70
	Seeduva kuivaine saak / <i>Digestible dry matter yield, t ha⁻¹</i>			
Standard	10,03	3,23	3,36	16,62
1	10,13	3,47	3,68*	17,28
2	10,23	2,76-	3,09-	16,08
3	9,39	2,99	3,11-	15,49
4	9,53	3,2	2,76-	15,49
5	9,58	3,61	3,93*	17,12
LSD 0,05	0,98	0,46	0,24	1,15
	Toorproteiini saak / <i>Crude protein yield, kg ha⁻¹</i>			
Standard	2493	860	909	4261
1	2594	905	988*	4487
2	2586	760	808	4154
3	2399	812	833	4044
4	2592	852	761	4204
5	2357	883	1028*	4268
LSD 0,05	253	115	63	300

* enamsaak standardiga võrreldes statistiliselt usutav / *effect is statistically plausible compared to the standard*

- saak standardiga võrreldes usutavalt madalam / *the yield is plausible lower than the standard*

Tabel 2. Katseaastate 2005–2006 keskmised saagi kvaliteedi andmed
 Table 2. Average yield quality data for the experimental years 2005-2006

Variant	I niide / cut			II niide / cut			III niide / cut		
	Lehti saagis, % Leaf's in CP content yield, % in leaves, %	Prot. sis. vartes % CP content in stems, %	Prot. sis. lehtedes, % lehtedes, % CP content in leaves, %	Lehti saagis, % Leaf's in CP content yield, %	Prot. sis. lehtedes, % lehtedes, % CP content in leaves, %	Prot. sis. vartes, % CP content in stems, %	Lehti saagis % Leaf's in CP content yield, %	Prot. sis. lehtedes, % lehtedes, % CP content in leaves, %	Prot. sis. vartes, % CP content in stems, %
Standard	38,7	11,6	26,6	57,6	23,3	10,0	58,4	26,0	26,0
1	36,6	12,0	26,4	60,4	23,9	11,5	59,4	26,0	26,0
2	36,4	12,1	25,5	58,5	24,0	11,5	59,9	25,9	25,9
3	37,6	11,3	27,4	58,4	23,5	10,9	61,9	25,5	25,5
4	38,8	11,1	26,6	58,3	23,4	10,4	60,8	25,2	25,2
5	36,3	10,7	25,5	58,6	22,5	10,4	57,8	24,7	24,7

esimeses niites 69–70%, teises niites 69–70% ja kolmandas niites 73–76%. Analüüsiandmete põhjal arvatud katsevariantide seeduva kuivaine saagid ei erinenud üksteisest usutavalt (tabel 1). Katsevariantidelt laekunud saagi kuivaine neutraalkiu sisaldus kõikus niidete ja kasutusaastate lõikes vahemikus 30–33%. Tuginedes rohusööda toiteväärtuse kriteeriumidele (Tamm, 2005) võib väita, et kolmeniiteliselt koristatud punase ristiku saak vastas kõigi katsevariantide puhul hea sööda nõuetele.

Saagi lehevarre analüüsi tulemused näitasid, et variantidevahelised suured erinevused samuti puudusid (tabel 2). Kahe katseaasta keskmisena moodustasid lehed esimese niite saagist 36,4–38,8%, teise niite saagist 57,6–60,4% ja kolmanda niite saagist 57,8–61,9%. Ka lehtede ja varte toorproteiinisaldus erines varianditi vaid vähesel määral. Esimesest ja kolmandast niitest pärit punase ristiku lehtede toorproteiini sisaldus oli praktiliselt võrdne ulatudes 25–27%-ni, teise niite punase ristiku lehed sisaldasid toorproteiini ligikaudu 2% vähem. Punase ristiku varred sisaldasid oodatult toorproteiini lehtedest üle kahe korra vähem. Varte toorproteiinisaldus oli kõigi variantide kolme niite saagis 10 kuni 12% piires.

Kokkuvõte

Punase ristiku seemned, mis erinevad üksteisest küll kesta värvuse poolest, ei erine neist kasvavate taimede saagivõime ega saagi kvaliteedi poolest. Seda kinnitasid aastatel 2004–2006 Jõgeval läbiviidud põldkatsest laekunud kuivaine-saagi, seeduva kuivaine saagi, toorproteiinisaagi aga samuti saagi lehe-varre analüüsi ja saagi fraktsioonide toorproteiinisalduse laboratoorsed andmed. Katses kontrolliti saagi kvaliteeti lisaks ka happe- ja neutraalkiu sisalduse põhjal. Needki analüüsiandmed ja nende põhjal arvatud relatiivse söödaväärtuse andmed, mida artiklis ruumi säästmiseks ei avaldata, kinnitasid, et variantidevahelised erinevused praktiliselt puudusid.

Katseandmete põhjal saab kokkuvõtvalt järeldada, et punase ristiku seemnepartii värvus ei peegelda selle väärtust saagivõime seisukohalt. Kaasaegsete, seemnekesta värvuse põhjal partii fraktsioneerimist võimaldavate masinate kasutamine ei oma seega punase ristiku seemne lõpppuhastamisel perspektiivi.

Eelpooltoodust lähtudes ei saa aretus- ja valikaedades üksikasetuses kasvatatavate punase ristiku taimede seemnekesta värvus olla valikute tegemisel ainu- arvestatavaks tunnuseks.

Siintoodu kehtib värsketele, normaalselt arenenud ja värvunud seemnele. Seemnepartiis võib leiduda aga ka normaalsetest suuremaid, kiprunud pealispinnaga, läiketa, roostepruune seemneid. Need on juba põllul koristuselsete sademete tõttu paisunud ja osalt ka idanema hakanud seemned, mida tuleb käesoleva artikli kontekstis lugeda ebatüüpilisteks (riknenuks). Kestval säilitamisel tavalao tingimustes punase ristiku seemnete läige kaob, nende värvus ühtlustub (muutub pruunikaks) ja idanemisvõime kaob. Seemnekesta värvuse niisugune muutumine

viitab kindlalt punase ristiku seemnete elu- ja saagivõime langusele (West, Harris, 1963).

Viidatud kirjandus

- Bender A. 2009a. Punase ristiku (*Trifolium pratense* L.) sortide 'Varte' ja 'Ilte' seemnete värvusindeksa. – Agraarteadus, nr 2, lk 3–7.
- Bender A. 2009b. Punase ristiku sordi 'Varte' seemnekesta värvuse ja vanemtaime seemnesaagi ning 1000 seemne kaalu vahelised seosed. – Agronoomia 2009. Jõgeva, lk 178–183.
- Boe A., Bortnem R. 2004. Heritability of seed coat colour in red clover (*Trifolium pratense* L.). – www.naaic.org/Meetings/National/2004NAAIC&TC/2004abstracts.aboe.pdf
- Bortnem R., Boe A. 2000. Selection for seed colour in reed clover. – Proceedings 16th Trifolium Conference. Pipestem, pp. 161–178.
- Bortnem, R., Boe, A. 2003. Colour index for red clover seed. – Crop Science, Vol. 43, No 6, pp. 2279–2283.
- Gillett J. M., Taylor N. L. 2001. The world of clovers. Iowa State Univ. Press, 457 p.
- Tamm, U. 2005. Rohusööda toiteväärtus. Saku, 88 lk.
- West S. H., Harris H. C. 1963. Seedcoat colours associated with physiological changes in alfalfa and crimson and white clover. – Crop Science, No 3, pp. 190–193.

Impact of the seed coat's colour to the yield and herbage quality of red clover

Summary

Red clover seeds, which differ from each other in the colour of the shell, differ neither in the yielding ability of plants grown from the seeds nor in the quality of the yield. This was confirmed by laboratory data on the dry matter yield, digestible dry matter yield and crude protein yield received from the field trials carried out in Jõgeva in 2004–2006, as well as the leaf-stem analysis of the yield and the crude protein content of the harvest fractions. In addition, the quality of the yield was evaluated also on the basis of acid detergent and neutral detergent fiber contents. Even this analysis and the relative feed value data calculated on the basis thereof, which are not published in the article to save space, confirmed that there were practically no differences between the variants.

On the basis of the trial data it can be concluded that the colour of the red clover seed batch does not reflect its value in terms of the yielding ability. The use of modern machines that allow fractionation of the batch based on the colour of the seed shell is therefore not promising in the final cleaning of the red clover seed.

Based on the above, the colour of the seed shell of individually placed red clover plants in breeding and selection plots cannot be the only considered feature while making selection.

VALGE RISTIKU SEEMNEPÕLLU EELNIITMISEST

ABSTRACT. A trial was performed at Estonian Crop Research Institute in 2016–2018 on a seed production field of white clover. The aim was to examine the effect of timing and height of pre-mowing and used type of mower onto further formation of the stand, seed yield and quality. The data approve that pre-mowing leads to decrease in biomass on the field and increase of the harvest index that results in higher seed yield. Among the range of timings, postponed pre-mowing decreases more the amount of biomass at seed harvest. Compared with taller mowing height, clover depends on weather after anthesis and not on timing and height of pre-mowing and type of mower.

Keywords: pre-mowing of seed field, timing of mowing, mowing height, seed yield, seed quality

Sissejuhatus

Valge ristik alustab meie oludes õitsemist juuni keskpaigas, saavutab õitsemise maksimumi juuli alguses kuid indeterminantse liigina jätkab tegelikult õitsemist sügiseni. Nii nagu õitsemine venib pikale perioodile, nii ka seemnete valmimine. Optimaalset koristusaega on seetõttu raske määrata. Kogu suve jooksul moodustunud seemnekogust kätte saada ei ole võimalik. Seemnekasvatuses taotletakse maksimaalset võimalikku saaki, mida saadakse nendest õienuttidest mis õitsevad ajal, mil nende arvukus pinnaühikul on maksimumis.

Valge ristiku seemnesaagi määravadki suures osas samaaegselt õitsvate õienuttide arv pinnaühikul ja seemnete arv (või kaal) nutis (Woodfield *et al.*, 2004). Tolmeldamisest seemne küpsemiseni kulub valgel ristikul 26 (+5) päeva (The biology ..., 2008). 30 päeva pärast fikseeritud õitsemise kõrgpunkti koristatakse seeme (loomulikult, kui ilm seda võimaldab). Kuna vegetatiivne ja reproduktiivne kasvuprotsess toimuvad samaaegselt, sõltub ühe või teise protsessi domineerimine mulla niiskusesoludest. Õitsemisaegsed ja -järgsed sademed soodustavad valge ristiku vegetatiivset kasvu, mille domineerimisel areneb vähe õienutte, moodustunud õienuttidest kasvab leherinne üle, taimik lamandub, ei kuiva enam sademete järel ning valminud seeme idaneb ja rikneb. Ülekasvanud seemnetaimiku koristamisel võivad koristuskaod ulatuda 60%-ni bioloogilisest saagist (Шаршунов, Ракуть, 1997). Esineb aastaid, kus ilmastikust tingituna ei ole üldse võimalik valge ristiku seemnesaaki kombainiga koristada.

Uus-Meremaal, Austraalias ja USA-s Oregoni osariigis toodetakse valge ristiku seemet suurtel vihmutatavatel pindadel. Seal pidurdatakse vegetatiivkasvu vihmutamise katkestamisega seemnetaimiku täisõitsemisel (Oliva *et al.*, 1994; De Barro, 2014). Katsetega on kindlaks tehtud, et mõõdukas vee defitsiit suurendab valgel ristikul õienuttide moodustumist, takistab seemnete täiskasvamise ajal valge ristiku vegetatiivset kasvu ning suurendab seemnesaaki (Turner, 1993).

Eestis määravad valge ristiku seemnesaagi juulikuised sademed. Põuase juuliga aastatel on võimalik valgelt ristikult saada hea seemnesaak.

Piirkondades, kus mulla niiskusolusid ei ole võimalik reguleerida, tehakse vegetatiivkasvu pidurdamiseks valge ristiku seemnepõldudel eelniitmine. Kasutatud on ka esmakasvu karjatamist veiste või lammastega (Marshall *et al.*, 1989; Marshall, Hides, 1990; Pederson, Brink, 2000). Kevadise lumesulamisvee arvelt kasvanud lopsakas esmakasv defolieeritakse, seemnesaaki taotletakse ädalalt, mille arenguks mulla südasuvine veevaru enam nii soodne pole. Niitmisaja (karjatamisaja) suhtes on autoritel eriarvamused. Rootsis läbiviidud katsetes saadi suurim seemnesaak katsevariandis kus eelniitmine tehti õienuttide varase moodustumise faasis (Wallenhammar *et al.*, 2007), Venemaal soovitatakse niita esimeste värvunud õienuttide ilmumisel (Смирнов, 2001), Valgevenes aga õitsemise varases faasis (Палагутин, 2001). Uus-Meremaal on just hilisem eelniitmine andnud positiivse tulemuse: võrreldes varem niidetuga moodustus 10% rohkem õienutte, saadi usutavalt suurem seemnesaak (Clifford, 1985). Inglismaal korraldatud katsetes moodustus niitmisjärgselt kõige rohkem õienutte pinnaühiku kohta siis, kui eelniitmine tehti 2–3 nädalat pärast esimeste värvunud kroonlehtedega õienuttide ilmumist (Marshall *et al.*, 1993a, 1993b). Eelniitmisel on seemnesaagile mitmetine positiivne mõju:

1) vegetatiivne kasv aeglustub, mistõttu koristusaegne biomass põllul on väiksem ja koristusindeks kombainile seemne väljapeksuks soodsam, koristuskadu väiksem;

2) eelniitmise järel pääseb rohkem päikese otsekiirgust valge ristiku lamavate varteni, mis mõjub soodsalt õienuttide moodustumisele ja väljakasvamisele;

3) eelniitmisega nihutatakse õitsemise maksimum õite viljastumiseks soodsamale ajale, mil päev on pikim, õhutemperatuur kõrgem, õites nektarieritus rikkalikum, tingimused tolmeldajate tööks soodsamad;

4) umbrohtude lehemass taimikus väheneb.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada eelniitmise aja, niitmiskõrguse ja niidukitüübi mõju valge ristiku taimiku niitmisjärgsele kujunemisele, hilisemale seemnesaagile ja selle kvaliteedile. Kõrvalhuvina püüti selgitada, kas esimese niite aega on võimalik siduda efektiivsete temperatuuride kasvava summaga.

Materjal ja meetodika

Põldkatse rajati valge ristiku sordiga 'Tooma' juulis 2016 külvisenormiga 4 kg ha⁻¹, külvikuga Hege 80. Katselappide mõõtmed 1,5 × 5,0 m neljas korduses. Uurimistöö toimus kahel järgneval katseaastal: 2017 ja 2018.

Katse paiknes leostunud kamar-karbonaat liivsavi mullal, mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 6,4, P 90, K 113, Ca 2041, Mg 116 mg kg⁻¹, C_{org} 1,7%. Katseala sai külvieelse mullaharimise eel fosfor-kaali väetist normidega P 19 ja K 67 kg ha⁻¹. Hiljem katseala ei väetatud.

Katses uuriti seemnetaimikut ja -saaki mõjutada võivaid järgmisi faktoreid:

a) eelniitmise aeg: variant 1 – niitmine esimeste õienuttide värvumisel; variant 2 – esimese variandiga võrreldes 7 päeva hiljem;

b) eelniitmise kõrgus: variant 1 – niitmine 3 cm kõrguselt; variant 2 – niitmine 6 cm kõrguselt;

c) niidumasina tüüp: variant 1 – rootortüüpi niiduk koos niidetud massi purustamisega ja ühtlase laotamisega katsealale; variant 2 – niitmine lattniidukiga, millele järgnes niidetud massi kokku riisumine ja äravedu.

Ristikunirplase tõrjeks pritsiti katseala kummalgi aastal üks kord enne taimiku õide puhkemist preparaadiga Decis Mega, norm 0,150 l ha⁻¹.

Katses uuriti eelniitmisaaja ja -viisi mõju õitsemise dünaamikale, milleks rakendati Chynoweth & Rolstoni (2010) poolt kirjeldatud meetodikat. Selleks loendati igal nädalal värvunud kroonlehtedega õienutid 0,5 × 0,5 m suuruselt pinnalt neljas korduses (fotod 1 ja 2). Saadud andmete põhjal selgitati maksi-



Foto 1. Valge ristiku katsepõld täisõitsemise faasis

Photo 1. White clover trial at full bloom stage

maalse õitsemise aeg. Taimiku täisõitsemisel mõõdeti katselappidel lehtede ja õienuttide kõrgused mullapinnalt. Seemnesaagi valmimist hinnati visuaalselt. Igalt lapilt võeti koristamise eel 30 küpsenud seemnega nutti, mis kuivatati ja poetati hiljem käsitsi eesmärgiga selgitada variantide mõju seemnete kaalule nuti tasandil (foto 3). Koristamisel niideti katselappidelt kogu biomass 4 cm kõrguselt, kaaluti ja kuivatati kunstli-

Foto 2. Õienuttide lugemisel kasutati raami mõõtmetega 0,5 × 0,5 m

Photo 2. A frame with dimensions of 0,5 × 0,5 m was used for counting the seed heads



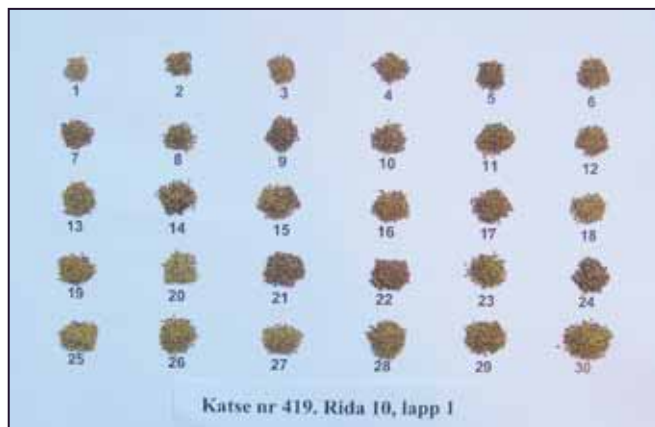


Foto 3. Enne seemnesaagi koristamist võeti igalt katselapilt 30 nutti, seemned puhastati välja ja kaaluti. Fotol kontrollvariandi seemnekogused 2017. aastal

Photo 3. 30 seed heads were collected from each test plot before harvesting. The seeds were cleaned and weighed. In the photo: seed quantities of the control variant in 2017

kult dineesenkuivatis. Seeme peksti välja katsekombainiga Hege 140 ja puhastati laboratoorse seadmega Kamas Westrup LALS. Koristuseindeks arvatati seemnesaagi ja põllul kasvanud biomassi suhtena. Koristuseelselt ei kasutatud desikante. Kolm kuud pärast koristamist määrati seemnete idanevus (sh kõvade seemnete sisaldus) ja 1000 seemne mass.

Katseandmed töödeldi statistika tarkvara Agrobases ühefaktorilise dispersioonanalüüsi abil (Agrobases 20TM).



Foto 4. Valge ristiku seemnehein niideti ja kaaluti kombainiga Hege 212

Photo 4. Seed crop of white clover was cut and weighed with combine Hege 212



Foto 5. Katselappidelt niidetud seemnehein pakiti kottidesse, kuivatati ja masindati kombainiga Hege 140

Photo 5. The seed crop cut from the test plots was bagged, dried and threshed with a Hege 140 combine

Tabel 1. Aktiivse taimekasvu aegse perioodi ilmastiku andmed
 Table 1. Weather data for the active growing season

	Mai <i>May</i>			Juuni <i>June</i>			Juuli <i>July</i>			August <i>August</i>		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2017	5,7	9,5	13,2	11,9	14,8	13,4	13,8	14,8	16,1	17,3	17,5	13,1
2018	11,1	16,1	16,2	13,4	16,8	14,8	15,6	21,7	23,2	21,1	17,3	15,6
Norm												
1981–2010	9,6	10,7	12,4	14	14,2	15,5	16,7	17,4	17,2	17,1	15,6	14,3
	Õhutemperatuur / Air temperature, °C											
2017	2	2	4	34	35	30	15	48	10	27	37	34
2018	10	1	4	4	8	12	11	4	0	19	27	15
Norm												
1981–2010	12	18	19	17	34	29	22	27	27	34	26	32
	Sademed / Precipitation, mm											



Foto 6. Erakordselt põuasel 2018. aastal koguti katselappidelt seemnehein muruniidukiga. Seeme puhastati hiljem välja hõõrliga

Photo 6. In exceptionally drought in 2018 seed hay was collected with a lawn mower. The seed was later machined with seed rub

Ilmastikutingimustelt olid mõlemad valge ristiku seemnesaagi aastad ebasoodsad (tabel 1). 2017. aasta mai, juuni, juuli olid normist jahedama õhutemperatuuriga, juuni, juuli, august samas sademeterohked, mis soodustas taimede vegetatiivkasvu sel määral, et koristamine otsekombainimisega polnud võimalik. Biomass niideti, koguti ja kaaluti haljasmassi kombainiga Hege 212 (fotod 4 ja 5). 2018. aasta oli vastupidine – mai, juuni ja juuli olid erakordselt sademetevaesed, samas paljude aastate keskmisest kõrgema õhutemperatuuriga. Kestva põua tingimustes valge ristiku ädalakasv pidurdus ning jäi kuni seemnete valmimiseni sedavõrd madalaks, et kombainiga koristamine oli jälle võimatu. Vähene biomass niideti ja koguti muruniidukiga ning toimiti pärast kuivatamist nagu eelmisel aastal (foto 6).

Tulemused

Valge ristiku kasvu ja arengu seosed efektiivsete temperatuuride kasvava summaga

2017. aastal toimus katses varasem eelniitmine 6. juunil (efektiivsete temperatuuride kasvav summa 219 °C), ja hilisem eelniitmine 13. juunil (ef. temp. summa 296 °C). Mõlemas niitmisaja variandis saabus täisõitsemise maksimum 4. juuliks (ef. temp. summa 478 °C), seeme valmis kõigis variantides samaaegselt ja koristati 40 päeva pärast taimiku täisõitsemist 14. augustil (ef. temp. summa 922 °C). 2018. aastal arenes valge ristik eelmise aastaga võrreldes kevadel kiiremini, mistõttu varasem eelniitmine tehti 28. mail (ef. temp. summa 248 °C), hilisem eelniitmine aga 5. juunil (ef. temp. summa 416 °C). Esimese eelniitmisvariantides fikseeriti õitsemise maksimum 25. juunil (ef. temp. summa 608 °C), hilisema eelniitmisvariantides aga nädal hiljem – 2. juulil (ef. temp. summa 678 °C). Seeme koristati kõigist variantidest samaaegselt 27. juulil (ef. temp. summa 1048 °C). Fikseeritud õitsemise maksimumist oli möödunud varem niidetud variantides 32 päeva, hiljem niidetud variantides 26 päeva.

Heintaimede kasvatamisel söodatootmise eesmärgil võib esimese niiteaja valikul lähtuda efektiivsete temperatuuride kasvavast summast, sest rohusööda

toiteväärtuse ja ef. temp. summa vahel on väga tihe seos (Tamm, 2017). Kontrollides võimalust seostada ka valge ristiku seemnepõllu eelniitmise, täisõitsemise ja koristusaja määramist ef. temp. summaga, selgus kahe katseaasta andmeid võrreldes, et sama meetod ei ole siin rakendatav. Aastate vahel olid erinevused väga ulatuslikud.

Eelniitmise ja niitmisaja mõju

Mõlemal katseaastal ületas maksimaalse õitsemise ajal õienuttide arv pinnaühikul kõigis niidetud variantides kontrollvariandi, millel eelniitmist ei tehtud (tabel 2).

Mõlemal katseaastal oli eelniidetud katsevariantides ädala kasvukõrgus kontrollvariandi esmakasvuga võrreldes madalam. Suurenes vahe õienuttide ja lehtede kõrguses, mis vähendab (kuid ei välista) lehtede nuttidest ülekasvamise riski. Hilisema eelniitmise variantides jäid õienuttide raod ja lehtede rootsud lühemaks kui variantides, millel eelniitmine tehti varem. Selle tulemusena oli ka koristusaegne biomass neil katselappidel väiksem, koristusindeks aga suurem.

2017. aastal õnnestus tänu kogu biomassi kunstlikule kuivatamisele saada väga hea seemnesaak (tabel 3). Tootmispõldudel jäid juuli- ja augustikuiste sagedaste sadude tõttu valge ristiku seemnepõllud sel aastal üldse koristamata. Kõikides eelniidetud variantides saadi kontrollvariandist suurem seemnesaak. Ületamine oli statistiliselt usutav hilise madala eelniitmise korral niidukitüübist sõltumata. Selle katseaasta seemne kvaliteet oli laitmatu: idanevus skarifitseerimata seemnel kõigis katsevariantides 96–98%, kõvu seemneid esines minimaalselt (0–3%), 1000 seemne mass oli vahemikus 0,663–0,671 g. Katsevariantide vahel seemnete kvaliteedinäitajates erinevusi ei tuvastatud.

Võrreldes esimese kasutusaastaga on teise kasutusaasta valge ristiku taimiku seemnesaagi võime alati madalam. Lisaks sellele takistas 2018. aastal kestev põud valge ristiku kasvu ja arengut, mille tulemusena jäi seemnesaak eriti tagasihoidlikuks. Õienutte arenes esimese kasutusaastaga võrreldes pinnaühiku kohta mitu korda vähem, kuid katseandmed näitasid, et ka seemneid ühe nuti kohta oli kaaluliselt vähem (tabel 3). Varasema eelniitmise variantides saadi kontrollvariandiga võrreldes suuremaid seemnesaake, kuid ületamine jäi katsevea piiresse. Hilisema eelniitmise variandid andsid kolmel juhul neljast kontrollvariandist madalama seemnesaagi. Skarifitseerimata seemnete tegelik idanevus katsevariantides oli 2018. a vahemikus 22–37%, kõvade seemnete hulk samal ajal kõrge – 55–75%. Kõvade seemnete suurt osatähtsust seemnepartiis peetakse valmimisaegse niiskusepuuduse tagajärjeks (The Biology..., 2004). Võrreldes eelmise aastaga oli märgatavalt madalam ka 1000 seemne mass – 0,495–0,593 g.

2017. aastal saadi hilisema eelniitmise variantidest mõnevõrra suurem seemnesaak, põuasel 2018. aastal olid tulemused vastupidised.

Tabel 2. Valge ristiku seemnetaimikuid iseloomustavad näitajad
 Table 2. Characteristics of white clover seedlings

	Eelniitmise variant / Pre-mowing variant									
	Varane madal massi purustam. Early low by crushing	Varane kõrgem massi purustam. Early higher by crushing	Varane madal massi purustam. Early low by removing	Varane kõrgem massi purustam. Early higher by removing	Hilisem madal massi purustam. Later low by crushing	Hilisem kõrgem massi purustam. Later higher by crushing	Hilisem madal massi purustam. Later low by removing	Hilisem kõrgem massi purustam. Later higher by removing	Hilisem madal massi purustam. Later low by crushing	Hilisem kõrgem massi purustam. Later higher by crushing
Õienuttide arv 4.07	378	463	465	473	435	494	503	462	66	
<i>Number of flower buds</i>										
Lehtede kõrgus, cm	27,2	19,3	21,5	21,7	13,6	18,1	13,6	16,3	1,2	
<i>Leaf height</i>										
Õienuttide kõrgus, cm	34,9	27,8	31,2	30,3	20,9	26,4	20,9	23,6	1,8	
<i>Height of flower buds</i>										
Kõrguste suhtarv	1,28	1,44	1,45	1,4	1,54	1,46	1,54	1,45		
<i>Height ratio</i>										
Biomass, t ha ⁻¹	12,67	10,37	10,83	10,43	8,53	8,93	7,97	10,37	1,37	
<i>Biomass during harvest</i>										
Koristusindeks, %	3,25	5,11	6,05	4,72	7,32	6,95	7,69	5,19		
<i>Harvest index</i>										

Tabel 2 järg. Valge ristiku seemnetaimikuid iseloomustavad näitajad
 Table 2 cont. Characteristics of white clover seedlings

		Eelhiitmise variant / Pre-mowing variant										
Ilma eel- niitmiseta	Varane madal massi	Varane kõrgem massi	Varane madal massi	Varane kõrgem massi	Varane madal massi	Hilisem kõrgem massi	Hilisem madal massi	Hilisem kõrgem massi	Hilisem madal massi	Hilisem kõrgem massi	Hilisem madal massi	LSD
purustam. eemaldam. eemaldam. eemaldam. eemaldam. eemaldam. eemaldam. eemaldam. eemaldam. eemaldam. eemaldam. eemaldam.												
<i>Without pre-mowing</i>	<i>Early low by</i>	<i>Early higher by</i>	<i>Early low by</i>	<i>Early higher by</i>	<i>Early low by</i>	<i>Later higher by</i>	<i>Later low by</i>	<i>Later higher by</i>	<i>Later low by</i>	<i>Later higher by</i>	<i>Later low by</i>	
(Kontroll)	<i>crushing</i>	<i>crushing</i>	<i>removing</i>	<i>removing</i>	<i>removing</i>	<i>crushing</i>	<i>crushing</i>	<i>removing</i>	<i>removing</i>	<i>crushing</i>	<i>removing</i>	
2018. a.												
Õienuttide arv 25,06	133	172	162	180	182	183	167	191	172	50		
<i>Number of flower buds</i>												
Lehtede kõrgus, cm	17,5	8,9	10,9	8,2	10,5	8,6	10,8	7,5	9	1,7		
<i>Leaf height</i>												
Õienuttide kõrgus, cm	21,3	13,1	15,7	13,4	15,4	12,9	15,3	13	13,8	2,2		
<i>Height of flower buds</i>												
Kõrguste suhtarv	1,22	1,47	1,44	1,63	1,47	1,5	1,42	1,73	1,53			
<i>Height ratio</i>												
Biomass, t ha ⁻¹	2,67	1,71	2,1	1,84	1,86	1,44	1,99	1,66	1,6	0,43		
<i>Biomass during harvest</i>												
Koristusindeks, %	2,88	5,38	4,14	4,67	4,19	4,72	3,37	5	4,44			
<i>Harvest index</i>												

Tabel 3. Katse aastate seemnesaagid ja seemne kvaliteet
 Table 3. Seed yields and seed quality for the test years

	Eelniitmise variant / Pre-mowing variant										LSD
	Ilma eel- niitmiseta	Varane madal massi	Varane kõrgem massi	Varane madal massi	Varane kõrgem massi	Hilisem madal massi	Hilisem kõrgem massi	Hilisem madal massi	Hilisem kõrgem massi	Hilisem madal massi	
	purustam. eemaldam. purustam. eemaldam. purustam. eemaldam. purustam. eemaldam. purustam. eemaldam.										
	<i>Without</i>	<i>Early</i>	<i>Early</i>	<i>Early</i>	<i>Early</i>	<i>Later</i>	<i>Later</i>	<i>Later</i>	<i>Later</i>	<i>Later</i>	
	<i>pre-</i>	<i>low</i>	<i>higher</i>	<i>low</i>	<i>higher</i>	<i>low</i>	<i>higher</i>	<i>low</i>	<i>higher</i>	<i>low</i>	
	<i>mowing</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	
	(Kontroll) <i>crushing removing removing removing removing removing removing removing removing removing removing</i>										
	2017. a.										
Seemnesaak, kg ha ⁻¹	412	530	655	566	492	624	521	613	538	76	
<i>Seed yield, kg ha⁻¹</i>											
Seemneid nutis, g	0,153	1,144	0,162	0,161	0,158	0,139	0,164	0,135	0,155	0,027	
<i>Seeds in buds, g</i>											
1000 seemne mass, g	0,669	0,667	0,687	0,671	0,669	0,663	0,667	0,665	0,673		
<i>1000 seed mass, g</i>											
Idanevus, %	96	96	97	98	97	96	96	98	97		
<i>Germination, %</i>											
Kõvad seemned, %	3	1	1	0	1	2	2	1	2		
<i>Hard seeds, %</i>											

Tabel 3 järg. Katse aastate seemnesaagid ja seemne kvaliteet
 Table 3 cont. Seed yields and seed quality for the test years

	Eelniitmise variant / Pre-mowing variant										LSD
	Ilma eel- niitmise	Varane madal massi	Varane kõrgem massi	Varane madal massi	Varane kõrgem massi	Hilisem madal massi	Hilisem kõrgem massi	Hilisem madal massi	Hilisem kõrgem massi	Hilisem madal massi	
	purustam. eemaldam. purustam. eemaldam. purustam. eemaldam. eemaldam.										
	<i>Without</i>	<i>Early</i>	<i>Early</i>	<i>Early</i>	<i>Early</i>	<i>Later</i>	<i>Later</i>	<i>Later</i>	<i>Later</i>	<i>Later</i>	
	<i>pre-</i>	<i>low</i>	<i>higher</i>	<i>low</i>	<i>higher</i>	<i>low</i>	<i>higher</i>	<i>low</i>	<i>higher</i>	<i>Higher</i>	
	<i>mowing</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	<i>by</i>	
	(Kontroll) <i>crushing removing removing removing removing removing removing removing removing removing</i>										
	2018. a.										
Seemnesaak, kg ha ⁻¹	77	92	87	86	78	68	67	83	71	20	
Seed yield, kg ha ⁻¹	0,039	0,029	0,04	0,036	0,045	0,044	0,047	0,048	0,053	0,007	
Seemneid nutis, g	0,544	0,593	0,562	0,551	0,549	0,544	0,565	0,555	0,543		
Seeds in buds, g	Seemnete kvaliteet / Seed quality										
1000 seemne mass, g	24	37	27	24	27	22	36	21	30		
1000 seed mass, g											
Idanevus, %	73	55	66	75	68	73	64	63	68		
Germination, %											
Kõvad seemned, %											
Hard seeds, %											

Niitmiskõrguse mõju

Eelniitmise kõrgus mõjutas õienuttide arvukust õitsemise maksimumil. Madalam eelniit tagas üldjuhul rikkalikuma õitsemise mõlemal katseaastal, kuid erinevused jäid katsevea piiresse. Niites taimikut kõrgemalt jääb taimedele assimileerivat pinda rohkem alles, mistõttu taastumine kulgeb kiiremini. Kõrgema eelniitmise variantides olid hiljem ädalas leherootsud ja nutiraod kõrgemad, mistõttu ka kogu taimik maksimaalse õitsemise ajal kõrgem, kuid koristamisaegse biomassi kogustes madalama eelniitmisega võrreldes enam statistiliselt usutavat vahet ei tuvastatud. Kõrgema eelniitmise variantides oli seemnete kaal nuti kohta kõrgem kui madalama eelniitmise variantides. Kõrgema eelniitmise variantides võrreldes tagas aga just madalam eelniitmine üldjuhul kõrgema seemnesaagi. Ka koristusindeks oli neis variantides kõrgem.

Valgel ristikul areneb külviaastal sügavale ulatuv peajuur, mille eluiga on kaks aastat. Siis ta sureb. Edaspidi, alates seemnepõllu teisest kasutusaastast, toituvad valge ristiku taimed peamiselt mullapinnal paiknevate varte sõlmekohtadest väljakasvavate pindmiste juurtega (Thomas, 1987). Sellest tulenevalt on vanem valge ristiku seemnetaimik esimese kasutusaasta taimikuga võrreldes põua suhtes tundlikum. Kui eelniitmise ajal napib mullas niiskust ja ilmaprognoos ei luba lähiajal sademeid, tuleks sellest loogikast lähtudes vanemaid seemnepõlde niita kõrgemalt. Meie põuase, 2018. aasta katseandmed seda põhimõtet ei kinnitanud.

Niidukitüübi mõju

Eelniitmisel kasutatud niiduki tüüp enamikku uuritud näitajaid ei mõjutanud. Lattniidukiga niites jäi taimikule visuaalse hinnangu järgi otsustades rohkem lehti (assimileerivat pinda) alles. Rootorniiduki töö järel säilisid taimedel vaid rohelist leherootsud. Hiljem, koristusaegsetes biomassi ja tegelikult saadud seemnesaagi andmetes, see paremus ei leidnud kinnitust.

Nagu meie katseandmedki näitavad on valge ristiku seemnesaak väga sõltuv kasvuaasta ilmast. Enamasti on seemnesaaki vähendavaks faktoriks õitsemise ja seemnete valmimisaegne sagedane vihm, mis paneb taimede vegetatiivkasvu vohama. 2018. aasta andis seemnekasvatajale aga aimu, et Eesti oludes võib valge ristiku seemnekasvatus saada tagasilöögi ka varakult alanud ja kaua kestva põua tagajärjel.

Kokkuvõte

Valge ristiku seemnepõllu eelniitmine võimaldab vähendada koristusaegset biomassi põllul, suurendada koristusindeksit ja saada suuremat seemnesaaki. Eelniitmisel kasutatud niidukitüüp seemnesaaki ei mõjutanud. Kui seemnekasvataja loomasööta ei vaja, võib eelniitmisel kasutada niidukit, mis purustab ja laotab niidetu ühtlaselt põllule.

Katses võrreldud eelniitmise aegadest vähendab hilisem niitmine koristamis-aegset biomassi kogust rohkem ja suurendab koristusindeksit. Madalalt tehtud eelniitmine loob eelduse kõrgema seemnesaagi saamiseks.

Valge ristiku seemne kvaliteet on sõltuvuses õitsemisjärgsest ilmastikust ega sõltu eelniitmise ajast, niitmiskõrgusest ega kasutatud niidukitüübist.

Eelpooltoodud katseandmed on kogutud lühikese katseperioodi jooksul, kus katseaastad erinesid ilmastikutingimustelt kardinaalselt. Seetõttu on artiklis toodud andmed ja kokkuvõttes esitatud järeldused esialgsed. Vajalikud on edaspidised jätkukatsed.

Viidatud kirjandus

- DE Barro J. E. 2014. Irrigating for white clover seed production. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No. 14/086. 25 p. – <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/14-086.pdf> (22.12.2018)
- Chynoweth R. J., Rolston M. P. 2010. Determination of optimum desiccation timing white clover seed crops. – Proceedings of the 7th International Herbage Seed Conference. Dallas, Texas 11–13 April 2010, pp. 172–176.
- Clifford P. T. P. 1985. Effects of cultural practice on potential seed yield components of ‘Grasslands Huia’ and ‘Grassland Pitau’ white clover. – New Zealand Journal of Experimental Agriculture. Vol. 13, pp. 301–306.
- Marshall A. H., Hides D. H. 1990. White clover seed production from mixed swards: effect of sheep grazing on stolon density and on seed yield components of two contrasting white clover varieties. – Grass and Forage Science. Volume 45, Issue 1, pp. 35–42.
- Marshall A. H., Hollington P. A., Hides D. H. 1989. Effect of seed crop management on the potential seed yield of contrasting white clover varieties. I Inflorescence production. – Grass and Forage Science, Volume 44, Issue 2, pp. 181–188.
- Marshall A. H., Hollington P. A., Hides D. H. 1993a. Spring defoliation of white clover seed crops. I. Inflorescence production of contrasting white clover cultivars. – Grass and Forage Science. Volume 48, Issue 3, pp. 301–309.
- Marshall A. H., Hollington P. A., Hides D. H. 1993b. Spring defoliation of white clover seed crops. II. Potential harvestable seed yield and seed yield components of contrasting white clover cultivars. – Grass and Forage Science. Volume 48, Issue 3, pp. 310–316.
- Oliva R. N., Steiner J. J., Young W. C. III. 1994. White clover seed production: II. Soil and plant water status on yield and yield components. – Crop Science. Volume 34, pp. 768–774.
- Палагутин А. Н. 2001. Семенная продуктивность клевера ползучева в зависимости от приёмов возделывания в одновидовом посеве и совместно с райграсом пастбищным в лесостепи ЦЧР. Диссертация. 138 с.
- Peterson G. A., Brink G. E. 2000. Seed production of white clover cultivars and naturalized populations when grown in a pasture. – Volume 40(4), pp. 1109–1114.
- Смирнов А. М. 2001. Разработка элементов технологий возделывания клевера ползучева на корм и семена в западной части Нечернозёмной зоны России. Автореферат диссертации канд. с. х. наук. Москва, 16 с.
- Шаршунов В. А., Ракуть Н. Н. 1997. Возделывание и уборка семенных посевов клевера белого. – Известия Академии Аграрных Наук Республики Велорусь, ном. 2, 4с.
- Tamm, U. 2017. Parema toiteväärtusega rohusööt. Saku, 57 lk. – <https://www.etki.ee/taim/public/pdf/Trukised/Parema-toitevaartusega-rohust-Tamm.pdf> (5.01.2019).

- The Biology and Ecology of White Clover (*Trifolium repens* L.) in Australia. 2004, 25 p. – www.health.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/.../biologwclover2rtf
- The biology of *Trifolium repens* L. (White clover). 2008. 35 p. – www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.../biologywclover2008.pdf (5.01.2019)
- Thomas R. G. 1987. Vegetative growth and development. – White Clover. Edited by Baker M. J. and Williams W. M. CAB International Wallingford, UK, pp. 31–50.
- Turner L. B. 1993. The effect of water stress on floral characters, pollination and seed set in white clover (*Trifolium repens* L.). – Journal of Experimental Botany Volume 44, No 264, pp. 1155–1160.
- Wallenhammar A.-Ch., Stahl P., Christiansson B., Andersson L. 2007. Weed regulation by cutting in organic seed crops of *Trifolium pratense* L. and *Trifolium repens* L.. – Seed production in the northern light. Proceedings of the sixth international herbage seed conference, Gjenestad, Norway 18–20 June 2007. (Ed. T. S. Aamlid, L. T. Havstad, B. Boelt). Grimstad, pp. 156–159.
- Woodfield D. R., Baird I. J., Clifford P. T. P. 2004. Genetic control of white clover seed yield potential – www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland.publication_424.pdf (5.11.2017)

Pre-mowing of white clover raised for seed

Summary

Pre-mowing the white clover seed field makes it possible to reduce the biomass during harvest in the field, increase the harvest index and obtain a higher seed yield. The type of cutting machine used in pre-mowing did not affect the seed yield. If the seed producer does not need animal feed, a cutter which will chop and spread the cut material evenly into the field maybe used for pre-cutting.

Of pre-mowing times compared in the trial, a later cutting reduces the amount of biomass during harvesting more and increases the harvest index. Low cutting height at pre-mowing creates a prerequisite for obtaining a higher seed yield.

The quality of white clover seed is dependent on the post-flowering weather and does not depend on the time of pre-mowing, the height of cutting or the type of cutting machine used.

The above trial data have been collected during a short trial period in which the trial years had radically different weather conditions. Therefore, the data in the article and the conclusions presented in the summary are preliminary. Further follow-up trials are needed.

KATTEVILJA AGROFOONI JA PÕLDTIMUTI KÜLVISE-NORMI MÕJU SORDI 'TIKA' SEEMNESAAGILE

ABSTRACT. In the years 2012–2015, the Estonian Crop Research Institute conducted a field trial in order to investigate the impact of the seeding and fertilizer rates of the cover crop barley 'Inari', and of the seeding rate of the timothy grass 'Tika' on the seed yield. In the trial there were four variants with the cover crop's seeding rate and nitrogen fertilizer rate, and three different seeding rates of timothy grass (3, 6 and 9 kg ha⁻¹) were tested. The trial results indicated that both the seeding rate of the cover crop (variants 333 and 500 germinating seeds per m²) and the nitrogen fertilizer rate (variants 60 and 90 kg N ha⁻¹) had an impact on the later seed yield of the timothy grass. Thereat the effect of the cover crop's seeding rate was smaller; the effect of nitrogen fertilizer bigger. The impact of the cover crop on the seed yield of timothy grass was bigger in the first year after establishment, in the following years the impact decreased. The highest timothy seed yield was obtained in the trial variant that was seeded with 3 kg of 100% PLS per hectare under the cover crop the seeding rate and nitrogen fertilizer rate of which had been reduced by one third. Economic calculations also indicated that in total of the year of establishment and three years of seed harvest, this variant turned out to be the most profitable one for the seed producer. The studied trial variants had no impact on the quality of timothy seed.

Keywords: seeding rate of cover crop, nitrogen fertilizer level, seeding rate of timothy, seed yield, economic profitability

Sissejuhatus

Eestis, nagu teisteski põhjamaades, on kõrreliste heintaimeliikide seas tähtsaim põldtimut (*Phleum pratense* L.). Viimase viie aasta jooksul on Eestis tunnustatud kõrreliste heintaimede seemnekasvatuse pindasid kokku 4780 ha, millest 1964 ha e 41,1% moodustas põldtimut. Viie viimase sertifitseerimisperioodi vältel on sertifitseeritud kõrreliste seemneid kokku 1 374 476 kg. Põldtimuti osa selles oli 530 753 kg e 38,6%.

Liigi seemet on Eestis kasvatatud vähemalt 200 aastat pärast seda, kui siinmail hakati taanlaste eeskujul lisama põldtimutit punasele ristikule põldheina põllu külvamisel. Liigi seemnekasvatuse agrotehnika on selle aja jooksul hästi omandatud. Seemnesaak on üldiselt stabiilne ja koguseliselt tootjat rahuldav. Sellest tulenevalt ei ole teadusasutustes põldtimuti seemnekasvatust viimasel viiekümnel aastal uuritud.

Eestis on põldtimuti seemnepõlde soovitatud rajada nii katteviljata kui ka kattevilja aluste külvidena. Kattevilja aluste külvide eelisteks loetakse: 1) kindlustab seemnekasvatajale saagi (ja tulu) ka muidu saagitul aastal; 2) takistab umbrohtude levikut ja 3) kaitseb noori taimi ebasoodsate ilmastikuolude eest (Marshall *et al.*, 1998). Kattevilja aluste külvide seemnesaak esimesel saagiaastal

jääb madalamaks võrreldes külvidega, mis rajatud ilma katteviljata (Timothy..., 2004). Seemnekasvataja peab leidma endale soodsa kompromissi: saada katteviljalt arvestatava saagi, samal ajal allakülvi võimalikult vähe kahjustades. Selleks vähendatakse kattevilja külvisenormi ja väetatakse lämmastikuga tagasihoidlikumalt. Kanadas külvatakse kattevilja põldtimuti seemnepõllu rajamisel poole normiga (Timothy..., 2004). Ameerika Ühendriikides soovitatakse vähendada kattevilja külvisenormi heinaseemne põldude rajamisel 25–50% (Undersander *et al.*, 1990). Eestikeelsetes vanemates kirjandusallikais leidub soovitusi vähendada kattevilja külvisenormi vahemikus 15–50% (Korjus, 1964; 1969; Rand, 1992). Üldjuhul soovitatakse nii kodu- kui välismaises kirjanduses allakülvi korral vähendada ka kattevilja lämmastikväetise normi 25–33%. Viimased uuringud Norras on tõestanud, et seoses lühema kõrrega seisukindlate suviteravilja sortide kasutusele tulekuga ei ole enam mõttekas seemnepõldu rajades kattevilja külvisenormi ja lämmastikväetise normi vähendada (Havstad, Aamlid, 2011). Meie katse üheks eesmärgiks oli kontrollida neid Norra soovitusi Eesti kliimatingimustes ja siinsete sortidega.

Eestis on põldtimuti seemnepõllu rajamisel soovitatud kasutada külvisenormi 4–7 kg ha⁻¹ (Korjus, 1969, Rand, 1992, Annuk, Aavola, 2006), Lätis 5–7 kg ha⁻¹ (Guide..., 2008), Poolas 4,2 kg ha⁻¹ (Szczepanek, Katanska-Kaczmarek, 2012), Serbias 4–6 kg ha⁻¹ (Vučković *et al.*, 2003), Norras 3–5 kg ha⁻¹ (Havstad, Aamlid, 2011), USA-s soovitatakse aga külvisenormi 1–2 kg ha⁻¹ (Ogle *et al.*, 2011) ning Kanadas 1,1–2,2 kg ha⁻¹ (Timothy..., 2004). Mitme autori poolt on leitud, et põldtimuti külvisenormil vahemikus 2,5–10 kg ha⁻¹ on suhteliselt väike mõju hilisemale seemnesaagile (Fulkerson, Tossell, 1961; Wallenhammar, Anderson, 2007) ning külvisenormi suurendamine üle teatava piiri võib koguni viia seemnesaagi langusele (Hampton, Fairey, 1998; Vučković *et al.*, 2003; Wallenhammar, Anderson, 2007;). Külvisenormi täpsustamiseks meie tingimustes võeti katsesse kolm erinevat külvisenormi (3, 6, 9 kg ha⁻¹).

Katsematerjal ja meetodika

Eespool loetletud eesmärkide saavutamiseks rajati 2012. aastal Jõgevale kattevilja aluse külvina põldkatse kus katteviljaks keskvalmiv odrasort 'Inari', mille alla külvati põldtimuti 'Tika' katselapid eri külvisenormidega. Katteviljale sobiva agrofooni selgitamiseks olid katses järgmised variandid:

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

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

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

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

Variantide arvutamisel olid aluseks odra külvisenorm 500 idanevat tera m² (100%), ja lämmastikväetise norm N 90 kg ha⁻¹ (100%). Kattevilja variantide vahel olid eraldusribad laiusega 3 m. Kõigil kattevilja neljal agrofoonil uuriti põldtimuti külvisenorme 3, 6 ja 9 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile. Nende normidega külvates sattus m²-le vastavalt 551, 1102 ja 1653 idanevat põldtimuti seemet. Külvisenormi variandid rajati neljas korduses, katselappide asetus randomiseeritud. Katse kogupindala 1240 m².

Katse rajati leostunud mullale (Ko), mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 5,8, P 152, K 198, Ca 1959, Mg 126 mg kg⁻¹ ja C_{org} 2,3%.

Katse rajamise eel külvati katsealale fosfor-kaaliumväetised käsitsi, väetisena kasutati granuleeritud liitväetist Scalsa (sisaldas mikroelementidest boori 0,02%) normiga 400 kg ha⁻¹ (P 19, K 67 kg ha⁻¹). Lämmastikväetis anti rajamisaastal ammoniumsalpeetrina vastavalt katseplaanile külvikuga Saxonía enne viimast külvieelset mullaharimist. Põldtimuti seemnesaagi aastail anti lämmastikväetist kahes jaos: nädal pärast vegetatsiooni algust normiga N 70 kg ha⁻¹ ja teine kord põldtimuti kõrsumise algul (mai II pool) normiga N 35 kg ha⁻¹. Normide ja andmisaegade valikul lähtusime Norra, Rootsi ja Soome katsetulemustest ja soovitustest (Niemeläinen, Järvi, 1995; Aamlid, 1997a, Aamlid, 1997b; Wallenhammar, 1998; Havstad, 2003; Havstad, Aamlid, 2006; mis langevad kokku Eestis H. Korjuse poolt soovitatutega (Korjus, 1969). Väetisena kasutati ammoniumsalpeetrit, külvati külvikuga Hege 33.

Kattevili külvati külvikuga Fergusson kitsarealiselt (reavahe 15 cm) 30. aprillil 2012. a. Põldtimuti allakülv, risti kattevilja ridadega, reavahe 15 cm, tehti 2 päeva hiljem külvikuga Hege 80. Lühiealiste kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks pritsiti katseala ajal, mil teravili oli võrsumisfaasis herbitsiidiga MCPA 750, norm 1,0 l ha⁻¹.

Kattevilja tiheduse määramiseks loendati odra generatiivvõrsete arv pinnalt 0,5 × 0,5 m neljas korduses, taimede kõrgust mõõdeti odra õitsemise ajal mullapinnast ohete tipuni 16 korduses. Agrofooni variandis, mis külvati täiskülvi normiga ja millele anti lämmastikku normiga N 90 kg ha⁻¹, esines vähesel määral odra lamandumist. Odra terasaak määrati 14. augustil katsekombainiga Wintersteiger arvestuslappidelt pindalaga 7 m² kuues korduses (foto 1), ülejäänud katseala koristati kombainiga Sampo 500. Põhk riisuti katselt koristusjärgsel päeval ja veeti minema. Odra konts niideti motoroboti MF 70-ga üle, kontsu kõrgus ühtlustati 15 cm peale. Teravilja proovid kuivatati dineesenkuivatis, sorteeriti, kaaluti ja arvutati saak. Saagi kvaliteedi näitajatest määrati mahumass, 1000 seemne mass ja toorproteiinisaldus. Analüüsid tehti Eesti Taimakasvatuse Instituudi biokeemia laboratooriumis.

Põldtimuti külvisenormi ja kattevilja agrofooni järelmõju selgitamiseks



Foto 1. Kattevilja saagi koristamine kombainiga Wintersteiger

Photo 1. Harvesting cover crops with the Wintersteiger combine



Foto 2. Katse üldvaade timuti seemnesaagi aastal

Photo 2. Trial overview in year of timothy seed harvesting

loendati esimesel kasutusaastal generatiivvõrsete arv pinnalt $0,5 \times 0,5$ m neljas korduses, mõõdeti generatiivvõrsete kõrgust mullapinnalt pöörisea tipuni 16 korduses ja pööriseade pikkust 100 korduses (foto 2).

Põldtimuti seeme koristati katsekombainiga Hege 140 kahefaasiliselt. Esimene läbipeks täisküpsuse varases staadiumis (pööriseade tippudel esimesed pudenemise märgid). Teist korda peksti kontsule ühtlaselt laotatud seemnehein 5–7 päeva pärast (fotod 3 ja 4).

Seemnemassi ventilleeriti kolm ööpäeva välisõhuga ja kuivatati seejärel dineesenkuivatis. Katselappide seemnekogused sarjati käsisarjaga ja lõpppuhastati Kamas-Westrupi laboratoorse sorteeriga LALS. Saavutati 99,8–100%-line puhtus. Artiklis esitatakse 14%-lise niiskusesisaldusega seemnesaadid I ja II koristusfaasi summana, milles II faasi osatähtsus sõltuvalt katseaastast ja variandist oli 6,2–19,9%. Kolm kuud pärast kombainimist ja puhastamist määrati laboratooriumis seemnetel 1000 seemne mass ja idanevus.



Foto 3. Timuti seemnesaagi kombinimise järel jäeti põhk 5–7 päevaks põllule

Photo 3. After harvesting timothy seeds, the straw was left on the field for 5–7 days



Foto 4. Seemneheina teistkordne masindamine kombiniga Hege 140

Photo 4. Rethreshing of seed crop with the Hege 140 combine

Majandusarvestuste aluseks olid tootmissisendite hinnad 2012. a kevadel, odra võimalik realiseerimishind 2012. a detsembris ning põldtimuti seemne hind detsembris 2015.

Katse rajamisaasta (2012) taimekasvuperiood oli ilmastikutingimustelt jahedapoolne, sademeterohke. Kõige rohkem sadas juunis (110 mm e 163% normist) ja augustis (130 mm e 147% normist). Odra võrsumiseks ja hea saagi moodustumiseks olid tingimused soodsad, kuid normist lühem päiksepaiste kestus ja koristusaegsed rohked sademed ei võimaldanud saadud saagi kõrget kvaliteeti.

Tingimused allakülvatud põldtimuti tärkamiseks, kasvuks ja arenguks olid kattevilja all head. Odra koristamise järel jäi põldtimuti taimedel kasvu- ja kosumisaega vegetatsiooniperioodi lõpuni (lõppes Jõgeva AMJ andmetel 25. oktoobril) 72 päeva. Sügis oli öökülmavaba. Esimene öökülm registreeriti Jõgeval 23. oktoobril, mis on paljude aastate keskmisest 31 päeva hiljem.

Põldtimuti esimese seemnesaagiaasta (2013) kevad oli hilisepoolne. Mai, juuni ja juuli olid aga kõik tavapärasest kõrgema õhutemperatuuriga, juuni-juuligaugust samas sademetevaesed. Ilmastikuolud olid põldtimuti õitsemise ja saagi valmimise ajal soodsad.

Teisel seemnesaagiaastal (2014) olid ilmaolud 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. Looduses vastas see 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. 17. juunil sadas Jõgeval lumekruupe ja lumelörtsi, 23. juunil rahet.

Juulis, põldtimuti seemnete täitumise ja valmimise ajaks ilmaolud paranesid. 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). Päikesepaistet oli juulis 21% paljude aastate keskmisest enam. Ka august oli paljude aastate keskmisest soojem, kuid kahjuks sademeterohke – sademeid 131 mm, mis on 42 mm üle paljude aastate keskmise. Põldtimuti seemnete küpsemise ajal olid ilmaolud muutlikud. See sundis valima koristusaega mitte küpsusastme vaid ilmaprognoosi järgi.

Kolmandal seemnesaagi aastal (2015) algas taimekasv 21. aprillil. Õhutemperatuur ületas paljude aastate keskmist ainult aprilli III ja mai I dekaadis. Järgnes jahe, paljude aastate keskmisest madalama õhutemperatuuriga kevade II pool ja suvi. Ühelgi päeval ei tõusnud Jõgeval õhutemperatuur 30 °C-ni, vaid kahel päeval juulis tõusis õhutemperatuur üle 25 °C. Aktiivne taimekasvuperiood oli sademetevaene, kuid mitte põuane. Kõige vähem sademeid langes augustis (38% paljude aastate keskmisest), mis soodustas seemnesaagi valmimist ja kahefaasilist koristamist. Kokkuvõttes võib 2015. aasta ilmaolude kohta väita, et need olid põldtimuti seemnekasvatuseks igati soodsad, mis väljendus ka saagiandmetes.

Katseandmete statistiliseks analüüsiks on kasutatud arvutiprogrammi AGROBASE 20™.

Katsetulemused ja arutelu

Kattevili

Allakülvatud põldtimuti kasvu ja arengut külviaastal mõjutavad valgustingimuste kaudu nii kattevilja kõrgus kui tihedus. Odra generatiivvõrsete kõrgus sõltus katses rakendatud agrofoonidest vähe (tabel 1). Odra külvisenorm generatiivvõrsete kõrgust ei mõjutanud. Lämmastikväetise täisnormi variantides olid võrreldes vähendatud lämmastikväetise variantidega odra generatiivvõrsed 1–2 cm kõrgemad, kuid see erinevus ei olnud statistiliselt usutav.

Kattevilja tihedust mõjutas nii odra külvisenorm kui lämmastikväetise annus (tabel 1). Andmete võrdlemisel oli standardiks heinaseemne kasvatuse tootmispraktikas seni kasutusel olev kattevilja agrofoon, kus nii külvisenorm kui lämmastikväetise foon olid odra tavatootmises kasutuselolevate normidega võrreldes kolmandiku võrra vähendatud. Kuna odra võrsumiseks olid tingimused ideaalilähedased, siis jäi külvisenormi suurendamise mõju taimiku tihedusele tugevamal lämmastikufoonil tagasihoidlikuks (erinevus vaid 1,8%). Külvisenormi suurendamise mõju odra tihedusele oli suurem vähendatud lämmastikväetise taseme juures (7,2%), kuid ka see erinevus ei olnud statistiliselt usutav.

Lämmastikväetise normil oli odra taimiku tihedusele külvisenormist suurem mõju. Võrreldes standardvariandiga suurenes generatiivvõrsete arv pinnaühikul 9,5% ja külvisenormi ning lämmastikväetise fooni samaaegsel suurendamisel 11,4%.

Kattevilja terasaak oli meie katses vahemikus 4023–4870 kg ha⁻¹, olles kõige madalam standardvariandis. Odra külvisenormi viimine 333 idanevalt teralt 500 idaneva terani tõstis terasaaki lämmastikufoonil N 60 kg ha⁻¹ vaid 1,3%. Lämmastiku täisnormi kasutamine suurendas usutavalt odra terasaaki: vähendatud külvisenormi variandis 9,4%, täiskülvinormi variandis aga 21,1%.

Odra saagi kvaliteedi näitajad sõltusid nii külvisenormist kui lämmastikufoonist. Suurem oli seejuures lämmastikväetise mõju. Odra külvisenorm meie katsevariantides terade mahumsassi ja toorproteiinisaldust usutavalt ei mõjutanud. Täiskülvinormi kasutamisel vähenes standardvariandiga võrreldes 1000 seemne mass. Lämmastikväetise täisnormi kasutamisega kaasnes usutav mahu-massi ja 1000 seemne massi vähenemine, kuid terade toorproteiinisaldus tõusis.

Põldtimuti seemnetaimikut iseloomustavad näitajad esimesel kasutusaastal

Rajamisaastal rakendatud kattevilja erineva agrofooni ja põldtimuti külvisenormi mõju pidi ilmnema kõige enam seemnetaimikute esimesel kasutusaastal. Hiljem võrsumise teel seemnetaimikud ühtlustuvad ja agrotehniliste võtete mõju väheneb või kaob.

Mõõtmistulemused näitasid, et seemnetaimikute kõrgus esimesel kasutusaastal ei sõltunud nimetamisväärselt rajamisaastal rakendatud kattevilja agrofoonist (tabel 2). Mõnevõrra mõjutas taimikute kõrgust põldtimuti külvisenormi.

Tabel 1. Oder 'Inari' katteviljana

Table 1. Barley 'Inari' sown as cover crop

Kattevilja külvis- ja lämmastikväetise norm / Seeding and fertilizer rates of cover crop			
Oder 333 id. tera m ² N 60 kg ha ⁻¹ (ST)	Oder 500 id. tera m ² N 60 kg ha ⁻¹	Oder 500 id. tera m ² N 90 kg ha ⁻¹	Oder 333 id. tera m ² N 90 kg ha ⁻¹
Barley 333 viable s. m ⁻² nitrogen 60 kg ha ⁻¹ (St)	Barley 500 viable s. m ⁻² nitrogen 60 kg ha ⁻¹	Barley 500 viable s. m ⁻² nitrogen 90 kg ha ⁻¹	Barley 333 viable s. m ⁻² nitrogen 90 kg ha ⁻¹
Kattevilja tihedus, generatiivvõrseid tk m ⁻² / Cover crop density, generative tillers, pcs m ⁻²			
568	609	633	622
Generatiivvõrsete kõrgus mullapinnalt ohete tipuni, cm Height of generative tillers from soil surface to the tip of awn, cm			
84	84	85	86
4023	4077	4870	4403
Terasaak, kg ha ⁻¹ / Yield, kg ha ⁻¹			
675	678	669	661
Mahumass, g / Volume mass, g			
1000 seemne mass, g / 1000 s. m., g			
49,5	48,1	47,6	47,2
Terade toorproteiinisaldus, % / Crude protein, %			
9,46	9,30	9,89	9,57
			0,2

Table 2. Põldtimuti taimeid iseloomustavad näitajad esimesel kasutusaastral
 Table 2. The indicators of timothy stand formation on the first year of using

Timuti külvi-	Kattevilja külvi- ja lämmastikväetise norm rajamisaastal				LSD
norm/Seeding rate	Seeding and fertilizer rates of cover crop on the year of establishment				0,05
of timothy	Oder 333 id. tera m ²	Oder 500 id. tera m ²	Oder 500 id. tera m ²	Oder 333 id. tera m ²	
kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	
	Barley 333 viable s. m ⁻²	Barley 500 viable s. m ⁻²	Barley 500 viable s. m ⁻²	Barley 333 viable s. m ⁻²	
	nitrogen 60 kg ha ⁻¹ (St)	nitrogen 60 kg ha ⁻¹	nitrogen 90 kg ha ⁻¹	nitrogen 90 kg ha ⁻¹	
	Timuti generatiivvõrsete kõrgus mullapinnalt pöörispea tipuni, cm				
	Height of generative tillers of timothy from soil surface to the tip of panicles, cm				
3	120	115	114	108	6
6	114	112	110	110	7
9	113	113	107	105	7
LSD 0,05	7	6	7	3	
	Timuti generatiivvõrsete arv pinnauhikul, tk m ² / Generative tillers of timothy, pcs m ²				
3	1056	998	1078	1061	85
6	1098	988	1115	1161	89
9	1046	1007	1161	1195	86
LSD 0,05	79	92	97	84	
	Timuti pöörispea pikkus, mm / Spike length of timothy, mm				
3	74	73	72	70	4
6	71	68	68	65	5
9	69	68	67	64	4
LSD 0,05	4	5	4	4	

norm. Üldjuhul olid suuremate külvisenormidega külvatud taimikud mõnevõrra madalamad. Erinevus kõrguses oli statistiliselt usutav variantides, kus kattevilja sai rajamisaastal lämmastikku normiga 90 kg ha⁻¹.

Generatiivvõrsete arvu poolest pinnauhikul esimesel saagiaastal variantidid samuti usutavalt üksteisest ei erinenudki. Taimikute tihedus oli seejuures 1000–1200 generatiivvõrset ruutmeetril. Usutavalt tihedamad seemnetaimikud olid katsevariantides, mis said rajamisaastal katteviljale lämmastiku täisnormi ja põldtimut oli külvatud külvisenormiga 9 kg ha⁻¹.

Külviaasta kattevilja agrofooni mõju põldtimuti pöörispea pikkusele oli tagasihoidlik. Kõrgema lämmastikvætise normiga variantides oli põldtimuti pöörispea küll mõnevõrra lühem, kuid see erinevus ei olnud üldjuhul statistiliselt usutav.

Usutavalt mõjutas põldtimuti pöörispea pikkust esimesel kasutusaastal seemnepõllu rajamisel kasutatud põldtimuti külvisenorm. Pikem oli pöörispea variantides, mis külvatud külvisenormiga 3 kg ha⁻¹ (70,4–74,4 mm). Külvisenormi korral 6 kg ha⁻¹ oli pöörispea pikkuseks 64,8–70,9 mm ja külvisenormi korral 9 kg ha⁻¹ 64,0–68,7 mm. Fulkerson ja Tossell (1961) on leidnud, et generatiivvõrsete suurem hulk pinnauhikul mõjutab timuti seemnesaaki vähem, kui pöörispeade pikkus. Sama seos ilmnes ka Jõgeval läbiviidud katses.

Kattevilja agrofooni mõju põldtimuti seemnesaagile

Põldtimuti seemnesaak meie katses sõltus rajamisaastal rakendatud kattevilja agrofoonist, külvisenormist, seemnetaimiku vanusest ja kasutusaasta kasvu- aegsetest ilmaoludest kõikudes vahemikus 595–1118 kg ha⁻¹. Seemnesaak oli seejuures tagasihoidlikum esimesel saagiaastal, suurim aga viimasel e kolmandal saagiaastal (2015).

Seemnepõllu rajamisaastal oli odra külvisenormil alla külvatud põldtimuti hilisemale seemnesaagile tagasihoidlik mõju (tabel 3). Täiskülvinormiga külvatud variantides saadi alla külvatud põldtimutilt üldjuhul küll väiksem seemnesaak, kuid erinevus standardvariandiga võrreldes püsis vaid mõne protsendi piires ega olnud statistiliselt usutav.

Rajamisaastal kasutatud lämmastikvætise normil oli hilisemate aastate põldtimuti seemnesaagile märkimisväärne mõju. Kasutades külviaastal lämmastikku täisnormiga saadi standardvariandiga võrreldes usutavalt madalamaid seemnesaake ja seda kõigil järgnenud kolmel seemnesaagi aastal. Lämmastikvætise täisnormi korral varieerimine odra külvisenormiga hilisematele põldtimuti seemnesaakidele nimetamisväärset mõju ei avaldanud.

Põldtimuti külvisenormi mõju seemnesaagile

Kõige kõrgemaid seemnesaake saadi põldtimuti külvisenormiga 3 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektari kohta ja seda kõigis rajamisaasta kattevilja agrofooni variantides (tabel 4). Meie katseandmed ei kinnitanud väidet nagu

Table 3. Kattevilja agrofooni mõju põldimuti seemnesaagile aastatel 2013–2015
 Table 3. Impact of cover crop background on seed yield of timothy in 2013–2015

Timuti kõlvise- norm / See- ding rate of timothy kg ha ⁻¹	Kattevilja külvis- ja lämmastikväetise norm rajamisaastal Seeding and fertilizer rates of cover crop on the year of establishment										LSD 0,05
	Oder 333 id. tera m ²		Oder 500 id. tera m ²		Oder 333 id. tera m ²		Oder 500 id. tera m ²		Oder 333 id. tera m ²		
	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	
	N 60 kg ha ⁻¹ (St)		N 60 kg ha ⁻¹		N 90 kg ha ⁻¹		N 90 kg ha ⁻¹		N 90 kg ha ⁻¹		
	Barley 333 viable		Barley 500 viable		Barley 500 viable		Barley 500 viable		Barley 333 viable		
	s. m ⁻² , N 60 kg ha ⁻¹		s. m ⁻² , N 60 kg ha ⁻¹		s. m ⁻² , N 90 kg ha ⁻¹		s. m ⁻² , N 90 kg ha ⁻¹		s. m ⁻² , N 90 kg ha ⁻¹		
3	832	100	866	104,1	696	83,7	738	88,7	71		
6	787	100	786	99,9	669	85,0	677	86,0	76		
9	755	100	722	95,6	595	78,8	628	83,2	57		
	2013										
3	993	100	976	98,3	943	95,0	900	90,6	35		
6	918	100	912	99,3	835	91,0	851	92,7	60		
9	918	100	858	93,5	801	87,3	805	87,7	52		
	2015										
3	1118	100	1049	93,8	905	80,9	917	82,0	86		
6	1063	100	1070	100,7	899	84,6	927	87,2	84		
9	1009	100	984	97,5	923	91,5	922	91,4	77		
	2013-2015 kokku										
3	2943	100	2891	98,2	2544	86,4	2555	86,8	144		
6	2768	100	2768	100	2403	86,8	2455	88,7	144		
9	2682	100	2564	95,6	2319	86,5	2355	87,8	137		

- seemnesaak standardvariandist usutavalt madalam / reliably lower seed yield than in the standard variant

Tabel 4. Põldtimuti külvisenormi mõju seemnesaagile aastatel 2013–2015
 Table 4. Impact of seeding rate on the timothy seed yield in 2013–2015

Kattevilja külvise- ja lämmastikväetise norm rajamisaastal												
Seeding and fertilizer rates of cover crop on the year of establishment												
Timuti külvise- norm / See- ding rate of timothy kg ha ⁻¹	Oder 333 id. tera m ²			Oder 500 id. tera m ²			Oder 500 id. tera m ²			Oder 333 id. tera m ²		
	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹
	N 60 kg ha ⁻¹ (St)	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 60 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹	N 90 kg ha ⁻¹
	Barley 333 viable s. m ⁻²	Barley 333 viable s. m ⁻²	Barley 500 viable s. m ⁻²	Barley 500 viable s. m ⁻²	Barley 500 viable s. m ⁻²	Barley 500 viable s. m ⁻²	Barley 500 viable s. m ⁻²	Barley 500 viable s. m ⁻²	Barley 500 viable s. m ⁻²	Barley 500 viable s. m ⁻²	Barley 333 viable s. m ⁻²	Barley 333 viable s. m ⁻²
	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%
	2013											
3	832	100	866	100	866	100	696	100	738	100	738	100
6	787	94,6	786	90,8	786	90,8	669	96,1	677	88,4	677	88,4
9	755	90,7	722	83,4	722	83,4	595	85,5	628	82,0	628	82,0
LSD 0,05	51		36		36		29		48		48	
	2014											
3	993	100	976	100	976	100	943	100	900	100	900	100
6	918	92,4	912	93,4	912	93,4	835	92,8	851	90,2	851	90,2
9	918	92,4	858	87,9	858	87,9	801	89,0	805	85,4	805	85,4
LSD 0,05	86		61		61		81		64		64	
	2015											
3	1118	100	1049	100	1049	100	905	100	917	100	917	100
6	1063	95,1	1070	102,0	1070	102,0	899	99,3	927	101,1	927	101,1
9	1009	90,3	984	93,8	984	93,8	923	102,0	922	100,5	922	100,5
LSD 0,05	127		133		133		131		66		66	
	2013-2015 kokku											
3	2943	100	2891	100	2891	100	2544	100	2555	100	2555	100
6	2768	94,1	2768	95,7	2768	95,7	2403	96,1	2455	93,5	2455	93,5
9	2682	91,1	2564	88,7	2564	88,7	2319	92,7	2355	89,7	2355	89,7
LSD 0,05	116		125		125		148		125		125	

- seemnesaak usutavalt madalam, kui variandis, mis külvatud normiga 3 kg ha⁻¹/ reliably lower seed yield than in the variant that was seeded with the rate of 3 kg ha⁻¹

võiks kattevilja kõrgema agrofooni negatiivse mõju leevendamiseks kasutada allakülvil suuremat külvisenormi. Kahel esimesel seemnepõllu kasutusaastal oli põldtimuti külvisenormi mõju seemnesaagile suurem ja saagi erinevused enamasti ka statistiliselt usutavad. Kolmandaks kasutusaastaks taimikute seemnesaagi võime ühtlustus. Erinevused saagiandmetes siis küll esinesid, kuid need ei olnud enam statistiliselt usutavad.

Kolme kasutusaasta saagi summas saadi kõigis rajamisaasta kattevilja agrofooni variantides usutavalt madalam seemnesaak katselappidelt, kus põldtimut külvati odra alla normiga 9 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile. Külvisenorme 3 ja 6 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile võib meie katseandmete põhjal pidada seemnesaagi võimelt samaväärseiks.

Põldtimuti seemnete kvaliteedinäitajad

Seemnete kvaliteedinäitajatest määrati igal saagiaastal puhtus, 1000 seemne mass ja idanevus. Seemnete lõpp-puhastusel saavutati kõigil katseaastail ühetaoline puhtuse tase (vähemalt 99,8%) ning nii esimesest kui teisest faasist saadud seemnete idanevus oli kõigil aastail vahemikus 98–100%. Katsevariandid nimetatud näitajaid ei mõjutanud. Seetõttu artiklis neil andmeil pikemalt ei peatuta. Ka põldtimuti 1000 seemne mass sõltus katsevariantidest suhteliselt vähe (tabel 5). Võrreldes standardvariandiga esines usutavaid erinevusi selle näitaja põhjal vaid variantides, mille kattevilja väetamisel kasutati rajamisaastal lämmastiku täisnormi ja põldtimut külvati normidega 6 ja 9 kg ha⁻¹. Erinevused 1000 seemne massi vähenemise suunas esinesid vaid seemnepõllu esimesel kasutusaastal.

Katseandmete põhjal võib väita, et teistkordsel seemneheina läbipeksmisel saadakse seeme, mille 1000 seemne mass jääb esimese peksukorraga võrreldes madalamaks. Meie andmeil oli see erinevus sõltuvalt katsevariandist esimesel kasutusaastal vahemikus 23–53 mg e 4,3–10,5%, teisel kasutusaastal 37–58 mg e 7,5–11,8% ning kolmandal kasutusaastal 39–60 mg e 7,7–12,1%. Katsevariantide mõju ei tuvastatud.

Kattevilja agrofooni ja põldtimuti külvisenormi mõju seemnekasvatuse majanduslikele näitajatele

Põldtimuti seemnetootmise kattetulu arvestust ei ole võimalik kahjuks meie katseandmetele tuginedes teha. Puuduvad heinaseemne kasvatuse masinatööde maksumused. Katse läbiviimisel on fikseeritud tootmissisendite hinnad ning kasutusel olnud toodangu realiseerimishinnad. Nendele tuginedes oleme arvanud seemnepõllu rajamisaasta muutuvkulud ning katsest laekunud toodangu maksumuse. Tabelisse 6 oleme koondanud need näitajad kattevilja agrofooni variantide kohta arvestusega, et põldtimuti seemnepõld külvati külvisenormiga 3 kg ha⁻¹. Tabelisse 7 on koondatud informatsioon näitajatest, mis kujunesid kattevilja eri agrofoonide ja põldtimuti uuritud külvisenormide kohta nelja katseaasta kokkuvõttes.

Tabel 5. Põldtimuti 1000 seemne mass, g
Table 5. 1000 seed mass of timothy, g

Timuti külvise-norm / Seeding rate of timothy	Kattevilja külvise- ja lämmastikväetise norm rajamisaastal / Seeding and fertilizer rates of cover crop on the year of establishment									
	Oder 333 id. tera m ²		Oder 500 id. tera m ²		Oder 333 id. tera m ²		Oder 500 id. tera m ²		LSD 0,05	
kg ha ⁻¹	I faas	II faas	I faas	II faas	I faas	II faas	I faas	II faas	I faas	II faas
	N 60 kg ha ⁻¹ (St)		N 60 kg ha ⁻¹		N 90 kg ha ⁻¹		N 90 kg ha ⁻¹			
	Barley 300 viable s.		Barley 500 viable s.		Barley 300 viable s.		Barley 500 viable s.			
	m ⁻² , N 60 kg ha ⁻¹		m ⁻² , N 60 kg ha ⁻¹		m ⁻² , N 90 kg ha ⁻¹		m ⁻² , N 90 kg ha ⁻¹			
	I faas	II faas	I faas	II faas	I faas	II faas	I faas	II faas	I faas	II faas
3	0,554	0,518	0,552	0,529	0,557	0,504	0,549	0,497	0,020	0,013
6	0,571	0,536	0,567	0,527	0,551	0,512	0,549	0,516	0,020	0,021
9	0,563	0,526	0,567	0,528	0,548	0,518	0,550	0,518	0,015	0,011
LSD 0,05	0,013	0,024	0,031	0,017	0,011	0,007	0,020	0,006		
	2013									
3	0,548	0,490	0,543	0,492	0,538	0,494	0,539	0,483	0,019	0,016
6	0,536	0,487	0,543	0,498	0,531	0,494	0,542	0,489	0,018	0,019
9	0,544	0,492	0,539	0,485	0,540	0,493	0,536	0,497	0,020	0,016
LSD 0,05	0,015	0,018	0,021	0,022	0,015	0,011	0,015	0,008		
	2015									
3	0,556	0,511	0,543	0,504	0,558	0,500	0,554	0,502	0,019	0,019
6	0,548	0,504	0,566	0,514	0,555	0,506	0,557	0,497	0,014	0,020
9	0,551	0,500	0,549	0,502	0,550	0,510	0,558	0,504	0,018	0,023
LSD 0,05	0,018	0,021	0,023	0,031	0,013	0,018	0,015	0,007		

Tabel 6. Timuti seemnekasvatuse muutuvkulud ja toodangu väärtus külvisenormi korral 3 kg ha⁻¹
 Table 6. Variable costs and production value of timothy seed production at seeding rate 3 kg ha⁻¹

Kattevili Cover crop	Muutuvkulud Variable costs	kg ha ⁻¹	Hind Price	Maksumus Cost, € ha ⁻¹	Toodang Production	Saak/Yield kg ha ⁻¹	Hind Price	Maksumus Costs, € ha ⁻¹
Muutuvkulud/Variable costs 2012								
Variant 1	PK complex fertilizer	400	350 €t ⁻¹	140	Söödaoder	4023	147 €t ⁻¹	591
Oder 333	Ammooniumsalpeeter	175	300 €t ⁻¹	53	Feed barley			
id tera m ⁻²	Oder /barley C kat	157	0,52 €kg ⁻¹	82	Tika C kat.	2943	3 €kg ⁻¹	8829
N 60 kg ha ⁻¹	Põldtimut/ timothy E kat.	3	5 €kg ⁻¹	15	2012-2015 toodang kokku			
Barley 333	MCPA 750	1	7 €t ⁻¹	7	2012-2015 production total			9420
viable s.	Kokku / Total			297				
m ⁻²	Muutuvkulud/ Variable costs 2013-2015							
N 60 kg ha ⁻¹	Ammooniumsalpeeter	3x300	300 €t ⁻¹	270				
(St)	Muutuvkulud/Variable costs 2012-2015 total :			567				
Muutuvkulud / Variable costs 2012								
Variant 2	PK complex fertilizer	400	350 €t ⁻¹	140	Söödaoder	4077	147 €t ⁻¹	599
Oder 500	Ammooniumsalpeeter	175	300 €t ⁻¹	53	Feed barley			
id tera m ⁻²	Oder /barley C kat	235	0,52 €kg ⁻¹	122	Tika C kat.	2891	3 €kg ⁻¹	8673
N 60 kg ha ⁻¹	Põldtimut/ timothy E kat.	3	5 €kg ⁻¹	15	2012-2015 toodang kokku			
Barley 500	MCPA 750	1	7 €t ⁻¹	7	2012-2015 production total			9272
viable s.	Kokku / Total			337				
m ⁻²	Muutuvkulud/ Variable costs 2013-2015							
N 60 kg ha ⁻¹	Ammooniumsalpeeter	3x300	300 €t ⁻¹	270				
	Muutuvkulud/Variable costs 2012-2015 total:			607				

Tabel 6 järg. Timuti seemnekasvatuse muutuvkulud ja toodangu väärtus külvisenormi korral 3 kg ha⁻¹
 Table 6 cont. Variable costs and production value of timothy seed production at seeding rate 3 kg ha⁻¹

Kattevili Cover crop	Muutuvkulud Variable costs	kg ha ⁻¹	Hind Price	Maksumus Cost, € ha ⁻¹	Toodang Production	Saak/Yield kg ha ⁻¹	Hind Price	Maksumus Costs, € ha ⁻¹
Muutuvkulud/Variable costs 2012								
Variant 3	PK complex fertilizer	400	350 €t ⁻¹	140	Söödaoder	4870	147 €t ⁻¹	716
Oder 500	Ammooniumsalpeeter	260	300 €t ⁻¹	78	Feed barley			
id tera m ⁻²	Oder /barley C kat	235	0,52 €kg ⁻¹	122	Tika C kat.	2544	3 €kg ⁻¹	7632
N 90 kg ha ⁻¹	Põldtimut/ timothy E kat.	3	5 €kg ⁻¹	15	2012-2015 toodang kokku			
Barley 500	MCPA 750	1	7 €t ⁻¹	7	2012-2015 production total			8348
viable s.	Kokku / Total			362				
m ⁻²	Muutuvkulud/ Variable costs 2013-2015							
N 90 kg ha ⁻¹	Ammooniumsalpeeter	3x300	300 €t ⁻¹	270				
	Muutuvkulud/Variable costs 2012-2015 total:			632				
Muutuvkulud/Variable costs 2012								
Variant 4	PK complex fertilizer	400	350 €t ⁻¹	140	Söödaoder	4403	147 €t ⁻¹	647
Oder 333	Ammooniumsalpeeter	260	300 €t ⁻¹	78	Feed barley			
id tera m ⁻²	Oder /barley C kat	157	0,52 €kg ⁻¹	82	Tika C kat.	2555	3 €kg ⁻¹	7665
N 90 kg ha ⁻¹	Põldtimut/ timothy E kat.	3	5 €kg ⁻¹	15	2012-2015 toodang kokku			
Barley 333	MCPA 750	1	7 €t ⁻¹	7	2012-2015 production total			8312
viable s.	Kokku / Total			322				
m ⁻²	Muutuvkulud/ Variable costs 2013-2015							
N 90 kg ha ⁻¹	Ammooniumsalpeeter	3x300	300 €t ⁻¹	270				
	Muutuvkulud/Variable costs 2012-2015 total:			592				

Tabel 7. Kattevilja agrofooni ja põldimuti külvisenormi mõju seemnekasvatuse majanduslikele näitajatele rajamisaasta ja kolme kasutusaasta summas

Table 7. The effect of cover crop seeding and fertilization rates on the economic results at different timothy seeding rates on the year of establishment and three-year use of the seed field

Kattevilja külvisenormi- ja lämmastikväetise normid / Seeding and fertilizer rates of cover crop											
Põldimuti külvisenorm, kg ha ⁻¹		Oder 333 id tera m ⁻²		Oder 500 id tera m ⁻²		Oder 500 id tera m ⁻²		Oder 333 id tera m ⁻²		Oder 333 id tera m ⁻²	
Timothy seeding rate, kg ha ⁻¹		N 60 kg ha ⁻¹ (St)		N 60 kg ha ⁻¹		N 90 kg ha ⁻¹		N 90 kg ha ⁻¹		N 90 kg ha ⁻¹	
		Barley 333 viable s. m ⁻² , N 60 kg ha ⁻¹		Barley 500 viable s. m ⁻² , N 60 kg ha ⁻¹		Barley 500 viable s. m ⁻² , N 90 kg ha ⁻¹		Barley 500 viable s. m ⁻² , N 90 kg ha ⁻¹		Barley 333 viable s. m ⁻² , N 90 kg ha ⁻¹	
		€ ha ⁻¹	%	€ ha ⁻¹	%	€ ha ⁻¹	%	€ ha ⁻¹	%	€ ha ⁻¹	%
3	567	100		607	107,1	632	111,5	592	104,4	592	104,4
%	100			100		100		100		100	
6	582	100		622	106,9	647	111,2	607	104,3	607	104,3
%	102,6			102,5		102,4		102,5		102,5	
9	597	100		637	106,7	662	110,9	622	104,2	622	104,2
%	105,3			104,9		104,7		105,1		105,1	
Muutuvkulud / Variable costs											
Toodangu rahaline väärtus / Production costs											
3	9420	100		9272	98,7	8348	88,6	8312	88,2	8312	88,2
%	100			100		100		100		100	
6	8895	100		8903	100,1	7925	89,1	7012	78,8	7012	78,8
%	94,4			96,0		94,9		84,4		84,4	
9	8637	100		8291	96	7673	88,8	7712	89,3	7712	89,3
%	91,7			89,4		91,9		92,8		92,8	

Külviaasta tootmissisenditest olid suuremad kulu allikad fosfor-kaali kompleksväetis (hind 350 € t⁻¹), ammooniumsalpeeter (300 € t⁻¹), oder 'Inari' seeme (C1 kategooria 0,52 € kg⁻¹) ja põldtimuti seeme (E kategooria 5 € kg⁻¹). Seemnepõllu kasutusaastatel lisandus vaid kulu lämmastikväetisele, mida anti kõigile katsevariantidele võrdselt normiga N 100 kg ha⁻¹, ehk 300 kg ammooniumsalpeetrit hektarile aastas maksumusega kolmel aastal kokku 270 €.

Odra terasaaki oli võimalik realiseerida söödaks hinnaga 147 € t⁻¹. Põldtimuti seemne hind püsis läbi aastate tasemel 3 € kg⁻¹.

Kattevilja külvisenormi suurendamine täiskülvinormini tõstis standardvariandiga võrreldes rajamisaasta muutuvkulusid 40 € ha⁻¹ (13,5%). Sellega kaasnes odra saagitõus 54 kg ha⁻¹ (1,3%) 8 € väärtuses. Seega ei kompenseerinud terasaagi suurenemine külvisenormi tõstmisega kaasnenud kulutusi. Lämmastikväetise normi viimine tavatootmise tasemele suurendas rajamisaasta muutuvkulusid 25 € võrra ha⁻¹ (8,4%). Sellega kaasnes odra saagikuse tõus 381 kg ha⁻¹ (9,4%) 56 € väärtuses. Nii kattevilja täiskülvinormi kui täislämmastikunormi samaaegne kasutamine suurendas rajamisaasta muutuvkulusid 65 € ha⁻¹ (21,9%), millega kaasnes odra saagikuse tõus 847 kg ha⁻¹ (21,1%) 125 € väärtuses. Mõlemal juhul, kui lämmastikväetist kasutati täisnormiga, saadi saagilisa, mille rahaline väärtus ületas tehtud kulusid.

Muutuvkulud nelja katseaasta kohta kokku sõltusid kattevilja agrofoonist rajamisaastal vahemikus 4,2–11,5% ning põldtimuti külvisenormist vahemikus 2,4–5,3% (tabel 7). Võrreldes standardvariandiga andsid ülejäänud katses olnud kattevilja agrofooni variandid realiseeritavat toodangut (odra saak + põldtimuti kolme kasutusaasta saak arvatuna rahaks) 142–2408 € vähem. Arvutused näitasid, et rajamisaastal saab kattevilja saaki lämmastikväetisega tõsta ning see tasub tehtavad suuremad kulutused. Alla külvatud põldtimut kannatab selle tõttu kattevilja surve all ning tema hilisem seemnesaak jääb madalamaks. Põldtimuti seemne müügist saadav väiksem tulu jääb mitmekordselt alla rajamisaastal kattevilja saagi müügist saadud täiendavale tulule.

Kokkuvõte ja järeldused

Katseandmed ja majanduslikud arvutused näitasid, et põldtimut 'Tika' seemnepõllu rajamisel oder 'Inari' alla külvates on otstarbekas vähendada nii odra külvisenormi kui lämmastikväetise normi kolmandiku võrra. Nii toimides on võimalik seemnepõllu rajamiskulud vähendada ja saada hiljem suuremaid põldtimuti seemnesaake. Rajamisaastal katteviljale lämmastikväetise täisnormi andmisega saavutatakse küll suurem terasaak, kuid kaotus hiljem põldtimuti seemnesaagis ületab rajamisaasta täiendava tulu mitmekordselt.

Põldtimuti seemnepõld on otstarbekas külvata kitsarealiselt normiga 3 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile. Suurem põldtimuti külvinorm ei taga suuremat seemnesaaki vaid vastupidi – võib seda vähendada.

Kattevilja agrofoon ja alla külvatud põldtimuti külvisenorm mõjutavad põldtimuti 1000 seemne massi vähe. Uuritud katsevariandid seemnesaagi idanemist ei mõjutanud.

Viidatud kirjandus

- Aamlid T. S. Nitrogen and moisture inputs to seed crop of timothy (*Phleum pratense* L.) II. Split applications of nitrogen in the seed harvest year. – Journal of Applied Seed Production, 1997a, Vol. 15, pp. 5–16.
- Aamlid T. S. 1997b. Towards a model for nitrogen application to seed crops of timothy (*Phleum pratense* L.). – <http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/1997/2-25-001.pdf>
- Annuk K., Aavola R. Kõrrelised heintaimed. Liikide agronoomiline iseloomustus ja sordid. – Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine I osa. Koostaja A. Bender. Jõgeva, 2006, lk 78–101.
- Fulkerson R. S., Tossell W. E. Row width and seeding rate in relation to seed production in timothy (*Phleum pratense* L.) – Canadian Journal of Plant Science 1961, Vol 41, No 3, pp. 549–558.
- Guide book in the seed production of forage grasses. Ed. B. Jansone. Skriveri, 2008, 265 p.
- Hampton J. G., Fairey D. T. Components of seed yield in grasses and legumes. – Forage seed production. 1. temperate species. Edited by D. T. Fairey and J. G. Hampton. Wallingford, New York 1998, pp. 45–69.
- Havstad L. T. Split nitrogen application to seed crops of timothy (*Phleum pratense* L.). – Herbage Seeds in the New Millennium – New Markets, New Products, New Opportunities. Proceedings fifth International Herbage Seed Conference. 23-26 November 2003. Gattton, Australia, 2003, p. 23.
- Havstad L. T., Aamlid T. S. Split nitrogen application strategies in seed production of two contrasting cultivars of timothy (*Phleum pratense* L.). – Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 2006, 56, pp. 241–254.
- Havstad L. T., Aamlid T. S. Seed production of timothy 'Grinstad'. <http://www.seemneliit.ee/wp-content/uploads/2011/18.10.2011>
- Korjus H. Kõrreliste heintaimede seemnekasvatus. – Taimekasvatus. Koostaja A. Tääger. Tallinn 1964, lk 620–653.
- Korjus H. Põldheina seemnekasvatus. – Põldheinakasvatus. Koostaja R. Toomre. Tallinn, 1969, lk 211–247.
- Marshall A. H., Steiner J. J., Niemeläinen O. Hacquet J. (1998). Legume seed crop management. – Forage seed production. 1. temperate species. Edited by Fairey D. T. and Hampton J. G. Cambridge, pp. 127–152.
- Niemeläinen O., Järvi A. Effect of nitrogen fertilizer application rate and timing on timothy seed crops in northern Europe – Yield and Quality in Herbage Seed Production. Proceedings third International Herbage Seed Conference. June 18–23 1995. Halle 1996, pp. 221–225.
- Ogle D. G., John L. St., Tilley D. J. Plant Guide. Timothy (*Phleum pratense* L.) http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_phpr3.pdf 18.03.2011
- Rand H. Heintaimede seemnekasvatus. – Rohumaaviljelus talupidajale. Saku-Tallinn-Tartu, 1992, lk 44–74.
- Szczepanek M., Katanska-Kaczmarek A. Response of timothy (*Phleum pratense* L.) cultivars to growing in diversified row spacing. – Acta Sci. Pol., Agricultura 2012, Vol 11, No 2, pp. 63–72.
- Timothy seed production in Western Canada. <http://www1.agric.gov.ab.ca/departments/deptdocs.nsf/all/agdex8696> (25.06.2004)

- Undersander D., Smith R. R., Kelling K., Doll J., Wolf G., Wedberg J., Peters J., Hoffman P. Shaver R. Red clover. Establishment, management and utilization. <http://learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/A3492.pdf> (1.05.1990).
- Vučković S., Simić A., Čupina B., Stojanović I. Stanisavljević R. The effect of vegetation area size on grass seed yield. – Journal of Agricultural Sciences 2003, Vol. 48, No 1, pp. 125–134.
- Wallenhammar A.-Ch. Nitrogen fertilization of timothy seed ley (*Phleum pratense* L.). –Seed Production. NJF-Report No 121, Seminar No 284. 29 Juni – 1. Juli 1998. Sandefjord & Landvik, Norge, 1998, pp. 83–90.
- Wallenhammar A.-Ch., Anderson L. E. Seed production of various timothy (*Phleum pratense* L.) cultivars as affected by seeding rates. – Proceedings of the sixth International Herbage Seed Conference. Gjenestad, Norway, 18–20 June 2007. Ed. Aamlid, T. S., Havstad L. T. Boelt B. Gjennesatad, 2007, pp. 152–155.

Impact of the seeding and fertilization rates of cover crop and the seeding rate of timothy on the seed yield of the cultivar ‘Tika’

Summary

The trial results and economic calculations showed that when establishing the seed field of the timothy grass ‘Tika’ by seeding under the barley ‘Inari’, it is expedient to reduce both the seeding rate of barley and the nitrogen fertilizer rate by one third. By doing this it is possible to reduce the establishment costs of the seed field and later to obtain bigger yields of timothy seed. By applying a full rate of nitrogen fertilizer to cover crop in the year of establishment, a higher grain yield will be achieved, but the loss in timothy seed yield later exceeds by several times the additional return in the year of establishment. It is expedient to seed the timothy grass field at a narrow row space with the rate of 3 kg 100% PLS per hectare. The bigger seeding rate of timothy does not guarantee a higher seed yield, on the contrary, it can reduce it. The seeding and fertilizer rates of the cover crop as well as the seeding rate of the under-sown timothy grass affect the 1000 seed weight only slightly. The studied trial variants did not affect the germinability of the seed yield.

KASVUREGULAATORI JA KEVADISE TÄIENDAVA LÄMMASTIKVÄETISE MÕJU PÕLDTIMUTI (*Phleum pratense* L.) SEEMNESAAGILE JA SEEMNETE KVALITEEDILE

ABSTRACT. *The synergistic effect of the plant growth regulator Moddus 250 EC and nitrogen fertilizer on the seed yield and seed quality of timothy was investigated over a period of four years (2017–2020) in a field trial established with the cultivar ‘Tika’ in 2016 at the Estonian Crop Research Institute. The trial had three variants: variant 1 – without plant growth regulator (control), variant 2 – plant growth regulator sprayed twice at the rate of 0.4 + 0.4 l ha⁻¹ and variant 3 – plant growth regulator sprayed once at the rate of 0.8 l ha⁻¹. In all three variants there were five nitrogen fertilizer rates between N 70 – 140 kg ha⁻¹. In the trial the lodging resistance of plant cover was monitored, the height of generative tillers was measured, the seed yield was determined by two-phase combine harvesting and the quality of seed was determined. No lodging of timothy was detected in trial variants throughout all trial years. The increase of nitrogen fertilizer rate did not reliably affect the height of generative tillers, the split application of plant growth regulator shortened the height of generative tillers on the average of four years by 7.4%, and one-time spraying by 6.2%. The use of plant growth regulator did not increase the seed yield, the split application of it even reduced the seed yield. The increase of nitrogen fertilizer rate up to N 122 kg ha⁻¹ increased the seed yield reliably only in the first year of production, but not in the following years. The use of plant growth regulator slowed down seed maturation, in our trials it was confirmed by bigger amounts of seed in the second harvest phase. The increase of nitrogen fertilizer rate and the use of plant growth regulator did not have any effect on seed germination. In the first production year, the 1000 kernel weight increased under the influence of plant growth regulator, in the later years there was no effect. The germination energy of seed somewhat decreased under the influence of plant growth regulator.*

Keywords: *timothy grass, plant growth regulator, fertilization, lodging resistance, seed yield, seed quality*

Sissejuhatus

Kõrreliste heintaimede seemnesaagi suurendamise üheks võtmeküsimuseks on lämmastikväetiste kasutamine. Lämmastik omab positiivset efekti fotosünteesile ja sellega kaasnevale taimekasvu produktiivsusele. Suurema lämmastikväetise normiga võib kaasneda generatiivvõrsete pikenemine, mis omakorda võib viia taimiku lamandumisele. Lamandumine on kõrreliste seemnekasvatuses oluline saagi vähenemise põhjus. Selle tõttu võib saamata jääda kuni 60% seemnesaagist (Griffith, 2000). Just lamandumise ohu tõttu on kõrreliste heintaimede seemnekasvatuses kasutatavad kevadised lämmastikukogused limiteeritud. Seisukindluse parandamiseks on hakatud kasutama kasvuregulaatoreid. Kasvu-

regulaatorite kasutuselevõtt võimaldab lamandumise ohtu vähendada ja lämmastikukoguste suurendamise läbi seemnesaaki tõsta (Young *et al.*, 2007).

Üheks kasvuregulaatoriks, mis kõrreliste heintaimede juures kasutamist leidnud, on Moddus 250 EC, mille toimeaineks on etüültrinexapak. Viimane inhibeerib taimes giberreliinhappe biosünteesi, soodustab juurekava arengut, kõrreseina tugevnemist, kõrre muutumist jämedamaks ja lühemaks (Rademacher, 2000).

Kõrreliste heintaimeliikide ja sortide seisukindlus on erinev. Mida tagasihoidlikum on liigi seisukindlus, seda suurem on üldjuhul preparaadi kasutamisest tulenev positiivne efekt. Austraalias (Trethewey *et al.*, 2010) ja Uus-Meremaal (Chynoweth *et al.*, 2010) saadi katsetes selle preparaadi toel (koos lämmastikväetise lisamisega) 30–50% kõrgem karjamaa-raiheina seemnesaak. Sarnase suurusjärguga edu on kaasnenud Uus Meremaal ka itaalia raiheina seemnekasvatuse katsetes (Trethewey *et al.*, 2016). Tehti kindlaks tugev positiivne korrelatsioon loomisjärgsete, lamandumisele eelnevate päevade arvu ja hilisema seemnesaagi suuruse vahel (Rolston *et al.*, 2010).

Eeltoodutest parema seisukindlusega heintaimeliikidel on jäänud kasvuregulaatori kasutamise positiivne efekt madalamaks. On kindlaks tehtud, et positiivse efekti ulatus võib liigiti olla erinev (Machač, 2013) või koguni puududa (Aamlid, 2003). Erinev võib olla mõju sama liigi sortidelegi (Rolston *et al.*, 2005; Butler, Affeldt, 2010). Üksikjuhtudel on täheldatud preparaadi toimel seemnesaagi langust (Young *et al.*, 2013). Eestis ei ole seni teaduskatsetes kasvuregulaatori mõju heintaimede seemnekasvatuses uuritud.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada võimalusi põldtimuti seemnepõllul preparaat Moddus 250 EC kasutamisel ja kevadise lämmastikväetise normi suurendamise toel tõsta seemnesaaki.

Materjal ja meetodika

Uurimistöö toimus aastatel 2017–2020 Eesti Taimakasvatuse Instituudis 2016. aasta juulis põldtimuti sordiga 'Tika' mustkesale rajatud lapikatses. Katse külvati normiga 8 kg ha⁻¹, külvik Hege 80, kordusi neli. Tegemist oli leostunud mullaga K₀, mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 6,4, C_{org} 1,7%, toiteelementide sisaldus P 90, K 113, Ca 2041, Mg 116, Cu 1,6, Mn 118 ja B 0,82 mg kg⁻¹. Katseala sai enne rajamist kompleksväetist EU Fertilizer normiga 300 kg ha⁻¹. Väetise toitainesisaldused: N 21%, P₂O₅ 6%, K₂O 11%, S 3,6%. Hilisematel katseaastatel fosfor-kaaliväetisi ei kasutatud. Kevadeti, vegetatsiooniperioodi algul, sai katseala lämmastikku ammoniumsalpeetrina normiga N 70 kg ha⁻¹, põldtimuti kõrsumise algul väetati taimikuid täiendavalt vastavalt katseplaanile (tabel 2). Väetamine oli katses kombineeritud kasvuregulaatori kasutamisega. Katses oli kolm kasvuregulaatori kasutamise varianti: variant 1 – kontroll, kasvuregulaatorit ei kasutatud; variant 2 – kasvuregulaatoriga pritsiti kahel korral: kõr-

sumise algul (BBCH 31) normiga $0,4 \text{ l ha}^{-1}$ ja loomise algul (BBCH 51) normiga $0,4 \text{ l ha}^{-1}$; variant 3 – kasvuregulaatoriga pritsiti üks kord kõrsumise algul (BBCH 31) normiga $0,8 \text{ l ha}^{-1}$. Variantide valikul lähtuti preparaadi kasutamishistest. Variantid olid ruumiliselt eraldatud 3 m laiuste vaheteedega (foto 1).



Foto 1. Katsevariandid olid koondatud blokkidesse, mis üksteisest olid eraldatud 3 m laiuste vaheteedega

Photo 1. The variants were grouped into blocks, which were separated from each other by 3 meter wide gaps

Loomise algul pritsiti katseala timutikärbse tõrjeks preparaadiga Fastac, kulunorm $0,2 \text{ l ha}^{-1}$. Põldtimuti õitsemise järel mõõdeti generatiivvõrsete kõrgused (foto 2) (katselapi kohta kuus mõõtmist), korduvalt hinnati taimikute lamandumist. Seemnesaak koristati kombainiga Hege 140 kahefaasiliselt (va 2017. aastal), kahe kombainimise vahel vahe 5–6 päeva. Seemnesaak kuivatati dinesentüüpi kuivatis ja puhastati Kamas-Westrupi firma laboratoorsete masinatega. Seemnete kvaliteet määrati laboratooriumis ISTA meetodika järgi (International..., 1993) esimesel koristusfaasil saadud seemnest kolm kuud pärast kombainimist.



Foto 2 Põldtimuti generatiivvõrsete kõrgust mõõdeti pärast õitsemist

Photo 2. The height of timothy's reproductive shoots was measured after flowering

Tabel 1. Saagiaastate ilmastikuandmed
Table 1. Weather data for harvest years

	Aprill			Mai			Juuni			Juuli			August			
	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2017	3,2	5,7	9,5	13,2	11,9	14,8	13,4	13,8	14,8	16,1	17,3	17,5	13,1			
2018	6	11,1	16,1	16,2	13,4	16,8	14,8	15,6	21,7	23,2	21,1	17,3	15,6			
2019	10,6	6,1	12	13,3	18,8	18	16,7	13,9	14,7	18,8	14	16,4	16,6			
2020	4,7	9,4	5,7	11,9	14,6	19,3	19,8	15,4	16,1	15,5	17,7	15,9	14,8			
Norm*	7,4	9,6	10,7	12,4	14	14,2	15,5	16,7	17,4	17,2	17,1	15,6	14,3			
	Sademed / Precipitation, mm															
2017	46	4	1	4	25	20	33	8	45	4	22	37	34			
2018	22	0	3	5	5	7	11	10	5	0,5	31	27	15			
2019	0	10	19	21	15	34	6	21	8	5	17	22	10			
2020	14	3	23	1	71	27	37	25	6	70	27	5	51			
Norm*	9	12	18	19	17	34	29	22	27	27	34	26	32			

* Norm – kliimanorm – viimase 30 aasta keskmine

* Norm – climate standard – average of the last 30 years

Katseandmete matemaatilisel töötlemisel kasutati arvutiprogrammi AGROBASE 20™.

Katse läbiviimise ajal esines kaks ilmastikuoludelt erandlikku aastat. 2017. aasta oli paljude aastate keskmisele lähedaste sajuhulkadega kuid jahedam (tabel 1). Efektiivse temperatuuri kasvav summa augusti lõpuks oli vaid 1098 °C (norm 1259 °C), mistõttu seeme valmis tavapärasest 10 päeva hiljem – augusti II dekaadi lõpuks. 21. augustil alanud jahe vihmane periood ei võimaldanud saaki õigeaegselt kombainiga koristada. Ülevalminud seemnesaak õnnestus katselapidelt koristada 27. augustil ühefaasiliselt.

2018. aasta taimekasvuperiood oli eelmisega võrreldes veelgi ekstreemsem. Väga nappide sademetega kaasnes paljude aastate keskmisest kõrgem õhutemperatuur. Efektiivse temperatuuri kasvav summa augusti lõpuks (1547 °C) ületas paljude aastate keskmist 288 °C. Põldtimuti seemnesaak valmis tavapärasest ca 10 päeva varem ja koristamist sai alustada 25. juulil. Sügiseni väldanud niiskusepuuduse tõttu oli taimede võrsumine sel aastal takistatud, taimik hõrenes, mille negatiivne järelmõju küündis järgmiste aastate seemnesaakidessegi.

Katseaasta 2019 oli ilmastikuoludelt paljude aastate keskmisele lähedane. Katseaasta 2020 eristus juuli III dekaadi ja augusti I dekaadi rohkete sademetega, mille tõttu seemnete idanevus sel aastal jäi eelmiste aastatega võrreldes madalamaks.

Katsetulemused ja arutelu

Mõju generatiivvõrsete pikkusele ja taimiku seisukindlusele

Põldtimut on keskmise seisukindlusega liik. Katseandmete ja tootmispraktikast pärit kogemuste alusel on liikidel välja kujunenud optimaalsed lämmastikväetise normid, mis on seisukindluse ja seemnesaagi seisukohalt meie ilmastikutingimustes end õigustanud. Põhjamaades (sh Eestis) on põldtimutil õigustanud end kevadel, kasvu algul antava lämmastikväetise norm $N\ 50\text{--}70\ \text{kg ha}^{-1}$, millele lisatakse kõrsumise algul veel $N\ 20\text{--}35\ \text{kg ha}^{-1}$ (Niemeläinen, Järvi, 1995; Aamlid, 1997a, 1997b; Wallenhammar, 1998; Havstad, 2003; Havstad, Aamlid, 2006; Bender, 2016). Meie katses oli üheks eesmärgiks kombata lamandumise ohtu lämmastikväetise normi suurendamisel kombineerides seda kasvuregulaatori kasutamisega.

Põldtimuti generatiivvõrsete pikkus katses sõltus katseaastast ja selle ilmastikuoludest. Jahedal, normile lähedaste sademetega 2017. ja 2020. aastal oli seemnetaimik kõrgeim küündides kontrollvariandis keskmiselt 105–106 sentimeetriini (tabel 2). Sügava põua tingimustes jäid 2018. aastal generatiivvõrsed ca 20 cm madalamaks. Kõrsumisfaasi algul antud lisa lämmastikväetise ja isegi selle normi suurendamisega ei kaasnenud generatiivvõrsete pikkuskasvu usutavat suurenemist. Täiendava lämmastikväetise normi suurendamine $N\ 70\ \text{kg-ni ha}^{-1}$

Tabel 2. Lämmastikväetise täiendava annuse mõju põldtimuti generatiivvõrsete kõrgusele, cm
Table 2. Effect of additional nitrogen fertilizer dose on the height of generative tillers of timothy, cm

Variant	N kg ha ⁻¹	Aasta / year					Keskmine / mean
		2017	2018	2019	2020		
Variant 1 Kontroll	N 70	105,5a*	88,5a	101,4a	108,9a	101,1a	
	N 70 + N 17	105,3a	86,4a	100,4a	105,8a	99,5a	
	N 70 + N 35	104,3ab	86,0a	96,5a	108,6a	98,9a	
	N 70 + N 52	105,0ab	87,8a	100,5a	105,3a	99,7a	
	N 70 + N 70	100,7b	81,4b	97,9a	104,3a	96,1b	
	LSD 0,05	4,4	3,4	6,3	4,9	2,5	
Variant 2 Moddus 250 EC 0,4 x 0,4 l ha ⁻¹	N 70	92,3a	84,0a	93,0ab	102,9a	93,1a	
	N 70 + N 17	94,0a	80,0ab	91,5b	100,1ab	91,4ab	
	N 70 + N 35	93,7a	79,9ab	93,9a	99,5ab	91,8ab	
	N 70 + N 52	94,7a	76,7b	92,4ab	97,8b	90,4b	
	N 70 + N 70	93,3a	78,5b	94,3	99,8ab	91,5ab	
	LSD 0,05	2,5	4,2	2,3	3,4	1,4	
Variant 3 Moddus 250 EC 0,8 l ha ⁻¹	N 70	96,5ab	77,7a	92,9c	102ab	92,3a	
	N 70 + N 17	97,5a	78,8a	98,3a	99,8b	93,6a	
	N 70 + N 35	91,5b	81,5a	96,6b	100,7b	92,6a	
	N 70 + N 52	92,5b	77,7b	94,3c	104,2a	92,2a	
	N 70 + N 70	97,7a	80,8a	96,2b	100,8b	93,9a	
	LSD 0,05	4,7	4,6	1,6	2,7	2,8	

* Samas tulbas sama tähega tähistatud arvanded ei erine usutatavalt (LSD test, P > 0.05) (Siin ja järgnevatel tabelites)

* Means followed by the same letter in the same column are not significantly different (LSD test, P > 0.05) (Here and in the following tables)

Tabel 3. Kasvuregulaatori mõju põldtimuti generatiivvõrsete kõrgusele, seemnesaagile ja 1000 seemne kaalule
 Table 3. Effect of growth regulator on height of timothy generative shoots, seed yield and 1000 seeds weight

	2017	2018	2019	2020	Keskmine/mean
	Generatiivvõrsete kõrgus / Height of generative shoots, cm				
Variant 1	104,1a	85,9a	99,3a	106,5a	99,0a
Variant 2	93,6b	79,9b	93,0c	100,1b	91,7b
Variant 3	95,1b	79,3b	95,7b	101,5b	92,9b
LSD 0,05	2,2	2,3	1,9	1,6	2,3
	Seemnesaak / Seed yield, kg ha ⁻¹				
Variant 1	604,0ab	317,8a	403,9a	367,7a	423,4a
Variant 2	570,6b	286,8b	327,8c	325,7b	377,7b
Variant 3	636,7a	315,7a	360b	342,2b	413,7a
LSD 0,05	38,3	20,9	24,3	23,5	17,1
	1000 seemne kaal / 1000 seeds weight, g				
Variant 1	0,472b	420,0a	0,448a	0,514a	0,463a
Variant 2	0,497a	0,424a	0,447a	0,515a	0,471a
Variant 3	0,505a	0,429a	0,447a	0,520a	0,475a
LSD 0,05	0,01	0,013	0,003	0,012	0,021

* Samas tulpas sama tähega tähistatud arvandmed ei erine usutatavalt (LSD test, P > 0.05) (Siin ja järgnevat tabelites)

* Means followed by the same letter in the same column are not significantly different (LSD test, P > 0.05) (Here and in the following tables)

põhjustas kontrollvariandis isegi mõningast generatiivvõrsete pikkuse vähenemist. Aastatel 2017 ja 2018 oli vähenemine seejuures ka statistiliselt usutav.

Kasvuregulaatori kasutamine lühendas usutavalt põldtimuti generatiivvõrseid kõigil katseaastail. Mõju generatiivvõrsete pikkusele sõltus katseaastast (tabelid 2 ja 3). 2017. e esimesel taimiku kasutusaastal oli mõju kõige suurem küündides 9–10 sentimeetrini (8,6–10,1%). Järgnevatel aastatel lühendas pritsimine preparaadiga Moddus 250 EC põldtimuti generatiivvõrseid 5–6 cm (4,7–7,0%). Preparaadi jaotatud ($0,4 + 0,4 \text{ l ha}^{-1}$) kasutamine ei omanud ühekordse ($0,8 \text{ l ha}^{-1}$) kasutamise ees nimetamisväärsset eelist. Mõju erinevus jäi katseaastate keskmisena vea piiresse.

Meie katses põldtimuti seemnetaimik ühelgi aastal üheski katsevariandis ei lamandunud. Nelja katseaasta jooksul esines seejuures kaks ekstreemset juhtu, mis lausa oleks pidanud lamandumist põhjustama. Esimesel kasutusaastal (2017) esines 12. augustil üle-eestiline torm, mis lõhkus hoonete katuseid ja murdis puid. Jõgeva piirkond kannatas selle tormi tõttu kahju suhteliselt vähe, väike oli kahjustus ka käsitletaval katsel. Vaid kontrollvariandis olid taimikud tuulekeerise ja sajuhoogude tõttu sasisitud ning koolutatud (foto 3), kuid tõusid kombainimise ajaks püsti tagasi. Taimikut säästis asjaolu, et hilises arengujärgus on kõrs juba puitunud ning tormi mõjudele vastupidavam. Teise, üle Eesti suurt kahju tekitanud tormi elasid katse taimikud üle 11. juulil 2020. Jõgeval olid siis tugevad sajud koos rahega, mis põhjustasid massilist lamandumist teraviljadel ja heina-seemnepõldudel. Põldtimuti taimik oli käsitletavas katses kõikides variantides küll ühtlaselt koolunud, kuid tõusis pärast saju lõppu jälle endisesse asendisse. Sel korral võis kaasa mõjuda taimiku hõredus, mis oli 2018. aasta suure põua tagajärg. Hõre taimik ongi üldjuhul seisukindlam.



Foto 3. Kontrollvariandi sasisitud taimik tormi ja tugeva saju järel 12. augustil 2017

Photo 3. Tangled plant stand of the control variant after a storm and heavy rain on August 12, 2017

Täiendava lämmastikväetise ja kasvuregulaatori koosmõju seemnesaagile

Esimesel saagiaastal (2017) andis põldtimut kontrollvariandis seemnesaagi vahemikus 537–676 kg ha⁻¹ (tabelid 3 ja 4). Täiendava lämmastikväetise annuse suurendamine kuni normini N 52 kg ha⁻¹ suurendas usutavalt seemnesaaki. Edasine lämmastikväetise normi suurendamine viis seemnesaagi langusele. Katsevariandis 2, kus kasutati kasvuregulaatorit jaotatult, lisa lämmastikväetis seemnesaaki ühelgi katseaastal ei suurendanud. Lämmastikulisa N 70 kg ha⁻¹ viis ka siin seemnesaagi drastilisele langusele. Parimaid tulemusi saadi 2017. aastal variandis 3. Ühekordne pritsimine kasvuregulaatoriga Moddus 250 EC (norm 0,8 l ha⁻¹) kõrsumise algul võimaldas lämmastiku normi tõstmisega saavutada usutavalt suuremaid seemnesaake, aga selleski variandis kuni normini N 52 kg ha⁻¹. Lämmastikväetise normi edasine suurendamine viis saagi langusele. Ka Soomes põldtimutiga läbiviidud katses on täheldatud sama: kevadisele põhikogusele antud lisa-lämmastikukogus N 60 kg ha⁻¹ viis seemnesaagi langusele (Taalas jt, 2011).

Põuasel 2018. aastal jäi täiendava lämmastikväetise mõju tagasihoidlikuks, usutav enamsaak saamata. Põua tõttu seemnetaimikud kõigis katsevariantides hõrenesid. Hõrenenud taimikutel lisa lämmastikväetis 2019. ja 2020. aastal seemnesaagi tõusu ei taganud ja seda mitte üheski katsevariandis. Variandis 2, kus kasvuregulaatorit kasutati jaotatult kahes osas, saadi 2019. aastal lisaväetamisega koguni negatiivne tulemus – seemnesaak vähenes usutavalt.

Katseaastatel valitses probleem, et juuni II dekaadi lõpul, mil põldtimut oli jõudnud arenguga loomise algusesse, pärssis taimekasvu põud. Kevadistest hilistest öökülmadest või taimekasvuaegsest põuast tingitud stressis taimikutel aga ei soovitata seda preparaati kasutada. Võib anda negatiivse tulemuse. See võiski olla meie katses 2019. aastal saagilanguse põhjuseks. Ka Soomes on kogetud, et Moddus 250 EC jaotatud andmine (0,4 + 0,4 l ha⁻¹) ei taganud mõnel aastal ühekordse pritsimisega (0,7 l ha⁻¹) võrreldes põldtimutil seemnesaagi lisa (Niskanen, 2011). Junnila (1998) on leidnud, et põldtimuti puhul on Moddus 250 EC kasutamine tulemuslikum, kui ühekordne pritsimine toimub varasemas arengufaasis. Samale järeldusele on jõutud katsetes hariliku aruheina (Junnila, 2004), karjamaa-raiheina (Borm, Berg, 2008) ja punase ristikuga (Anderson *et al.*, 2012, 2015)

Varasematest töödest on teada, et preparaat Moddus 250 EC aeglustab taime arengut ja seemnete küpsemist. Seepärast soovitatakse Soomes pritsitud põldtimuti seemnepõlde koristada pritsimata põldudega võrreldes 2–3 päeva hiljem (Niskanen, 2011). Norras soovitatakse normaalse seemnete idanevuse kindlustamiseks koristusaja vaheks 3–5 päeva (Aamlid, Øverland, 2016). Et neid soovitusi Eesti oludes kontrollida, rakendati katses kahefaasilist koristamist 5–6 päevase vahega. Teise koristusfaasiga saadud seemnesaagi osatähtsus näitab, et kõigil katseaastail küpses seeme kasvuregulaatorit kasutatud variantides aeglasemalt (tabel 5). Meie katse variantides 2 ja 3 oli II koristusfaasiga saadud seemne osatähtsus kogu seemnesaagist ca 7% suurem, kui pritsimata variandis. Variantide 2 ja 3 vahel nimetamisväärselt erinevust ei täheldatud.

Tabel 4. Lämmastikväetise täiendava annuse mõju põldtimuti seemnesaagile (esitatud I ja II koristusfaasi summa), kg ha⁻¹
 Table 4. Effect of additional nitrogen fertilizer dose on the seed yield of timothy (presented as sum total of the first and second harvest phases), kg ha⁻¹

Variant	N kg ha ⁻¹	Aasta / year					Keskmine / mean
		2017	2018	2019	2020	2020	
Variant 1 Kontroll	N 70	537,5b	311,3ab	423,7a	358,0a	358,0a	407,6b
	N 70 + N 17	584,8b	309,6ab	388,0ab	353,8a	353,8a	409,1b
	N 70 + N 35	630,1ab	298,4b	383,5b	359,0a	359,0a	417,8b
	N 70 + N 52	675,8a	336,9a	420,1a	380,0a	380,0a	453,2a
	N 70 + N 70	592,7ab	333,4ab	404,1ab	388,2a	388,2a	429,6ab
	LSD 0,05	88,0	35,0	37,5	51,9	51,9	32,0
Variant 2 Moddus 250 EC 0,4 x 0,4 l ha ⁻¹	N 70	600,1a	318,7a	390,0a	356,3a	356,3a	416,3a
	N 70 + N 17	609,0a	292,3ab	337,6b	337,0a	337,0a	394,0ab
	N 70 + N 35	601,5a	255,9b	284,0c	324,2a	324,2a	366,0b
	N 70 + N 52	595,9a	250,5b	292,1bc	306,9a	306,9a	361,4b
	N 70 + N 70	446,4b	316,4a	335,3b	303,9a	303,9a	350,5b
	LSD 0,05	73,2	38,4	51,0	53,7	53,7	32,0
Variant 3 Moddus 250 EC 0,8 l ha ⁻¹	N 70	544,6c	300,4b	347,5b	345,3a	345,3a	384,5b
	N 70 + N 17	640,1b	308,5b	353,9b	364,8a	364,8a	416,8ab
	N 70 + N 35	668,3ab	302,7b	362,2ab	327,2a	327,2a	415,1ab
	N 70 + N 52	756,7a	307,8b	352,9b	331,0a	331,0a	437,1a
	N 70 + N 70	573,7bc	360,2a	383,0a	342,8a	342,8a	414,9ab
	LSD 0,05	93,9	43,2	23,5	47,6	47,6	38,0

* Samas tulbas sama tähega tähistatud arvandmed ei erine usutatavalt (PD test, P > 0.05) (Siin ja järgnevatel tabelites)

* Means followed by the same letter in the same column are not significantly different (LSD test, P > 0.05) (Here and in the following tables)

Tabel 5. Teise koristusfaasi osa seemnesaagis, %
Table 5. Part of the second harvest phase in seed yield, %

N kg ha ⁻¹		2018	2019	2020	2018-2020 keskm. / mean
Variant 1	N 70	14,7	36,4	18,5	23,2
Kontroll	N 70 + N 17	14,2	39,3	23,4	25,6
	N 70 + N35	10,6	42,2	13,3	22,0
	N 70 + N 52	10,7	41,3	26,5	26,2
	N 70 + N 70	20,3	49,5	25,9	31,9
	Keskm. / mean	14,2	41,7	21,8	25,9
Variant 2	N 70	18,1	47,3	25,1	30,2
Moddus 250 EC	N 70 + N 17	21,1	50,0	26,0	32,4
	N 70 + N35	20,3	55,7	25,9	34,0
0,4 x 0,4 l ha ⁻¹	N 70 + N 52	22,2	51,8	26,1	33,4
	N 70 + N 70	25,5	56,3	23,6	35,1
	Keskm. / mean	21,4	51,9	25,4	32,9
Variant 3	N 70	18,4	58,2	32,9	36,5
Moddus 250 EC	N 70 + N 17	17,3	51,7	21,6	30,2
	N 70 + N35	19,7	52,2	25,8	32,6
0,8 l ha ⁻¹	N 70 + N 52	20,2	51,8	24,3	32,1
	N 70 + N 70	21,9	59,9	25,6	35,8
	Keskm. / mean	19,6	54,8	26,0	33,5

Seemnete kvaliteet

Preparaadi Moddus 250 EC mõju kohta seemnete 1000 seemne massi kohta võib kirjandusest leida vastukäivat informatsiooni. Junnila (1998) andmeil suurendas kasvuregulaatori kasutamine 1000 seemne massi 4–11%, Rõningeni ja Aamlidi (2002) andmeil põldtimuti 1000 seemne mass ei muutunud, sama kinnitavad Butler, Affeldt (2010) aasnurmika kohta, Machači (2013) järgi oli 11 kõrrelise heintaimeliigiga läbiviidud katses aga enamikul liikidel 1000 seemne mass pritsitud variantides pritsimata variantidega võrreldes madalam (kuigi mitte usutavalt). Anderson jt., 2015 andmetel vähendab preparaadi Moddus kasutamine punasel ristikul 1000 seemne massi, põuasel aastal on negatiivne mõju suurem (Kirk *et al.*, 2016).

Erinevused katseandmetes võivad tuleneda mitmest asjaolust. Püstitises taimikus on lamandunud taimikuga võrreldes 1000 seemne mass seemnete täitumisaegsete paremate toitumisolude tõttu suurem (Boelt, Gislum, 2010), samas kui (nt raiheintel) viljastub preparaadi toimel pähikus rohkem õisi, mis arenevad seemneks (Rolston *et al.*, 2016; Trethewey *et al.*, 2016). See viib 1000 seemne massi alla (Rolston *et al.*, 2019) – seemnesaagi suuruse ja 1000 seemne massi vahel valitseb negatiivne korrelatsioon.

Meie katses põldtimut üheski katsevariandis ühelgi saagiaastal ei lamandunud. Kuna põldtimuti pähikud on üheõielised, ei saanud kasvuregulaator ka seemnete arvu pähikus (ja pöörispeas) suurendada. Kasvuregulaatori mõningane positiivne mõju ilmnes meie katses vaid esimesel kasutusaastal (2017), hiljem enam mitte (tabel 3).

Aastatel 2018–2020 oli analüüsimise all I koristusfaasil saadud seeme, 2017. aastal koristatigi kogu katse (hiline misega) ühefaasiliselt. Lämmastikväetise normi suurendamisega ei kaasnenud meie katses 1000 seemne massi kindlasuunalisi muutusi. (Andmeid artiklis ei esitata).

Teadusartiklites tuuakse harva andmeid seemnete idanemisenergia kohta – üldjuhul esitatakse idanemisandmed. Vaid Machač (2013), kes katsetas Modduse kasutamist 11 kõrrelise liigi seemnekasvatuses, tuvastas minimaalse negatiivse mõju nii seemnete idanemisenergia kui idanemisnäidule. 1–2%-list idanemise langust on kinnitanud Rõningeni, Aamlid (2002), Øverland, Aamlid (2016) 3,2%-list langust ja Niskanen (2011) mõnel aastal kuni 10%-list langust. Idanemise langust seletatakse preparaadi toimest tingitud taimede aeglasema arenguga, mistõttu soovitatakse kasvuregulaatoriga pritsitud seemnepõlde normaalse idanemise tagamiseks koristada pritsimata põldudega võrreldes 3–5 päeva hiljem (Aamlid, Øverland, 2016).

On teada, et lämmastikväetise norm seemnete idanemisnäitajaid ei mõjuta. Seda kinnitasid ka meie katseandmed.

Katseandmetest nähtub, et ka kasvuregulaator Moddus 250 EC ei mõjutanud seemnete idanemist, küll võis täheldada kasvuregulaatori kasutamisega

Tabel 6. Seemnete idanevusenergia ja idanevus, % / Table 6. Seed germination energy and germination, %

	N kg ha ⁻¹	2017		2018		2019		2020		Keskmine/mean	
		Ener.	Idan.	Ener.	Idan.	Ener.	Idan.	Ener.	Idan.	Ener.	Idan.
		Energy	Germ.	Energy	Germ.	Energy	Germ.	Energy	Germ.	Energy	Germ.
Variant 1	N 70	82	99	90	96	86	98	51	89	77	96
Kontroll	N 70 + N 17	86	97	87	97	84	96	47	83	76	93
	N 70 + N 35	96	99	82	96	87	96	52	85	79	94
	N 70 + N 52	92	98	87	99	83	94	44	83	77	94
	N 70 + N 70	92	99	79	96	85	97	53	82	77	94
	Keskmine/mean	90	98	85	97	85	96	49	84	77	94
Variant 2	N 70	91	99	65	95	82	95	46	87	71	94
Moddus	N 70 + N 17	90	98	76	97	83	96	48	87	74	95
0,4 x 0,4	N 70 + N 35	91	98	65	93	81	95	45	83	71	92
1 ha ⁻¹	N 70 + N 52	80	97	65	95	80	97	48	88	68	94
	N 70 + N 70	79	97	55	88	82	96	44	85	65	92
	Keskmine/mean	86	98	65	94	82	96	46	86	70	93
Variant 3	N 70	89	98	58	98	83	97	50	82	70	94
Moddus	N 70 + N 17	83	99	60	95	82	97	49	84	69	94
0,8 l ha ⁻¹	N 70 + N 35	85	99	61	94	80	95	41	84	67	93
	N 70 + N 52	89	99	63	94	80	96	46	85	70	94
	N 70 + N 70	83	98	63	95	83	96	50	85	70	94
	Keskmine / mean	86	99	61	95	82	96	47	84	69	94

kaasnenud idanemisenergia mõningast langust (tabel 6). Suurim vahe võrreldes kontrollvariandiga ilmnes põuasel 2018. aastal – kuni 24%. Ülejäänud katseasutail oli vahe näitades 2–4%. Kasvuregulaatori ühekordne ja jaotatud kasutamine mõjusid seemnete idanemisenergiale ja idanemisvõimele sarnaselt.

Seemnete idanevus oli katseasutai kõigis katsevariantides ja lämmastikväetise foonidel kõrge (94–99%), vaid 2020. aastal 82–89%. Sel aastal oli ka seemnete idanemisenergia näidud ülejäänud aastatest madalamad (41–52%). Põhjuseks võis olla seemnete koristamisele eelnenud pikem sademeterohke periood – juuli III dekaadis ja augusti I dekaadis langes sademeid 97 mm.

Kokkuvõte

Kasvuregulaator Moddus 250 EC kasutamisega põldtimuti seemnepõllul on võimalik kõrre pikkust 6–7% lühendada ja sellega koristusindeksit parandada. Seemnesaagi seisukohalt on tõhusam kasvuregulaatoriga ühekordne pritsimine taimede kõrsumise algul. Kasvuregulaator aeglustab taimekasvu ja nihutab optimaalset koristusaega mõne päeva võrra hilisemaks. Põldtimuti seemnete 1000 seemne massi ja idanevust kasvuregulaator ei mõjuta, küll võib vähendada seemnete idanemisenergiat. Kevadisele, kasvu algul antavale lämmastikväetise normile N 70 kg ha⁻¹ võib heas seisus põldtimuti seemnetaimikule kõrsumise algul kasvuregulaatorit kasutades anda täiendavalt lämmastikväetist normiga N 35–52 kg ha⁻¹. Hõrenenud seemnetaimikul kasvuregulaatori ja lisa lämmastikväetise kasutamine end ei õigusta.

Tänuavaldused

Artikli autor tänab kolleeg Sirje Suurt abi eest seemnete kvaliteedi määramisel ja kolleeg Sirje Tamme katseandmete statistilisel töötlemisel.

Viidatud kirjandus

- Aamlid T. S. 2003. Effects of trinexapac-ethyl (Moddus) in seed production of eight temperate grasses. – Fifth international herbage seed conference. Catton, Australia 23–26 November 2003, Herbage seeds in the New Millennium. New markets, new products, new opportunities, p. 34.
- Aamlid T. S. 1997a. Nitrogen and moisture inputs to seed crop of timothy (*Phleum pratense* L.) II. Split applications of nitrogen in the seed harvest year. – Journal of Applied Seed Production, volume 15, pp. 5–16.
- Aamlid T. S. 1997b. Towards a model for nitrogen applications to seed crops of timothy (*Phleum pratense* L.) – <http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/1997/2-25-001.pdf>
- Aamlid T. S., Øverland J. I. 2016. Growth regulation with Cycocel 750 or Moddus M after grass weed control with Hussar OD in timothy (*Phleum pratense* L.): effects on seed yield and germination. – NJF seminar 491. Proceedings of the 16th Nordic herbage seed production seminar 20–22 June 2016, Grimstad, Norway, pp. 131–137.
- Anderson N. P., Chastain T. G., Garbacik C. J., Silberstein T. B. 2012. Effect of foliar applications of trinexapac-ethyl plant growth regulator on red clover seed crops. – Seed Production Research Report at Oregon State University, 2012, pp. 10–12.

- Anderson N. P., Monks D. P., Chastain T. G., Rolston M. P., Garbacik C. J., Chunhui Ma, Bell C. W. 2015. Trinexapac-ethyl effects on red clover seed crops in diverse production environments. – *Agronomy Journal* Volume 107, No 3, pp. 951–956.
- Bender A. 2016. Kattevilja agrofooni ja põldtimuti külvisenormi mõju sordi 'Tika' seemnesaagile. – *Agraarteadus*, nr 1, lk 3–11.
- Boelt B., Gislum R. 2010. Seed yield components and their potential interaction in grasses – to what extent does seed weight influence yield? – *Proceedings of the 7th International Herbage Seed Conference*, Dallas, Texas, USA 11–13 April 2010. Ed. by Smith G. R., Evers G. W., Nelson L. R., pp. 109–112.
- Borm G. E. L., Berg W. 2008. Effect of the application rate and time of the growth regulator trinexapac-ethyl in seed crops of *Lolium perenne* L. in relation to spring nitrogen rate. – *Field Crops Research*. Volume 105, Issue 3, pp. 182–192.
- Butler M. D., Affeldt R. P. 2010. Evaluation of Palisade (trinexapac-ethyl) on fifteen Kentucky bluegrass varieties grown for seed in Central Oregon. – *Proceedings of the 7th International Herbage Seed Conference*. Dallas, Texas, USA 11–13 April 2010, pp. 165–167.
- Chynoweth R. J., Rolston M. P., McCloy B. L. 2010. Plant growth regulators: a success story in perennial ryegrass seed crops. – *Agronomy Society of New Zealand. Special Publication No 13/ Grassland Research and Practice Series No 14*, pp. 47–57.
- Griffith S. M. 2000. Changes in dry matter carbohydrate and seed yield resulting from lodging in three temperate grass species. – *Annals of Botany* Volume 85, Issue 5, pp. 675–680.
- Havstad L. T. 2003. Split nitrogen application to seed crops of timothy (*Phleum pratense* L.). – *Herbage Seeds in the New Millennium – New Markets, New Products, New Opportunities*. – *Proceedings fifth International Herbage Seed Conference*, 23–26 November 2003, Gatton, Australia, p. 23.
- Havstad L. T., Aamlid T. S. 2006. Split nitrogen application strategies in seed production of two contrasting cultivars of timothy (*Phleum pratense* L.). – *Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science*, 56, pp. 241–254.
- International Rules for Seed Testing. – *Seed Science and Technology*. 1993. Volume 21. Zürich, Switzerland, 288 p.
- Junnila S. 1998. Moddus 250 EC, the plant growth regulator for timothy seed production. – *NJF Seminar No 284. Seed production* Edited by Tr. S. Aamlid. Sandefjord & Landvik, Norge 29 Juni–1 July 1998, pp. 107–110.
- Junnila S. 2004. Evaluation of Moddus in *Festuca pratensis* L. – *Trial Report 2004*, MTT Agri-food Research Finland, 4 p.
- Kirk Sh., Yoder C., Gauthier T. 2016. A three year study of growth regulator (trinexapac-ethyl) use on red clover seed crops in the Peace River region. – peaceforageseed.ca/pdf/Seed-heads/SH_10_PGR_on_Red_Clover.pdf
- Machač R. 2013. Effects of trinexapac-ethyl (Moddus) in seed crops of eleven temperate grass species in Central European conditions. – In book: *Breeding strategies for sustainable forage and turf grass improvement*. Eds. Barth S. & Milbourne D. Dallas, Texas, USA, pp. 359–363.
- Niemeläinen O., Järvi A. 1995. Effect of nitrogen fertilizer application rate and timing on timothy seed crops in northern Europe. – *Yield and Quality in Herbage Seed Production. Proceedings third International Herbage Seed Conference*. June 18–23 1995. Halle, pp. 221–225.
- Niskanen M. 2011. The effective use of growth regulators and fungicides in seed production of timothy (*Phleum pratense* L.), meadow fescue (*Festuca pratensis* L.) and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). – *NJF seminar No 420. Herbage seed production. Findings from research plots to commercial seed multiplication*. Edited by Markku Niskanen. Ilmajoki, Finland 28–29 June 2011, pp. 72–78.

- Rademacher W. 2000. Growth retardants: effects on gibberellins biosynthesis and other biosynthesis pathways. – Annual Reviews Plant Physiology and Plant Molecular Biology. No 51, pp. 501–531.
- Rolston M. P., Anderson N. P., Chynoweth R. J., Chastain T. G., Kelly M. J., McCloy B. L. 2019. Annual ryegrass seed yield response to trinexapac-ethyl: New Zealand and Oregon. – 10th International Herbage Seed Group Conference, May 12–19, 2019, Oregon State University, Corvallis, Oregon, pp. 33–35.
- Rolston M. P., Archie W. J., Rumball W. 2005. Branched inflorescence perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) – seed yield evaluated in field trials and response to nitrogen and trinexapac-ethyl plant growth regulator. – New Zealand Journal of Agricultural Research, Volume 48, Issue 1, pp. 87–92.
- Rolston M. P., Chynoweth R. J., Trethewey J. A. K., Hilditch A. J., Heslop A. D., McCloy B. L. 2016. Stem shortening plant growth regulators enhance seed yield of annual ryegrass. – Agronomy New Zealand, Volume 46, pp. 1–10.
- Rolston P., Trethewey J., Chynoweth R., McCloy B. 2010. Trinexapac-ethyl delays lodging and increases seed yield in perennial ryegrass seed crops. – New Zealand Journal of Agricultural Research. Volume 53, Issue 4, pp. 403–406.
- Rønningen J. H., Aamlid T. S. 2002. Chemical growth regulation with ‘Moddus’ (trinexapac-ethyl) various grasses for seed production. – https://www.landbrugsinfo.dk/plantravl/afgroeder/.../18_njf_2002.pdf
- Taalas S., Ahvenniemi P., Kari M., Rönkkö A. 2011. Effect of split nitrogen application with fungicide and growth regulator treatment on meadow fescue and timothy seed production. – NJF seminar No 420. Herbage seed production. Findings from research plots to commercial seed multiplication. Edited by Markku Niskanen. Ilmajoki, Finland 28–29 June 2011, pp. 79–81.
- Trethewey J. T., Rolston M. P., Chynoweth R., McCloy B. 2010. Light, lodging and flag leaves - what drives seed yield in ryegrass? – Proceedings of the 7th International Herbage Seed Conference. Dallas, Texas, USA 11–13 April 2010, pp. 104–108.
- Trethewey J. A. K., Rolston M. P., McCloy B. L., Chynoweth R. J. 2016. The plant growth regulator, trinexapac-ethyl, increases seed yield in annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). – New Zealand Journal of Agricultural Research. Volume 59, Issue 2, pp. 113–121.
- Wallenhammar A.-Ch. 1998. Nitrogen fertilization of timothy seed ley (*Phleum pratense* L.). – Seed Production. NJF-Report No 121, Seminar No 284, 29 Juni – 1. Juli 1998. Sandefjord & Landvik, Norge, pp. 83–90.
- Øverland J. I., Aamlid T. S. 2016. Effect of harvest date and drying conditions on germination of timothy seed. – Proceedings of the 16th Nordic Herbage Seed Production Seminar. NJF seminar 491. 20–22 June 2016, Grimstad, Norway, pp. 116–122.
- Young III W. C., Chilcote D. O., Youngberg H. W. 2013. Chemical dwarfing and the response of cool-season grass seed crops to spring-applied nitrogen. – Agronomy Journal, Volume 91, Issue 2, pp. 344–350.
- Young III W. C., Silberstein T. B., Chastain T. G., Garbacik C. J. 2007. Response of creeping red fescue (*Festuca rubra* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) to spring nitrogen fertility and plant growth regulator application in Oregon. – Proceedings of the 6th International Herbage Seed Conference, Gjønnestad, Norway, 18–20 June 2007, pp. 201–205.

Effect of plant growth regulator and additional nitrogen fertilization in spring on the seed yield and seed quality of timothy (*Phleum pratense* L.)

Summary

With the application of plant growth regulator Moddus 250 EC to the seed field of timothy it is possible to shorten the stem height by 6–7% and thus improve the harvest index. Having in mind the seed yield, it is more effective to spray the plant growth regulator once in the beginning of stem elongation with the application rate of 0.8 l ha⁻¹. The plant growth regulator slows down the growth and postpones the optimum harvesting time by a couple of days. The 1000 kernel weight and germination of timothy is not affected by the plant growth regulator, but it can reduce the germination energy of seeds. In addition to the nitrogen fertilizer rate N 70 kg ha⁻¹ that is applied in the beginning of growth in spring, another dose of N 35–52 kg ha⁻¹ may be applied to the timothy stand that is in good condition in the beginning of stem elongation. The use of plant growth regulator and additional nitrogen on a sparse timothy stand is not justified.

KOKKUVÕTE JÕGEVAL LÄBIVIIDUD PÄIDEROO (*Phalaris arundinacea* L.) SEEMNEKASVATUSE KATSETE TULEMUSTEST

ABSTRACT. Reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) is a naturally widespread grass in Estonia, which so far has successfully been used as a dominant species in the stands of cultural meadows on reclaimed alluvial and peat soils. Because of high and stable dry matter yield through years, in the past decades the species has been started to be used in addition to fodder production also as raw material for cellulose and energy production. Compared to other grasses, reed canarygrass is characterized by a moderate and unstable seed yield. In the years 2008–2013 a number of experiments was conducted at the Jõgeva Plant Breeding Institute in order to investigate the effect of seeding rate (4, 6, 8, 10 kg ha⁻¹), row spacing (15, 30, 45, 60 cm), nitrogen fertilizer rate (N 70, 105, 140 kg ha⁻¹) and cutting time of stubble hay (July, October, April) on the seed yield of reed canarygrass. The trial results indicated that when the seed field was established with narrow spacing (15 cm), seeding rate of 4–6 kg ha⁻¹ and nitrogen was applied at the rate of N 140 kg ha⁻¹, the reed canarygrass ‘Pedja’ yielded in the first two years of use up to 430 kg of seed per hectare. In the following years of use the seed yield dropped drastically. It was expedient to cut the stubble hay at the end of the vegetation period (October) or even next spring (April). Besides the seed yield, it was possible to harvest from the trials 5–8 t ha⁻¹ of dry matter the energetic value of which was 140 GJ. The moisture content of straw harvested in July was 14.5–20.3%, of stubble hay harvested in April 14.3–15.2%. The straw of reed canarygrass as well as the stubble hay harvested in April can be used as energy hay, the sales revenue of which made 12% of the total estimated sales revenue.

Keywords: reed canarygrass, seeding rate, row spacing, nitrogen fertilizer, harvest time of stubble hay, seed yield, biofuel.

Sissejuhatus

Päideroog (*Phalaris arundinacea* L.) on Eestis laia levikuga kõrreline, mis kasvab looduslikult jõgede, ojade ja järvede kallastel, ajutiselt üleujutatavatel lamminiitudel. Liik oli põllumajanduslikus tootmises oluline ajal, mil rohusööjate loomade talvine sööt varuti pool-looduslikelt rohumaadelt. 20. sajandi teisest poolest on päideroog kasutusel olnud kultuurniitude rajamisel kuivendatud madalsoo ja lammimuldadel, sest on üks väheseid kõrrelisi aas-rebasesaba, ohtetu püsikluste ja põldtimuti kõrval, mis sealsetes agro-ökoloogilistes tingimustes pikaajalise ja saagika niidutaimiku moodustab. On suure saagipotentsiaaliga. Annab Eestis kaheniitelise kasutuse korral 8–12 t kuivainet hektarilt (Koitjärv, 1987, 1989; Annuk 1992). Eesti taasiseseisvumise järel on Eestis rohusööjate loomade arv (sh veiste) drastiliselt vähenenud, piimalehmade aastatoodang samal ajal aga mitmekordseks tõusnud. Sellega seoses on vähenenud sööda-

vajadus, kuid tõusnud nõuded sööda kvaliteedi osas. Muutunud oludes vähenes tootjate huvi päideroo seemnete järele. Aastatel 1995–2004 ei tunnustatud Eestis koguni ühtki hektarit päideroo seemnepõlde.

Viimastel aastatel on päideroog tõusnud huviorbiiti seoses tema võimaliku kasutamisega biokütusena. Nõudluse kasvuga on kaasnenud liigi seemnekasvatuse pindade suurenemine. 2013. aastal tunnustati Eestis 9 kasvataja juures päideroo seemnepõlde 115 ha, mis moodustas kõrreliste heintaimede tunnustatud seemnepõldude kogupindalast 11,6%. 2012/13 hooajal sertifitseeriti 23,9 t päideroo seemet.

Liigi saagivõimet ja saagi kvaliteeti ning neid mõjutavaid tegureid on Eestis söödatootmise seisukohast lähtudes pikka aega uuritud, kuid seemnekasvatuse agrotehnikat peaaegu mitte. Agronoomilistes teatmeteostes soovitatakse seemnepõld rajada laiarealises külvis külvisenormiga 6–12 kg ha⁻¹ (Korjus, 1958; Rand, 1992), niidutaimikute rajamisel on soovitatav puhaskülvinorm 15 kg ha⁻¹ (Adojaan, 1964). Laia reavahe vajalikkust seemnepõllul põhjendatakse liigi võimela levida võsunditega. Päideroo seemnesaagi kohta on eestikeelses kirjanduses andmeid vähe, enamasti on saaginumbreid tagasihoidlikud – 80–200 kg ha⁻¹ (Rand, 1992). Samasse suurusjärku jäävad selle liigi seemnesaagid ka naabermaades: Soomes 86–304 kg ha⁻¹, nelja aasta keskmine seemnesaak 100 kg ha⁻¹ (Pahkala *et al.*, 2005), Norras 265 kg ha⁻¹ (Aamlid, Havstad, 2011), Lätis 200–300 kg ha⁻¹ (Guide book..., 2008).

Päideroogu peetakse Eestis jt põhjamaades üheks kõige saagirikkamaks heintaimeliigiks. Tal on väga hästi väljaarenenud juurekava. Teise kasvuaasta lõpuks on päiderool juurte ja võsundite näol enam kui 50% kogu biomassist muldas (Kätterer, Andren, 1999). Tugev juurekava tagab teiste liikidega võrreldes sellel liigil aastate lõikes kõige stabiilsema kuivainesaagi. Samas täheldatakse päideroo seemnesaagi ebastabiilsust aastate lõikes (Østrem, 1988; Sahramaa, Hömmö, 2000; Sahramaa *et al.*, 2002; Pahkala *et al.*, 2005). Liigi puuduseks võib lugeda seemnete ebaühtlast valmimist ja valminud seemne varisemist. Varisemiskadu võib küündida isegi 90%-ni (Hermann, 1975; Sahramaa, Hömmö, 2000).

Eestis oli uue aastatuhande algul 286 000 ha kasutamata põllumaad (Astover *et al.*, 2007). Võsastumise ärahoidmiseks peeti õigeks neid alasid kasutusele võtta bioenergia tootmise eesmärgil. Päideroog, kui potentsiaalne energiakultuur, pakub selleks ühe võimaluse. Kasvataval lihtsustuks ka sortide valik, sest poleks vaja jälgida alkaloidide sisaldust, mis teatavasti on takistuseks päideroo söödaks kasutamisel (Østrem, 1987). Kasvupindade laiendamine eeldab liigi kodumaist seemnekasvatust. 2008. aastal rajati Eesti Taimakasvatuse Instituudis põldkatted, mille eesmärgiks oli täpsustada päideroo seemnekasvatuse agrotehnika üksikasju. Selgitati reavahelaiuse, külvisenormi ja lämmastikväetise normi mõju seemnesaagile 4 kasutusaasta jooksul. Uuriti samuti kontsheina niitmisaegu ja võimalust ühildada päideroo seemnekasvatust energiaheina tootmisega.

Katsematerjal ja meetodika

Päideroo seemnekasvatuse katsed rajati 2008. aasta mais eelneval aastal mustkesas hoitud põllule. Katsed paiknesid leostunud mullal (K_0), mille agrokeemilised näitajad katse rajamisel olid: pH_{KCl} 5,8, P 27, K 67, Ca 2150, Mg 159 $mg\ kg^{-1}$ ja C_{org} 2,4%. Rajamise eel sai katseala mineraalväetisi normiga P 19, K 67 $kg\ ha^{-1}$. Fosfor-kaaliväetisi hiljem ei kasutatud. Lämmastikväetist anti rajamisaastal külvielse mullaharimise alla normiga N 70 $kg\ ha^{-1}$, saagiaastal normiga N 70 $kg\ ha^{-1}$ nädal pärast kasvuperioodi algust ja normiga N 70 $kg\ ha^{-1}$ pärast seemnesaagi koristamist. Lämmastikväetise kasutamist selgitavas katses toimiti vastavalt katseplaanile. Väetised külvati külvikuga Hege 33. Katsed külvati kitsarealiselt külvikuga Hege 80 külvisenormiga 6 $kg\ 100\%$ -lise külviväärusega seemet ha-le, va reavahe laiusi käsitlevas katses, kus kasutati laia reavahega (30, 45 ja 60 cm) variantides külvikut Hege 90-1. Kõik katsed viidi läbi neljas korduses, katsealade asetused randomiseeritud. Külviaastal pritsiti katseala umbrohtude tõrjeks herbitsiidiga MCPA 750, preparaadi kulunorm 1,0 l ha^{-1} . Pritsimise ajal olid päideroo taimed 2–4 lehe faasis. Pritsimisest kasvumajäänud umbrohtude nõrgestamiseks niideti katseala üks kord motorrobotiga MF 70 15 cm kõrguselt. Külviaasta taimik niideti ja koristati vegetatsiooniperioodi lõppedes 10 cm kõrguselt. Saak määrati kombainiga Hege 212. Saagiaastal mõõdeti seemnetaimikute kõrgust päideroo õitsemise ajal, korduste arv variandi kohta 16. Seemnesaak koristati kombainiga Hege 140 (foto 1) kahefaasiliselt: I faas,



kui kergel pöörise raputamisel ilmnesid seemnete varisemise nähud, II faas 6–7 päeva hiljem. Põhk kaaluti. Seemnesaak kuivatati dineesenkuivatis ja puhastati Kamas-Westrupi firma laboratorsete masinatega. Laboratooriumis määrati seemnete 1000 seemne mass ja 6 kuud pärast koristamist idanevus. Tüü kõrgus koristamisel 60–65 cm. Kontshein koristati haljasmassi katsekombainiga Hege 212 2009. aastal oktoobris, aastatel 2011, 2012 aprillis, 2013. aastal mai algul. Katses, kus uuriti kontsheina niitmisaja mõju päideroo seemnesaagile, toimiti vastavalt katseplaanile. Põhul

Foto 1. Päideroo seemnesaagi koristamine kombainiga Hege 140

Photo 1. Harvesting of seed yield of reed canarygrass with the combine Hege 140

ja kontsheinal määrati niiskusesisaldus, mille põhjal arvutati kuivainesaadid. Külviaasta haljasmassi, kombaini põhu ja eri aegadel koristatud kontsheina biokeemilised analüüsid on tehtud Põllumajandusuuringute Keskuse laboratooriumis, lehe-varre analüüsid aga Jõgeval.

Päideroo seemnepõllu rajamisaasta ja saagiaasta masinakulude arvutamisel on kasutatud Eesti Maaviljeluse Instituudis väljatöötatud algoritme (Masinakulude algoritmid, 2012).

Katsed viidi läbi sordiga 'Pedja'.

Külviaasta (2008) vegetatsiooniperiood oli jahedapoolne, sademeterohke (eriti juuni ja august), päideroo külvide tärkamiseks ja arenguks väga soodne. Esimene saagiaasta (2009) oli nii õhutemperatuurilt kui sademete hulgal ja jaotuselt paljude aastate keskmisele lähedane. Aastate 2010 ja 2011 vegetatsiooniperioodid olid paljude aastate keskmisest kõrgema õhutemperatuuriga ja põuased. Neil aastail olid ilmastikuolud soodsad seemnesaagi küpsemiseks ja koristamiseks, kuid suve II poolel põhjustas põud taimekasvus seisakut, mis võis negatiivselt mõjutada järgmise aasta seemnesaaki. 2012. aasta oli temperatuurilt paljude aastate keskmisele lähedane, tavalisest sajusema juuni (110 mm) ja augustiga (130 mm). Talved katsete läbiviimise ajal olid Jõgeval lumerohked. Lumikatte paksuseks mõõdeti üle 30 cm, talvel 2010/2011 koguni üle 50 cm.

Katseandmete statistilisel töötlemisel on kasutatud arvutiprogrammi AGROBASE 20™.

Katsetulemused ja arutelu

Külvisenormi katse

Kitsarealiselt rajatud külvisenormi katses saime esimesel kasutusaastal esimesel kombainimisel seemnesaadid vahemikus 213,6–311,4 kg ha⁻¹ teine läbipeks andis saagilisa 46,3–74,3 kg ha⁻¹ (tabel 1). Ülejäänud külvisenormi variantidest usutavalt suurema seemnesaagi nii esimeses kui teises koristusfaasis andis väikseima külvisenormiga (4 kg ha⁻¹) rajatud katsevariant. Külvisenormi suurendamine 2 kg ha⁻¹ võrra vähendas esimese kasutusaasta seemnesaaki 13,8%, edasine suurendamine veel 2 kg ha⁻¹ võrra omakorda 18,8%.

Kõrrelistel mõjutab külvisenorm taimiku tihedust peamiselt rajamisaastal ja esimesel kasutusaastal. Hiljem võrsumine ühtlustab kord-korralt rajamisel külvisenormiga saavutatud erinevused taimiku tiheduses. Sama tendents ilmnes ka meie katseandmetes. Kuigi jätkuvalt andis kõige kõrgema seemnesaagi väikseima külvisenormiga külvatud katsevariant, olid variantidevahelised erinevused seemnesaadis teiseks kasutusaastaks märgatavalt ühtlustunud. Katseviiga arvesse võttes erines ülejäänutest vaid külvisenormiga 10 kg ha⁻¹ rajatud variant, mille seemnesaak oli 23,9% madalam külvisenormiga 4 kg ha⁻¹ rajatud variantist. Teisel läbipeksumisel saadud seemnesaadid (58,1–63,6 kg ha⁻¹) olid teisel kasutusaastal katseviiga arvestades võrdsed.

Tabel 1. Külvisenormi mõju päideroo seemnesaagile ja 1000 seemne massile kitsarealise külvi korral
Table 1. Effect of seeding rate on the seed yield and 1000 seed weight of reed canarygrass

Külvisenorm Seeding rate kg ha ⁻¹	Taimede kõrgus Plant height cm		Seemnesaak, kg ha ⁻¹ Seed yield, kg ha ⁻¹		1000 seemne mass, g 1000 seed weight, g		
	I faas	II faas	I + II faas	%	I faas	II faas	
	2009						
4	183	311,4	74,2	100	1,128	0,974	
6	180	274,3	58,0	86,2	1,116	0,970	
8	178	213,6	46,3	67,4	1,122	0,980	
10	183	220,7	48,6	69,8	1,120	0,980	
<i>LSD 0,05</i>	5	33,3	10,0		0,012	0,03	
	2010						
4	189	409,7	58,1	100	1,110	1,011	
6	182	394,5	59,7	97,1	1,108	1,011	
8	181	364,4	63,6	91,5	1,104	1,004	
10	181	297,9	58,3	76,1	1,114	1,018	
<i>LSD 0,05</i>	7	44,9	9,2		0,026	0,018	

Tabel I järg. Külvisenormi mõju päideroo seemnesaagile ja 1000 seemne massile kitsarealise külvi korral
 Table 1 cont. Effect of seeding rate on the seed yield and 1000 seed weight of reed canarygrass

Külvisenorm Seeding rate kg ha ⁻¹	Taimede kõrgus Plant height		Seemnesaak, kg ha ⁻¹ Seed yield, kg ha ⁻¹			1000 seemne mass, g 1000 seed weight, g	
	cm	I faas	I + II faas		%	I faas	II faas
			II faas	I + II faas			
			2011				
4	182	69,3	29,5	98,8	100	1,015	0,948
6	180	48,1	22,6	70,7	71,5	1,053	0,933
8	181	36,6	20,0	56,6	57,3	0,975	0,943
10	176	23,9	16,9	40,8	41,3	0,960	0,890
LSD 0,05	8	13,1	7	17,3		0,107	0,031
			2012				
4	170	95,2	17,2	112,4	100	0,734	0,686
6	165	67,3	14,5	81,8	72,8	0,709	0,699
8	166	38,2	12,4	50,6	45,0	0,732	0,704
10	160	53,3	12,2	65,4	58,2	0,742	0,705
LSD 0,05	7,4	13	4,4	15,6		0,049	0,074

Kolmandal saagiaastal (2011) moodustas päideroog generatiivvõrseid vähe kõigis läbiviidavates katsetes kõigis uuritavates variantides. Külvisenormi katses jäid kahefaasiliselt koristatud seemnesaagid kõigis variantides alla 100 kg ha⁻¹. Enam-vähem samasse suurusjärku jäid seemnesaagid ka neljandal saagiaastal.

Kasutatud külvisenormid päideroo 1000 seemne massi ei mõjutanud. Teises faasis koristatud seemne 1000 tera mass oli ootuspäraselt väiksem võrreldes esimesel läbipekkmisel saadud seemnega – vahe 0,10–0,15 g. Generatiivvõrsete hõreda seisu tõttu eeldasime kolmandal saagiaastal varasemate saagiaastatega võrreldes suuremat 1000 tera massi, kuid katseandmed näitasid vastupidist. Kordustevahelised suured erinevused suurendasid piirdiferentsi väärtust – eriti esimese faasi saagi 1000 tera massides. Neljanda kasutusaasta seeme oli varasemate aastatega võrreldes 0,2–0,3 g kergem.

Kasutatud külvisenormid mõjutasid päideroo generatiivvõrsete pikkust vähe. Paljude üksikmõõtmiste keskmisena oli see üsna ühetaoline ja küündis kolmel esimesel saagiaastal 180–190 cm-ni, neljandal kasutusaastal jäid generatiivvõrseid 20 cm võrra madalamaks. Tegelikult on päideroo generatiivvõrsete keskmist kõrgust määrata keerukas, sest võrsete kõrgus varieerub väga suures vahemikus – erinevus kõrguses võib küündida kuni 1 m-ni.

Katsetulemusi kokku võttes võib nentida, et kõige suurema seemnesaagi andis päideroog külvisenormi variandis 4 kg ha⁻¹ ja seda kõigil neljal taimiku kasutusaastal. Kasutades seemnepõldu kahel saagiaastal, saadi selles parimaks osutunud variandis keskmiseks seemnesaagiks 427 kg ha⁻¹, kasutades seemnepõldu kolm aastat, saadi aastate keskmisena 317 kg seemet hektarilt. Seemnepõllu jätmise neljandaks aastaks vähendas nelja aasta keskmist seemnesaaki 170 kg-ni hektarilt.

Külvisenormi suurendamine ei suurendanud mitte ainult seemnepõllu rajamiskulusid vaid vähendas usutavalt ka seemnesaaki.

Kirjanduse andmeil soovitatakse naabermaades päideroo seemnepõlde rajada üsna erinevate külvisenormidega. Lätis soovitatakse laiarealise (60 cm) külvi korral külvisenormi 10–12 kg ha⁻¹ (Guide Book..., 2008), Loode-Venemaal kitsarealiselt külvates 4,8 kg ha⁻¹ (Lepkovitch *et al.*, 1995), Soomes on seemnesaagi katsed külvatud kitsarealiselt normiga 11,8 kg ha⁻¹ (Sahramaa, Hömmö, 2000), Norras soovitatakse normi 3–6 kg ha⁻¹ (Aamlid, Havstad, 2012). Madalamat külvisenormi soovitatakse kasutada, kui niiskusolud seemnete idanemiseks on head. Norras külvatakse päideroo seemnepõld kitsarealiselt või üle rea (reavahe siis 25–30 cm). Ülerea külvi korral saab tavakülvikuga paremini ja ühtlasemalt väikesi külvisenorme välja külvata. Eestis on varasemal ajal rajatud päideroo seemnepõlde laiarealiselt külvisenormiga 8–12 kg ha⁻¹ (Korjus, 1964).

Reavahe laiuse katse

Reavahe laius vahemikus 15–45 cm esimesel kasutusaastal seemnesaaki usutavalt ei mõjutanud (tabel 2). Võrreldes kitsarealise külviga olid saaginumb-

rid 4,4% paremad variandis, kus külvati 45 cm reavahega. Vaid 60 cm reavahe vähendas usutavalt seemnesaaki. Teisel kasutusaastal andis teistest variantidest usutavalt kõrgema seemnesaagi kitsarealine külv. Ka teisel kasutusaastal jäi seemnesaak kõige tagasihoidlikumaks reavahe korral 60 cm. Kolmanda kasutusaasta seemnesaak jäi kõigi reavahe variantide puhul sedavõrd madalaks, et

Tabel 2. Reavahelaiuse mõju päideroo seemnesaagile ja 1000 seemne massile
 Table 2. Effect of row spacing on the seed yield and 1000 seed weight of reed canarygrass

Rea vahe <i>Row spacing</i> cm	Taimede kõrgus <i>Plant height</i> cm	Seemnesaak, kg ha ⁻¹ <i>Seed yield, kg ha⁻¹</i>				1000 seemne mass, g <i>1000 seed weight, g</i>	
		I faas	II faas	I+II faas	%	I faas	II faas
2009							
15	191	324,3	80,4	404,7	100	1,152	0,968
30	187	323,0	83,2	406,1	100,4	1,115	0,930
45	193	335,4	87,1	422,6	104,4	1,119	0,946
60	197	282,3	73,1	355,4	87,8	1,108	0,955
<i>LSD 0,05</i>	6	25,2	10,4	18,9		0,030	0,016
2010							
15	189	322,8	32,0	354,8	100	1,122	1,027
30	177	284,1	30,2	314,1	88,5	1,115	1,031
45	176	295,8	31,5	327,3	92,2	1,109	1,020
60	180	273,8	30,4	304,2	85,7	1,086	0,998
<i>LSD 0,05</i>	8	14,9	4,6	16,8		0,017	0,032
2011							
15	183	35,5	13,5	49,0	100	1,078	0,880
30	180	29,5	11,7	41,2	84,1	1,068	0,925
45	182	30,2	14,4	44,6	91,0	1,058	0,945
60	186	26,8	14,7	41,5	84,7	1,100	0,945
<i>LSD 0,05</i>	11	5	2,5	3,7		0,129	0,038
2012							
15	170	89,4	15,6	105,0	100	0,742	0,664
30	168	74,9	14,8	89,7	85,4	0,731	0,719
45	177	79,3	19,6	98,9	94,2	0,774	0,725
60	170	84,7	14,2	98,9	94,2	0,723	0,702
<i>LSD 0,05</i>	7,1	29,9	2,8	31,5		0,041	0,047

tootmises vaevalt oleks kombainiga koristamine end majanduslikult õigustanud. Ka neljandaks kasutusaastaks olukord ei paranenud – generatiivvõrseid moodustus vähe ja seemnesaak jäi väikeseks.

Katse tulemustele tuginedes võime väita, et päideroo seemnepõldu võib rajada edukalt ka kitsarealises külvis. Saaginäitajatelt osutus just see variant kõige saagikamaks. Kasutades nii rajatud seemnepõldu kahel kasutusaastal saime keskmiseks seemnesaagiks 380 kg ha⁻¹. Jättes seemnepõllu kolmandaks saagiaastaks, langes aastate keskmine seemnesaak 269 kg-ni ha⁻¹, neljanda saagiaasta järel aga 228 kg-ni hektarilt.

Reavahelaiusest tingitud muutusi päideroo generatiivvõrsete kõrguses ei täheldatud. Selles katses võis täheldada kitsarealise külvi variandis kõrgemat 1000 tera massi, mis oli märgatav esimese koristusaja saagis.

Nagu külvisenormi katse juures juba eelpool märgitud leiab naabermaade erialakirjandusest päideroo seemnepõllu reavahelaiuse kohta erinevaid soovitusi. Vanemas kirjanduses soovitatakse päideroo seemnepõld külvata laiarealiselt, uuemas kirjanduses aga domineerivalt kitsarealises külvis. Soovituste muutumist ajas võivad põhjustada kaks asjaolu:

1) ajal, mil heinaseemnekasvatuses kasutati vähe herbitsiide oli ainuvõimalus laia reavahega rajatud põllul umbrohtude üle kontrolli saavutada mehaaniliste umbrohutõrje võtetega;

2) varem peeti päideroo seemnepõldu 6–8 kasutusaastat, nüüd ei võimalda seadused tunnustada sama kategooria paljundust üle kolme kasutusaasta. Laia reavahega rajatud põllu eelis võis ilmneda vanematel kasutusaastatel.

Lai reavahe õigustab end olukorras, kus seemet põllu rajamiseks on vähe, taotletakse aga kõrget paljunduskoefitsienti.

Lämmastikväetise katse

Katseandmete jälgimiseks tabelis 3 on otstarbekaks meetodika osas toodule lisada järgmist. Põldkatse rajamisel anti külvieelselt lämmastikku variantides 1–3 normiga N 35 kg ha⁻¹, variandis 4 aga normiga N 70 kg ha⁻¹. Nädal pärast keemilist umbrohutõrjet (päideroo taimedel 3–4 lehte) anti teist korda lämmastikku. Variantides 1 ja 2 normiga N 35 kg ha⁻¹, variantides 3 ja 4 normiga N 70 kg ha⁻¹. Variandis 2 anti kaks nädalat hiljem veel kolmaski kord lämmastikku normiga N 35 kg ha⁻¹. Kokku sai rajamisaastal variant 1 lämmastikku 70, variandid 2 ja 3 105 ning variant 4 140 kg ha⁻¹.

Saagiaastate kevadel väetati katsevariante nädal pärast vegetatsiooni algust. Siis said variandid 1 ja 2 lämmastikku normiga N 35, variandid 3 ja 4 aga normiga N 70 kg ha⁻¹. Variant 2 sai kõrsumise algul veel täiendava koguse lämmastikku, norm N 35 kg ha⁻¹. Pärast seemnesaagi koristamist anti juulis kontsheinale variantides 1–3 lämmastikku normiga N 35 kg ha⁻¹, variandis 4 aga normiga N 70 kg ha⁻¹.

Tabel 3. Lämmastikväetise normi mõju päideroo seemnesaagile ja 1000 seemne massile

Table 3. Effect of nitrogen fertilizer on the seed yield and 1000 seed weight of reed canarygrass

N Variant	Taimede kõrgus <i>Plant height</i> cm	Seemnesaak, kg ha ⁻¹ <i>Seed yield, kg ha⁻¹</i>				1000 seemne mass, g <i>1000 seed weight, g</i>	
		I faas	II faas	I+II faas	%	I faas	II faas
2009							
35+35	176	209,0	47,1	256,1	100	1,115	0,987
35+2x35	182	241,1	60,0	301,1	117,6	1,114	1,000
35+70	180	258,7	60,0	318,6	124,4	1,125	0,995
70+70	179	355,6	78,7	434,3	169,6	1,127	0,985
<i>LSD 0,05</i>	5	27,7	8,4	28,7		0,013	0,029
2010							
35+35	183	241,0	37,1	278,1	100	1,146	0,980
35+2x35	179	255,9	39,5	335,3	120,6	1,119	0,978
35+70	179	311,1	40,9	352,0	126,6	1,108	0,966
70+70	181	349,3	46,8	396,1	142,4	1,128	0,990
<i>LSD 0,05</i>	7,4	28,2	5,5	32,2		0,021	0,022
2011							
35+35	182	17,9	9,7	27,6	100	0,948	0,820
35+2x35	178	20,7	10,1	50,8	184,1	0,883	0,895
35+70	182	36,3	18,9	55,2	200,0	0,965	0,865
70+70	179	36,2	24,3	60,5	219,2	0,895	0,900
<i>LSD 0,05</i>	6	4,8	4	6,1		0,045	0,029
2012							
35+35	180	68,7	13,8	82,5	100	0,983	0,896
35+2x35	178	104,5	17,1	121,6	147,4	0,991	0,878
35+70	181	115,3	17,1	132,4	160,5	0,994	0,914
70+70	182	142,8	18,6	161,4	195,6	1,011	0,916
<i>LSD 0,05</i>	7,1	13,1	6,6	16,5		0,026	0,024

Seemnesaagi andmed näitavad, et päideroog on lämmastikunõudlik liik, millele 200 kg ha⁻¹ ammooniumsalpeetrit rajamis- ja seemnesaagiaastal on liiga vähe ega võimalda liigi seemnesaagivõimel täielikult avalduda. Kevadine kasvu algul antud topelt lämmastikuannus (N 70) tõstis kahel esimesel kasutusaastal seemne-

saaki 24,4 ja 26,6%, seega veerandi võrra (tabel 3). Kolmandal ja neljandal saagiaastal oli saagitõus veelgi suurem, kuigi kogu katse ulatuses oli saagitase juba märgatavalt langenud. Saagiaasta kevadine lämmastikväetise jaotatud andmine (N 35+35) võrreldes sama koguse ühekordse andmisega end ei õigustanud. Seemnesaaki see ei suurendanud, pigem vastupidi – vähendas. Erinevus variantide 2 ja 3 saaginumbrites jäi siiski katsevea piiresse. Usutavalt kõige kõrgema seemnesaagi andis katses variant 4, kus kevadkasvu algul anti 200 kg ammooniumsalpeetrit ja seemnesaagi koristamise järel veelkord 200 kg ammooniumsalpeetrit hektarile. Võrreldes variandiga 1, kus päideroo seemnetaimik sai poole vähem lämmastikku, andis variant 4 esimesel kahel saagiaastal seemet vastavalt 69,6% ja 42,4% rohkem, kolmandal ja neljandal saagiaastal aga seemnesaak tugevama väetamisega kahekordistus.

Seemnetaimiku kõrgusele ja seisukindlusele kasutatud lämmastikukogused mõju ei avaldanud. Seemnete 1000 seemne massis kasutatud lämmastiku normid kindlasuunalisi muutusi esile ei kutsunud. Küll oli märgata katseastate mõju sellele näitajale. Kahel esimesel saagiaastal oli see näit katsevariantides läbivalt kõrgem: esimese koristusfaasis üle 1 g, teises koristusfaasis pisut alla selle piiri. Kolmandal ja neljandal saagiaastal oli kõigis väetusvariantides mõlemas koristusfaasis 1000 seemne mass alla 1 g. Erinevus variantide ja korduste vahel oli suurem, mis suurendas ka piirdiferentsi määra.

Norras soovitatakse päideroo seemnepõllule märgatavalt kõrgemaid lämmastikunorme. Saagiaasta kevadel soovitatakse anda lämmastikku normiga N 80–100 kg ha⁻¹ ja sama kogus ka pärast seemne koristamist. Keskmise seemnesaak on seal seejuures 260 kg ha⁻¹ (Aamlid, Havstad, 2011). Lätis soovitatakse seemnepõllu rajamisel anda lämmastikku normiga N 70 kg ha⁻¹, saagiaasta kevadel aga normiga N 100 kg ha⁻¹. Aastate keskmine seemnesaak Lätis jääb vahemikku 200–300 kg ha⁻¹ (Guide Book..., 2008). Meie katses andis päideroog variandis 4 (N 70 + N 70 kg ha⁻¹) kahe esimese saagiaasta keskmisena 415 kg, kolme saagiaasta keskmisena 297 kg ja nelja saagiaasta keskmisena 263 kg seemet hektarilt.

Kontsheina niitmisaja mõju päideroo seemnesaagile

Päideroo taimiku kõrgus seemne küpsemise ajal küünib esimestel kasutusaastatel kahe meetrini. Päideroo seemnete küpsemisel kolletub ainult pöörise ja pöörise alune kõrre osa. Kõrre basaalsel osal paiknevad lehed jäävad rohelisteks sügiseni. Kombineeritud jääb põllule 60–65 cm kõrgune konts (foto 2), mis selle liigi puhul soovitatakse jätta kasvama sügiseni. Kontshein koristatakse tootmispraktikas alles vegetatsiooniperioodi lõpul.

Päideroo kontsule jäänud kõrresõlme meristemkude säilitab aktiivsuse, sinna moodustub suve teisel poolel kimp võrseid (foto 3). Taimiku lamandumise korral võivad kõrresõlmest areneda ka juured (Hovin *et al.*, 1973). Kontsheina käsitlemisvõimaluste selgitamiseks korraldati Jõgeval eraldi katse.



Foto 2. Kombainimisel jäeti 60–65 cm kõrgune konts kasvama

Photo 2. At combine harvesting a 60–65 cm high stubble was left to grow



Foto 3. Päideroo kõrre-sõlmede meristeem on aktiivne. Suve teisel poolel kasvab niitmisel säilinud ülemisest kõrre-sõlmest välja kimp noori võrseid.

Photo 3. The meristem of stem nodes is active in reed canarygrass. In the second half of summer new shoots are emerging from the upper stem node preserved during cutting

Külviaastal väetati kogu katseala lämmastikuga ühtlaselt: külvi eel normiga N 70 kg ha⁻¹ ja nädal pärast herbitsiid MCPA 750 kasutamist (norm 1,0 l ha⁻¹) veelkord normiga N 70 kg ha⁻¹. Esimese saagiaasta (2009) kevadel sai katseala veelkord lämmastikku normiga N 70 kg ha⁻¹. Seemnesaak koristati juulis ja saadi 399,9 e 400 kg seemet hektarilt (tabel 4). Edasi rakendati erinevaid kontsheina niiteaegu ja lämmastikväetise norme. Juulis ja oktoobris niidetud kontsheina variante võrreldi kahel lämmastikväetise foonil: N 35 ja N 70 kg ha⁻¹ antuna juulis. Kevadel said kõik variandid võrdselt lämmastikväetist normiga N 70 kg ha⁻¹.

Kontshein niideti mõlemal ajal 10 cm kõrguselt. Ühes variandis jäeti kontshein üldse sügisel niitmata ja niideti see hoopis kevadel aprillis, kui muld oli juba tahenenud, kuid taimekasv ei olnud veel alanud (foto 4).

Tabel 4. Kontsheina niitmisaja mõju päideroo seemnesaagile
 Table 4. Effect of cutting time of stubble hay on the seed yield of reed canarygrass

Niitmisaaeg Cutting time	N variant	Seemnesaak, kg ha ⁻¹ / Seed yield kg ha ⁻¹								
		2009		2010		2011				
		I faas	II faas	Kokku	%	I faas	II faas	Kokku	%	
Juuli	N 35+N 70	400	266,5	32,4	298,9	100	45,3	7,8	53,1	100
Oktoober	N 35+N 70	400	299,4	33,4	332,8	111,3	64,1	9,6	73,7	138,8
Juuli	N 70+N 70	400	277,5	32,0	309,5	103,5	60,1	7,1	67,2	126,6
Oktoober	N 70+N 70	400	299,1	31,8	330,9	110,7	79,2	12,3	91,5	172,3
Aprill	N 70+N 70	400	319,7	34,5	354,2	118,5	99,4	13,2	112,6	212,1
LSD 0,05			38,2	9,2	25,1		18,2	5	13,5	



Foto 4. Kongsheina niitmisaegade katse. Kombain Hege 212 koristab kongsheina aprillis. Kahel pool koristatavat lappi on variant, millelt kongshein koristati oktoobris

Photo 4. Trial of cutting dates of stubble. The combine Hege 212 is harvesting stubble in April. The plot to be harvested is surrounded at both sides by the variant in which stubble was harvested in October

Tabelis 4 toodud katsetulemustes leidis kinnitust seisukoht, et juulis pole otstarbekas päideroo kongsheina maha niita. Järgmise aasta seemnesaak vähenes. Ületalve põllule jäetud kõrtevaene ädal lamandus ega olnud kevadel energiaheinaks koristatav (foto 5). Niitmisjärgne tugevam lämmastikuga väetamine juulis tõstis küll järgmise aasta seemnesaaki, kuid mitte tasemeni, mis saavutati katsetes kongsheina oktoobris niites. Hästi mõjus seemnesaagile kongsheina pidamine põllul ületalve. Just selles variandis saadi kõige paremad katsetulemused.

Koristades seemet kahel saagiaastal saime keskmiseks seemnesaagiks 377 kg, jätkates katset kolmandalgi saagiaastal, saadi aastate keskmiseks seemnesaagiks 289 kg ha⁻¹.

Katsetest laekunud päideroo seemnete idanevusega probleeme ei esinenud. Pool aastat pärast koristamist (jaanuaris-veebuaris) oli nende idanevus esimese koristusfaasi seemnel 83–85%, II faasi seemnel 79–82%. Katsevariandid seemnete idanevust ei mõjutanud.

Päideroo seemnepõllul külviaastal kasvanud haljasmassi ja saagiaastate kongsheina kvaliteediomadused sõltuvalt koristusajast. Kõrvalsaaduste kasutamisvõimalused

Päideroo seemnekasvatusega kaasneb toodetud seemnele lisaks külviaasta sügisel koristatav haljasmass ja saagiaastal kombainimisest põllule jääv põhk ning kongshein. Kõik need on soovitatav põllult ära koristada ja võimalusel neile leida otstarbekas rakendus. Kui seemnekasvataja tegeleb taimekasvatuse kõrval



Foto 5. Kontsheina niitmisaegade katse. Keskel variant, kus kontshein hoiti põllul kevadeni. Kahel pool variant, kus kontshein koristati juulis pärast seemne koristamist. Suve teisel poolel moodustunud ädal on talve jooksul täielikult lamandunud.

Photo 5. Trial of cutting dates of stubble. In the centre there is a variant in which stubble harvest was postponed till spring. At both sides there is a variant in which stubble was harvested in July after the seed harvest. The aftermath grown in the second half of summer has been completely lodged during winter

ka loomakasvatusega, on võimalus vähemalt osa kõrvaltoodangust ära kasutada loomasöödana. Hinnates päideroo seemnekasvatuse kõrvalsaadusi biokeemiliste omaduste põhjal (tabel 5), sobib söödaks kõige paremini külviaasta oktoobris koristatav haljasmass. Selle kuivaine arvestuslik seeduvus oli 71,8%, söödaväärtus 139 ühikut. Tagasihoidliku toorproteiinisisalduse (9,83%) tõttu ei ole niisugune sööt sobiv kõrgetoodangulisele piimakarjale, kuid on kasutatav liha-veiste söödana (Tamm, 2005). Kombaini põhk on söödana vähem väärt (kuivaine seeduvus 61,7%, relatiivne söödaväärtus 93 ühikut, toorproteiinisisaldus 9,18%), võib aga leida rakendust allapanuna. Kontsheina väärtus on nii juulis kui oktoobris koristades madala söödaväärtusega koosnedes põhiliselt puitunud kõrte basaalseist osadest. Lehtede osa on massis vaid pisut kõrgem oktoobris, seda suve teisel poolel kasvanud ädala arvel. Kontsheina koristamine juulis ei ole järgmise aasta seemnesaagi moodustumise seisukohalt otstarbekas, kuid vegetatsiooniperioodi lõpul tuleb kontshein ikkagi koristada vaatamata sellele, et talle õiget rakendust pole. Sobib see vaid biogaasijaama koos riknenud silo ja muude tootmisjääkidega.

Kui seemnekasvataja loomakasvatusega ei tegele, peab ta leidma kõrvalsaadustele mingi ratsionaalse, kasuliku rakenduse. Üheks võimaluseks on toota

Tabel 5. Päideroo seemnekasvatusega kaasnevate kõrvalsaaduste kvaliteedinäitajad
 Table 5. Quality indices of the by-products of reed canarygrass seed production

Koristusaeg Harvest time	Lehed Leaves %	Varred Stems %	Umbrohi Weeds %	TP %	ADF	NDF	K %	Toortuhk KA-s, % Ash, %
1 Haljasmass (2008) sügisel Green mass (2008) autumn	58,7	36,8	4,5	9,83	29,1	48,08	1,43	10,62
2 Kombaini põhk 14.07.11 Combine straw 14.07.11	54,4	38,8	6,9	9,18	34,86	61,74	1,52	5,46
3 Kontshein 18.07.11 Stubble hay 18.07.11	30	62,0	8,0	5,85	41,43	64,18	0,948	5,14
4 Kontshein 10.10.11 Stubble hay 10.10.11	41,9	54,4	3,8	7,72	43,82	65,28	0,766	6,36
5 Kontshein 12.04.12 Stubble hay 12.04.12	16,9	83,1					0,181	4,87

päideroo seemnepõllult energiaheina. Kuna selle liigi seeme valmib juuli II dekaadis, so ajal, mil Eestis on ilmastikutingimused üldjuhul heina kuivatamiseks kõige sobivamad, võib päideroo kombaini põhu pallida ja müüa energiaheinaks. Suvel koristatud põhu puuduseks loetakse suhteliselt kõrget kaaliumi- ja tuhasisaldust.

Nagu Jõgeval läbiviidud katse tõestas, on kontsheina võimalik koristada ka kevadel so ajal, mil lumikate on sulanud ja maa tahenenud sedavõrd, et kannab koristusmasinaid. Võrreldes oktoobrikuise koristamisajaga on kontsheina kevadisel koristamisel rida eeliseid.

1) Talve ja varakevade jooksul on kontshein kuivanud sedavõrd, et koristada saab massi, mille niiskusesisaldus on alla 20%. Taoline hein on ilma täiendava kuivatamiseta põletusainena kasutatav.

2) Talve jooksul on taimede maapealsetest osadest toitained liikunud maaalustesse võsunditesse ja juurtesse. Sellega seoses ei viida neid saagiga põllult ära, seemnepõllu väetamisvajadus, eriti kaaliumi osas, väheneb (tabel 5). Kaaliumi sisaldus maapealses biomassis on kevadel 2,5–5 korda madalam kui sügisel, mis parandab kütuse põletusomadusi (Landström *et al.*, 1996; Burvall, 1997; Kalterer *et al.*, 1998)

3) Talve jooksul lehtede ja kõrte vahekord saagis muutub: kõrte osatähtsus on kevadel kõige suurem (tabel 5). Kuna mineraalainete ja tuha sisaldus lehtedes on suurem kui kõrtes, siis viitab see muutus aprillis koristatud kontsheina parematele omadustele küttematerjalina kasutamisel. Tuhka tekib küttekoldes vähem, selle sulamistemperatuur on kõrgem (Hadders, Olsson, 1997; Pahkala, Pihala, 2000).

4) Suvisel heinaajal päideroogu energiaheinaks niites (või seemnepõllult juulis kontsheina niites) on soovitatav niitekõrgus 12–15 cm. Madalam niitmise aktiivse kasvu faasis nõrgestab taimi, sest varre basaalosas paiknevad varutoitained lähevad taimetele kaduma. Selle tulemusel väheneb taimiku produktiivne kasutusiga (Annuk, 1979; Annuk, Liiv, 1981). Aprillis kuivanud taimikut energiaheinaks niites võib niiduki lõikekõrguse seada maapinna lähedale, mis võimaldab praktiliselt kogu maapealse biomassi saagina ära koristada ilma taimede arengurütmi häirimata. Niitmiskõrguse suurendamine 5 cm-lt 10 cm-ni suurendab Soome kogemustel kevadkoristamisel kuivainesaagi kadu 25% (Pahkala *et al.*, 2005).

5) Võrreldes kogu pika taimemassi ületalve jätmisega (nagu Soomes ja Rootsis) püsib kontshein oluliselt paremini püsti mistõttu kuivab kevadel kiiremini, pinnas taheneb rutem. Sellest tulenevalt saab kevadel koristamisega alustada varem, koristusaeg on pikem. Soomes soovitatakse koristada enne, kui uued võrsed ei ole pikemad kui 10–15 cm (Lötjönen *et al.*, 2009). Rohelise taimeosa sattumine koristava massi hulka vähendab põlemisomadusi, kuid ka taimik nõrgeneb.

Kevadise koristuse puuduseks loetakse talvist saagikadu. Tšehhis on see ol-

nud 24,5% (Stražil *et al.*, 2005), Rootsis 30% (Andersson, Lindvall, 2003) kuni 36% (Palmborg, Lindvall, 2010), Soomes 40–50% (Pahkala *et al.*, 2005), Eestis 50–60% (Energiakultuuride..., 2011). Eestis läbiviidud katsetes ei olnud tegemist mitte niivõrd maapealse biomassi vähenemisega talve jooksul kuivõrd tugevast lamandumisest tingitud niitmis- ja koristuskadudega (Raave jt., 2009). Ka USA-s läbiviidud katsete põhjal on väidetud, et tugeva lamandumise tõttu ei ole päideroog mõnel kevadel üldse koristatav (Tahir *et al.*, 2011). Meie poolt soovitatud jaotatud koristuse korral on kevadel kontshein vähem lamandunud, millest tulenevalt on koristuskaod väiksemad. Eestis on soovitatud talvekadude ennetamiseks energiaheina koristada hilissügisel (Heinsoo jt., 2009, Heinsoo *et al.*, 2011). Kuna energiaheina kasvatatava päideroo biomassi niiskusesisaldus Eesti Maaülikooli katsetes ei langenud sügiskuudel alla 60%-i ja isegi talvekuudel alla 40%-i piiri (Raave jt., 2008), ei oma see soovitus energiaheina tootmisel praktilist rakendust.

Eestis on seni üritatud energiaheina katsetes rakendada Soomes kasutusel olevat tehnoloogiat, kus koristus toimub varakevadel külmunud maaga. Eesti Maaülikoolis läbiviidud katsete põhjal leiti, et meil seda tehnoloogiat rakendada pole võimalik, kuna Eesti talved on pehmemad ja kelts kaob koos lumikattega (Raave jt., 2008). Erinevus on mõistetav, sest Soome asub meist põhja pool. Pealegi toimus vähemalt esialgu energiaheina tootmine Soomes turvasmuldadel, mis teatavasti sulavad kevadel mineraalmuldadest märgatavalt aeglasemalt. Erinevus keltsa kadumises on ca 2 nädalat. Jõgeval läbiviidud katsed tõestasid, et energiaheina on võimalik koristada siin ka ülessulanud ja tahenenud pinnaselt ilma taimikut vigastamata.

Päideroo seemnekasvatuse katsetelt koristatud põhu ja kevadise kontsheina saagid

Katsetelt hakati põhusaake kaaluma teisel kasutusaastal, kontsheina saake aga kolmanda kasutusaasta kevadel. Kokku tehti põhu ja kontsheina saagimääramisi kolmel järgneval aastal. Katseandmed on esitatud tabelis 6. Koristatud päideroo põhu niiskusesisaldus oli 2010. aastal 14,5%, 2011. aastal 20,3% ja 2012. aastal 18,2%. Kontsheina niiskusesisaldus oli 2011. aastal 14,3%, 2012. aastal 14,4% ja 2013. aastal 15,2%. Viimasel, e 2013. aastal püsis Jõgeval lumikate 11. aprillini so paljude aastate keskmisega võrreldes ebaharilikult kaua. Maapind tahenes alles mai alguseks. Kontsheina niitmine toimus sel aastal mitte aprillis (nagu kahel eelmisel aastal) vaid 2. mail, mil vegetatsioon oli juba alanud ja niitmisel sattus kontsheina hulka ka vähesel määral noorte võrsete lehetippe. Seetõttu oli kontsheina niiskusesisaldus eelmiste aastatega võrreldes kõrgem. Kui päideroo põletusaine lubatud niiskusesisalduse ülempiiriks on 20%, vastas kogutud materjal kõigil koristusaegadel sellele nõudele. Niisugune mass ei vaja enam täiendavat kuivatamist. Teda võib ladustada kartmata seejuures isekuumenemise ohtu. Soomes makstakse kõrgendatud hinda energiaheina eest, mille niiskusesisaldus

Tabel 6. Päideroo seemneheina põhu ja kevadel koristatud kontsheina saagid, KA t ha⁻¹
 Table 6. Yields of straw and delayed harvested stubble hay of reed canarygrass, DM t ha⁻¹

Variant	Põhk Straw	Kontshein Stubble	Põhk Straw	Kontshein Stubble	Põhk Straw	Kontshein Stubble	Põhk Straw	Kontshein Stubble	Põhk Straw	Kontshein Stubble	K.h. osa St. hay	KA DM
	22.07.2010	27.04.2011	14.07.2011	12.04.2012	26.07.2012	02.05.2013	02.05.2013	02.05.2013	02.05.2013	02.05.2013	%	total
Reavahe laius / Row spacing												
15 cm	3,38	4,93	2,10	4,30	2,39	3,89	7,87	13,12	62,5	20,99		
30 cm	3,86	3,76	1,94	3,13	2,83	3,82	8,63	10,70	55,4	19,33		
45 cm	3,20	3,58	2,55	3,42	2,39	4,56	8,13	11,55	58,7	19,69		
60 cm	3,07	3,20	2,23	3,17	2,05	3,78	7,35	10,15	58,0	17,50		
LSD 0,05	0,32	0,44	0,55	0,71	0,28	0,3	0,49	0,93	0,7	2,73		
Külvisenorm / Seeding rate												
4 kg/ha	3,46	5,02	2,66	4,48	2,21	3,46	8,33	12,96	60,9	21,29		
6 kg/ha	3,88	4,79	2,42	3,95	2,79	3,85	9,10	12,59	58,1	21,69		
8 kg/ha	3,46	5,33	2,68	4,38	2,45	3,89	8,60	13,60	61,3	22,20		
10 kg/ha	3,58	6,01	2,85	4,51	2,35	3,78	8,79	14,30	61,9	23,09		
LSD 0,05	0,49	0,15	0,82	0,57	0,78	0,45	0,38	0,93	1,13	1,69		
Lämmastikväetis / Nitrogen fertilizer												
N35 + N 35	2,51	5,49	2,30	4,10	2,05	2,83	6,85	12,42	64,4	19,27		
N35+2xN35	3,11	5,55	2,54	3,74	2,35	2,97	7,99	12,26	60,5	20,25		
N35 + N 70	3,17	5,54	2,76	4,04	2,21	3,25	8,15	12,83	61,2	20,98		
N70+ N 70	3,58	7,81	2,96	4,16	2,28	3,57	8,82	15,54	63,8	24,36		
LSD 0,05	0,34	0,79	1,36	0,49	0,27	0,33	0,41	1,18	1,06	1,19		

on alla 14% (Pahkala, 2007). Meie katsetes ei saavutatud ühelgi koristusajal seda taset.

Tabeli 6 andmete põhjal võib öelda, et ca 60% aasta kuivainesaagist on võimalik saada kevadise kontsheinana so ajal, mil põletusaine omadused on kvaliteedinäitajatelt parimad. Kombineeritud põhu saak kõikus aastate lõikes rohkem kajastades kaudselt seemnesaaki. Kontsheina saak kõikus aastati vähem.

Reavahelaius mõjutas nii päideroo põhu kui kontsheina saaki. Kitsarealiselt külvatud katsevariandilt saadi kolme aastaga kontsheina usutavalt rohkem kui variandis, mis oli külvatud 60 cm reavahega. Suur oli erinevus kahel esimesel võrreldaval aastal, kolmandaks aastaks vahe vähenes. Siis olid reavahed võrsu- mise tagajärjel juba peaaegu täis kasvanud. Põhusaak oli usutavalt suurem vari- andis, mis oli külvatud 30 cm reavahega. Kõige madalama kuivainesaagi kolme aasta summas andis katsevariant, mis oli külvatud 60 cm reavahega – 17,5 t ha⁻¹.

Katses olnud päideroo külvisenormid 4, 6 ja 8 kg ha⁻¹ kolme aasta jooksul kogutud kuivainesaaki usutavalt ei mõjutanud. Usutavalt kõrgema kuivainesaagi võrreldes külvisenormi variandiga 4 kg ha⁻¹ andis vaid variant, mis külvati nor- miga 10 kg ha⁻¹.

Lämmastikväetise norm mõjutas oodatult kuivainesaaki kõige rohkem. Andes lämmastikku kahe võrdse annusena vegetatsiooniperioodil kokku normiga N 70 kg ha⁻¹, saadi kolme aastaga põhu ja kontsheina kuivainesaaki kokku 19,27 t ha⁻¹. Kui lämmastikunorm oli poole suurem (2 × 70 kg ha⁻¹) saadi päideroo põhu ja kontsheina kuivainet 5,09 t ha⁻¹ rohkem. Suurim oli viimati mainitud variandi erinevus ülejäänud variantidest esimesel võrdlusaastal, hilisematel kahel aastal jäi ületamine tagasihoidlikumaks.

Soomes, kus rajamisaastal antakse päideroo külvi eel lämmastikku normiga N 40–60 kg ha⁻¹, kasutusaastal aga normiga N 60–90 kg ha⁻¹ ja taimikut kasuta- takse 10 aasta vältel, loetakse keskmiseks kevadel koristatud energiaheina kuiv- ainesaagiks aastas 3–8 t ha⁻¹ (Pahkala, 2007). Meie moodusel seemnekasvatuse kõrvaltoodangut ära kasutades oleme saavutanud kombineeritud põhu ja kevadise kontsheina kuivainesaakide summas sama saagitaseme – 5,8–8,1 t kuivainet hektarilt aastas. Soomes on need tulemused saadud tootmistingimustes, koris- tuskadudeks arvestatakse seal 20–50% maapealsest biomassist. Meie tulemused on saavutatud katsetingimustes, kus koristuskaod on püütud viia miinimumi.

Päideroo seemnekasvatuse kõrvalsaaduste energeetiline väärtus

Kirjandusallikaist võib leida päideroo kui põletusaine kütteväärtuse kohta mõnevõrra erinevaid andmeid. Tuleneda võivad need erinevused sellest, et andmed on esitatud mitte kuivaine vaid mitmesuguse niiskusesisaldusega massi kütteväärtuse kohta. Tsehhi Vabariigis on määratud päideroo varakevadel korista- tud kuivaine kütteväärtuseks 17,80 KJ 1 kg KA kohta, kui aga sama põletusaine sisaldas 20% niiskust, siis ainult 14,59 KJ (Stražil, 2012). Ka niiteaeg mõjutab mingil määral kuivaine kütteväärtust. Tsehhi Vabariigis on määratud erineval ajal

Tabel 7. Seemnekasvatuse katsetelt kolme aasta jooksul kogutud päideroo põhu ja kontsheina kuivaine
energeetiline koguväärtus

Table 7. Energetic value of dry matter of reed canarygrass straw and stubble hay gathered from the seed
production trials over a three-year period

Variant	Põhk Straw	Kontshein Stubble hay	KA kokku DM total	Põhu energeetiline väärtus En. value of straw	Kontsh. energee- tiline väärtus En. value of St.hay	Kokku Total
	t ha ⁻¹	t ha ⁻¹	t ha ⁻¹	GJ	GJ	GJ
Reavahe laius / Row spacing						
15 cm	7,87	13,12	20,99	133,1	225,5	358,6
30 cm	8,63	10,70	19,33	145,9	183,9	329,9
45 cm	8,13	11,55	19,69	137,5	198,5	336,0
60 cm	7,35	10,15	17,50	124,3	174,5	298,8
Külvisenorm / Seeding rate						
4 kg/ha	8,33	12,96	21,29	140,9	222,8	363,6
6 kg/ha	9,10	12,59	21,69	153,9	216,4	370,3
8 kg/ha	8,60	13,60	22,20	145,4	233,8	379,2
10 kg/ha	8,79	14,30	23,09	148,6	245,8	394,5
Lämmastikväetis / Nitrogen fertilizer						
N35 + N 35	6,85	12,42	19,27	115,8	213,5	329,3
N35+2xN35	7,99	12,26	20,25	135,1	210,7	345,9
N35 + N 70	8,15	12,83	20,98	137,8	220,5	358,4
N70+ N 70	8,82	15,54	24,36	149,1	267,1	416,3

koristatud päideroo kuivaine kütteväärtust ja leitud, et juulis koristatud massil on see 16,91 ja varakevadel (neil märtsis) koristatud massil 17,19 KJ 1 kg kuivaine kohta (Stražil *et al.* 2005). Ühes hilisemas töös on Stražil (2012) määranud päideroo juunis (loomisel) koristatud saagi 1 kg kuivaine kütteväärtuseks 17,74 KJ, märtsis koristatud massi kuivaine kütteväärtuseks aga 17,80 KJ. Ost-rava Tehnikaülikoolis on maikuus koristatud päideroo kuivaine kütteväärtuseks mõõdetud 17,35 KJ kg⁻¹ (Raclavska *et al.*, 2011). Neuvonen (2010) on Soomes leidnud proovide keskmisena päideroo kuivaine kütteväärtuseks 17,6 KJ kg⁻¹, Hovi (1995, 2006) Eestis 17,5 KJ kg⁻¹. Lätis on määratud päideroo pelletite kütteväärtuseks koguni 18,3 KJ kg⁻¹ (Rancane *et al.*, 2012).

Arvutamisel kõige tagasihoidlikumaid eespool esitatud kütteväärtusi (Stražil *et al.* 2005) arvesse võttes on tabelis 7 esitatud Jõgeval läbiviidud katsetest kolme aasta jooksul koristatud päideroo kombaini põhu ja kevadise kontsheina energietiline väärtus. Kõige vähem soojusenergiat oli päideroo seemnekasvatuse kõrvaltoodanguna võimalik saada teda laiarealiselt (60 cm) kasvatades – kolme aastaga 298,8 GJ, aastas seega ca 100 GJ hektarilt (tabel 7). Kõige enam soojusenergiat oleks võinud saada lämmastikväetise katse variandist, kus kasutati lämmastikufooni N 70 + 70 kg ha⁻¹. Siin oleks võinud koristatud kombaini põhu ja kevadise kontsheina arvelt toota soojusenergiat aastas keskmiselt 138 GJ ha⁻¹.

Päideroo seemnekasvatuse majanduslik arvestus

Päideroo seemnepõllu kulude-tulude arvestamisel lähtusime väetuskatse variandist, kus seemnepõld rajati kitsarealisel külvis, külvisenormiga 6 kg 100%-lise külviseväärtusega seemet hektarile, KP liitväetist anti ühekordselt rajamise eel 400 kg ha⁻¹ ja lämmastikväetist 400 kg ha⁻¹ ammoniumsalpeetrina aastas jaotatult kahe annusena. Kombaini põhk ja kevadel koristatud kontshein palliti ja toodeti energiaheinaks. Seeme kuivatati külmõhk-kastkuivatis ja viidi külvikonditsiooni Petkus-tüüpi seemnepuhustusmasinaga. Seemnepõldu kasutati nelja saagiaasta jooksul. Põhu ja kontsheina arvestust peeti kolmel aastal. Kalkulatsioon on väetiste hinnad arvestatud seisuga 1. jaanuar 2014.

Päideroo seemnepõllu rajamisaasta arvutuslikeks kuludeks kujunes meil 504,84 eurot hektari kohta (tabel 8). Sellest 248 eurot e pool rajamisaasta kogukuludest moodustasid kulud mineraalväetistele. Meil oli kasutada võrdluseks Eesti Maaülikooli Majandus- ja sotsiaalinstituudi poolt põllumajandusministeeriumi tellimisel läbiviidud uurimistöo *Energiakultuuride tootmise tasuvus uuring* aruanne, kus päideroo energiaheina tootmispõllu rajamisaasta kogukuludeks arvestati 452 eurot (Energiakultuuride..., 2011; Energiakultuuride kalkulaator, 2011). Võttes arvesse väetise hindade järsku tõusu mõne viimase aasta jooksul on meie suurem kulunumber mõistetav. Aro-Heinilä jt. andmetel (Neuvonen, 2010) moodustavad Soomes päideroo energiaheina põllu rajamisaasta kulud 343 eurot, kasutusaasta kasvatus- ja koristuskulud kokku aga 302 eurot hektari kohta. Pahkala jt (Pahkala *et al.*, 2005) andmetel olid need kulud Soomes veel viis aastat

varem samuti madalamad: rajamisaasta kulud 321,8 ja saagiaasta kulud 290,7 eurot hektari kohta. Kahel esimesel kasvuaastal Soomes saaki ei koristata. Esimene saak koristatakse kolmanda kasvuaasta varakevadel. Esimene saak on 20–40% madalam, kui edaspidistel kasutusaastatel (Pahkala *et al.*, 2005). Üldjuhul ollakse seisukohal, et mitmeaastased kõrrelised heintaimed annavad söödatootmisel suu- rima kuivainesaagi 1.–2. kasutusaastal (so 2.–3. eluaastal) (Smelov, 1966), kuid

Tabel 8. Päideroo seemnekasvatusega seotud kulude arvestus
Table 8. Cost calculations of reed canarygrass seed production

Rajamisaasta masinakulu	€ ha⁻¹	Saagiaasta masinakulu	€ ha⁻¹
<i>Machinery costs on the sowing year</i>		<i>Machinery costs on a harvest year</i>	
1 Taimiku pritsimine <i>Spraying of the stand</i>	8,37	1 Mineraalväetise külv 2x <i>Application of mineral fertilisers 2x</i>	18,02
2 Koorimine <i>Paring</i>	21,9	2 Kombainimine 2x <i>Combine harvesting 2x</i>	74,2
3 Künd <i>Ploughing</i>	57,7	3 Põhu pallimine <i>Baling the straw</i>	26,78
4 Mineraalväetise külv 3x <i>Application of mineral fertilisers 3x</i>	27,03	4 Põhu vedu <i>Transport of the straw</i>	15
5 Kultiveerimine <i>Cultivation</i>	19,39	5 Seemne vedu <i>Transport of the seeds</i>	6
6 Külvmine <i>Sowing</i>	22,31	6 Seemne kuivatamine <i>Seed drying</i>	12
7 Rullimine <i>Rolling</i>	8,2	7 Seemne puhastamine <i>Seed cleaning</i>	15,4
8 Pritsimine <i>Spraying of the stand</i>	8,37	8 Kontsheina niitmine <i>Mowing the stubble</i>	20,07
9 Niitmine <i>Mowing</i>	19,37	9 Kontsheina pallimine <i>Baling the stubble</i>	26,78
Kokku / Total	192,64	10 Kontsheina vedu <i>Transport of the stubble</i>	15
Rajamisaasta materjalikulu		Kokku / Total	229,25
<i>Costs of the materials on the sowing year</i>		<i>Costs of the materials on a harvest year</i>	
1 Roundup Classic	21	1 Amm.salpeeter <i>Ammonium nitrate</i>	106
2 Seeme / Seed	36	Ühe saagiaasta kulu kokku:	335,25
3 MCPA	7,2	Total costs of a harvest year	
4 Amm.salpeeter <i>Ammonium nitrate</i>	106	Rajamisaasta ja nelja kasutusaasta kulu	
5 PK liitväetis <i>PK compound fertiliser</i>	142	kokku:	1845,8
Kokku / Total	312,2	Total costs of the sowing and four harvest	
Rajamisaasta kulu kokku	504,84	years	
Total costs on the sowing year			

päideroog on oma aeglase algarenguga erand. Meie katseandmed tõestavad, et seemnesaagi osas on liik siiski reeglipärane – just kahel esimesel saagiaastal oli seemnesaak kõige kõrgem, hiljem aga langes drastiliselt.

Saagiaasta kogukulud kujunesid meie kalkulatsioonis 335,25 eurot hektari kohta, millest peaaegu kolmandiku moodustavad kulud lämmastikväetisele. Rajamisaasta ja nelja kasutusaasta arvestuslikud kulud kokku olid 1845,84 eurot hektari seemnepõllu kohta.

Nelja kasutusaasta seemnesaak selles katsevariandis oli kokku oli 1052 kg ha⁻¹ mida hinnaga 5 € kg⁻¹ müües on võimalik saada müügitulu 5260 €. Põllult kogunes kombaini põhku kolme aasta jooksul 8,8 t KA-s. Põhku hinnaga 30 € t⁻¹ müües on võimalik saada müügitulu 264 €. Kevadel koristatud kontsheina kogunes 15,5 t ha⁻¹, mille müügist hinnaga 30 € t⁻¹ võib laekuda 465 €. Kokku võib saada toodangu realiseerimisel müügitulu 5989 €, millest seemne osa moodustab 87,8%, põhu osa 4,4% ja kontsheina osa 7,8%. Kuna nii põhk kui kontshein tuleb nagnüü päideroo seemnepõllult ära koristada, on realiseerimisvõimaluse korral otstarbekas need kõrvalsaadused toota energiaheinaks. Realiseerimisel moodustab nende osa müügitulust ca 12%.

Eeltoodud kalkulatsiooni järgi saadi 5 tootmisaasta kohta tulu 4143 €, mis teeb aasta kohta ca 828 € ha⁻¹. Arvutamisel ei ole võetud arvesse maamaksu tasumise kohustust ning võimalikke riiklikke toetusi.

Kokkuvõte

Bioenergia tootmisel on mitmeaastastest heintaimedest Eestis enim perspektiivi päiderool. Liik on kõrge ja aastati stabiilse kuivainesaagiga, kuid tema seemnesaak on teiste söödatootmises kasutusel olevate kõrreliste heintaimede liikidega võrreldes madal ning ebastabiilne. Seemnekasvatuse agrotehnikat on seni nii meil kui naaberriikides vähe uuritud. Eesti Taimakasvatuse Instituudis korraldati aastatel 2008–2013 rida põldkatseid et selgitada külvisenormi, reavahe laiuse, lämmastikväetise normi ja kontsheina niitmisaja mõju päideroo seemnesaagile. Samadel katsetel uuriti päideroo kombaini põhu ja kevadel koristatud kontsheina saaki ja kvaliteeti eesmärgiga realiseerida seemnekasvatuse kõrvaltoodangut biokütusena.

Katsetulemused näitasid, et päideroo seemnepõllu rajamisel võib kasutada külvisenormi 4–6 kg 100%-lise külviseväärtusega seemet hektarile. Kui ilmastikutingimused on seemnete idanemiseks soodsad (nagu meil rajamisaastal 2008), siis piisab ka külvisenormist 4 kg ha⁻¹. Kui seemnepõldu kasutatakse kuni kolm (neli) aastat, õigustab end kitsarealine külv reavahega 12,5–15,0 cm. Päideroog on lämmastikunõudlik liik. Seemnepõllu rajamisaastal tuleks lämmastikväetist anda normiga N 140 kg ha⁻¹, soovitatavalt kahes jaos, saagiaasta kevadel normiga N 70 (90) kg ha⁻¹ ja pärast seemnesaagi koristamist teist korda sama normiga. Kontshein jäetakse põllule kasvama kuni vegetatsiooniperioodi lõpuni

või kui energiaheinal on rakendust, siis järgmise aasta kevadeni. Koristades juulis kombaini põhu ja aprillis kontsheina saab paralleelselt seemnekasvatusega toota hektari kohta aastas 5–8 t päideroo kuivainet, millest ca 60% on kevadel koristatud, omadustelt parem küttematerjal. Hektarilt aastas toodetud energiaheina energeetiline koguväärtus on 100–140 GJ. Lähtudes seemnesaagist ei ole päideroo seemnepõldu otstarbekas üle 2–3 kasutusaasta pidada. Esimese kahe kasutusaasta keskmiseks seemnesaagiks meie katsete parimates variantides kujunes 380–427 kg ha⁻¹, kolme kasutusaasta puhul 269–317 kg ha⁻¹ ja nelja kasutusaasta korral 170–263 kg ha⁻¹. Parima seemnesaagiga katsevariandi baasil arvestatud rajamisaasta ja nelja kasutusaasta arvestuslikeks tootmiskuludeks kujunes 1838 € ha⁻¹ ning 4 saagiaasta seemnesaagi ja kolme aasta energiaheina müügitulu 5260 € ha⁻¹. Energiaheina müügitulu moodustas kogu müügitulust 12%.

Päideroo kaheosaline koristamine (nagu eespool kirjeldatud) ei ole rakendatav mitte ainult seemnekasvatuses vaid ka energiaheina tootmisel.

Viidatud kirjandus

- Aadojaan A. 1964. Rohumaaviljelus Eestis. Tallinn, 591 lk.
- Aamlid T. S., Havstad L. T. 2011. Herbage seed production. Based on Norwegian experiments and practice.– www.bioforsk.no/.../Estland_dec2011%20tsaa%20compress...
- Andersson B. Lindval E. 2003. Use of biomass from reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) as raw material for production of paper pulp and fuel. www.internationalgrasslands.org/files/igc/.../1-03-003.pdf.
- Annuk K. 1979. Päideroo niitmise sagedusest, kõrgusest ja kolmeniiitelise kasutuse niidetevahelise perioodi pikkusest. – Teaduse saavutusi ja eesrindlike kogemusi põllumajanduses. Tallinn, nr 27, lk 44–48.
- Annuk K. 1992. Polderniitude rajamine ja intensiivne kasutamine turvasmuldadel. Tallinn, 199 lk (venekeeles).
- Annuk K., Liiv J. 1981. Niitmise kõrgusest ja saagist. – Teaduse saavutusi ja eesrindlike kogemusi põllumajanduses. Tallinn, nr 18, lk 37–41.
- Burvall J. 1997. Influence of harvest time and soil type on fuel quality in reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) – Biomass and Bioenergy, Vol. 12, No 3, pp. 149–154.
- Energiakultuuride (päideroo) kasvatamise ja kasutamise majanduslik hinnang Eestis. Rakendusuringu lõpparuanne. 2011. Projekti juht Värnik R., täitjad: Oper L., Luik H., Roosmaa Ü., Kall K., Prants J. Tartu, 138 lk.
- Energiakultuuride kalkulaator. 2011. www.agri.ee/enegia
- Guide Book in the Seed Production of Forage Grasses. Editor Jansone, B. 2008. Skriveri, 265 p. (läti keeles)
- Hadders G., Olsson R. 1997. Harvest of grass for combustion in late summer and in spring. – Biomass and Bioenergy, Vol. 12, No 3, pp. 171–175.
- Heinsoo K., Hein K., Melts I., Holm B., Aavola R. 2009. Päideroopõldude saak ja kvaliteet bioenergia tootmiseks. – Taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine. Tartu, lk 122–130.
- Heinsoo K., Hein K., Melts I., Holm B., Ivask M. 2011. Reed canary grass and fuel quality in Estonian farmers' fields. – Biomass and Bioenergy, Vol. 35, No 1, pp. 617–625.
- Herrmann H. 1975. Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea* L.) – Verbreitung und Bedeutung für den Futterbau sowie Saatguterzeugung. Dissertation Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR in Berlin. 229 S.

- Hovi M. 1995. Mitmeaastased rohttaimed energeetilise toormena Eesti Vabariigis. Magistri-väitekiiri. Tartu, 66 lk.
- Hovi M. 2006. Energiahein kui soojusenergia tootmise potentsiaalne tooraine. – Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine II osa (koostaja A. Bender). Jõgeva, lk 65–659.
- Hovin A. W., Beck B. E., Marten G. C. 1973. Propagation of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) from culm segments. – Crop Science, Vol. 13, No 6, pp. 747–749.
- Koijtjärv M. 1987. Sookultuuriniitude intensiivne viljelemine. – Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi teadustööde kogumik LX. Turvasmuldade kasutamise intensiivistamine Eestis. Tallinn, lk 40–60 (vene keeles).
- Koijtjärv M. 1989. Heintaimede viljelemise intensiivistamine turvasmuldadel. – Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi teadustööde kogumik LXIV. Intensiivne niiduviljelus. Tallinn, lk 62–70.
- Korjus H. 1958. Paelrohu seemnekasvatuse kogemusi. – Sotsialistlik Põllumajandus, nr 1, lk 16–18.
- Korjus H. 1964. Kõrreliste heintaimede seemnekasvatus. – Taimekasvatus. Tallinn, lk 620–653.
- Kätterer T., Andren O., Petersson R. 1998. Growth and nitrogen dynamics of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) subjected to daily fertilization and irrigation in the field. – Field Crop Research, Vol. 55, No 1–2, pp. 153–164.
- Kätterer T., Andren O. 1999. Growth dynamics of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) and its allocation of biomass and nitrogen below ground in a field receiving daily irrigation and fertilisation. – Nutrient Cycling in Agroecosystems, Vol. 54, pp. 21–29.
- Landström S., Lomakka L., Andersson S. 1996. Harvest in spring improves yield and quality of reed canary grass as a bioenergy crop. – Biomass and Bioenergy, Vol. 11, No 11, pp. 333–341.
- Lepkovitch I., Gormin A., Degunova N. 1995. Perfection of the technology growing *Phalaroides arundinacea* L. for seeds at North-West Russia. – Proceedings third International Herbage Seed Conference June 18–23. 1995. Yield and quality in herbage seed production. Halle (Saale), pp. 243–245.
- Lötjönen T., Pahkala K., Vesanto P., Hiltunen M. 2009. Reed canary grass in Finland. – Energy from field energy crops. A handbook for energy producers, pp. 14–23.
- Masinakulude algoritmid. 2012. <http://www.eria.ee>
- Neuvonen S. 2010. Spatial analysis in assessing bioenergy potentials. Master's thesis. Espoo, 91 p.
- Østrem L. 1988. Studies on genetic variation in reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.). Seed yield and seed yield components. – Hereditas, Vol. 108, pp. 159–168.
- Pahkala K. 2007. Reed canary grass cultivation for large scale energy production in Finland. NJF Seminar 405. Production and utilization of crops for energy. Vilnius, Lithuania 25–26. september 2007.
- Pahkala K., Isolauti M., Partala A., Suokannas A., Kirkkari A.-M., Peltonen M., Safran, M., Lindh T., Paappanen T., Kallio E., Flyktman M. 2005. Cultivation and harvesting of reed canary grass for energy production. Jokioinen, 31 p (in Finnish).
- Pahkala K., Pihala M. 2000. Different plant parts as raw material for fuel and pulp production. – Industrial Crops and Products, Vol. 11, pp. 119–128.
- Palmberg C., Lindvall E. 2010. Intercropping of reed canary grass *Phalaris arundinacea* L. with legumes can cut costs for N-fertilization. – World Bioenergy 2010. Proceedings conference and exhibition on biomass for energy 25–27 May 2010. Jonköping – Sweden, pp. 95–97.
- Raave H., Noormets, M., Selge, A., Viiralt, R. 2008. Energiaheina tootmise võimalikkusest Eestis. – Agronoomia 2008. Tartu, lk 174–177.
- Raave H., Espenberg E., Laidna T., Muga A., Noormets M., Selge A., Viiralt R. 2009. Heintaimede sobivusest ja agrotehnikast energiaheinana. – Agronoomia, 2009. Jõgeva, lk 248–253.

- Raclavska H., Juchelkova D., Škrobankova H., Volfova M., Frydrych J. 2011. Changes in biomass energy parameters depending on the harvest season. – Transactions of the VŠB – Technical University of Ostrava, Mechanical Series. No 2, Vol. LVII, pp. 153–158.
- Rancane S., Arshanitsa A., Solodovnik V., Lazdina D. 2012. Potential of reed canary grass as an energy crop in Latvian conditions. – <http://www.silava.lv/userfiles/file/ERAF%20Lazdina/>
- Rand H. 1992. Heintaimede seemnekasvatus. – Rohumaaviljelus talupidajale. Saku, Tallinn, Tartu, lk 44–71.
- Sahramaa M. K., Hömmö L. 2000. Seed production characters and germination performance of reed canary grass in Finland. – Agricultural and food science in Finland, Vol. 9, pp. 239–251.
- Sahramaa M., Hömmö L., Jauhiainen L. 2002. Variation in seed production traits of reed canary-grass germplasm. – Crop Science, Vol. 44, No 3, pp. 988–996.
- Smelov: С мелов С. П. 1966. Теоретические основы луговодства. Москва, 367 с.
- Stražil Z. 2012. Evaluation of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) grown for energy use. – Research in Agricultural Engineering, Vol. 58, No 4, pp. 119–130.
- Stražil Z., Vana V., Kaš M. 2005. The reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) cultivated for energy utilization. – Research in Agricultural Engineering, Vol. 51, No 1, pp. 7–12.
- Tahir M. H. N., Casler M. D., Moore K. J., Brummer E. C. 2011. Biomass yield and quality of reed canary grass under five harvest management systems for bioenergy production. – Bioenergy Research, Vol. 4, No 2, pp. 111–119.
- Tamm U. 2005. Rohusööda toiteväärtus. Saku, 88 lk.

Summary of trial results of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) seed production that were conducted at Jõgeva

Summary

*In bioenergy production reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) is the most promising of perennial grasses in Estonia. The species has a high and stable dry matter yield over years, but its seed yield is low and unstable compared to that of other species used in fodder production. So far only a few studies have been performed on the agrotechnics of seed production in Estonia and in the neighbouring countries. In 2008–2013, a number of field trials were carried out at the Estonian Crop Research Institute in Jõgeva in order to study the effect of seeding rate, row spacing, nitrogen application rate and cutting date of stubble hay on the seed yield of reed canarygrass. In the same experiments the yield and quality of straw and delayed-harvest stubble hay were investigated for the purpose of selling the by-product of seed production as biofuel.*

The experiment results indicated that a seed field of reed canarygrass could be established with a seeding rate of 4–6 kg (purity and germination of seed being 100%) per hectare. When the weather conditions are favourable for germination (as we had in the year of establishment in 2008), a seeding rate of 4 kg ha⁻¹ is enough. When the seed field is used for three (four) years, sowing with a narrow row space of 12.5–15.0 cm is justified. Reed canarygrass is a high nitrogen demanding species. In the year of seed field establishment nitrogen should be applied at the rate of N 140 kg ha⁻¹, preferably in two portions: in the spring at the rate of N 70 (90) kg ha⁻¹, the second application at the same rate after the seed harvest. Stubble hay is left growing in the field until the end of the

vegetation period, or, if it can be used as energy hay, until the next spring. When straw is harvested in July and stubble hay in April, it is possible to produce alongside with the seed production also 5–8 t of reed canarygrass dry matter per ha per year, of which 60% is a delayed-harvest having better properties as fuel. The total energetic value of the produced energy hay is 100–140 GJ per hectare per year. Considering the seed yield, it is not expedient to use the seed field of reed canarygrass for more than 2–3 years. In the best variants of our trials the average seed yield of the first two years was 380–427 kg ha⁻¹, of three years 269–317 kg ha⁻¹ and of four years 170–263 kg ha⁻¹. Based on the results of the best trial variant, the calculated production costs for the year of establishment and for four years of use were 1846 € ha⁻¹, the sales revenue of four years of seed yield and of three years of energy hay was 5260 € ha⁻¹. The sales revenue of energy hay made 12% of the total sales revenue.

The two-step harvesting of reed canarygrass (as described above) is applicable not only in seed production, but also in the production of energy hay.

KÕDRALIIMI LAMINEX KASUTAMISEST PÄIDEROO (*Phalaris arundinacea* L.) SEEMNETE VARISEMISE VÄHENDAMISEKS

ABSTRACT. *In field trials conducted at the Estonian Crop Research Institute in 2019–2021 the use of the pod-sealant Laminex was studied in order to stop or reduce seed shattering of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.). In the trial, the application rates of the pod-sealant were 1 and 2 l ha⁻¹ (2020) and 5 and 10 l ha⁻¹ (2021). The results indicated that this product had no effect on the seed shattering of reed canary grass. The application of the pod-sealant Laminex affected neither the seed yield nor the mass of 1000 seeds, but it reduced the germination indicators of seeds. The second objective of the trial was to identify the optimum harvest time. The method where harvest time was derived from the number of days following full bloom did not justify itself in the trial. It is more accurate to calculate the optimum harvest time by the sum of effective temperatures. When 700°C has been reached and seeds have started to shatter, the seed yield of reed canary grass should be harvested within the next 1–3 days.*

Keywords: *reed canarygrass, seed yield, seed quality, loss of shattering, pod-sealant Laminex*

Sissejuhatus

Päideroog (*Phalaris arundinacea* L.) on keskkonna stresside suhtes tolerantne heintaimeliik, mis leiab laialdast kasutamist paljudel eesmärkidel: söödaks, soojusenergia tootmiseks, toorainena paberi ja tselluloosi tootmises, ammendatud freesturba väljade rekultiveerimiseks, mulla konserveerimiseks, erosiooni tõkestamiseks, ornamentaalkasutuseks ja mujal. Liigi seemnekasvatus on seotud probleemidega, mis tulenevad seemnesaagi ebastabiilsusest, aga ka venitatud õitsemisajast, seemnete ebäühtlasest valmimisest ja valminud seemnete massilisest varisemisest.

Seemnete valmimine algab pöörise tipuosas ning kulgeb siis pöörise alumistele harudele. Pöörise tipuosas valminud seeme variseb gravitatsiooni mõjul enne kui pöörise alumistel harudel seeme 2–3 päeva hiljem koristusküpseks jõuab (Bonin, Coplen, 1963). Edasise 15–20 päeva jooksul variseb põllul 80–90% seemnetest (Baltensberger, 1958; Baltensberger, Kalton, 1958; Sahramaa, Hömmö, 2000). Kuna populatsioonisisese varieerumise tõttu õitsevad pöörised generatiivvõrsetel eri aegadel (ca 8–10 päeva jooksul), muutub suure varisemisohu tõttu optimaalse koristusaja valik eriti keeruliseks.

Varisemist soodustab ja kiirendab küpsemisaegne kõrgem õhutemperatuur, vihmasajule järgnev temperatuuri tõus ja tuul, mis raputab 1,5–2,0 m kõrgeid võrseid (foto 1).

Sordiaretusega on suudetud lahendada küll saagi kvaliteedi probleeme



Foto 1. Päideroo seemnetaimik on kuni 2 m kõrgune

Photo 1. The stand of seed production field of reed canarygrass is up to 2 m high

Katse teiseks eesmärgiks oli jälgida vaatlustega päideroo õitsemise dünaamikat ja kontrollida võimalust määrata optimaalne seemnesaagi koristamise aeg seostades seda täisõitsemisaja ja efektiivsete temperatuuride summaga.

Kolmandaks eesmärgiks oli jälgida koristusaja mõju päideroo seemnete kvaliteedile pidades seejuures silmas nii varisenud kui kombainiga koristades saagina kätte saadud seemneid.

Katsematerjal ja meetodika

7. mail 2019 rajati Jõgeval eelmisel aastal mustkesas hoitud põllule katse päideroo sordiga 'Pedja'. Katse paiknes leostunud mullal (K_0). Mullaharimise eel sai katseala kompleksväetist EU Fertilizer NPK 21-6-11+S normiga 300 kg ha^{-1} . Saagiaastatel, kevadise taimekasvu algul ja pärast seemnesaagi koristamist väetati katseala ammooniumsalpeetriga, norm mõlemal väetamiskorral $\text{N } 70 \text{ kg ha}^{-1}$. Katselapid külvati külvikuga Hege 80, külvisenorm 8 kg ha^{-1} . Katselapid (neljas korduses) olid koondatud blokkidesse (foto 2): blokk 1 – kontroll, blokkides 2 ja 3 pritsiti katselapi taimikuid preparaadiga Laminex kasutades erinevaid norme

(Kalton *et al.*, 1989a; Kalton *et al.*, 1989b; Casler *et al.*, 2009; Casler, 2010), kuid seemnete varisemisega seotut mitte. Kanadas on juba 1985. aastal registreeritud 2 päideroo aretusnumbrit, millel seeme ei varise või variseb vähem (Knowles, 1985), kuid sellele ei ole järgnenud varisemiskindlamate sortide turuletulekut.

Käesoleva uurimistöö peamiseks eesmärgiks oli kontrollida rapsi kõtrade avanemist takistava preparaadi kõdraliim Laminex kasutamise võimalusi päideroo seemnete varisemise vähendamiseks. Loodeti, et liim takistab sõkalde avanemist, mis on eeltingimus seemnete väljapudenemisele pähikutest.

Laminex on olemuselt pindaktiivne polümeeride segu emulsioonikontsentraadina, mille lahusega valmimisjärgus seemnepõldu pritsides kattuvad taimeosad unikaalse liimja kilega. Tootja poolne soovituslik kulunorm rapsile on $0,8\text{--}1,0 \text{ l ha}^{-1}$. Väiksem norm annab kaitse 3 nädalaks, suurem 4–5 nädalaks.



Foto 2. Katsevariandid olid koondatud blokkidesse, mis üksteisest olid eraldatud 3 m laiuste vaheteedega

Photo 2. The trial variants were grouped into blocks, which were separated from each other by 3 m wide gaps

(vt tabelid 1 ja 2). Õitsemise kulgu jälgiti igahommikustel vaatlustel tolmukate nähtavale ilmumise alusel (foto 3). Fikseeriti õitsemise alguse, täisõitsemise ja õitsemise lõpu kuupäevad. Preparaadi Laminex vesilahus pritsiti taimikule selgpriksiga Hardi 10-ndal päeval pärast päideroo täisõitsemist. Üheteistkümnendal päeval pärast täisõitsemist paigutati katselappidesse sisseniidetud ribadele kastid (0,33 × 1,0 m) variseva seemne püüdmiseks (fotod 4 ja 5). Esimeste seemnete varisemise järel alustati katselappidelt kombainiga Hege 140 seemnesaagi koristamist. Koristamist jätkati ajalise intervalliga 2 päeva. Neil kordadel, kui vihm planeeritud päeval koristamist ei võimaldanud, lükkus see päeva võrra edasi. Vahetult enne kombainimist eemaldati varise kogumiskastid (foto 6). Nii neilt, kui kombainist tulnud seeme pakiti ja kuivatati dineesenkuivatis. Järgnes seemne puhastamine Kamas-Westrupi firma laboratoorse sorteeringuga LALS, kaalumine



Foto 3. Päideroo õitsvad pöörised

Photo 3. Flowering panicles of reed canarygrass



Foto 4. Katselappidesse olid sisse niidetud 50 cm laiused ribad

Photo 4. Gaps 50 cm wide were cut into the trial plots

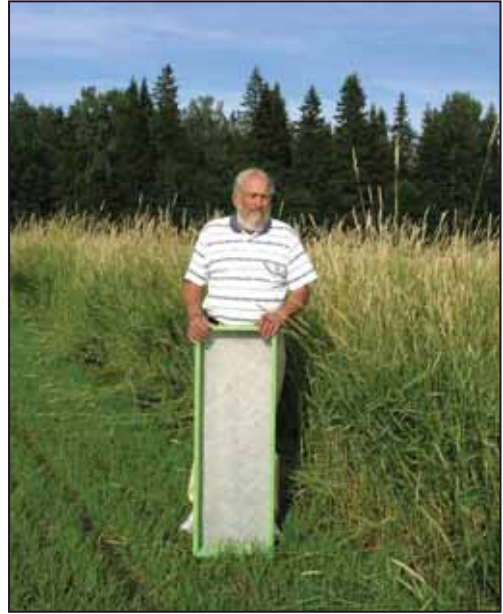


Foto 5. Varise püüdmiseks kasutati kaste mõõtmetega 0,33 × 1,0 m

Photo 5. Boxes with the dimensions of 0,33 × 1,0 m were used to collect the shattered seeds



Foto 6. Seemnesaagi ja varise koristamine

Photo 6. Harvesting of seeds and shattered seeds

ja 3 kuud hiljem seemnete idanevuse ja 1000 seemne massi määramine.

Päideroo õitsemist, seemnesaagi kujunemist ja selle koristamist mõjutanud ilmastikuolud erinesid katseaastati kardinaalselt. 2020. aastal algas vegetatsioon hilja – 1. mail, juuni oli sademeterohke (135 mm, norm* 69 mm) ja paljude aastate keskmisest kõrgema õhutemperatuuriga (17,9 °C, norm 15,0 °C), juuli aga jätkuvalt sademeterohke (101 mm, norm 78 mm) kuid jahe (15,7 °C, norm 17,5 °C). Tuulise, sajuse ilma tõttu olid seemnetaimikud sel aastal katses kohati lamandunud.

2021. aastal algas vegetatsioon vara – 12. aprillil, juuni ööpäevane keskmine õhutemperatuur Jõgeval oli

* Norm – kliimanorm – viimase 30 aasta keskmine

* Norm – climate standard – average of the last 30 years

19,0 °C (norm 15,0 °C), kuu oli samas sademetevaene (11,0 mm, norm 69,5 mm), juuli jätkuvalt väga soe (21,1 °C, norm 17,5 °C) ning sademetevaene (42 mm, ehk 54,7% normist). Juuni III ja juuli I ning II dekaadis tõusis maksimaalne õhutemperatuur 7-el päeval üle 30 °C, 23-el päeval üle 25 °C. Päideroo taimikud püsisid koristamiseni ühtlaselt püsti.

Katsetulemused ja arutelu

Päideroo seemnete küpsemisaja tuletamine

Päideroo generatiivvõrsete areng kulgeb ebahühtlaselt. Kui esimesed pöörised õitsevad, on hulk ülejäänud generatiivvõrseid alles loomise algfaasis. Liik tolm-

Tabel 1. Päideroo seemnesaak ja varisemiskadu 2020. aastal

Table 1. Seed yield and shattering loss of reed canary grass in 2020

Koristamise kuupäev <i>Date of harvest</i>	Päevi täis- õitsemisest <i>Days of full bloom</i>	Ef. temp. kasvav summa °C <i>Incr. amount of eff. temp. °C</i>	Seemnesaak <i>Seed yield</i> kg ha ⁻¹	Varisemiskadu <i>Loss of shattering</i> kg ha ⁻¹ %	
Blokk 1 Kontroll					
17.07.2020	22	699,1	322,9	61,2	18,9
19.07.2020	24	716,2	363,9	58,8	16,2
21.07.2020	26	742,4	444,2	101,5	22,8
24.07.2020	29	767,9	280,7	144,1	51,3
26.07.2020	31	789,0	125,8	215,6	171,3
<i>LSD 0,05</i>			39,3	65,4	
Kokku / keskmine <i>Total / mean</i>			1537,5 / 307,5	581,1 / 116,2	
Blokk 2 Laminex 1 l ha ⁻¹ (13.07.2020)					
17.07.2020	22	699,1	354,5	72,3	20,4
19.07.2020	24	716,2	434,0	83,5	19,2
21.07.2020	26	742,4	490,4	82,0	16,7
24.07.2020	29	767,9	216,1	246,4	114,0
26.07.2020	31	789,0	266,0	233,4	87,7
<i>LSD 0,05</i>			66,2	85,2	
Kokku / keskmine <i>Total / mean</i>			1761,0 / 352,2	717,6 / 143,5	
Blokk 3 Laminex 2 l ha ⁻¹ 13.07.2020)					
17.07.2020	22	699,1	304,4	72,4	23,8
19.07.2020	24	716,2	416,4	74,8	18,0
21.07.2020	26	742,4	477,3	92,7	19,4
24.07.2020	29	767,9	237,9	150,0	63,1
26.07.2020	31	789,0	150,7	226,9	150,6
<i>LSD 0,05</i>			47,0	90,3	
Kokku / keskmine <i>Total / mean</i>			1586,6 / 317,3	616,8 / 123,4	

leb ainult soodsate ilmaolude tingimustes varajastel hommikutundidel. Öitsemine kulges mõlemal katseaastal 10–11 päeva jooksul: 2020. aastal vahemikus 18.–29. juuni, täisõitsemine fikseeriti 25. juunil. 2021. aastal alustasid esimesed pöörised öitsemist 14. juunil, öitsemine kestis kuni 23. juunini. Täisõitsemine fikseeriti 21. juunil.

Pööriste öitsemine eri aegadel viib paratamatult seemnete ebaühtlasele valmimisele. 2020. aastal, 22 päeva pärast taimikute täisõitsemist, ilmusid taimikusse paigutatud kastidesse esimesed varisenud päideroo seemned ja seda kõigis katsevariantides. Vegetatsiooniperioodi algusest oli möödunud 78 päeva, efektiivsete temperatuuride kasvav summa oli sel ajal 699 °C (tabel 1).

Kõrge õhutemperatuuri ja küpsemisaegse põua tingimustes algas 2021. aastal seemnete varisemine nädal varem – juba 15-ndal täisõitsemisjärgsel päeval. Ka sellel aastal algas seemnete varisemine samaaegselt kõigis kolmes katsevariantis. Vegetatsiooniperioodi algusest oli möödunud 84 päeva. Efektiivsete temperatuuride kasvava summa näit oli selleks ajaks 702 °C.

Soomes on päideroo seemnete varisemine alanud 95-ndal päeval pärast vegetatsiooniperioodi algust, mil efektiivse temperatuuri kasvav summa oli 737 °C (Sahramaa, Jauhiainen, 2003). Bonin, Coplen (1963) ja Sahramaa (2004) andmeil algab päideroo seemnete varisemine 12 päeva pärast öitsemist, Baltensberger (1958), Baltensberger, Kalton, (1958) järgi 15 päeva pärast. Meie andmetel ei saa optimaalset koristusaega määrata päevade arvuga loetuna vegetatsiooni algusest ega täisõitsemise ajast. Seemnete küpsemine sõltub konkreetse aasta ilmastiku oludest. Täpsemini aitab orienteeruda koristusaja valikul kasvuajal kogunenud efektiivsete temperatuuride summa. Piiriks on 700 °C, kust alates peab seemnekasvataja olema eriti tähelepanelik.

Päideroo seemnesaak sõltuvalt koristusajast, kõdraliimi kasutamise mõju

Esimese kasutusaasta (2020) taimikud andsid esimesel koristusajal (kui seemnete varisemine oli just alanud) seemnesaagi 304–355 kg ha⁻¹ (tabel 1). Koristamise edasilükkamine kahe päeva võrra tagas kõigis kolmes blokis usutava seemnesaagi lisa. Kõige paremad tulemused saadi koristades seemnesaaki neljandal päeval pärast seemnete varisemise algust, s.o 26 päeva pärast täisõitsemist. Efektiivsete temperatuuride summa oli 742 °C. Siis oli seemnesaak sõltuvalt variandist 444 kuni 490 kg ha⁻¹. Varisemiskadu püsis 20% piires.

Katseandmetele tuginedes peame nentima, et kõdraliimiga Laminex pritimine ei peatanud ega vähendanud päideroo seemnete varisemist. Ka kõdraliimi koguse kahekordistamine (blokk 3) ei kindlustanud 2020. aastal soovitud tulemust. Koristamisega viivitamine suurendas kõigis katsevariantides esialgu mõõdukalt varisenud seemnete kogust – see jäi 4 päeva jooksul veel 20% piiresse (kuni 100 kg ha⁻¹). Edasine koristamisega viivitamine vähendas 2020. aastal juba järsult seemnesaaki ja suurendas hüppeliselt varisenud seemnete kogust. Katseandmed näitasid, et koristades üks kalendrikuu täisõitsemisest hiljem, on suurem

osa seemnetest juba varisenud.

2021. aasta suurimad seemnesaagid saadi kohe esimesel koristusajal, seemnete varisemise algul e. 14 päeva pärast päideroo täisõitsemist (tabel 2). Efektivsete temperatuuride summa oli sel ajal 702 °C. Ka varisemiskadu oli siis väikseim – 13,7–20,5%. Kaks päeva hiljem (efektivsete temperatuuride kasvav summa 740 °C), kuueteistkümnendal päeval pärast täisõitsemist koristades saadi

Tabel 2. Päideroo seemnesaak ja varisemiskadu 2021. aastal
Table 2. Seed yield and shattering loss of reed canary grass in 2021

Koristamise kuupäev <i>Date of harvest</i>	Päevi täis- õitsemisest <i>Days of full bloom</i>	Ef. temp. kasvav summa °C <i>Incr. amount of eff. temp. °C</i>	Seemnesaak <i>Seed yield</i>	Varisemiskadu <i>Loss of shattering</i>	
			kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%
Blokk 1 Kontroll					
5.07.2021	14	701,8	116,2	13,7	11,8
7.07.2021	16	739,8	108,2	48,2	44,5
10.07.2021	19	798,1	42,6	145,9	342,2
12.07.2021	21	833,8	49,3	156,4	317,5
14.07.2021	23	870,0	63,2	113,5	179,5
<i>LSD 0,05</i>			11,6	24,4	
Kokku / keskmine <i>Total / mean</i>			379,4 / 75,9	477,6 / 95,5	
Blokk 2 Laminex 5 l ha ⁻¹ (30.06.2021)					
5.07.2021	14	701,8	105,7	20,5	19,4
7.07.2021	16	739,8	107,9	77,1	71,4
10.07.2021	19	798,1	36,2	208,1	574,6
12.07.2021	21	833,8	47,9	227,3	474,8
14.07.2021	23	870,0	65,3	136,5	209,1
<i>LSD 0,05</i>			22,9	11,5	
Kokku / keskmine <i>Total / mean</i>			363,0 / 72,6	669,3 / 133,9	
Blokk 3 Laminex 10 l ha ⁻¹ (30.06.2021)					
5.07.2021	14	701,8	103,8	18,7	18,0
7.07.2021	16	739,8	102,5	69,2	67,5
10.07.2021	19	798,1	39,3	198,0	503,9
12.07.2021	21	833,8	40,6	160,8	395,9
14.07.2021	23	870,0	61,5	149,3	242,6
<i>LSD 0,05</i>			13,3	22,2	
Kokku / keskmine <i>Total / mean</i>			347,7 / 69,5	596,0 / 119,2	

küll esimese koristusajaga võrreldes samaväärne seemnesaak, kuid 44,5–71,4% seemnetest oli juba varisenud. Edasine koristamisega viivitamine tähendas juba valdava osa seemnesaagi kaotust. Sellelgi aastal ei avaldanud seemnetaimiku pritsimine Laminexiga varisemiskaole mingit mõju ja seda vaatamata sellele, et kasutati kordades suurendatud – 5-e ja 10-e kordset preparaadi normi.

Seemnete kvaliteet

Päideroo seemnesaagi koristamisel satub seemnete hulka paratamatult erinevas küpsusastmes seemneid. Seemnete ebahühtlase valmimise tõttu on seemnete kvaliteet peaaegu alati ebarahuldav (Juntala *et al.*, 1978; Wheaton, 1993). Päideroog on üks kõrrelistest, mille seemnete idanemisele on valguse juurdepääsul positiivne efekt (Linding-Cisneros, Zedler, 2001). Seda arvestati ka meie katse seemnete idanevust kontrollides. Kontrollvariandis, kus preparaati Laminex ei kasutatud, idanesid koristatud seemned mõlemal katseaastal 77–78% (tabel 3). Varisenud seemnete idanevus oli vastu ootusi mõlemal aastal madalam kui koristatud seemnel. Preparaadi Laminex kasutamine alandas usutaval määral seemnete idanevust ja seda nii koristatud kui varisenud seemne puhul.

Preparaat Laminexi kasutamine ei mõjutanud seemnete 1000 seemne massi. Varisenud seemnete 1000 seemne mass oli suurem, kui saagina koristatud seemnel. 2021. aasta seemne 1000 seemne massi näitajad olid kõrgemad kui 2020. aastal. Seletatav on see seemnesaagi suurusega. Seemnesaagi suurus ja 1000 seemne mass on üldjuhul negatiivses korrelatsioonis.

Tabel 3. Viie koristusaja keskmised seemnete kvaliteedi näitajad
Table 3. Average seed quality indicators for the five harvesting periods

	2020. a		2021. a	
	Koristatud seemned <i>Harvested seeds</i>	Varisenud seemned <i>Shattered seeds</i>	Koristatud seemned <i>Harvested seeds</i>	Varisenud seemned <i>Shattered seeds</i>
	Idanevus / <i>Germination %</i>			
Blokk 1	77	59	78	74
Blokk 2	54	49	58	48
Blokk 3	53	48	59	43
	1000 seemne kaal / <i>Weight of 1000 seeds, g</i>			
Blokk 1	0,836	0,881	0,970	1,044
Blokk 2	0,851	0,878	0,998	1,048
Blokk 3	0,836	0,870	0,965	0,018

Kokkuvõte

Päideroo taimik õitseb ebaühtlaselt ca 10 päeva jooksul. Sellest tulenevalt valmib ka seemnesaak ebaühtlaselt. Optimaalse koristusaja valikul ei ole abi täisõitsemisaja fikseerimisest ja päevade lugemisest pärast seda. Seemne valmimisaja määravad õitsemisjärgsete päevade ilmaolud. Kõrge õhutemperatuuri ja põua tingimustes valmib seeme kiiremini, niiske ja jaheda ilma korral aeglasemalt. Seemnete varisemine algab, kui kasvuperioodi algusest arvestades on efektiivsete temperatuuride summa jõudnud 700 °C-ni. Kui seemnete valmimise ajal valitseb kõrge õhutemperatuur, tuleb seemnesaak koristada kohe, kui algab seemnete varisemine. Jahedal ajal võib koristamisega 2–3 päeva oodata.

Kõdraliimi Laminex kasutamisega ei ole võimalik päideroo seemnete varisemist ära hoida, vähendada ega protsessi aeglustada. Preparaadi kasutamine ei mõjuta 1000 seemne massi, kuid vähendab seemnete idanevust.

Päideroo sordi 'Pedja' seemnesaagi võime küündib 600 kg-ni ha⁻¹. Optimaalse koristusaja valikuga on võimalik sellest kätte saada 450 kuni 500 kg ha⁻¹.

Viidatud kirjandus

- Baltensberger A. A. 1958. Variability in reed canarygrass, *Phalaris arundinacea* L. – Academic dissertation, Iowa State University, 94 p.
- Baltensberger A. A., Kalton R. R. 1958. Variability in reed canarygrass *Phalaris arundinacea* L. III Seed shattering. – *Agronomy Journal* 51, pp. 37–38.
- Bonin S. C., Coplen B. P. 1963. A histological study of seed shattering in reed canarygrass. – *Canadian Journal of Plant Science*. Volume 43, Number 2, pp. 200–205.
- Casler M. D. 2010 Genetics, breeding and ecology of reed canarygrass. – *International Journal of Plant Breeding*, Volume 4, Number 1, pp. 30–36.
- Casler M. D., Cherney J. H., Brummer E. C. 2009. Biomass yield of naturalized populations and cultivars of reed canarygrass. – *Bio energy Research*, 2, pp. 165–173.
- Juntala O., Landgraff L., Nilsen A., 1978. Germination of *Phalaris* seeds: Seed problems. – *Acta Horticulturae*, 82, pp. 163–166.
- Kalton R. R., Richardson P., Shields J. 1989a. Registration of 'Venture' reed canarygrass. – *Crop Science* Volume 29, Issue 5 pp. 1327–1328.
- Kalton R. R., Shields J., Richardson P. 1989b. Registration of 'Palaton' reed canarygrass. – *Crop Science* Volume 29, issue 5, p. 1327
- Knowles P. 1985. Registration of S-8799 and S-8986 seed-retaining reed canarygrass germplasm. – *Crop Science* Volume 25, Issue 6, p. 1132.
- Linding-Cisneros R., Zedler J. 2001. Effect of light on seed germination in *Phalaris arundinacea* L. (reed canary grass). – *Plant Ecology* Volume 155 Issue 1, pp. 75–78.
- Sahramaa M. 2004. Evaluating germplasm of reed canarygrass *Phalaris arundinacea* L. Academic dissertation, 47 p.
- Sahramaa M., Jauhiainen L. 2003. Characterization of development and stem elongation of reed canary grass under northern conditions. – *Industrial Crops and Products*, Volume 18, Issue 2, pp. 155–169.
- Wheaton H. N. 1993. Red canarygrass, Ryegrass and Garrison Creeping Foxtail. – University of Missouri, Department of Agronomy. extension.missouri.edu/publications/g4649

The use of pod-sealant Laminex to reduce seed shattering of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.)

Summary

Reed canary grass plants bloom unevenly during approximately 10 days. Due to this, the seed yield also ripens unevenly. For choosing the optimum harvest time, fixation of the time of full flowering and counting the days thereafter are not helpful. The ripening time of the seed is determined by the weather conditions of the days after flowering. In conditions of high air temperature and drought, the seeds ripen faster, in humid and cool weather more slowly. Seed shattering begins when the sum of effective temperatures has reached 700 °C while counting from the beginning of growing season. If high air temperature prevails during the ripening of seeds, the seed yield should be harvested as soon as the seeds begin to shatter. In cooler weather, you can wait 2–3 days with harvesting.

With the use of pod-sealant Laminex it is not possible to prevent, reduce or slow down the process of the seed shattering of reed canary grass. The use of the preparation does not affect the mass of 1000 seeds, but it reduces the germinability of seeds.

The seed yielding ability of the reed canary grass variety 'Pedja' amounts to 600 kg ha⁻¹. With the choice of the optimum harvest time, it is possible to obtain 450 to 500 kg ha⁻¹.

SALE-HAGUHEINA (*Koeleria gracilis* Pers.) SEEMNEKASVATUS

ABSTRACT. Crested hairgrass (*Koeleria gracilis* Pers., syn. *K. macrantha* (Ledeb.) J. A. Schultes) is a tussocky, undersized winter grass with greyish narrow leaves. The species is used for lawns in Estonia. Variety 'Ilo' was released in 1997. Agrotechnology of its seed production was studied for 7 years. It's reasonable to sow a seed field without a cover crop at the first chance in spring (May). Drill space can be either 45 (seeding rate 2.5 kg ha⁻¹) or 15 cm (5.0 kg ha⁻¹). Crested hairgrass has slow initial development; it takes 10–20 days from sowing to emergence. In the seeding year, the plants can cover the drill space of 45 cm during two months. In crop years it takes a month from the outset of growth. *Koeleria* is unable to completely cover a 60 cm drill space leaving the field open to weeds for the entire season. The species has a good lodging resistance. Height of reproductive tillers ranged between 48–62 and 71–91 cm on a droughty and rainy summer, respectively. Nitrogen applications of 70 kg ha⁻¹ in spring and 35 kg ha⁻¹ in summer after removal of residue are sufficient. The plants bloom in late June, the seeds mature a month later. Seed yield attains 600 kg ha⁻¹ on the first crop year. The weight of 1000 seeds ranges between 0.230–0.281 g. The following sieves are appropriate: with round holes of 2.5 mm for preliminary seed cleaning, upper and lower sieve both with oblong holes of 0.65 and 0.45 mm, respectively. The machine was equipped with aspiration system.

Keywords: drill space, nitrogen fertiliser, yield, sowing rate, sowing time



Foto 1. Sale-haguheina taim

Photo 1. Crested hairgrass plant

Sissejuhatus

Sale-haguhein (*Koeleria gracilis* Pers., syn. *K. macrantha* (Ledeb.) J. A. Schultes) on tihedapuhmikuline, madalakasvuline, kitsaste hallikasroheliste dekoratiivsete lehtedega kõrreline taim, mis on levinud Austraalias, Euraasias ja Põhja-Ameerikas (Dixon, 2000) (fotod 1, 2 ja 3). Tema areaali põhjaserv ulatub napilt Kagu-Eestisse (Eesti..., 1978). Jõgeva Sordiaretuse Instituudis on see liik võetud kasutusele murutaimena ja aretatud esimene sort 'Ilo' (Bender, 1995). Sale-haguheina sordiaretusega on tegeldud nüüdseks ka Hollandis ja Kanadas. Hollandis aretatud sorti 'Barkoel' soovitatakse kasutada murude rajamiseks (Barenbrug, 1997), Kanada sorti 'ARC Mountain' aga söödataimena (Woosaree et al., 2004). Liiki on kultuurtaimena kasutatud



Foto 2. Sale-haguheina pööris on õitsemise ajal laiuv

Photo 2. Panicle of crested hairgrass is expansive during flowering



Foto 3. Sale-haguheina 'Ilo' lehevärvus on hallikas roheline (viis rida keskel)

Photo 3. The leaf color of crested hairgrass in greyish green (five rows in the middle)

lühikest aega. Meile kättesaadava kirjanduse põhjal võime väita, et selle liigi seemnekasvatuse agrotehnikat ei ole maailmas varem uuritud.

Katsematerjal ja metoodika

Sale-haguheina sordi 'Ilo' seemnekasvatuse agrotehnikat on Jõgeva Sordiaretuse Instituudis uuritud põldkatsetes aastatel 2001–2006, rajatud on kaks katseseeriat külviga 2001. ja 2003. a. Selgitati külviaja, külvisenormi, reavahelaiuse ja lämmasikväetise normi ning andmisaegade mõju seemnesaagile. Uuriti rajamisaastal keemilise umbrohutõrje võimalusi. Katsed rajati mustkesale, katteviljata, laiarealises (45 cm) külvis (v.a reavahelaiuse katse) neljas korduses. Katselapi suurus oli 11,25 m², millest netolapp moodustas 6 m². Katsed paiknesid leostunud mullal (K₀), mille agrookeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 6,1, P 230, K 229, Ca 1550 ja Mg 77 mg kg⁻¹ mullas, üldlämmastikusisaldus 0,13%, huumusesisaldus 2,1%. Katsete rajamise eel väetati normidega P₂O₅ 44, K₂O 80 ja N 70 kg ha⁻¹. Fosfor-kaaliväetised anti Kemira firma liitväetisena Skalsa, lämmastik ammoniumsalpeetrina. Saagiaastail anti kevadel pärast taimekasvu algust N 70, kui see ei olnud katseskeemi järgi ettenähtud teisiti. Katsete rajamisel lähtuti baaskülvisenormist 5 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile.

Katsete rajamisel ja läbiviimisel kasutati järgmisi masinaid: seemned külvati külvikutega Hege 90-1 (laiarealised külvid) ja Hege 80 (kitsarealised külvid),

mineraalväetised külvati külvikuga Hege 33, taimekaitsetöödeks kasutati pritsi Hege Tecnoma, herbitsiidide vesilahuse pritsimiseks aga selgpritsi. Seemned koristati täisküpsuses ühefaasiliselt kombainiga Hege 125 C. Saadud seemnemass kuivatati säilituskuivaks dinesenkuivatis ja puhastati firma Kamas-Westrup laboratoorsete masinatega. Seemnete kvaliteet määrati Põllumajandusuuringute Keskuse laboratooriumides. Katsevariandid ei mõjutanud seemnete puhtust ja idanevust. Kui need erinevused põllul esinesidki, ühtlustusid seemned kombainiga koristamisel ja hilisemal masinatega puhastamisel, kus tuule ja sõelumisega väiksemad-kergemad seemned satuvad aganate hulka.

Katseandmete statistilisel töötlemisel on kasutatud arvutiprogrammi Agrobase 20TM.

Katsetulemused ja arutelu

Külviaeg

Peeneseemneliste, aeglase algarenguga kõrreliste alusheinte seemnepõllud rajatakse Eestis katteviljata enne suve algust. Meie katseandmete (tabel 1) põhjal võib sedasama kinnitada ka sale-haguheina kohta. Suurima seemnesaagi rajamisjärgsel aastal andis kevadel esimesel võimalusel tehtud külv. Sademetevaesel 2001. aastal andsid hilisemad külvid (24.05 ja 10.06) külviaasta lõpuks esimese külviajaga küll võrdse lühivõrsete arvuga taimikud, kuid generatiivvõrseid moodustus neil esimesel kasutusaastal oluliselt vähem, mis mõjutas seemnesaaki usutavalt vähenemise suunas.

Külv 24. juunil 2001 jäi põua kätte, kujunes hõre taimik, mis esimesel kasutusaastal nimetamisväärset seemnesaaki ei moodustanud, küll aga ületas kahel järgmisel aastal usutavalt teisi selle katse variante saagi poolest. Eesti jaoks ebarahilikult põuase 2002. aasta järel moodustasid sel aastal kõrgemaid saaginäitajaid omanud variandid järgmisel aastal vähem generatiivvõrseid ja seemnesaagid kujunesid pöördvõrdelisteks eelmisel aastal näidatuile.

2003. aastal oli kevad sademeterohke ja külvid põua all ei kannatanud. Kuid ka selles katses jäid juunis tehtud külvidel järgmisel aastal seemnesaagid varem külvatud variantidest usutavalt väiksemaks.

Kahe katse kaheksa saagiaasta andmetel saadi maksimaalne seemnesaak katsevariandist, kus külv tehti 24. mail. Edu summaarses saagis tulenes põhiliselt teise kasutusaasta suuremast seemnesaagist. Võrreldes esimese külviajaga jäi seemnesaagi ületamine (4,9%) siiski vaid katsevea piirsesse.

Külvisenorm

Külvisenormi uurimiseks külvati esimene katse 2001. aasta juuni lõpus. Külv jäi põua kätte, kõigis külvisenormi variantides kujunes ühtlane, kuid väga hõre taimik, mis esimesel kasutusaastal nimetamisväärset seemnesaaki ei andnud (tabel 1). Teiseks kasutusaastaks (2003) oli taimikute tihedus tugeva võrsumise

Tabel 1. Sale-haguheina seemnepõllu rajamisaja ja külvisenormi mõju seemnesaagile, kg ha⁻¹
 Table 1. The impact of sowing time and sowing rate on the seed yield of crested hairgrass, kg ha⁻¹

	2002	2003	2004	2005	2006	2004*	2005*	2006*	Kokku	%
	Rajamisae / Sowing time									
10.mai	300,5	157,2	247,6	215,7	135,3	437,7	151,8	183,9	1694,4	100
24.mai	270,4	254,7	205,4	228,3	117,0	437,5	223,6	156,7	1776,6	104,9
10.juuni	253,0	324,5	203,0	178,3	89,5	362,6	210,1	123,9	1655,4	97,7
24.juuni	27,0	390,1	272,4	189,4	80,9	317,4	164,6	116,6	1477,5	87,2
LSD 0,05	21,1	30,4	45,2	11,4	11,0	39,5	14,5	18,1	95,9	
	Külvisenorm / Sowing rate kg ha ⁻¹									
2,5						486,8	205,3	191,3	692,1	
3,75	11,3	545,8	391,4	163,3	146,3	482,0	180,4	189,8	1964,0	100
5	10,4	530,4	376,4	226,6	211,7	464,7	177,9	177,2	1963,6	100
6,25	12,2	545,0	341,9	260,1	171,2	446,3	182,0	152,4	1939,9	98,8
LSD 0,05	6,5	78,4	29,3	14,1	15,7	68,3	14,1	12,6	131,6	

* 2003. aasta rajamine / seeding in 2003

tulemusena ühtlusatunud ja taimikud andsid häid, suuruselt lähedasi seemnesaake. Uus katse külvisenormi selgitamiseks külvati 15. mail 2003. Katsesse võeti lisaks veelgi vähendatud külvisenormiga variant ($2,5 \text{ kg ha}^{-1}$), mis niiskuse poolest soodsa rajamisaasta järel näitas häid saagiandmeid.

Kahe katse kaheksa aasta seemnesaagi andmeil mõjutab kasutatud külvisenorm suhteliselt vähe tulemust. Kevadel varakult tehtud külvi korral suudavad sale-haguheina taimed toitainete ja niiskusega varustatuse korral taimikute tiheduse võrsumisega ühtlustada.

Reavahe laius

Kõrreliste alusheinte seemnepõlde on Eestis seni soovitatud rajada laiareaalises külvis reavahega 45 cm. See on ka meie katsetes standardiks, millega võrreldi kitsarealist (15 cm) ja laiemat reavahet (60 cm). Analoogselt eeltoodule ei andnud taimikud ka reavahelaiuse uurimiseks 2001. aasta juuni lõpus rajatud katses esimesel kasutusaastal nimetamisväärset seemnesaaki (tabel 2).

Reavahelaiusest tingitud erinevused seemnesaagis ilmnisid alates teisest saagiaastast, kus kitsarealine külv normiga 8 kg ha^{-1} näitas väga head seemnesaaki, ületades usutavalt laiarealisi külve suurema generatiivvõrsete arvuga pinnauhikul. Teise rajamise (2003) järel ilmnis kitsarealise külvi eelis seemnesaagis juba esimesel kasutusaastal.

Kahe katse kaheksa aasta seemnesaagi summaarseil andmeil ületas kitsarealine külv standardvarianti 10,9%. Esimestel kasutusaastatel oli kitsarealise külvi eelis suurem, hiljem eelis taandus.

Väetamine lämmastikuga

Sale-haguhein on talvetüüpi kõrreline, mille seemnesaak sõltub suvelõpu võrsumisest, mida tuleks väetamisega soodustada. Kevadine väetamine mõjutab seemnesaaki pöörise kohta moodustuvate seemnete hulga ja nende 1000 seemne massi kaudu. Meie katse eesmärgiks oli selgitada, kas kevadel antud lämmastikväetis normiga $N70 \text{ kg ha}^{-1}$ ja suvel lisatud $N35 \text{ kg ha}^{-1}$ on sale-haguheinal küllaldane maksimaalse seemnesaagi saamiseks või on otstarbekas neid norme suurendada. Meie katsetes ei ole standardvariandist suuremad kevadised ega suvised lämmastikväetiste kogused seemnesaaki tõstnud (tabel 2). Kevadine ühekordne lämmastikuannus $N105 \text{ kg ha}^{-1}$ kutsub sademeterikkal aastal (meil 2004. a.) esile taimiku kohatist lamandumist, mis põhjustab seemnesaagi kadu koristamisel ja ei ole seetõttu otstarbekas. Suurematest väetiskogustest tingitud mõningane seemnesaagilisa ilmnis vanematel taimikutel 2006. aasta suvel, mis oli Eestis väga sademetevaene.

Umbrohutõrje

Sale-haguhein on aeglase algarenguga, ega suuda sel perioodil konkureerida umbrohtudega. Vältimaks (või vähendamaks) käsitsitöö mahtu rajamisaastal

Tabel 2. Reavahe laiuse ning lämmastikväetise normi ja andmisaja mõju sale-haguheina seemnepõllu saagivõimele, kg ha⁻¹

Table 2. The impact of drill space and rate and application time of nitrogenous fertilizer on the seed yield of crested hairgrass, kg ha⁻¹

	2002	2003	2004	2005	2006	2004*	2005*	2006*	Kokku	%
	Reavahe laius / Drill space, cm									
15	11,8	574,6	326,1	190,1	114,7	517,6	174,8	129,5	1924,5	110,9
45	10,5	435,8	381,7	163,8	139,3	388,2	159,4	195,7	1735,1	100
60	9,7	322,5	289,2	160,6	133,9	255,3	177,8	138,3	1353,4	78
LSD 0,05	4,2	64,7	44,2	18,9	21,4	39,2	9,2	16,1	124,6	
	Lämmastikväetise norm ja andmisaaeg, N kg ha ⁻¹									
	Rate and application time of nitrogenous fertilizer, N kg ha ⁻¹									
N70+N35	5,7	619,5	291,6	189,5	127,0	495,8	189,4	132,9	1924,4	100
N70+N70	8,6	575,6	293,2	170,3	185,5	486,1	186,7	197,2	1917,7	99,7
N105+N35	7,3	555,5	286,5	153,3	146,5	459,4	192,8	138,3	1793,1	93,2
N105+N0	6,7	528,1	263,8	180,4	116,3	438,4	203,7	97,3	1718,4	89,3
LSD 0,05	3,0	20,1	15,6	11,4	19,4	43,8	8,1	10,2	80,2	

* 2003. aasta rajamine / seeding in 2003

uuriti Jõgeval keemilise umbrohutõrje võimalusi sale-haguheina seemnepõllul.

Pika- ja lühiealised umbrohud on heinaseemnepõldudel kultuurliigile tülikad kaaslased, mis konkurentidena vähendavad saaki ja halvendavad selle kvaliteeti. Pikaalised juurumbrohud tuleb tõrjuda enne seemnepõllu rajamist kas mustkesa harides või herbitsiide kasutades. Meie katseväljakul rakendati mõlemat moodust ja saadi juurumbrohtudest puhas põld. Selle hinnaks oli aga esimesel rajamisel (2001. a) külviga hilinemine, mistõttu sale-haguhein andis esimesel kasutusaastal väga madala seemnesaagi. Selle katse tulemusi käesolevas artiklis ei esitata. 2003. aastal katset korraldati. Mehaanilise umbrohutõrje variandiga (standard) võrreldi viit herbitsiidi või nende segu ja kulunorme (tabel 3). Katse oli külvatud 20. mail, herbitsiididega pritsiti pärast sale-haguheina täielikku tärkamist võrsumise algul 19. juunil. Kuu aja jooksul arenesid umbrohud sale-haguheinast märksa kiiremini. Pritsimise ajaks olid domineerivate umbrohuliikide taimed saavutanud kõrguse: valge hanemalts 16 cm, verev iminõges 9 cm, hiirekõrv 10 cm, põldkan-

Tabel 3. Külviaastal sale-haguheina seemnepõllul läbiviidud keemilise umbrohutõrje mõju esimese kasutusaasta seemnesaagile

Table 3. The effect of chemical weed control in the field during the sowing year on the seed yield of the first year of use

Var.	Preparaat ja kulunorm <i>Preparation and rate</i>	Seemnesaak		
		<i>Seed yield</i>		1000 s.
		kg ha ⁻¹	%	mass, g
1	MCPA 1,3 l ha ⁻¹	299,2	77,9	0,254
2	MCPA 1,0 l ha ⁻¹ + Primus 100 ml ha ⁻¹	296,7	77,3	0,262
3	MCPA 1,0 l ha ⁻¹ + Primus 150 ml ha ⁻¹	296,2	77,1	0,277
4	Kontroll (meh. umbrohutõrje)	384	100	0,257
5	Duplosan Super 2,3 l ha ⁻¹	232,2	60,5	0,264
6	Starane 2,0 l ha ⁻¹	297	77,3	0,261
	<i>LSD 0,05</i>	34,2		

nike 2,5 cm, kesalill 4 cm ja soo kassiurb 4 cm. Herbitsiidide mõju hindamiseks määrati 31. juulil rohelisena (elusana) säilinud umbrohutaimede arv ja nende maapealsete taimeosade mass 1 m²-selt pinnalt neljas korduses.

Parima tulemuse umbrohutõrjel andis variant, kus umbrohtu tõrjuti herbitsiidiga starane 2,0 l ha⁻¹. Säilinud oli 1 m² keskmiselt 36 umbrohutaimet kogumassiga 0,8 kg. Vastu pidanud umbrohuliikidest domineerisid lõhnav kummel (34,2% kõigist säilinud umbrohutaimedest), verev iminõges (20,5%), suur teeleht (10,3%) ja harilik punand (6,8%).

Pärast 31. juulit hävitati säilinud umbrohutaimed katses ühekordse kõp-lamisega. Järgmisel aastal määrati katses seemnesaak (tabel 3) ning leiti, et herbitsiididega umbrohtu tõrjudes saadi võrreldes mehaanilise umbrohtutõrjega 23–40% madalam seemnesaak. Variandid 1, 2, 3 ja 6 andsid tulemuseks praktiliselt võrdse seemnesaagi. Kõige nõrgemini mõjus umbrohtudele herbitsiid Duplosan Super normiga 2,3 l ha⁻¹. Nagu teisteski meie poolt korraldatud katsetes mõjutas 1000 seemne massi generatiivvõrsete arv pinnaühikul – mida suurem generatiivvõrsete arv pinnaühikul, seda suurem seemnesaak, kuid seda madalam 1000 seemne mass.

Kokkuvõte ja arutelu

Meie 8 saagiaasta tulemused näitavad, et sale-haguheina seemnepõld tuleb rajada kevadel esimesel võimalusel. See kindlustab esimesel kasutusaastal maksimaalse saagi. Külvates juuni III dekaadis või hiljem ei saa esimesel kasutusaastal nimetamisväärset seemnesaaki. Seemnesaagita aastal sale-haguheina taimik ei tihene võrsumise läbi küll üle kriitilise tiheduspiiri ja annab järgneval aastal veel normaalse seemnesaagi, kuid saagita aasta hooldustööde mahukuse (ja maksumuse) tõttu ei saa hilist külviaega siiski soovitada. Sellest tulenevalt tuleb tulevasel seemnepõllul juba eelmisel aastal läbi viia juurumbrohtude tõrje.

Soodsate kasvutingimuste ja hea väljakülviaparaadiga külviku olemasolul piisab sale-haguheina seemnepõllul laiarealise külvi korral külvisenormist 2,5 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile. Suurem külvisenorm enamsaaki ei kindlusta, võib seda koguni vähendada. Kitsarealise külvi korral piisab külvisenormist 5 kg ha⁻¹.

Seemnepõllu võib rajada kitsarealiselt või laiarealiselt reavahega 45 cm (foto 4). Kitsarealine rajamisviis kindlustab esimestel kasutusaastatel suurema seemnesaagi, kuid seab seemnekasvataja umbrohtutõrje probleemide ette. Viimasel aastakümnel on suundumus vähendada pestitsiidide kasutamist. Ilmutatakse suuremat huvi umbrohtude mehaanilise tõrje võimaluste vastu, mis eeldab külve laiema reavahega (Lund-Kristensen *et al.*, 2000; Boelt *et al.*, 2002; Boelt, 2003). Maheseemne tootmises tuleb kõne alla ainult laiarealine seemnepõld. Meie katsetes õigustas end paremini 45 cm-ne reavahe, mis võimaldab vaheltharimisel kasutada väiksema veojõuklassi traktorit ilma, et viimane oma rehvidega taimikut tallaks (foto 4). Laiema reavahe (60 cm) korral on võimalik küll reavahede harimisel kasutada võimsamaid traktoreid, kuid sellega kaasneb 2 negatiivset ilmingut: 1) taimelehed ei suuda reavahet katta ja suve läbi püsib seemnepõllu umbrohtumise oht; 2) lamandumise korral ei toeta lehestu generatiivvõrseid ja pöörised satuvad rea vahele vastu mullapinda. Vihma korral idaneb seeme vastu mullapinda sattunud pööristes juba põllul, koristamisel ei võta kombain reavahele sattunud pööriseid üles ning koristuskadu on suurem.

Sale haguhein on suhteliselt seisukindel liik, mille generatiivvõrsete pik-



Foto 4. Laiarealiselt (45 cm) külvatud sale-haguheina seemnepõld esimesel kasutusaastal

Photo 4. Seed field of crested hairgrass established with wide (45 cm) drill space in the first year of use

kus põuasel suvel oli 48–62 cm, sademeterohkel suvel 71–91 cm. Seemnetaimiku väetamisel piisab kevadel normist N 70 ja suvel pärast kontsheina niitmist N 35 kg ha⁻¹.

Taimahaigustest esineb sale-haguheinal jahukastet (*Erysiphe graminis* DC.) (Dixon, 2000). Meie katsete andmeil sõltus seemnesaak rohkem agrotehnilistest võtetest ja saagiaasta ilmastikust kui (vähesest) taimelhehede nakatumisest jahukastesse (Sooväli, Bender, 2006), mistõttu vajadus keemilise tõrje järele puudus. Küll on aga alates teisest kasutusaastast otstarbekas vältimaks valgepähisuse esinemist pöörata seemnepõldudel tähelepanu taimekahjurite tõrjele.

Sale-haguheina seemnepõllul tuleb erilist rõhku panna umbrohutõrjele. Meie katsetes saadi parimaid seemnesaake mehaanilise umbrohutõrje korral, mis on aga töömahukas. Kaheiduleheliste lühiealiste umbrohtude tõrjel saime paremaid tulemusi herbitsiidiga starane (norm 2 l ha⁻¹), kuid herbitsiidi toimele lisaks osutus vajalikuks säilinud umbrohutaimede ühekordne mehaaniline tõrje külviridadest.

Sale-haguhein on aeglase algarenguga: tema seemned tärkavad 10–20 päeva pärast külvi ja katavad 45 cm-se reavahe oma lehtedega külviaastal 2 kalendrikuu vältel pärast tärkamist, saagiaastal 1 kuu vältel pärast vegetatsiooniperioodi algust. Taimik õitseb juuni II poolel, seeme valmib juuli II poolel (mõnel aastal augusti esimestel päevadel). Seemnesaak on olnud esimesel kasutusaastal kuni 600 kg ha⁻¹, 1000 seemne mass vahemikus 0,230–0,281 g, idanevus 80–98%. Seemnetaimiku majanduslikult tasuv kasutusiga on 2–3 aastat. Seemne lõpp-puhastamisel õigus-tas end sorteeri sõeltekomplekt: eelpuhastuseks ümar-auk sõel 2,5 mm, ülemine pikliku avaga sõel 0,65 mm ja alumine pikliku avaga sõel 0,45 mm. Masin oli varustatud tõusva tuulega, mida reguleeriti visuaalse vaatluse teel. Reguleerimata keskkonnatingimustega laoruumis säilitades ei ole sale-haguheina seemne idanevus 4 aasta vältel langenud alla 80%-i.

Tänuavaldus

Uurimistöö on valminud Eesti Teadusfondi grandid nr 4733 rahalisel toel
The author thank Estonian Science Foundation for allocating a grant no. 4733 for financing the study

Viidatud kirjandus

- Barenbrug. Range of varieties 1997/1998. 56 p.
- Bender A. Breeding and improvement of grass and legume varieties after 1944 at Jõgeva. – Jõgeva Sordiaretuse Instituudi teaduslikud tööd VII Sordiaretus ja seemnekasvatus. Jõgeva, 1995, pp. 206–216.
- Boelt B. Organic forage seed production. – Proceedings of fifth international herbage seed conference. Gotton, Australia, 23–26 november 2003, pp. 43–47.
- Boelt B., Deleuran L., Gislum R. Organic seed production in Denmark. – Newsletter, The international herbage seed production Research Group, 2002, no 34, pp. 3–5.
- Dixon J. M. *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schultes (*K. alpigena* Domin, *K. cristata* (L.) Pers. Pro parte, *K. gracilis* Pers., *K. albescens* auct. Non DC.). – Journal of Ecology, 2000, 88, pp. 709–726.
- Eesti NSV flora XI. Tallinn, 1979. 567 lk.
- Lund-Kristensen J., Jensen M. T., Grönbæk O. Organic production of grass and clover seed in Denmark – a new challenge to the seed industry. – Proceedings of the 18th general meeting of the European Grassland Federation. Denmark, 2000, pp. 539–541.
- Sooväli P., Bender A. The occurrence of powdery mildew on crested hairgrass in different growing conditions. – Agronomy Research, 2006, Vol. 4, Special Issue, pp. 385–388.
- Woosaree J., Acharya S. N., Darroch B. A. ARC Mountain View June Grass. – Canadian Journal of Plant Science, 2004, 84, pp. 245–247.

Seed production of *Koeleria gracilis* Pers.

Summary

Our data collected during eight harvest years suggest that seed field of crested hairgrass must be sown on the first chance in spring. This assures maximum yield in the first crop year. When sown in late June or later, the seed yield of the first crop year will be poor. In cropless year the stand of crested hairgrass does not tiller above critical density and gives normal seed yield next year. Because of extensive care and input need in cropless year, late sowing can not be recommended. Hence control of rooty weeds must be done a year before sowing a new field.

In case of favourable growing conditions and if a precise seed drill is used, 2.5 kg/ha of crested hairgrass seed of 100% sowing value suffices for sowing a field with wide drill space. Enhanced sowing rate will not assure higher yield, on the contrary – could even decrease it. Sufficient sowing rate in case of narrow drill space is 5 kg/ha.

Seed field can be established with wide (45 cm) or narrow drill space. The latter way guarantees higher seed yield in the first years, but the grower will face weed control problems. There is a trend to restrict pesticide use. Interest has been taken in mechanical weed control methods that require wider drill space (Lund-Kristensen et al. 2000; Boelt

et al. 2002; Boelt 2003). In organic seed production only wide drill space is applicable. Drill space of 45 cm turned out to be proper in our trials. This enables to use a tractor with lesser traction for mechanical weed control without treading the stand. Wider drill space (60 cm) enables to use more powerful tractors for weed control between the drills, but there are two concurrent adverse phenomena: 1) plant foliage can not cover the drill space and risk of weed infestation remains throughout the summer; 2) in case of lodging the foliage does not uphold reproductive shoots and the panicles sink to the ground between the drills. In the event of rain the seeds germinate in the field if the panicles are in contact with soil. The combine harvester does not pick them up and yield loss is considerable.

Crested hairgrass is a species with rather good lodging resistance. Length of its reproductive shoots ranged between 48–62 cm in droughty and between 71–91 cm in rainy summers. Sufficient N rates for the fertilisation of a seed field are 70 kg/ha in spring and 35 kg/ha in summer after removal of the stubble.

Powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC.) infects crested hairgrass (Dixon 2000). Our data show that the seed yield was more dependent on agrotechnics and weather conditions than on negligible infection of the leaves with powdery mildew (Sooväli, Bender 2006), therefore the fungicide treatments were not required. Yet, it is appropriate to pay attention to pest control since the second crop year to avoid silver top.

Crested hairgrass has slow initial development: the seedlings emerge 10–20 days after sowing. In the sowing year the foliage covers, during two months after emergence, the ground between drills lying 45 cm apart. In the crop year it takes one month since the outset of growing season. The stand blooms in the second half of June, seed ripens in the second half of July or the first days of August. Seed yield reaches up to 600 kg/ha in the first crop year; 1000 seed weight remains between 0.230–0.281g, germination 80–98%. In our experiments the number of reproductive shoots per surface unit influenced the 1000 seed weight – the more reproductive shoots per unit area the higher the seed yield, but the lower the 1000 seed weight.

The profitability of a stand is maintained for 2–3 years. Proper sieves for the final seed cleaning are the following: a sieve with round holes of 2.5 mm for pre-cleaning, both upper and under sieves with oblong holes of 0.65 mm and 0.45 mm, respectively. The machine must be equipped with aspiration system that can be adjusted according to visual survey. The germination of the seeds of crested hairgrass has not dropped below 80% in course of 4 years at uncontrolled environment in a warehouse.

KOKKUVÕTE TIHEDAPUHMİKULISE PUNASE ARUHEINA (*Festuca rubra* L. ssp. *commutata*) SORT 'HERBERT' SEEMNEKASVATUSE AGROTEHNIKA KATSETEST

ABSTRACT. Jõgeva Plant Breeding Institute carried through two cycles of field experiments in 2001–2006 to elaborate seed production techniques for chewings fescue cultivar 'Herbert'. We studied the impact of sowing time (10 and 24 May, 10 and 24 June), sowing rate (4, 6, 8 and 10 kg ha⁻¹), drill space (15, 45 and 60 cm) and the application rate and time of nitrogenous fertiliser (N 70 kg ha⁻¹ in spring + 35 kg in the second half of summer, N 70 kg ha⁻¹ in spring + 70 kg in the second half of summer, N 105 kg ha⁻¹ in spring + 35 kg in the second half of summer and N 105 kg ha⁻¹ just in spring without nitrogen application in late summer) on the seed yield and quality. In another experiment the storage life of viable seeds was monitored in a warehouse with uncontrolled environment. The efficacy of five herbicides or their mixtures in controlling short-lived dicotyledonous weeds on the seed production field of chewings fescue in sowing year and their impact to the first seed crop was explored in a field trial. The appearance of plant pathogens was followed. The infection levels were recorded during four visual observations at plant tillering, flowering and full maturity of the seeds and on post-harvest aftermath. Based on the results a guide for seed production of chewings fescue cv. 'Herbert' was compiled. This is summed up at the end of current paper.

Keywords: sowing date, sowing rate, drill space, fertilization, seed yield, 1000 seed weight, seeds' germination

Sissejuhatus

Punane aruhein on parasvöötme kliima piirkonnas üks olulisemaid murutaimi, mis eristub teistest kasutusel olevaist liikidest peene lehe, tiheda võrsete asetuse, vähenõudlikkusega kasvukoha mullaomaduste ja väetamise suhtes, varjataluvuse ning tagasihoidlikuma võrsete pikkuskasvu poolest. Söödatootmises on liigi tähtsus suhteliselt tagasihoidlik. Eestis on seni aretatud 2 võsundilise punase aruheina (*Festuca rubra* ssp. *rubra*, 2n = 56) sorti 'Jõgeva 70' (söödaks) ja 'Kauni' (muruks) (Bender, 1995). Tihedapuhmikulise punase aruheina *Festuca rubra* ssp. *commutata*, 2n = 42) loodusliku leviku areaal Eestisse ei küüni (Eesti..., 1979), küll on siia sisse toodud ja külvatud mujal aretatud selle alamliigi sorte. Tihedapuhmikulise punase aruheina eelisteks murukülvides võrreldes võsundilise punase aruheinaga loetakse paremat külma- ja varjataluvust, suuremat vastupidavust madalale sagedasele niitmisele ja oluliselt tihedamat, peenekoelisemat ning dekoratiivsemat rohukamarat (<http://www.dlfiis.com/R-and-D/Turf-Breeding/Red-fescue.aspx>). Nüüdseks on Jõgeval aretatud ka esimene omamaine tihedapuhmikulise punase aruheina sort 'Herbert', mis läbis edukalt riikliku katsetuse ja võeti alates 2004. aastast Eesti Vabariigi riiklikku sordinimekirja (Taimetoodangu..., 2004). Seni ei ole Eestis suurematel pindadel selle alamliigi seemet

kasvatatud, mistõttu puudub kohapeal katseliselt kontrollitud agrotehnika. Eri-alakirjandusest võib leida hulgaliselt andmeid punase aruheina seemnekasvatuse kohta, mida ka järgnevas käsitletavate küsimuste juures esitatakse, kuid alamliigiti käsitletakse seemnekasvatuse üksikasju haruharva.

Katsematerjal ja metoodika

Aastatel 2001 ja 2003 rajatud katseseeriates uuriti külviaja, külvisenormi, reavahe laiuse ja lämmastikväetise normide ja andmisaegade mõju tihedapuhmikulise punase aruheina sordi 'Herbert' seemnesaagile ja selle kvaliteedile. Eraldi rajati ja viidi läbi herbitsiididega lühiealiste kaheiduleheliste umbrohtude tõrje katsed. Põldkatsed paiknesid leostunud mullal (K_0), mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 6,8, P 207, K 321 ja Ca 2100 mg kg^{-1} , huumust 2,2%. Katsed rajati mustkesale laiarealises (45 cm) külvis (va reavahelaiuse katse), külvisenormiga 8 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile. Optimaalse külvisenormi selgitamise katses kasutati veel külvisenorme 4, 6, ja 10 kg ha^{-1} , kitsarealise külvi korral 10 kg ha^{-1} . Väetusfoon oli rajamisaastal N 70, P 20 ja K 66 kg ha^{-1} . Saagiaastail väetati katseid pärast taimekasvu algust ammoniumsalpeetriga (norm N 70) ja suve teisel poolel, pärast seemnesaagi ja kontsheina koristamist normiga N 35 kg ha^{-1} (va väetuskatse). Üle aasta väetati (oktoobris) katselappe fosfor-kaaliväetisega – normid samad, mis rajamisaastal. Katselapid külvati külvikuga Hege 90-1 (laiarealised külvid, foto 1) või külvikuga Hege 80 (kitsarealised külvid), väetised anti külvikuga Hege 33 (foto 2), seemnesaak koristati ühefaasiliselt kombainiga Hege 125C (foto 3). Umbrohutõrje toimus mehaaniliselt (va keemilise umbrohutõrje katse). Katsetel hinnati visuaalselt taimehaiguste esinemist 9-pallises skaalas (9 maksimaalne nakkus). Hindamised toimusid võrsumise, õitsemise ja seemnete täisküpsuse faasis ning koristusjärgsel ädalal. Kahjurite tõrjeks pritsiti taimikuid üks kord loomise algul, kasutati preparaati Actellic 50 EC normiga 1 l ha^{-1} . Seemned puhastati firma



Foto 1. Üherealine külvik Hege 90-1

Photo 1. Single row drill Hege 90-1



Foto 2. Mineraalväetiste külvamine külvikuga Hege 33

Photo 2. Spreading mineral fertilizers with a drill Hege 33



Foto 3. Punase aruheina seemnesaagi koristamine kombainiga Hege 125 C

Photo 3. Harvesting red fescue seeds with the Hege 125 C combine

Kamas-Westrup laboratoorsete masinatega. Katsetes määrati seemnesaak ja selle kvaliteet. Analüüsid tehti Põllumajandusuuringute Keskuse seemnekontrolli laboratooriumis. Seemnete säilitamiskatses määrati idanevust iga poole aasta järel. Katseandmete statistilisel analüüsil kasutati arvutiprogrammi AGROBASE 20.

Katsetulemusi on mõjutanud erakordselt põuased suved 2002. ja 2006. aastal ning sellele vastandina väga sademeterohke suvi 2004. aastal.

Katsetulemused ja arutelu

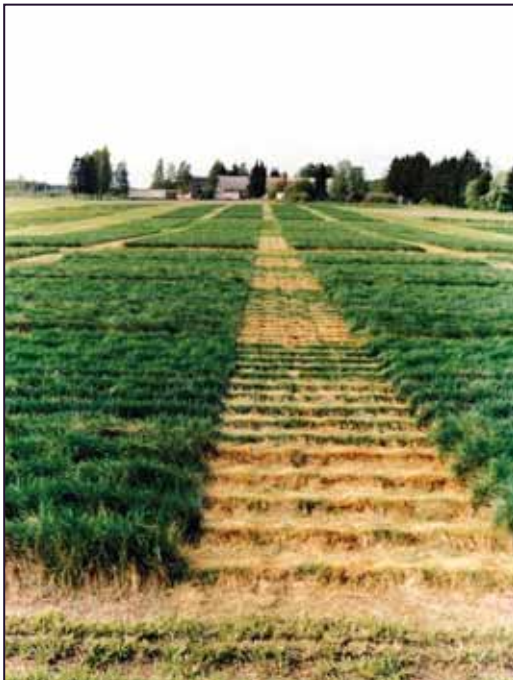
Seemnepõllu rajamisviis ja külviaeg

Punane aruhein on külvijärgse aeglase algarenguga talvetüüpi kõrreline, mistõttu seemnepõllu rajamisviisi ja külviaja valik on üks eduka seemnekasvatuse sõlmprobleeme.

Sobivatele looduslikele tingimustele tuginedes on punase aruheina seemnekasvatusele spetsialiseerunud Kanadas (Alberta, Peace jõe regioon), USA-s (Oregon, Willamette org) ja Euroopa Liidu riikidest Taanis, Prantsusmaal, Hollandis, Saksamaal ja Rootsis. Enamikus neist riikidest soovitatakse punase

aruheina seemnepõllud rajada katteviljaaluste külvidena. Kanadas soovitatakse katteviljadena rapsi ja nisu – punase aruheina seemet koristatakse taimede kolmandal eluaastal, teine kasvuaasta on saagitu, tehakse vaid 2 hooldusniitmist ja keemilist umbrohutõrjet (Creeping..., 2000). Euroopa riikides eelistatakse katteviljana samuti rapsi ja talinisu, kuid soovitatakse ka lühikesevarrelisi lehetuid hernesorte ja vähendatud külvisenormiga külvatud suviteravilju. Viimaste kasutamisel koristatakse punase aruheina seemet juba taimiku teisel eluaastal. Samuti on kasutusel katteviljata külvid (Nordestgaard, 1990; Aamlid, 1996; Boelt 1995, 1997a, 1997b, 1997c, Borm, 1997; Odlingsanvisning...; Dyrkningsvejledning...). Kanadas, kus punase aruheina seemnepõllud rajatakse mõnikord ka katteviljata, soovitatakse külv teha enne 15. juunit (Faurey, 1998). Kanadas on võsundilise punase aruheina seemnekasvatuses rakendatud ka künniga põllu uuendamist (noorendamist). Teise saagiaasta sügisel põld küntakse õhukeselt, rullitakse ja tasandatakse harimisega. Taimik taastub võsunditel paiknevatest pungadest. Selleks kulub üks aasta, mil seemnesaaki ei saa. Tehakse vaid hooldusniitmisi ja vajadusel umbrohutõrjet. Nii noorendatud seemnetaimikult saadakse seemnesaaki veel kahel järgneval aastal (Creeping..., 2000).

Eestis ei ole viimastel aastakümnetel kõrreliste alusheinte seemnekasvatust uuritud. Varasemate andmete kohaselt soovitatakse nende liikide seemnepõldude rajamisel ainult katteviljata laiarealisi (45–50 cm) külve (Adojaan, 1950; Korjus, 1964). Sellest tõekspidamisest lähtuti Jõgeval ka aastatel 2001–2006 läbiviidud tihedapuhmikulise punase aruheina seemnekasvatuse agrotehnikat selgitavate põldkatsete rajamisel (foto 4).



Meie katseandmed kinnitavad, et suurema seemnesaagi esimesel kasutusaastal (teisel eluaastal) kindlustavad maikuu külvid (tabel 1). Kui külviaasta kevad ja suve esimene pool olid sademetevaesed (nagu 2001. a), andis iga kahenädalane külviga viivitus järgmisel aastal usutavalt madalama seemnesaagi. Ühtlase sademetejaotusega ja taimede arenguks soodsate tingimustega rajamisaasta (nagu 2003. a) järel oli külviga hilinemise mõju esimese kasutusaasta seemnesaagile väiksem. Juunis tehtud

Foto 4. Murukõrreliste seemnekasvatuse katsed Jõgeval

Photo 4. Seed production trials of lawn grasses in Jõgeva

Tabel 1. Seemnesaagi (kg ha^{-1}) sõltuvus agrotehnikast sordil 'Herbert' 2002–2006
 Table 1. Dependency of seed yield (kg ha^{-1}) of 'Herbert' on agrotechnics in 2002–2006

	2002	2003	2004	2005	2006	2004*	2005*	2006*	Summa	%
						Külviaeg / Sowing date				
10.mai	555,1	91,9	224,8	398,7	123,8	472,5	282,0	126,7	2275,5	100
24.mai	470,5	190,8	280,7	399,3	144,0	491,6	310,8	118,0	2405,7	105,7
10.juuni	401,0	210,7	313,0	331,9	119,6	445,3	311,8	131,1	2264,4	99,5
24.juuni	62,3	313,4	300,6	291,2	160,8	405,0	294,5	158,9	1986,7	87,3
LSD 0,05	38	30,2	29,1	34,5	17,2	26,7	19,8	16,3		
						Külvisenorm / Sowing rate, kg ha^{-1}				
4						543,7	285,4	119,3		
6	17,5	371,5	247,9	319,5	109,0	523,1	290,8	111,3	1990,6	103,7
8	14,5	319,1	232,5	293,9	111,9	500,9	325,7	120,2	1918,7	100
10	16,2	310,6	262,9	337,4	88,5	417,3	310,0	107,3	1850,2	96,4
LSD 0,05	8,5	47,3	48,2	10,5	12,3	65,7	10	15,3		

Tabel 1 järg. Seemnesaagi (kg ha^{-1}) sõltuvus agrotehnikast sordil 'Herbert' 2002–2006
Table 1 cont. Dependency of seed yield (kg ha^{-1}) of 'Herbert' on agrotechnics in 2002–2006

	2002	2003	2004	2005	2006	2004*	2005*	2006*	Summa	%	
				Reavahe / Drill space, cm							
15	18,3	155,5	210,4	345,9	93,3	513,7	317,1	182,4	1836,6	102,3	
45	9,2	245,9	273,1	373,1	81,7	461,5	183,5	167,5	1795,5	100	
60	8,9	294,3	257,0	305,9	139,0	358,4	181,9	101,3	1646,7	91,7	
LSD 0,05	6,6	71,5	17,5	18,3	14,2	75,8	22,3	19,8			
				Lämmastikväetis / Nitrogen rate, kg ha^{-1}							
70+35	33,4	239,7	309,0	303,4	249,3	547,6	253,5	192,9	2128,8	100	
70+70	29,0	258,8	291,1	314,4	143,3	457,6	266,3	156,6	1917,1	90,1	
105+35	30,7	185,1	297,4	275,8	108,1	296,0	296,6	173,3	1663,0	78,1	
105+0	39,7	201,9	214,8	365,8	95,4	435,7	288,7	92,2	1734,2	81,5	
LSD 0,05	10,0	27,5	62,1	33,1	21,4	68,5	12,2	16,1			

* 2003. aasta rajamine / seeding in 2003

külv põhjustas järgmisel aastal juba üsna järsu saagilanguse. 2001. aasta neljandal rajamisel (24.06) võimendas saagilangust jaanipäevajärgne tugev äikesevihm, millele järgnes pikk soe, kuid sademeteta periood. Tekkinud mullakooriku tõttu oli tärkamine selles variandis vaevaline ja taimik jäi lünklikuks. Juulis tehtud punase aruheina külvidest (esimese katseseeria ülejäänud katsetes) kujunes küll normaalse tihedusega taimik, kuid taimed ei suutnud sügiseks vajalikku arengut saavutada, mistõttu taimiku esimesel kasutusaastal arenes väga vähe generatiivvõrseid ja seemnesaak praktiliselt puudus (tabel 1, reavahe, külvisenormi ja lämmastikväetise katsed). Nende katsete teise kasutusaasta saagiandmete põhjal võib järeldada, et külviaastale järgnev saagitu aasta (nagu seda soovitatakse Kanadas) ei ole meie tingimustes soovitatav. Kolmandaks eluaastaks on tihedapuhmikulise punase aruheina taimik juba üle tihenunud ega kindlusta optimaalsel ajal rajatud taimiku teise eluaasta saagitaset. Teisel kasutusaastal (2003) kujunesid 2001. a rajatud külviaja katses saagid esimese kasutusaastaga vastupidisteks. Tagasilööks seemnesaakides võis siin olla äärmiselt põuase 2002. aasta suve järelmõju, mis takistas taimede normaalset võrsumist ja moodustunud võrsete arengut. Kõige enam saadi teisel kasutusaastal seemet variandist, mis külvati 24. juunil. Kuna sealne taimik oli tärkamisraskuste tõttu lünklik, ei avaldanud seal külvirea ületihenemine sedavõrd suurt negatiivset mõju, kui ülejäänud variantides. Hilisemate katseaastate seemnesaaki vaevalt külviaeg mõjutas, katset (samuti järgnevaid) peeti kauem selgitamaks taimikute võimalikku kasutuskestust.

Reavahe laius

Teiseks uuritavaks faktoriks meie katsetes oli seemnepõllu reavahe laius.

Väliskirjandusest võib punase aruheina seemnekasvatust käsitlevatest töödest leida soovitusi mitmesugustele reavahedele. Enamikel juhtudel orienteerutakse ainult keemilisele umbrohutõrjele, mispuhul on õigustanud end reavahe laius 15–20 (24) cm. Viimasel aastakümnel, mil maailmas on suundumus vähendada pestitsiidide kasutamist, ilmutatakse jälle suuremat huvi ka umbrohtude mehaanilise tõrje vastu, mis eeldab külve laiema reavahega (Lund-Kristensen *et al.*, 2000; Boelt *et al.*, 2002; Boelt 2003). Maheseemne tootmine on mõeldav ainult laiarealises külvis.

Endise Jugoslaavia aladel on punane aruhein andnud kõige kõrgema seemnesaagi, kui seemnepõld oli külvatud reavahega 15 cm (Tomic, Mladenovic, 1995). Ungaris on sama liigi seemnesaagi ja selle kvaliteedi seisukohalt parimaks osutunud lintkülv: kolm rida kitsarealiselt reavahega 15 cm ja siis laiem reavahe (50 cm) (Janovszky, 1994a, 1994b, 1994c). Kanadas võrreldi katsetes reavahesid 20, 40 ja 60 cm ja leiti, et reavahe mõjutas seemnesaaki ainult esimesel kasutusaastal, olles suurim 20 cm korral. Kui sama katset korraldi, andis esimesel kasutusaastal suurema seemnesaagi variant reavahega 40 cm, teisel kasutusaastal variant reavahega 60 cm ning kolmandal kasutusaastal oli reavahe variantides 40 ja 60 cm seemnesaak praktiliselt võrdne (Gossen *et al.*, 2002).

USA-s Oregoni osariigis tihedapuhmikulise punase aruheinaga korraldatud katses olid võrreldavad reavahed 6 tolli (15 cm), 12 tolli (30 cm), 18 tolli (45 cm) ja 24 tolli (61 cm). Kolme saagiaasta summas saadi kõige suurem seemne kogusaak küll 15 cm reavahelaiuse puhul (1990 kg ha⁻¹), kuid variantidevahelised erinevused olid väikesed ega olnud statistiliselt usutavad (kolme aasta summas saagi kaaluline erinevus vaid kuni 95 kg ha⁻¹) (Chastain, Young, <http://...>). Rootsisis peetakse optimaalseks reavaheks 24 cm (Odlingsanvisning...).

Meie katsetasime Jõgeval nii kitsa (15 cm) kui laia reavahega (45 ja 60 cm). Tänapäeval huvitab tootjat laiem reavahe (60 cm), kaalutlusel, et see võimaldab vaheltharimistöodel kasutada laiema rehvinga, suurema veojõuklassi traktoreid.

Kitsarealises külvis kasutati külvisenormi 10 kg, 45 cm reavahe korral 8 ja 60 cm reavahe korral 6 kg 100%lise külviväärtusega seemet hektarile.

2001. a juuli algul rajatud katse ei andnud esimesel kasutusaastal nimetamisväärset saaki ühegi katsetatud reavahe korral (tabel 1). Põhjuseks oli liiga hiline külviaeg ja sellele järgnenud põuaperiood. Järgmistel kasutusaastatel jäi kitsarealine külv seemnesaagilt laiarealistele alla, sh usutavalt ka variandile, kus rakendati reavahe laiust 60 cm. 2003. aasta mai esimesel poolel rajatud korduskatses andis esimesel kasutusaastal kõige kõrgema seemnesaagi (513,7 kg ha⁻¹) just kitsarealine külv ületades 60 cm reavahega variandi saaki peaaegu kaks korda.

Katsed näitasid, et lai reavahe (60 cm) tihedapuhmikulise punase aruheina seemnekasvatuseks ei sobi, sest taimelehed ei kata nii laia reavahet, mistõttu valgustingimused on kogu suve jooksul umbrohu kasvuks soodsad, samas kui 45 cm-ne reavahe kattub taimelehtedega saagiaastal ühe kalendrikuu jooksul pärast vegetatsiooniperioodi algust. Lai reavahe on ebasoodne ka seemnetaimiku lamandumise korral – lehestu ei toeta pööriseid, need satuvad vastu mullapinda ning jäävad kas koristamisel kombainile kättesaamatuks või lähevad seemned neis vihmadega juba enne koristamist kasvama.

Külvisenorm

Põldkatsetes selgitati ka seemnepõllu rajamiseks optimaalset külvisenormi. Erialakirjanduses võib punase aruheina seemnepõllu rajamiseks soovitatava külvisenormi osas leida väga suuri erinevusi. Eestis on võsundilise punase aruheina optimaalseks külvisenormiks katteviljata laiarealise külvi korral peetud 6–9 kg ha⁻¹ (Adojaan, 1950; Üldine..., 1958; Korjus, 1964; Rand, 1992), Rootsisis katteviljaluse ja 24 cm reavahega külvi korral 4–10 kg ha⁻¹ (Odlingsanvisning...), Taanis samadel tingimustel külvates 5–8 kg ha⁻¹ (Dyrkningsvejledning...). Kanadas Alberta provintsis kasutatakse võsundilise punase aruheina katteviljata seemnepõllu külvamisel reavahega 30 cm külvisenormi ainult 1,1 kg ha⁻¹ (Fairey, 1995). Samas on katsetega tõestatud, et optimaalsetes idanemis- ja kasvutingimustes võib täppiskülvikuga külvates kasutada külvisenormi 0,17–0,34 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile. Gossen *et al.*, (2002) on katsetega tõestanud, et külvisenorm vahemikus 0,5–6,0 kg ha⁻¹ (reavahed 20, 40 ja 60 cm) mõjutas

seemnesaaki vähe.

Kanadas on püütud selgitada punase aruheina seemnepõllu optimaalset tihedust ka meetodil, kus ettekasvatatud noored taimed istutati katsesse kindlate vahekaugustega reas (Fairey, Lefkovitch, 1996a). Samas katses uuriti reavaהלaiuse (20, 40 ja 80 cm) mõju seemnesaagile: kokku 7 tiheduse varianti. Esimesel kasutusaastal osutus optimaalseks seemnetaimiku tiheduseks 12–100 taime m²-l reavahega 20 cm või 12–50 taime m²-l reavahega 40 cm. Taimede tihedused nendes vahemikes kindlustasid seemnesaagi ca 600 kg ha⁻¹. Juhul kui seemet koristati kahel saagiaastal, õigustasid end istutustihedused 6–25 taime m²-l reavahega 20 cm ja 6–50 taime m²-l reavahega 40 cm. Kolmandaks kasutusaastaks langes seemnesaak kõigis istutustihedustes sedavõrd, et niisuguse seemnepõllu pidamine osutus majanduslikult ebaökonomoomseks.

Taanis on katseliselt tõestatud (Deleuran, Boelt, 1997), et punase aruheina puhul sõltub seemnepõllul kasutatav külvisenorm alamliigist. Kasutades võrdluses külvisenorme 200, 400 ja 600 idanevat seemet m²-le (ümberarvutatult ca 2, 4 ja 6 kg ha⁻¹) ei andnud külvisenormi suurendamine esimesel kasutusaastal võsundilise punase aruheina puhul usutavat enamsaaki, teisel kasutusaastal aga andis variant 600 idanevat seemet m²-le teistest variantidest usutavalt madalama saagi. Tihedapuhmikulise punase aruheina puhul õigustas end kõige kõrgem katses olnud külvisenorm, mis esimesel kasutusaastal andis võrdlusvariantidest usutavalt kõrgema seemnesaagi. Külvisenormi mõju saagile lakkas olemast alates teisest kasutusaastast.

2001. aasta juulis rajatud meie laiarealises (45 cm) katses oli kolm varianti: 6, 8 ja 10 kg 100%lise külviväärtusega seemet hektarile. Tuginedes esimesest katseseeriast laekunud andmetele lisati kordusrajamisel 2003. a veel neljas variant – 4 kg ha⁻¹. Hilise rajamisaja tõttu jäi esmalt külvatud katses esimese kasutusaasta seemnesaak väga madalaks, külvisenormi mõju neis tingimustes ei avaldunud (tabel 1). Teisel kasutusaastal saadi usutavalt suurem seemnesaak variandist, kus külvati normiga 6 kg ha⁻¹. 2003. a rajatud korduskatses saadi parimaid tulemusi katsevariandis, kus kasutati külvisenormi 4 kg ha⁻¹. Siiski jäid külvisenormide 4, 6 ja 8 kg ha⁻¹ variandid oma saagierinevuste poolest katsevea piiresse. Vaid suurendatud külvisenorm (12 kg ha⁻¹) vähendas teiste variantidega võrreldes usutavalt seemnesaaki.

Lämmastikväetise kasutamine

Toitainetega varustatusel on kõrreliste heintaimede seemnepõllul otsustav roll geneetiliselt determineeritud saagivõime avamisel. Erialakirjandusest võib hulgaliselt leida soovitusi punase aruheina seemnepõllu lämmastikväetistega väetamise kohta.

Rootsis peetakse seemnepõllu rajamisel kattevilja alla vajalikuks kattevilja koristamise järel turgutada tihedapuhmikulise punase aruheina külve lämmastikväetisega andes seda normiga N 40–50 kg ha⁻¹ ning saagiaasta kevadel normiga

N 50–60 kg ha⁻¹. Kui punane aruhein külvati herne alla, vähendatakse külviaasta sügisel antavat lämmastikuannust 15 kg ha⁻¹. Saagiaasta sügis-suvel pärast kontsheina koristamist soovitatakse seal anda põllule lämmastikväetist normiga N 60–70 ja järgmise saagiaasta kevadel normiga N 50–60 kg ha⁻¹ (Odlingsanvisning...). Võsundilise punase aruheina sortide seemnepõldudele soovitatakse anda kevadel lämmastikku vähem, tihedapuhmikuliste sortide seemnepõldudele aga 20 kg rohkem.

Taani seemnekasvatajatel soovitatakse anda punase aruheina seemnepõllule lämmastikväetisi aastanormiga (sügis-suvi + kevad) N 113 kg ha⁻¹ (Dyrkningsvejledning...). Katsetes piisas talirapsi alla külvatud punase aruheina (ja aasnurmika) väetamisel kattevilja koristamise järel annusest N 30 kg ha⁻¹, suurem lämmastikunorm koguni vähendas esimese kasutusaasta seemnesaaki. Kui katteviljana kasutati suviotra, õigustas end kattevilja koristusjärgne sügis-suvine lämmastikunorm N 60 kg ha⁻¹ (Boelt, 1995, 1997c). Katseandmed on Taanis näidanud, et lämmastikväetise optimaalsed aasta üldkogused ja nende andmisaeegade vaheline proportsioon võib olla alamliigist ja sordist sõltuv (Nordestgaard, 1990).

Ungaris punase aruheina seemnekasvatuse agrotehnikat uurinud Janovszky (1995) on leidnud, et vihmutatavatel katsetel saadi maksimaalne seemnesaak lämmastikufoonil N 180 kg ha⁻¹. Sellest kõrgemad lämmastikukogused vähendasid nii seemnesaaki kui selle kvaliteeti. Optimaalse tulemuse andis kahekordne väetamine, mille käigus anti kolmandik lämmastiku aastanormist sügis-suvel ja kaks kolmandikku vegetatsiooniperioodi algul.

USA Oregoni osariigis soovitatakse anda punase aruheina seemnepõllule kevadel lämmastikku normiga 50–70 naela aakri kohta (ca 57–68 kg ha⁻¹, Young III *et al.*, 2000).

Meie korraldatud lämmastikväetise normi ja andmisaja selgitamise katsetes andis parima tulemuse variant, kus kevadel pärast taimekasvu algust anti ammoniumsalpeetrit normiga N 70 ja augusti algul pärast kontsheina koristamist võrsumise ergutamiseks normiga N 35 kg ha⁻¹. Lämmastikväetise normi suurendamine põhjustas intensiivsemat võrsumist ja taimiku liigtihenemist, mistõttu vähenes generatiivvõrsete arv pinnaühiku kohta ja sellega seoses ka seemnesaak. Katselappidel, kus anti kevadel lämmastikväetist normiga N 105 kg ha⁻¹ lamandus seemnetaimik igal aastal. Lamandunud generatiivvõrsetest kasvas lehestu läbi – niisuguse taimiku koristamine kombainiga oli tülikas ja seotud märkimisväärtsete koristuskadudega.

Seemnesaagi kvaliteet

Laboratoorse analüüsi tulemused näitasid, et pärast lõpp-puhastust oli kõigil katseaastail seemnete puhtus 99,4% või kõrgem ning ei sõltunud külviajast ega teistest agrotehnilistest mõjutustest. Seemnete idanevus sõltus rohkem aasta koristusaegsetest ilmastikuoludest kui uuritavatest agrotehnilistest aspektidest. Meie katsetest koristatud seemnete idanevus kõikus aastati vahemikus 85–97%.

Katsevariantide 1000 seemne mass oli üldjuhul pöördvõrdelises sõltuvuses seemnesaagiga (tabel 2). Mida enam generatiivvõrseid pinnaühikul, seda suurem seemnesaak, kuid madalam 1000 seemne mass. Võib oletada, et variantide seemned lõpp-puhastusmasinatel teatud määral ühtlustusid: peenemad ja kergemad seemned eemaldati sõelte ja tuule abil. Ka Aamlid (1996) on Norras tähendanud punasel aruheinal seemnesaagi suuruse ja 1000 seemne massi vahelist negatiivset korrelatsiooni. Kui võrreldi sama liigi taimiku tiheduse mõju seemnesaagile ja saagi kvaliteedinäitajatele, siis selgus, et tiheduse suurenemisega kaasneb 1000 seemne massi vähenemine (Fairey, Lefkovitch, 1996b). Ka meie katsetes oli kitsarealiselt rajatud katsevariandi seemnete 1000 seemne mass märkimisväärselt madalam, kui laiarealiselt rajatud katsevariantides.

Tabel 2. Tihedapuhmikulise punase aruheina 1000 seemne massi sõltuvus agrotehnikast esimesel kasutusaastal

Table 2. Dependency of 1000 seed weight of chewings fescue on agrotechnics in the first crop year

	Külv 2001 Sowing 2001 kg ha ⁻¹	Saak 2002 Yield 2002 1000 s. mass, g	Külv 2003 Sowing 2003 kg ha ⁻¹	Saak 2004 Yield 2004 1000 s. mass, g
Külviaeg / Sowing date				
10.mai / May	555,1	1,095	472,5	1,202
24.mai / May	470,5	1,155	491,6	1,167
10.juuni / June	401,0	1,134	445,3	1,187
24.juuni / June	62,3	1,264	405,0	1,182
Reavahe / Drill space cm				
15	18,3	1,066	513,7	1,107
45	9,2	1,140	461,5	1,138
60	8,9	1,184	258,4	1,158
Külvisenorm / Sowing rate kg ha ⁻¹				
4			543,7	1,194
6	17,5	1,132	523,1	1,194
8	14,5	1,148	500,9	1,203
10	16,2	1,173	418,3	1,165
Lämmastikväetis / Nitrogen rate kg ha ⁻¹				
N70+N35	33,4	1,119	547,6	1,120
N70+N70	29,0	1,119	457,6	1,120
N105+N35	30,7	1,115	296,0	1,206
N105+0	39,7	1,103	435,7	1,229

Keemiline umbrohutõrje

Pika- ja lühiealised umbrohud on heinaseemnepõldudel kultuurliigile tülikad kaaslased, mis konkurentidena vähendavad saaki ja halvendavad selle kvaliteeti. Pikaalised juurumbrohud tuleb tõrjuda enne seemnepõllu rajamist kas mustkesa harides või herbitsiide kasutades. Meie katseväljakutel rakendati mõlemat moodust ja saadi juurumbrohtudest puhas põld. Selle hinnaks oli aga esimesel rajamisel (2001. a) külviga hilinemine, mistõttu tihedapuhmikuline punane aruhein andis esimesel kasutusaastal väga madala seemnesaagi. Selle katse tulemusi käesolevas artiklis ei avaldata ja piirduakse ainult 2003. aastal läbiviidud umbrohutõrje katse tulemustega.

Oma katsetes kasutasime Soome firma Kemira maaletoodud ja sealsete nõustajate poolt selleks otstarbeks soovitatud herbitsiide, nende segusid ja tabelis 3 äratoodud kulunorme. Katse külvati 20. mail. Herbitsiididega pritsiti pärast põhikultuuri täielikku tärkamist 19. juunil. Kuu aja jooksul, mis kulus punase aruheina tärkamiseks ja vajalikku arengufaasi jõudmiseks, arenesid umbrohud külvatud liigist märksa kiiremini. Pritsimise ajal olid domineerivate liikide taimed järgmiste keskmiste kõrgustega: valge hanemalts 16 cm, verev iminõges 9 cm, hiirekõrv 10 cm, põldkannike 2,5 cm, kesalill 4 cm, soo-kassiurb 4 cm. Herbitsiidide mõju hindamiseks määrati 31. juulil rohelisena (elusana) säilinud umbrohtuainete arv ja nende maapealsete taimeosade mass 1 m²-selt pinnalt neljas korduses.

Tabel 3. Külviaastal tihedapuhmikulise punase aruheina seemnepõllul läbiviidud keemilise umbrohutõrje mõju esimese kasutusaasta seemnesaagile

Table 3. The effect of herbicide treatment, performed in sowing year, upon the first seed crop of chewings fescue

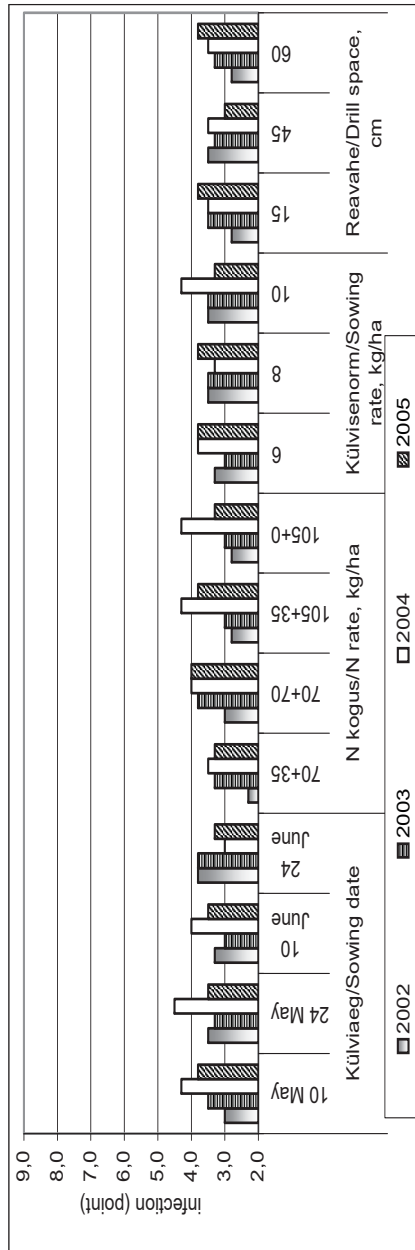
Variant <i>Treatment</i>	Preparaat ja kulunorm <i>Herbicide rate</i>	Seemnesaak		
		<i>Seed yield</i> kg ha ⁻¹	%	1000 seemne mass, g 1000 <i>seed weight</i> , g
1	MCPA 1,3 l ha ⁻¹	325,4	77,6	1,229
2	MCPA 1,0 l ha ⁻¹ + Primus 100 ml ha ⁻¹	372,8	88,9	1,159
3	MCPA 1,0 l ha ⁻¹ + Primus 150 ml ha ⁻¹	371,2	88,5	1,202
4	Kontroll (mehaaniline umbrohutõrje) <i>Check (mechanical weeding)</i>	419,2	100	1,165
5	Duplosan Super 2,3 l ha ⁻¹	324,9	77,5	1,223
6	Starane 2,0 l ha ⁻¹	330,7	78,9	1,149
	LSD 0,05	44,4		

Parima tulemuse andis variant, kus pritsiti herbitsiidiga Starane 2,0 l ha⁻¹. Säilinud oli m²-l keskmiselt 36 umbrohutaimede kogumassiga 0,8 kg. Vastupidanud umbrohuliikidest domineerisid lõhnav kummel (34,2% kõigist säilinud umbrohutaimedest), verev iminõges (20,5%), suur teeleht (10,3%) ja harilik punand (6,8%). Eelmisele lähedase tulemuse andis variant, kus pritsiti herbitsiidide seguga MCPA 1,0 l ha⁻¹ + Primus 150 ml ha⁻¹. 1 m²-l oli ellu jäänud keskmiselt 37 umbrohutaimede kogumassiga 0,8 kg. Vastupidanud umbrohuliikidest domineerisid soo-kassiurb (32,2% kõigist säilinud umbrohutaimedest), lõhnav kummel (17,4%), verev iminõges (11,4%) ja harilik punand (10,7%). Ülejäänud variantides oli keemilise umbrohutõrje efekt madalam.

Järgmisel aastal määrati keemilise umbrohutõrje katsest seemnesaak. Katsetulemustest nähtus, et parim tulemus saadi kontrollvariandis, kus hävitati umbrohtu mehaaniliselt: reavahed kõblati, ridadest kitkuti umbrohud välja. Herbitsiididega pritsimise variantides jäi seemnesaak kontrollvariandist usutavalt madalamaks. Seemnesaagi vähenemine oli kõige tagasihoidlikum variandis, kus pritsiti herbitsiidide seguga MCPA 1,0 l ha⁻¹ + Primus 150 ml ha⁻¹. See variant oli mõjus ka umbrohutõrjel. Kas seemnesaagi vähenemine oli tingitud umbrohutaimede varjavast mõjust punase aruheina orasele või toimis herbitsiid liigi kasvu ja arengut pärssivalt, meie katse selgitada ei võimaldanud.

Taimahaiguste esinemine

Taimahaigustest täheledatai tihedapuhmikulisel punasel aruheinal pruunlaiksust (*Drechslera siccans* (Drechs.) Shoemaker), mis ilmnes varieeruva kujuga väikeste pruunide laikudena lehtedel. See peamiselt põhjamaades levinud haigus kahjustab taime kogu kasvuhooaja jooksul. Meie katsetes ei olnud nakkuse ulatus ühelgi aastal ega katsevariandis sedavõrd ulatuslik, et oleks nõudnud keemilist tõrjet. Mõnevõrra rohkem esines pruunlaiksust sademeterohkel 2004. aastal (joonis 1). Võis täheledata ka suurema külvisenormi (10 kg ha⁻¹) ja kevadel antud kõrgema lämmastikunormi (N 105 kg ha⁻¹) soodustavat mõju haiguse levikule. Neis variantides hinnati haiguse esinemist 2004. aastal üle 4 palli, mujal jäi nakkuse tase enamasti madalamaks (Bender, Sooväli, 2007). Tšehhi Vabariigis on viimasel ajal uuritud kõrreliste heintaimede seemnetaimikute lehti kahjustavate haiguste keemilist tõrjet ja selle efektiivsust. Preparaadid Amistar, Archer Top 400 EC ja Jewel Top ei ole andnud punasel aruheinal (nagu paljudel teistelgi liikidel) usutavat seemnesaagi lisa, küll täheledatai preparaadi Amistar positiivset mõju 1000 seemne massile (1,3727 g pritsitud variandis, kontrollvariandis 1,2851 g) (Cagaš, Machač, 2007).



1 – nakkus puudub / no damage; 9 – maksimaalne nakkus / maximum damage

Joonis 1. Pruunlaiksuse esinemine (pallides) sordil 'Herbert' 2002–2005
 Figure 1. Development of brown blight (point scale) of cv. 'Herbert' in 2002–2005

Idanevuse säilimine

Säilitades tihedapuhmikulise punase aruheina seemneid kütteta laoruumis, alanes nende idanevus pidevalt (tabel 4). Järsem idanevuse langus toimus kolmanda aasta teisel poolaastal, mil idanevus alanes kuue kalendrikuuga 23%. Meie katseandmed näitasid, et koristamisjärgse kõrge idanevusega seemneid saab reguleerimata säilitustingimustega laos säilitada napilt kolm aastat. Edasi ei ole sertifitseeritud seemnele esitatava nõude (75%) täitmine idanevuse osas garanteeritud.

Tabel 4. Tihedapuhmikulise punase aruheina seemnete idanevus kütteta laoruumis

Table 4. Germination of the seeds of chewing fescue, stored in unheated warehouse

Proovi võtmise kuupäev					
<i>Sampling date</i>	11.12.2002	29.06.2003	29.12.2003	17.06.2004	10.12.2004
Idanevus, %					
<i>Germination</i>	97	96	88	83	80
Proovi võtmise kuupäev					
<i>Sampling date</i>	28.06.2005	19.12.2005	19.06.2006	18.12.2006	15.06.2007
Idanevus, %					
<i>Germination</i>	74	51	41	29	11

Kokkuvõte

Aastatel 2001–2006 Jõgeval läbiviidud katsetest laekunud andmetele ja seemnekasvatuse kogemustele tuginedes soovitame tihedapuhmikulise punase aruheina sordi 'Herbert' seemet kasvatades võtta arvesse kokkuvõtvalt järgmist.

Seemnepõlluks valida vähese kivisusega, kergema lõimisega, viljakas, juurumbrohtudest vaba, neutraalsele lähedase reaktsiooniga mineraalmuld. Rajamise eel anda mineraalväetisi normiga N 35–70, P 20, K 60 kg ha⁻¹. Külvata kevadel mais, (tingimisi 15. juunini) katteviljata kitsarealiselt või laiarealiselt (reavahe 45 cm), külvisenorm laiarealiselt külvates 4, kitsarealiselt külvates 6–8 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile. Juulikuised külvid järgmisel aastal praktiliselt generatiivvõrseid ei moodusta ja seemnesaaki ei anna. Külvisügavus 1,0–1,5 cm. Seeme tärkab 10–18 päeva möödudes. Külviaastal pöörata tähelepanu lühiealiste kaheiduleheliste umbrohtude tõrjele. Laia reavahega põldudel kasutada

mehaanilist tõrjet (reavahede harimine, orase üleniitmine) vajadusel kombineerituna keemilise tõrjega (näiteks MCPA 1,0 l ha⁻¹ + Primus 150 ml ha⁻¹). Kitsarealise külvi korral rakendada keemilist umbrohutõrjet. Kasutusaasta kevadel, nädal pärast vegetatsiooni algust, väetada lämmastikuga (norm 35–70 kg ha⁻¹). Laia reavahega rajatud seemnepõllul kattuvad reavahed taimelehtedega ühe kuu jooksul pärast vegetatsiooni algust. Selle aja vältel tuleb pöörata tähelepanu umbrohutõrjele. Kui rajamisaastal on umbrohutõrje olnud edukas, piisab kasutusaasta kevadel ühekordsest reavahede harimisest. Meie katsetes esines taimehaigusi vähe, mistõttu puudus nende tõrjeks vajadus. Taimekahjurite tõrjeks tuleb loomise varases algstaadiumis pritsida põldu (näiteks Actellic 1,0 l ha⁻¹) võimaliku valgepähisuse ära hoidmiseks. Suurem on kahjustuse oht teisel ja järgnevatel kasutusaastatel. Jõgeval piisas ühekordsest pritsimisest. Tihedapuhmikulise punase aruheina seeme valmib juuli teisel poolel (mõnikord augusti esimestel päevadel). Generatiivvõrsete pikkus põuastel aastatel 55–65 cm, sademeterohkel aastal kuni 1,0 m. Seemnetaimik on tagasihoidliku seisukindlusega, mistõttu tuleb arvestada lamandumisvõimalusega. Seeme koristatakse kombainiga täisküpsuses ühefaasiliselt. Saadud seemnemass vajab ventileerimist välisõhuga 3 ööpäeva jooksul ja seejärel eelsoojendatud õhuga (35–40 °C) säilituskuivaks kuivatamist. Kombainist tulnud seemnemass vajab enne lõpppuhastust eelpuhastamist. Jõgeval on igal aastal õnnestunud seeme lõpp-puhastada sertifitseeritud seemne nõuetele vastavaks kahekordse masindamisega Kamas-Westrupi firma sorteeril, mille eelpuhastussõel oli läbimõõduga 3 mm (ümar-auk sõel), ülemine sõel pikliku avaga 1,0 mm ja alumine sõel pikliku avaga 0,65 mm. Masin oli varustatud tõusva tuulega, mida reguleeriti visuaalse vaatluse põhjal.

Tihedapuhmikuline punane aruhein 'Herbert' annab esimesel saagiaastal hektari kohta 550 kg konditsionaalset seemet ja seda nii kitsa- kui laiarealise külvi korral. Järgneval saagiaastal langeb seemnesaak kolmandiku (laiarealine külvi) kuni poole (kitsarealine külvi) võrra. 1000 seemne mass on vahemikus 1,000–1,200 g. Seemnete idanevus on mõnevõrra mõjutatav katseaastate ilmastikust. Seemnepõllu kasutuskestus on kitsarealiselt külvates 1(2) aastat, laiarealiselt külvates 2–3 aastat.

Pärast seemne koristamist tuleb kontshein üle niita (suure lühivõrsete tiheduse tõttu on see raskesti niidetav), niidetud mass koristada ja anda lämmastikväetist normiga N 35 kg ha⁻¹. Umbrohtude esinemisel võib tekkida vajadus reavahesid harida 1–2 korda sügis-suve jooksul.

Kütmata laoruumis säilib tihedapuhmikulise punase aruheina seemnete idanevus 3 aastat, siis langeb järsult.

Tänuavaldused

Uurimus on läbiviidud ETF grandil nr 4733 toel
The research was financed by grant no. 4733 of Estonian Science Foundation

Viidatud kirjandus

- <http://www.dlfi.com/R-and-D/Turf-Breeding/Red-fescue.aspx>
- Aamlid T. S. 1996. Seed production of Norwegian breeding lines of red fescue (*Festuca rubra* L.) established with or without field peas as a cover crop. – Norsk Landbruksforskning, 10 (3/4), pp. 315–330.
- Adojaan A. 1950. Heintaimede seemnekasvatus kolhoosides ja sovhoosides. Tallinn, 127 lk.
- Bender A. 1995. Heintaimede sordiaretus ja sordiparandus Jõgeval pärast 1944. aastat. – Jõgeva Sordiaretuse Instituudi teaduslikud tööd nr. 7. Jõgeva, lk. 206–217.
- Bender A., Sooväli P. 2007. Tihedapuhmikulise punase aruheina seemnesaak ja haigestumine erineva agrotehnika korral. – Agronoomia 2007. Saku, lk. 67–70.
- Boelt B. 1995. The effect of cover crops on undersown grasses for seed production. – Proceedings of third international herbage seed conference, June 18–23. Halle, pp. 211–215.
- Boelt B. 1997a. Undersowing *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L., *Festuca pratensis* Huds., *Dactylis glomerata* L. and *Lolium perenne* L. for seed production in five cover crops. 1. The yield of the cover crops and the seed yield of the undersown grasses. – Journal of Applied Seed Production, 15, pp. 41–47.
- Boelt B. 1997b. Undersowing *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L., *Festuca pratensis* Huds., *Dactylis glomerata* L., and *Lolium perenne* L. for seed production in five cover crops. 2. Effect of the cover crops plant density on the seed yield of the undersown grasses. – Journal of Applied Seed Production, 15, pp. 49–53.
- Boelt B. 1997c. Undersowing *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L., *Festuca pratensis* Huds., *Dactylis glomerata* L., and *Lolium perenne* L. for seed production in five cover crops. 3. The effect of autumn applied nitrogen on the seed yield of the undersown grasses. – Journal of Applied Seed Production, 15, pp. 55–61.
- Boelt B. 2003. Organic forage seed production. – Proceedings of fifth international herbage seed conference. Gotton, Australia, 23–26 november 2003, pp. 43–47.
- Boelt B., Deleuran L. C., Gislum R. 2002. Organic forage seed production in Denmark. – Newsletter. The international herbage seed production research group no 34, pp. 3–5.
- Borm G. E. L. 1997. Winter wheat still a good companion crop for smooth stalked meadow grass and red fescue seed crops. – PAV Bulletin Akkerbouw, September, pp. 2–5.
- Cagaš B., Machač R. 2007. Fungicides in Czech grass seed production. – Seed production in the northern light. Proceedings of the Sixth International Herbage Seed Conference, Gjenestad, Norway 18–20 June 2007. Gjennestad, pp. 220–225.
- Chastain T. G., Young W. C. III Role of root systems in the productivity of grass seed crops. GSC-SSA progress reports F400. <http://gscssa.wsu.edu/progress/00/900.htm>
- Creeping red fescue seed production in the Peace river region. – Agri-facts. Practical information for Alberta's agriculture industry. November, 2000, pp. 1–19.
- Deleuran L., Boelt B. 1997. Effect of sowing rate on seed production of amenity cultivars of red fescue (*Festuca rubra* L.). – Journal of applied seed production, 15, pp. 23–28.
- Dyrkningsvejledning rødsvingel (*Festuca rubra*) www.dlf.dk/upload/microsoft_word_-_r_dsv_ingel_2004-2005.pdf
- Eesti NSV flora XI (koostanud V. Kuusk, S. Talts ja L. Viljasoo). Tallinn, 1979, 567 lk.
- Fairey N. A. 1995. Crop density effects on seed production of red fescue. – Proceedings of third international herbage seed conference June 18–23 1995. Halle, pp. 216–220.
- Fairey N. A. 1998. *Festuca rubra* L. (Creeping red fescue) in Canada. – Forage seed production. 1. temperate species (edited by D. T. Fairey and J. G. Hampton). Cambridge, pp. 297–310.
- Fairey N. A., Lefkovitch L. P. 1996a. Crop density and seed production of creeping red fescue (*Festuca rubra* L. var. *rubra*). 1. Yield and plant development. – Canadian journal of plant science, 76 (2), pp. 291–298.

- Fairey N. A., Lefkovitch L. P. 1996b. Crop density and seed production of creeping red fescue (*Festuca rubra* L. var. *rubra*). 2. Reproductive components and seed characteristics. – Canadian journal of plant science, 76 (2), pp. 299–306.
- Gossen B. D., Soroka J. J., Najda H. G. 2002. Residue management increases seed yield of three turfgrass species on the Canadian prairies. – Canadian Journal of Plant Science, 82 (4), pp. 687–692.
- Janovszky J. 1994a. Effect of production factors on seed yield and yield components of red fescue (*Festuca rubra* L. ssp. *genuina* Hack.). 1. Number of fertile shoots. – Cereal research communications, 22 (3), pp. 201–209.
- Janovszky J. 1994b. Effect of production factors on seed yield and yield components of red fescue (*Festuca rubra* L. ssp. *genuina* Hack.). 2. Effects of production factors on panicle productivity. – Cereal research communications, 22 (3), pp. 211–217.
- Janovszky J. 1994c. Effect of production factors on seed yield and yield components of red fescue (*Festuca rubra* L. ssp. *genuina* Hack.). 3. Effect of production factors on quantity and quality of seed yield. – Cereal research communications, 22 (4), pp. 337–345.
- Janovszky J. 1995. Effects of production factors on seed yield and yield components of red fescue (*Festuca rubra* L. ssp. *genuina* Hack.). – Irrigated farming Szarvas: Research Institute for Irrigation. pp. 95–103.
- Korjus, H. 1964. Kõrreliste heintaimede seemnekasvatus. – Taimekasvatus (koostanud A. Tääger). Tallinn, lk. 620–653.
- Lund-Kristensen J., Jensen M. T., Grönbæk O. 2000. Organic production of grass and clover seed in Denmark – a new challenge to the seed industry. – Proceedings of the 18th general meeting of the European Grassland Federation. Denmark, pp. 539–541.
- Nordestgaard A. 1990. Nitrogen rates to seed production of red fescue undersown in winter cereal. – Tidsskrift for Planteavl, 94 (4), pp. 347–358.
- Odlingsanvisning rödsvingel. www.skanefro.se/pdf/rodsvingel.pdf
- Rand H. 1992. Heintaimede seemnekasvatus. – Rohumaaviljelus talupidajale (koostaja H. Older). Saku, Tallinn, Tartu, lk. 44–74.
- Taimetoodangu Inspektsiooni teataja. Sordikaitse ja sordileht. Lisa 3/2004, 7 lk.
- Tomic Z., Mladenovic R. 1995. Perennial grass seed production in some mountain region in Serbia. – Proceedings of third international herbage seed conference June 18-23 1995. Halle, pp. 346–350.
- Üldine maaviljelus ja taimekasvatus. Tallinn, 1958, 560 lk.
- Young III W. C., Gingrich G. A., Silberstein T. B., Griffith S. M., Chastain T. G., Hart J. M. 2000. Defining optimum nitrogen fertilization practices for fine fescue seed production systems in the Willamette valley. – Final report, 1999. Seed production Research. Dept of crop sci., Oregon State University. Corvallis, 15 p.

Seed production agrotechnics of chewings fescue 'Herbert'

Summary

Relying on the experimental data collected in 2001–2006 at Jõgeva and on experiences of seed production, we recommend the following management regime for growing chewings fescue 'Herbert' for seed.

Seed should be produced on lighter fertile mineral soils that are free of rooty weeds, have neutral reaction and are not stony. The application rate of mineral fertilisers before sowing should be equal to N 35–70, P 20 and K 60 kg ha⁻¹. Sowing must be completed

in spring, in May (conditionally till 15 June) without a cover crop either with narrow or wide (45 cm) drill space. Seeding rates in case of wide and narrow drill space are 4 and 6–8 kg ha⁻¹ of seed of 100% sowing value, respectively. Sowing in July hardly enables to form any reproductive tillers and produce any yield next year. Sowing depth is 1,0–1,5 cm, emergence 10–18 days after sowing. Attention should be paid to the control of short-lived dicotyledonous weeds in the seeding year. Mechanical weed control (interrow cultivation, topping above the seedlings), combined with chemical control (e.g. MCPA 1,0 l ha⁻¹ + Primus 150 ml ha⁻¹) upon need is applicable on the fields sown with wide drill space. At narrow space the chemical control is feasible. In spring of the seed crop year, a week after the onset of vegetation, nitrogen rates between 35–70 kg ha⁻¹ are applied. On the seed fields sown with wide drill space the interrows are covered by plant foliage within a month after the onset of vegetation. In the course of this period the weed control is essential. If the control has been effective in the sowing year, single interrow cultivation in the spring of the crop year is sufficient. The disease infection of the plants in our experiments was negligible, thus the control was unnecessary. To avoid likely pest damage the field must be sprayed (e.g. Actellic 1,0 l ha⁻¹) at early heading to avoid silver top. The damage risk is higher in the second and following crop years. Single spraying was sufficient at Jõgeva. The seed of chewings fescue matures in the second half of July, sometimes in the first days of August. The length of reproductive tillers is 55–65 cm in a droughty and 1,0 m in a rainy year. The stand has modest lodging resistance, therefore the chance of lodging must be considered. The seed is harvested at full maturity by single threshing. The obtained mass requires ventilation with ambient air during 3 days and thereafter with pre-heated (35–40 °C) air till moisture content that enables seed storage. Pre-cleaning of the harvested seed mass should precede final cleaning. The final cleaning of the seed in two cycles at Jõgeva has resulted every year in attainability of the criteria set for certified seed. A sorter manufactured by the company Kamas-Westrup was used. A sieve with the diameter of 3 mm (round holes) was used for preliminary cleaning, the widths of the oblong holes in upper and bottom sieve were 1,0 and 0,65 mm, respectively. The sorter was furnished with rising airflow, that was adjusted according to visual survey.

Chewings fescue cv. 'Herbert' produces 550 kg of conditional seed per hectare on the first crop year, both when sown with either narrow or wide drill space. The yield drops by a third (wide drill space) to half (narrow space) in the following year. 1000 seed weight varies between 1,0–1,2 g. Germination of seeds is somewhat affected by the weather conditions prevailing on a particular year. The duration of the seed field ranges from 1(2) years at narrow to 2–3 years at wide drill space.

The stubble must be mown after seed harvest. Mowing is difficult because of the great density of short tillers. The mown stubble must be removed before nitrogen fertilisation with the rate of N 35 kg ha⁻¹. In the presence of weeds the cultivation of interrows once or twice during late summer might be required.

The germination of the seeds of chewings fescue stored in an unheated warehouse preserved for 3 years, dropping drastically thereafter.

KITSALEHELISTEST ARUHEINTEST

ABSTRACT. *From narrow-leaved fescues.* The article covers taxonomy of narrow-leaved fescues used in verdant areas, their attributes and perspectives for cultivation including lawn establishing in the extreme habitats. Three subspecies of red fescue (*Festuca rubra* ssp. *rubra*, $2n = 56$, *F. rubra* ssp. *littoralis*, $2n = 42$, *F. rubra* ssp. *commutata*, $2n = 42$), hard fescue (*Festuca trachyphylla*, $2n = 42$) and sheep fescue (*Festuca ovina* $2n = 28$) are described. These species are ranked according to their tolerances as regards mowing, shading, draught, soil salinity and nutrient deficiency. Breeding activities conducted with narrow-leaved fescues in Jõgeva and their results are surveyed.

Süstemaatikud jagavad aruheinte taimereperekonda kuuluvad liigid juurmiste lehtede laiuse põhjal kaheks: 1. laialehelisteks – lamedad lehelabad 3–15 mm laiad ja 2. kitsalehelisteks, mille harjasjad või niitjad lehed on läbimõõduga 0,3–2,5 mm. Laialehelistest aruheintest on meil Eestis tuntuimad, söödatootmises tähtsust omavad, harilik (*Festuca pratensis* Huds.) ja roog-aruhein (*F. arundinacea* Schreb.). Kitsalehelistest aruheintest on laiemalt tuntud, nii söödatootmises kui haljastuses seni kasutamist leidnud, punane aruhein (*Festuca rubra* L.). Mujal maailmas on kasutusel peeneleheliste aruheinte liike rohkem, väga rikkalik on ka nende liikide sordivalik. Palju pööratakse tähelepanu nende kasutamisevõimaluste uurimisele ja propageerimisele. Viimastel aastakümnetel on peenelehelised aruheinad tõusnud tähelepanu orbiiti ka Jõgeval nii aretustöös kui agrotehnika katsetes (Bender, Sooväli, 2007; Bender jt, 2008; Bender, 2010).

Euroopas arvatakse leiduvat umbes 90 looduslikku liiki kitsalehelisi aruheinu (Braun *et al.*, 2020a). Seda arvu peetakse ülepakutuks. Ajalooliselt käsitleti alul kõiki tihedapuhmikulisi peenelehelisi aruheinu peale võsunditega leviva punase aruheina kui lamba-aruheinu. Kuna liigid on väga varieeruvad ja vormirohked on see andnud taimesüstemaatikutele alust anda vormidele välise, ka mikrotunnuste põhjal, ladinakeelne nimetus ja käsitleda vorme omaette liigina. Tänapäeva taimesüstemaatikud, kasutades uusimaid uurimismeetodeid ja vahendeid, leiavad ikka ja jälle, et varem liigina määratu on tegelikult siiski põhiliigi alamliik või vorm. Vahepeal on käibele tulnud hulgaliselt liigi nimesid, mida loetakse nüüd sünonüümideks. Nii on kink-aruheinal nimetuse *F. trachyphylla* kõrval maailmakirjanduses sünonüümidenä käibel ladinakeelsed nimetused *F. duriuscula*, *F. longifolia*, *F. previpila* ning *F. ovina* var. *duriuscula*. Liiginimel *F. longifolia* Thuill. on omakorda käibel 14 nimetust või nime vormi, mida kõiki loetakse sünonüümideks (The Plant List, 2021). Segadus taime nimedega raskendab erialakirjanduses orienteerumist. Kitsaleheliste aruheinte tundmaõppimine ja keerukas süstemaatikas selguse loomine on andnud viimastel aastakümnetel ainet koguni kaheks doktoritööks (Stukonis, 2009; Ma, 2012).

Suur autorite kollektiiv on kitsaleheliste aruheinte alase uurimistöö põhjal eristanud 5 haljastuses ja spordimurudel praktilist kasutust leidvat liiki (või

alamliiki), tuues välja ka nende omadused. Artikli autorid jagavad punase aruheina kolmeks alamliigiks: võsundiliseks (*F. rubra* L. *ssp. rubra*, $2n = 56$), lühivõsundiliseks *F. rubra* L. *ssp. littoralis*, $2n = 42$) ja tihedapuhmikuliseks (e puhmikuliseks) punaseks aruheinaks (*F. rubra* L. *ssp. commutata*, $2n = 42$). Neile kolmele punase aruheina alamliigile lisanduvad loetelus kink-aruhein (*Festuca trachyphylla* (Hack.), $2n = 42$) ja lamba-aruhein (*Festuca ovina* L., $2n = 28$) (Braun *et al.*, 2020b).

Eesti looduses leidub lisaks punase aruheina võsundilisele vormile veel neli kitsalehelist aruheina liiki: lamba-aruhein (*F. ovina* L.), kink-aruhein (*F. trachyphylla* (Hack.) Krajena), liiv-aruhein (*F. vabulosa* (Anderss.) ja luide-aruhein (*F. arenaria* Osbeck). Kahel esimesena nimetatutest on perspektiivi leida kasutamist haljastuses. Lamba-aruhein omab tegelikult mõningast tähtsust ka söödaitaimena, seda kuivadel kasvukohtadel paiknevatel poollooduslikel rohumaadel, kus karjatatakse lambaid või kitsi (Petersen, 1988). Tagasihoidliku konkurentsi- ja saagivõime ning söödavuse probleemide tõttu ei ole liik siiski Eestis kultuurrohumaaviljeluses leidnud laiemat kasutamist (Adojaan, 1961). Riikides, kus sademeid langeb suvekuudel vähe, kasutatakse aga just lamba-aruheina kitse- ja lambakarjamaa rajamisel põhiliigina (Mojtaba *et al.*, 2008).

Meie murualase uurimistöö klassik Aleksander Adojaan hindas lamba-aruheina murutaimena kõrgelt, kuid sordiaretuse ja seemnekasvatuse puudumise tõttu on liigi senine kasutamine haljastuses olnud enam kui tagasihoidlik. Seemet soovitati huvilistel koguda looduslikelt levialadelt (Adojaan, 1966), mis eeldab head liikide tundmist ja korjeala olemasolu.

Lamba-aruheina sordiaretust ei peetud Jõgeval pikka aega perspektiivseks, sest kasutada olnud aretuse lähtematerjal oli enam kui tagasihoidliku seemnesaagi võimega. Aastakümnete pikkuse töö tulemusena on nüüd Eesti loodusest siiski leitud lamba-aruheina dekoratiivseid, hea seemnesaagiga perspektiivseid vorme, millest on aretustöö tulemusel jõutud sortideni. Jõgeval on aretatud ja Eesti riiklikku sordinimekirja jõudnud 2 lamba-aruheina sorti 'Ave' ja 'Kihnu' (fotod 1 ja 2). Alanud on nende seemnete paljundamine (fotod 3 ja 4).

Riikliku katsetuse lõppjärku on jõudnud ka teise kitsalehelise aruheina liigi, kink-aruheina (*Festuca trachyphylla* (Hack.)) esimene sort 'Ruhnu' (fotod 5 ja 6). Pole andmeid, et seda liiki oleks varem söödootomises või murudel Eestis katsetatud või kasutada soovitatud. Käesolevas kogumikus käsitlemist leidvad, Jõgeval läbiviidud, lamba-aruheina ja kink-aruheina seemnekasvatuse katsed on esimesed Eestis.

Varem on Jõgeval aretatud kaks punase aruheina murusorti: 'Kauni' (*F. rubra ssp. rubra*) ja 'Herbert' (*F. rubra ssp. commutata*). Seni ei ole Eestis tegeldud lühivõsundilise punase aruheina (*F. rubra ssp. littoralis*) sordiaretusega.

Kuna liigid on eestlastele praktilise kasutamise seisukohalt vähetuntud, peame vajalikuks pisut tutvustada nende eriomadusi ja kasutamisevõimalusi.



Foto 1. Lamba-aruheina 'Ave' taim enne õitsemist

Photo 1. Sheep's fescue 'Ave' plant before flowering



Foto 2. Lamba-aruhein 'Kihnu' taim seemnete täisküpsuse faasis

Photo 2. Sheep's fescue 'Kihnu' plant in the phase of full seed maturity



Foto 3. Lamba-aruhein 'Ave' seemnepõld Eesti Taimekasvatuse Instituudis

Photo 3. Sheep's fescue 'Ave' seed field at the Estonian Crop Research Institute



Foto 4. Lamba-aruhein 'Kihnu' seemnesaagi koristamine

Photo 4. Harvesting the seed crop of sheep's fescue 'Kihnu'



Foto 5. Kink-aruheina 'Ruhnu' taim pärast õitsemist

Photo 5. Hard fescue 'Ruhnu' plant after flowering



Foto 6. Kink-aruheina 'Ruhnu' valikaed seemnesaagi rikkusele

Photo 6. Hard fescue 'Ruhnu' selection garden for seed richness

Peeneleheliste aruheinte kasutamise võimalusi haljastuses

Seoses kliima arvatava soojenemise ja energia kokkuhoiu vajadusega on maailmas haljasaladel, koduaia- ja spordimurudel peenelehelised aruheinad järjest enam kasutamist leidnud. Nad on populaarsust võitnud vähenõudlikkusega kasvukoha mullaviljakuse suhtes, taluvad paremini põuda ja mõõdukat varju, on teiste murukõrrelistega võrreldes haiguskindlamad, nende väetamisvajadus on väiksem, nad ei nõua suuri kulutusi kastmise korraldamiseks, taluvad hästi tallamist, tagasihoidliku ädalakasvu tõttu on nende niitmisvajadus, seega hoolduskulud väiksemad (Huge, Watkins, 2016). Kokkuvõttes käsitletakse neid koos grupina kui vähenõudlikke (low input) murukõrrelise liike.

Braun *et al.*, 2020a on liikide omadusi hinnanud golfväljakute nõuetest lähtudes ja leidnud, et neid on otstarbekas kasutada kõigil erineva niitekõrguse ja niitesagedusega golfiraja trassi osadel. Kitsalehelisi aruheinu hinnatakse kõrgelt teistelgi spordirajatistel. Mägistes piirkondades on nad asendamatud suusaspordi alpi alade trasside taimestamisel – erosiooni tõkestamisel.

Kitsaleheliste aruheinte lai kasutusala (tavahaljastuse kõrval) on teedehitus. Tuule ja veerosiooni tõkestamiseks, nähtavuse parandamiseks ning silmailu saavutamiseks kaetakse teepeenrad, sõidusuundade vaheribad, sildade, viaduktide ja

ökoduktide suured kallakpinnad murutaimedega. Nendel, enamasti õhukese mul-lakihiga, põuakartlikel aladel, mida rajamisjärgselt (peaaegu) kunagi ei väetata, edenevad kõige paremini just kitsalehelised aruheinad. Siin tuleb esile ka nende teistest murukõrrelistest parem soolataluvus. Meie talvise lumerohkuse tõttu on soola kasutamine teede korrashoiul ka tulevikus ilmselt paratamatu. Soolasegune lumi, nagu teame, lükatakse lõpuks murutaimikuga teepeenrale.



Foto 7. Lamba-aruhein 'Kihnu' dekoratiivne üksiktaim (generatiivvõrsed enne pildistamist kõrvaldatud)

Photo 7. Sheep's fescue 'Kihnu' decorative single plant (generative shoots removed before photography)

Asendamatud on kitsalehelised aruheinad (enne kõige lamba- ja kink-aruhein) mätaskatustel ning moodi tõusnud katushaljastusel, sest tagasihoidliku kõrguskasvu ja põuataluvuse tõttu ei vaja nad seal (peaaegu) üldse hooldust. Lamba- ja kink-aruhein sobivad viimasel ajal taas moodi tõusnud paljuliigilisse lill-lisse murusse kuna ei levi võsunditega ega ole kaasliikide suhtes agressiivsed. Mõlemal liigil on erilise lehevärvusega dekoratiivseid vorme, mida kasutatakse üksiktaimede või rühmadena iluaedades (foto 7). Potitaimedena on mõlemad liigid saadaval ka meie aianduskauplustes.



1. Puhmikuline punane aruhein 'Herbert'
1. *Festuca rubra ssp. commutata* 'Herbert'
2. Aasnurmikas 'Esto'
2. *Poa pratensis* 'Esto'
3. Kink-aruhein 'Ruhnu'
3. *Festuca trachyphylla* 'Ruhnu'
4. Sale-haguhein 'Ilo'
4. *Koeleria gracilis* 'Ilo'
5. Võsundiline punane aruhein 'Kauni'
5. *Festuca rubra ssp. rubra* 'Kauni'
6. Lamba-aruhein 'Ave'
6. *Festuca ovina* 'Ave'

Foto 8. Jõgeval aretatud murusortide lehevärvus on erinev

Photo 8. Lawn varieties bred in Jõgeva differ in the leaf color



Kirjanduse (Braun *et al.*, 2020b) järgi on võsundiline punane aruheina lehtede värvus keskmine roheline, lühivõsundilisel ja puhmikulisel punasel aruheinal hele kuni keskmine roheline, lamba-aruheinal hallikas roheline ning kink-aruheinal tumedam roheline hallika või sinaka varjundiga.

Eestis aretatud murusortidest on kink-aruheina sort 'Ruhnu' kõige tumedama lehevärviga, kus rohelisele lisandub sinakas varjund (foto 8).

Murukõrreliste juurmiste lehtede laius määrab ilumurude dekoratiivsuse. Eesti NSV floora (1979) andmetel on lehed aas-nurmikal 2–6 mm, sale-haguheinal 1–2 mm, punasel aruheinal 0,6–1,3 mm, kink-aruheinal 0,8–1,4 mm ja lamba-aruheinal 0,35–0,75 mm laiad. Schmit *et al.*, 1974 andmetel on punase aruheina kõigil kolmel alamliigil juurmiste lehtede laius 0,8–1,8 mm, lamba- ja kink-aruheinal aga vahemikus 0,3–0,8 mm. Kuna peeneleheliste aruheinte lehelabad ei ole laiuvad – nad on kahekorra (punane aruhein) või rullunud (lamba- ja kink-aruhein) – mõõdetakse nende liikide puhul lehelaba laiuse asemel läbimõõtu. Eestis aretatud murusortide lehe laiusest saab võrdleva ettekujutuse fotolt 9.

Foto 9. Lehe laiuse järgi Jõgeval aretatud murusorte reastades on nii lamba- kui kink-aruhein rea lõpus, kõige peenemate juurmiste lehtedega liigid

Photo 9. By ranking grass varieties bred in Jõgeva according to leaf width, are sheep fescue and hard fescue at the bottom of the row, the species with the thinnest root leaves

Kitsaleheliste aruheinte eriomadusi, mis on olulised murude rajamisel ekstreemsetele kasvukohtadele

Niitmistaluvus. Peenelehelistest aruheintest rajatud muru niitmistaluvust kõrgusel 3–5 cm loetakse väga heaks (Cook, 2017). Skandinaaviamaades ja USA-s on katsetega tõestatud, et punase aruheina vormidega külvatud muru talub niitmist 4,5–5,0 mm kõrguselt (Aamlid, Molteberg, 2011; Braun *et al.*, 2020). Kvalbein, Aamlid (2015) andmetel taluvad lamba-aruhein ja kink-aruhein niitmiskõrgust kuni 7 mm. Taolised niitmiskõrgused on olulised golfiväljakute pesade ümbruses. Kitsalehelised aruheinad konkureerivad neil pindadel edukalt varem kasutamist leidnud kasteheina liikidega ületades viimaseid haiguskindluse ja leplikkusega vähema väetamise suhtes.

Varjutaluvus. Liikide varjutaluvus sõltub niitekõrgusest. Dudeck ja Peacock (1992) reastavad tähtsamad murukõrrelised tavalisel niitekõrgusel (3–5 cm) varjutaluvuse alusel järgmiselt: aasnurmikas – nõrk, karjamaa-raihein – rahuldav, roomav kastehein, roog-aruhein – hea, kõik peenelehelised aruheinad – väga hea.

Peeneleheliste aruheinte omavahelises võrdluses on osutunud kõige varjutaluvamaks puhmikuline punane aruhein, millele alanevas järjekorras järgnesid kink-aruhein, võsundiline punane aruhein ja lamba-aruhein (Gardner, Taylor, 2002). Järeldused on tehtud pikaajalise katse tulemuste põhjal. Katse vältas 9 aastat (1992–2000), varju andsid laialehelised lehtpuud suhkruvaher (*Acer saccharinum*) ja lääne plaatan (*Platanus occidentalis*). Muru niitmiskõrgus selles katses oli 8–9 cm. Petrella ja Watkins (2020) võrdlesid puhmikulise, võsundilise ja kink-aruheina varjutaluvust kasvatades nende liikide taimi kasvuhoones valgust selekteeriva filtri all. Kontrollvariant oli võrdluseks täis valguses avamaal. Mitme näitaja põhjal reastusid liigid: 1. puhmikuline punane aruhein, 2. võsundiline punane aruhein, 3. kink-aruhein.

On kindlaks tehtud, et ühe või teise liigi sortidel on erinev varjutaluvus (Smalley, 1981; Wu *et al.*, 1985; Gardner, Taylor, 2002).

Soolsustaluvus. Teiste murukõrrelistega võrreldes loetakse peenelehelisi aruheinu kõrget soolsust taluvamateks (Friell *et al.*, 2012; Friell *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2013, Cavanaugh, 2022). See on katseliselt kindlaks tehtud rakendades soolataluvuse määramisel eri meetodeid (Harivandi *et al.*, 1992; Brown *et al.*, 2011). Nielsen (2019) andmetel olid kink-aruhein ja võsundiline punane aruhein soolsuse suhtes kõige vastupidavamad, edestades selle näitaja poolest tihedapuhmikulist punast aruheina. Braun *et al.*, 2020c andmetel oli soolsuse suhtes kõige tolerantsem punase aruheina lühivõsundiline vorm.

Tolerantsus toitainete nappuse suhtes. Lamba-aruhein, kink-aruhein ja tihedapuhmikuline punane aruhein on toitainete nappuse suhtes kõige tolerantsemad murukõrrelise liigid (Brown *et al.*, 2011). Peenelehelised aruheinad on USA golfiväljakutel madalal lämmastiku foonil ületanud kasteheina liike nii rohu-kamara dekoratiivsusest kui haiguskindlusest (Petrella *et al.*, 2021).

Põuataluvus. Murukõrreliste seas loetakse kõige põuakindlamateks liikideks kink- ja lamba-aruheina (Braun *et al.*, 2020c). Kitsalehelistest aruheintest järgneb neile puhmikuline punane aruhein (*F. rubra ssp commutata*).

Viidatud kirjandus

- Aamlid T. S., Molteberg B. 2011. Turfgrass species and varieties for Scandinavian golf greens. – Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Volume 61, pp. 143–152.
- Adojaan A. 1961. Rohumaaviljelus Eestis. Tallinn, 591 lk.
- Adojaan A. 1966. Murud Eestis. Haljasaladel, koduaedades, spordiväljakutel. Tallinn, 160 lk.
- Bender A. 2010. Heintaimede sordiaretus ja seemnekasvatus. Ajalooline ülevaade. Jõgeva, 240 lk.
- Bender A., Aavola R., Sooväli P. 2008. Kokkuvõtte tihedapuhmikulise punase aruheina (*Festuca rubra ssp. commutata*) sordi 'Herbert' seemnekasvatuse agrotehnika katsetest. – Agraarteadus, nr 1, lk 3–12.
- Bender A., Sooväli P. 2007. Tihedapuhmikulise punase aruheina seemnesaak ja haigestumine erineva agrotehnika korral. – Agronoomia 2007, lk 67–70.
- Braun R. C., Patton A. J., Watkins E., Koch P., Anderson N. P., Bonos S. A., Brilman L. A. 2020a. Fine fescues: a review of the species, their improvement, production, establishment and management. – Crop Science, 2020, Volume 60, Issue 3, pp. 1142–1187.
- Braun R. C., Patton A. J., Watkins E., Koch P., Anderson N. P., Bonos S. A., Brilman L. A. 2020b. Classifying fine fescues used on golf courses. – gcmonline.com/research/news/fine-fescues-classification-golf
- Braun R. C., Patton A. J., Watkins E., Koch P., Anderson N. P., Bonos S. A., Brilman L. A. 2020c. Fine fescues on golf courses: abiotic stresses. – gcmonline.com/research/news/fine-fescue-abiotic-stress
- Brown R. N., Gorres J., Sawyer C. 2011. Development of salt tolerant grasses for roadside use. University of Rhode Island. Report nr: FHWA-RIDOT-RTD-0,7-2A, 52 p.
- Cavanaugh M. 2022. Salt-tolerant roadside grasses. Does anything actually survive? – turf.umn.edu/news/salt-tolerant-roadside-grasses-does-something-actually-survive
- Cook T. 2017. The fine fescues (*Festuca* sp.). – Oregon State University. agsci.oregonstate.edu/sites/agscid7/files/horticulture/beaverturf/TheFRineFescues-1.pdf
- Dudeck A. E., Peacock C. H. 1992. Shade and turfgrass culture. – Turfgrass (co-editors Waddington D. V., Carrow R. N., Shearman R. C.). Madison, Wisconsin, USA, pp. 269–284.
- Eesti NSV floora XI. 1979. (koostanud V. Kuusk, S. Talts, L. Viljasoo). Tallinn, 567 lk.
- Friell J., Watkins E., Horgan B. 2012. Salt tolerance of 75 cool-season turfgrasses for roadsides. – Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science, Volume 62, pp. 44–52.
- Friell J., Watkins E., Horgan B. 2013. Salt tolerance of 74 turfgrass cultivars in nutrient solution culture. – Crop Science, Volume 53, No 4, pp. 1743–1749.
- Gardner D. S., Taylor J. A. 2002. Change over time in quality and cover of various turfgrass species and cultivars maintained in shade. – Hort Technology, Volume 12, Issue 3, pp. 465–469.
- Harivandi M. A., Butler J. D., Wu Lin 1992. Salinity and turfgrass culture. – Turfgrass, (co-editors Waddington D. V., Carrow R. N., Shearman R. C.). Madison, Wisconsin USA, pp. 207–229.
- Huge K. L., Watkins E. 2016. Performance of low-input turfgrass as affected by mowing and nitrogen fertilization in Minnesota. – Horticultural Science, Volume 51, Issue 10, pp. 1278–1286.
- Kvalbein A., Aamlid T. S. 2015. Amenity turf grass species for nordic countries. Landvik, 22 p.
- Ma Y. 2012. Genetic characterization of fine-leaved *Festuca valesiaca* germplasm and evaluation of their relationship to the *Festuca ovina* complex. – Thesis of master of science in plant science. Utah State University, 128 p.

- Mojtaba K. N., Reza M., Masud E. S. 2008. Evaluation of genetic variation of Iranian *Festuca ovina* L. accessions for forage yield improvement. – <http://agris.fao.org/agris-search/search.clo?recondID=IR2009000263>
- Petersen A. 1988. Die Gräser als Kulturpflanzen und Unkräuter auf Wiese, Waide und Acker. Berlin, 275 S.
- Petrella D. P., Watkins E. 2020. Variation in fine fescue (*Festuca spp.*) taxa response to simulated foliar shade. – Crop Science, Volume 60, Issue 6, pp. 3377–3394.
- Petrella D. P., Bauer S., Horgan B. P., Watkins E. 2021. Exploring fine fescues as an option for low-input golf greens in the north-central USA. – Crop Science, Volume 61, Issue 5, pp. 2949–2962.
- Schmit R. M., Duell R. W., Funk C. R. 1974. Isolation barriers and self-compatibility in selected fine fescues. – Proceedings of the 2nd international turfgrass research conference (ed. Roberts E. C.). Blacksburg, USA, 19–21 June 1973, pp. 9–17.
- Smalley R. R. 1981. Tillering responses of five fine-leaf fescue cultivars to variations of light intensity. – Proceedings 4th International Turfgrass Research Conference (ed. Sheard, R. W.). Canada 19–23 July, University of Guelph, pp. 487–492.
- Stukonis V. 2009. Narrow-leaved species of genus *Festuca* in Lithuania and their suitability for turf. Summary of doctoral dissertation. Dotnuvo, 23 p.
- Zhang Q., Zuk A., Rue K. 2013. Salinity tolerance of nine fine fescue cultivars compared to other cool-season turfgrasses. – Scientia Horticulturae, Volume 159, pp. 67–71.
- The Plant List. A working list of all plant species. 2021. – theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-415599
- Wu L., Huff D., Dawis W. B. 1985. Tall fescue turf performance under a tree shade. – Hort-Science, Volume 20, Issue 2, pp. 281–282.

LAMBA-ARUHEINA (*Festuca ovina* L.) JA KINK-ARUHEINA (*Festuca trachyphylla* (Hack.)) SEEMNEKASVATUS

ABSTRACT. A field trial was accomplished at Estonian Crop Research Institute in 2018–2022, in which seed production agrotechnics of sheep fescue cv. ‘Ave’ and hard fescue cv. ‘Ruhnu’ were explored. The effects exerted by drill space (15, 30, 45 cm), seeding rate (sheep fescue 5 and 8 kg ha⁻¹; hard fescue 9 and 12 kg ha⁻¹) and post-harvest application of nitrogen fertilizer (35 and 70 kg N ha⁻¹) on seed yield and quality were researched. Seeding rate of 5 kg ha⁻¹ and post-harvest application of nitrogen fertilizer equal to N 35 kg ha⁻¹ suffice for sheep fescue. Drill space had a minor effect on the seed yields of sheep fescue harvested throughout four years. In hard fescue the wider drill spaces, seeding rate of 12 kg ha⁻¹ and the post-harvest application of 70 kg N ha⁻¹ increased the seed yield. The treatments did not effect germination percentage of seeds, yet had some influence on the 1000 seed weight. The latter was more dependent on the year’s than on the treatment’s effect.

Keywords: Sheep fescue, hard fescue, row spacing, seeding rate, nitrogen fertilizer rate, seed yield, seed quality

Sissejuhatus

Seoses kliima arvatava soojenemise ja energia kokkuhoiu vajadusega on kogu maailmas tõusnud tähelepanu keskmesse taimeliigid, mis on vähem nõudlikud kasvukoha mullaviljakuse suhtes, ei nõua suuri kulutusi väetistele, taimekaitsele ega kastmise korraldamiseks. Haljastuses on perspektiivi sobida niisugustesse kasvutingimustesse peenelehelistel aruheintel. Kuna Eestis on heintaimede sordiaretuses pearõhk seni olnud söodatootmiseks sobivatel liikidel, on see taimegrupp jäänud tähelepanu alt välja. Viimastel aastakümnetel on ka Jõgeval, nõudluse kasvust tingituna ja teiste riikide eeskujul, tegeldud kitsaleheliste aruheina liikide sordiaretusega. 2004-ndast aastast on Eesti Vabariigi riiklikus sordinimekirjas Jõgeval aretatud puhmikulise punase aruheina sort ‘Herbert’, 2010. aastast lamba-aruheina sort ‘Ave’ ja aastast 2018 teine lamba-aruheina sort ‘Kihnu’. 2018. a esitati riiklikesse katsetesse kink-aruheina sort ‘Ruhnu’, mille riiklikku sordinimekirja võtmist on oodata 2023. aastal. Kõik need sordid on omast liigist (alamliigist) esimesed. Nende seemnekasvatuse üksikasju ei olnud enne sordinimekirja arvamist uuritud. Praeguseks on Jõgeval läbi viidud seeria põldkatseid puhmikulise punase aruheina seemnekasvatuse agrotehnika üksikasjade selgitamiseks ja katsetulemused trükis avaldatud (Bender, Sooväli, 2007; Bender jt., 2008). Aastal 2018 Jõgevale rajatud katse lamba- ja kink-aruheina seemnekasvatuse agrotehnika selgitamiseks on teadaolevalt esimene Eestis. Käesolevas kirjatöös võetakse selle katse tulemused kokku.

Katsematerjal ja meetodika

8. mail 2018 rajati Eesti Taimekasvatuse Instituudis põldkatse eesmärgiga selgitada reavahelaiuse, külvisenormi ja suve II poolel antava lämmastikväetise normi mõju lamba-aruheina ja kink-aruheina seemnesaagile. Katse rajati eelnevalt aasta mustkesana haritud põllule, leostunud mullale (Ko), mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCL} 6,5, P 115, K 123, Ca 2663, Mg 142, Cu 2,2, Mn 79, B 0,98 mg kg⁻¹, C_{org} 2,3%. Külvieelse mullaharimise alla külvati 300 kg ha⁻¹ kompleksväetist EU Fertilizer NPK 21-6-11+S, hiljem PK väetisi ei lisatud. Saagiaastate kevadel, pärast taimekasvu algust, väetati katselappe ammoniumsalpeetriga, norm N 35 kg ha⁻¹. Katses oli kaks liiki: lamba-aruhein (sort 'Ave') ja kink-aruhein (sort 'Ruhnu'), kolm reavahe- (15, 30 ja 45 cm), kaks külvisenormi (lamba-aruheinal 5 ja 8 kg ha⁻¹, kink-aruheinal 9 ja 12 kg ha⁻¹) ning kaks suve II poolel antava lämmastikväetise normi varianti (N 35 ja 70 kg ha⁻¹). Katselapid (1,5 × 5,0 m) neljas korduses külvati kasutades külvikut Hege 80 (reavahe 15 cm) (foto 1) ja Hege 90-1 (reavahed 30 ja 45 cm). Külvi sügavus 1–1,5 cm. Põld oli eelnevalt rullitud ja seejärel markeeriga joonitud. Reavahede 30 ja 45 cm puhul rulliti read külvijärgselt täiendavalt käsirulliga üle (foto 2). Lühiealiste laialeheliste umbrohtude tõrjeks pritsiti katsepõldu üks kord (juulis) preparaadiga MCPA 750, norm 1,5 l ha⁻¹. Pritsimisest alles jäänud laialeheliste umbrohuliikide ja üheaastase nurmika taimed kõrvaldati kõplamisega. Seemnesaa-



Foto 1. Külvik Hege 80

Photo 1. Seeder Hege 80



Foto 2. Primitiivne käsirull, mida kasutati külviridade täiendavaks rullimiseks

Photo 2. A primitive hand roller, that was used for additional rolling of seed rows

gi aastatel tehti kõrsumise alguses kahjurite tõrje valgepähisuse ärahoidmiseks. Kasutati preparaati Decis Mega 150 ml ha⁻¹. Täisküpsuses seeme koristati katsekombainiga Hege 140 ühefaasiliselt (foto 3). Seemnemassi ventileeriti kolm ööpäeva välisõhuga ja kuivatati seejärel dineesenukuivatis. Katselappide seemnekogused sarjati käsisarjaga ja lõpp-puhastati Kamas-Westrupi laboratoorse sorteeriga LALS. Kolm kuud pärast kombainimist ja puhastamist määrati laboratooriumis seemnetel 1000 seemne mass ja idanevus.



Foto 3. Katse üldvaade enne koristamist 01.07.2022

Photo 3. General view of the trial before harvesting 01.07.2022

Neljast katseaastast oli 2018 aasta mai, juuni ja juuli erandlikult sademete vaene, samas kliimanormist oluliselt kõrgema õhutemperatuuriga (tabel 1). Suve kestel tõusis Jõgeval maksimaalne õhutemperatuur üle 25 °C koguni 47 päeval ja üle 30 °C 12 päeval. Kuu sademete summa moodustas vastava kuu vaatlusaastate keskmisest hulgast mais 34%, juunis 33% ja juulis vaid 19%.

Erakordselt kõrge õhutemperatuuri ja väheste sademetega juunis ja juulis paistis silma ka 2021. aasta, mil maksimaalne õhutemperatuur tõusis Jõgeval üle 25 °C 39 päeval ja üle 30 °C 11 päeval. Mulda jäänud lumesulamisvee ja maikuu sademete varal andsid mõlemad katses olnud liigid sel aastal siiski hea seemnesaagi. Ka 2022. aastal oli seemnete täitumise ajal (juunis) paljude aastate keskmisest kõrgema õhutemperatuuriga pikem periood.

2020. katseaasta juuni eristus ülejäänud katseaastatest rohkete sademetega, seemnete täiskasvamise faasis. Tugeva tuule ja vihma tõttu taimikud kohati lamandusid (foto 4), mis aga ei olnud hiljem takistuseks kombainiga seemnesaagi koristamisel.



Foto 4. Kink-aruheina lamandunud katselapid juunis 2020

Photo 4. Lodged experimental plots of hard fescue in June 2020

Tabel 1. Katseaastate ilmastikutingimused
Table 1. Weather conditions of the test years

	Apr.	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.
Õhutemperatuur / Air temperature, °C							
2018	6,6	14,5	15	20,3	17,9	13,6	6,5
2019	6,6	10,6	17,8	15,9	15,7	11,1	6,4
2020	4,2	9,1	17,9	15,7	16,1	13,4	8,4
2021	4,7	10,4	19	21,1	15,3	9,7	7,2
2022	3,8	9,7	16,9	17,4	18,9	8,8	7,5
Norm*	5,1	10,9	15,0	17,5	16,0	11,3	5,6
Sademed / Precipitation, mm							
2018	52	17	23	15	76	72	78
2019	4	50	54	34	49	67	87
2020	47	28	136	101	83	74	58
2021	15	88	11	42	105	55	46
2022	34	55	47	50	54	58	51
Norm*	34	45	84	65	89	52	68

* kliimanorm = aastate 1991–2020 keskmine /average for the years 1991–2020

Katsetulemused

Reavahe laiuse mõju. Meie katses uuriti 15, 30 ja 45 sentimeetrise reavahe laiuse mõju lamba-aruheina ja kink-aruheina seemnesaagile. Katseandmed näitasid, et vahe seemnesaagis ilmnes vaid esimesel kasutusaastal (tabel 2). Korrektseid katseandmed võimaldavad võrrelda 2019. aasta seemnesaake, mis saadud

Tabel 2. Lamba- ja kink-aruheina seemnesaagid, kg ha⁻¹ / Table 2. Seed yields of sheep and hard fescue, kg ha⁻¹

Reavahe Row spacing cm	Saagiaasta / Harvest year						Keskmine / Mean	
	2019	2020		2021		2022	2020-22	2020-22
	N35+N35	N35+N35	N35+N70	N35+N35	N35+N70	N35+N35	N35+N70	N35+N35
	Lamba-aruhein / Festuca ovina							
	Külvisenorm rajamisel 5 kg ha ⁻¹ / Seeding rate during establishment 5 kg ha ⁻¹							
15	0	406	410	565	482	504	498	492
30	249	583	592	439	367	384	388	469
45	181	589	605	473	289	401	360	487
<i>LSD 0,05</i>	28	77	55	65	52	65	71	47
	Külvisenorm rajamisel 8 kg ha ⁻¹ / Seeding rate during establishment 8 kg ha ⁻¹							
15	0	309	444	372	297	600	631	427
30	218	612	622	306	218	544	453	487
45	194	618	621	313	275	360	332	431
<i>LSD 0,05</i>	24	53	74	66	50	64	86	49
	Kink-aruhein / Festuca trachyphylla							
	Külvisenorm rajamisel 9 kg ha ⁻¹ / Seeding rate during establishment 9 kg ha ⁻¹							
15	0	896	1013	736	819	425	453	685
30	361	1147	1231	514	777	446	466	702
45	311	1216	1290	554	610	434	423	734
<i>LSD 0,05</i>	41	56	66	92	81	54	47	52
	Külvisenorm rajamisel 12 kg ha ⁻¹ / Seeding rate during establishment 12 kg ha ⁻¹							
15	0	873	714	720	780	446	621	679
30	312	1252	1321	581	794	508	653	780
45	300	1296	1243	800	847	507	758	876
<i>LSD 0,05</i>	25	66	62	62	60	76	63	67

vaid 30 ja 45 cm-se reavahega lappidelt. Mõlema katses olnud liigi puhul andis külvi reavahega 30 cm suurema seemnesaagi, kui saadi lappidelt reavahega 45 cm. Hilisematel kasutusaastatel seemnesaagid võrdsustusid. Oletus, et laiema reavahega rajatud seemnepõllu majanduslikult tasuv kasutuskestvus on pikem, ei leidnud kummagi liigi puhul kinnitust. Erinevused kolmanda ja neljanda kasutusaasta seemnesaakides seda ei kinnitanud.

Külvikuga Hege 80 külvatud kitsarealine (15 cm) katsevariant jäi rajamisaastal (2018) kestva põua tõttu nii lamba- kui kink-aruheina puhul väga hõredaks – tühikuliseks, mistõttu peeti õigeaks rajamist korrata freesiga üle kobestatud aladele sama tehnikaga ja sama külvinormiga järgmisel so 2019. aastal. Seekordne rajamine õnnestus väga hästi, mis leidis kinnitust ka 2020. aasta seemnesaakides.

Kuigi tabelis 2 on toodud 15 cm reavahega lappidelt saadud katseandmed, ei ole need otseselt võrreldavad andmetega, mis saadud 30 ja 45 cm-se reavahega, aasta varem rajatud katsevariantidelt. Seemnesaaki mõjutasid reavahelaiusest enam erinevused rajamisaasta ja seemnesaagiaasta ilmastikuoludes. Kaasa mõjus nüüd juba ka seemnetaimiku erinev vanus (kasutusaasta). Küll võib nende andmete põhjal väita, et mõlema liigi seemnepõlde võib rajada edukalt ka kitsarealises külvis.

Meiega analoogsesse olukorda sattusid katse läbiviijad USA-s Minnesota Ülikoolis, kus analoogse katse rajamise aasta (2012) juhtus olema samuti põuane. Sealgi jäi rajamisaastal lamba-aruheina (sort 'Barok') taimik hõredaks. Seda ei küntud seal aga ümber. Esimesel saagiaastal (2013) saadi vaid 7 kg seemet hektarilt, teisel saagiaastal aga juba 761 ja kolmandal 229 kg ha⁻¹. Samas katses olid kink-aruheina (sort 'MNHD') seemnesaagid 77, 1359 ja 276 kg ha⁻¹ (Herrera *et al.*, 2018). Saaginumbrite põhjal peetakse seal nende liikide ja sortide seemnepõldude majanduslikult tasuvaks kasutuskestuseks vaid 2 saagiaastat. Ka meie katses pärast teist saagiaastat saagi tase langes, kuid langus ei olnud nii drastiline kui USA-s. Koristades seemnepõldu kolmel saagiaastal (meil 2020–22) võib lamba-aruheina puhul arvestada keskmise seemnesaagiga 450 kg ha⁻¹ ja kink-aruheina puhul seemnesaagiga 750–800 kg ha⁻¹.

Külvisenormi mõju. Sõltumata reavahe laiusest võrreldi katses lamba-aruheina puhul külvisenorme 5 kg ha⁻¹ (1132 idanevat seemet m²-le) ja 8 kg ha⁻¹ (1812 idanevat seemet m²-le). Kink-aruheinal olid samadel tingimustel katses variandid 9 kg ha⁻¹ (800 idanevat seemet m²-le) ja 12 kg ha⁻¹ (1060 idanevat seemet m²-le). Põuasel rajamisaastal ei mõjutanud külvisenormi suurendamine järgmise aasta seemnesaaki kummalgi liigil (tabel 2). Suurem kasutatud külvisenorm tagas suurema seemnesaagi mõlemal liigil teisel kasutusaastal ja seda 30 ja 45 cm-se reavahe puhul. Kink-aruheina puhul jäi suurema külvisenormi eelis kehtima kuni neljanda kasutusaastani (katse lõpetamiseni), lamba-aruheinal piiridus eelis aga vaid teise kasutusaastaga.

Suve teise poole lämmastikväetise normi mõju. Nii lamba- kui ka kink-aruhein on talve tüüpi kõrrelised, millel generatiivvõrsed arenevad vaid eelmisel sügisel arenenud ja talve jooksul vernaliseerumise protsessi läbinud lühivõrsetest. Seemnesaagi määravad seega suve II poole võrsumisaegne ilmastik (peamiselt sademed) ja taimede toitumisolud. Esimest me ei saa mõjutada, küll aga on võimalik väetamisega võrsumist ergutada. Katses kontrolliti suve II poolel lämmastiku foone N 35 ja N 70 kg ha⁻¹. Seemnesaagi koristamise järel kontsheinale antava lämmastikunormi suurendamine ei kindlustanud lamba-aruheinal järgmisel aastal seemnesaagi tõusu (tabel 2). Kink-aruhein aga reageeris teisiti. See liik andis kõrgema lämmastikunormi korral kõigil saagiaastatel seemnesaagi tõusu (tabel 2).

Seemnete kvaliteet

Seemnete lõpp-puhastamine toimus Kamas Westrupi firma laboratoorse sorteeri LALS (foto 4). Lamba aruheina puhul õigustas end sorteeri sõeltekompakt: eelpuhastuseks ümar-auk sõel 3,0 mm, ülemine pikliku avaga sõel 0,8 mm ja alumine pikliku avaga sõel 0,45 mm. Masin oli varustatud tõusva tuulega, mida reguleeriti visuaalse vaatluse põhjal. Tagatud oli lamba-aruheina seemnete puhtus vähemalt 98%. Seemnete idanevus katsevariantides kõikus aastal 2020 vahemikus 80–86%, aastal 2021 vahemikus 76–82% ja aastal 2022 vahemikus 84–91%. Kindlapiirilist, katsevariantidest tulenevat mõju seemnete idanemisandmetele lamba- ja kink-aruheina puhul ei tuvastatud. Seetõttu detailseid andmeid artiklis ei avaldata.

Kink-aruheina seemnete puhastamisel õigustas end sõeltekompakt: eelpuhastuseks ümarauk sõel 3 mm, ülemine pikliku avaga sõel 1,0 mm ja alumine pikliku avaga sõel 0,45 mm. Tagatud oli puhtus vähemalt 99%. Kink-aruheina seemnete idanevus katsevariantides kõikus 2020. aastal vahemikus 91–98%, aastal 2021 vahemikus 93–97% ja aastal 2022 vahemikus 85–95%.

Uuritavad katsevariandid mõjutasid mõningal määral seemnete 1000 seemne massi, kuid kindlasuunalisi tendentse ei tuvastatud (tabel 3). Seemnesaagi aasta mõjutas 1000 seemne massi enam kui uuritavad katsevariandid. Lamba-aruheinal 'Ave' oli 1000 seemne mass aastati katse-



Foto 5. Kamas Westrup firma seemne puhastamise laboratoorne sorteer LALS

Photo 5. Kamas Westrup company seed cleaning laboratory sorter LALS

Tabel 3. Katsevariantide ja saagiaastate mõju seemnete 1000 seemne massile, g
 Table 3. Effect of experimental variants and harvest years on seed weight of 1000 seeds, g

Reavahe, cm <i>Row spacing</i>	Külvisenorm, kg ha ⁻¹ <i>Seeding rate, kg ha⁻¹</i>	N kg ha ⁻¹	Saagiaasta / <i>Harvest year</i>			Keskmine <i>Mean</i>
			2020	2021	2022	
Lamba-aruhein / <i>Sheep fescue</i>						
15 cm	5	N 35 + N 35	0,390	0,293	0,290	0,324
	8	N 35 + N 35	0,320	0,285	0,271	0,292
	5	N 35 + N 70	0,316	0,289	0,286	0,297
	8	N 35 + N 70	0,318	0,280	0,255	0,284
Keskmine / <i>Mean</i>			0,336	0,287	0,276	0,299
30 cm	5	N 35 + N 35	0,350	0,278	0,286	0,305
	8	N 35 + N 35	0,308	0,278	0,293	0,293
	5	N 35 + N 70	0,317	0,285	0,258	0,287
	8	N 35 + N 70	0,328	0,287	0,286	0,300
Keskmine / <i>Mean</i>			0,326	0,282	0,281	0,296
45 cm	5	N 35 + N 35	0,289	0,285	0,289	0,288
	8	N 35 + N 35	0,322	0,265	0,279	0,289
	5	N 35 + N 70	0,319	0,286	0,258	0,288
	8	N 35 + N 70	0,309	0,276	0,287	0,291
Keskmine / <i>Mean</i>			0,310	0,278	0,278	0,289
Kink-aruhein / <i>Hard fescue</i>						
15 cm	9	N 35 + N 35	0,875	0,906	0,781	0,854
	12	N 35 + N 35	0,872	0,907	0,783	0,854
	9	N 35 + N 70	0,837	0,893	0,708	0,813
	12	N 35 + N 70	0,878	0,884	0,680	0,814
Keskmine / <i>Mean</i>			0,866	0,898	0,738	0,834
30 cm	9	N 35 + N 35	0,862	0,916	0,736	0,838
	12	N 35 + N 35	0,791	0,907	0,732	0,810
	9	N 35 + N 70	0,814	0,921	0,765	0,833
	12	N 35 + N 70	0,800	0,878	0,736	0,805
Keskmine / <i>Mean</i>			0,817	0,906	0,742	0,822
45 cm	9	N 35 + N 35	0,837	0,914	0,756	0,836
	12	N 35 + N 35	0,810	0,884	0,764	0,819
	9	N 35 + N 70	0,837	0,931	0,710	0,826
	12	N 35 + N 70	0,854	0,931	0,761	0,849
Keskmine / <i>Mean</i>			0,835	0,915	0,748	0,832

variantide keskmisena vahemikus 0,276–0,336 grammi, kink-aruheinal ‘Ruhnu’ vahemikus 0,738–0,915 grammi (foto 6).



Foto 6. Kitsaleheliste aruheinte seemnete 1000 seemne mass on erinev. Lamba-aruhein 0,28–0,34 g, kink-aruhein 0,74–0,92 g, puhmikuline punane aruhein 1,00–1,20 g

Photo 6. The weight of 1000 seed of fine-leaved fescues is different. Sheep fescue 0,28–0,34 g, hard fescue 0,74–0,92 g, chewings fescue 1,00–1,20 g

Järeldused, arutelu ja kokkuvõte

Lamba-aruheina seemnepõld saavutab maksimaalse saagivõime teisel kasutusaastal. Saagikus ulatub siis 600 kg-ni ha⁻¹. Koristades seemet neljal saagiaastal võib meil arvestada keskmiseks saagikuseks 450 kg ha⁻¹. USA-s loetakse lamba-aruheina sortide keskmiseks seemnesaagiks 300 naela aakrilt (340 kg ha⁻¹), vihmutatavatel pindadel aga 700 naela aakrilt (793 kg ha⁻¹, Plant Guide, 2020).

Kink-aruhein annab maksimaalse seemnesaagi samuti teisel seemnesaagi aastal. See küünib meie oludes kuni 1300 kg-ni hektarilt. Kirjanduse andmeil on USA-s Oregoni osariigis punase aruheina ja kink-aruheina seemnesaagid võrdsed ja küündivad aastate keskmisena ka 1300 kg-ni ha⁻¹. (Oregon seed..., 2018). Minnesota Ülikoolis on katses kink-aruheina sort ‘MNHD’ andnud ühel aastal (2017) seemnesaagi 1800 naela aakrilt (2043 kg ha⁻¹), järgmisel aastal (2018) aga vaid 200 naela aakri kohta (227 kg ha⁻¹) (Herrera, 2019).

Viimaste aastakümnetega on USA-s peeneleheliste aruheinte seemnesaak tõusnud rohkem kui 200% (Bonos, Huff, 2013). Edu on saavutatud tänu uurimistulemuste rakendamisele seemnekasvatuse agrotehnikas ja sordiaretuse edene-mises. Meie katses saadud seemnesaagid tõestavad, et töö Jõgeval, nende liikide aretusaedades on korda läinud. Kuna artiklis käsitletud katse oli Eestis alles esimene, võib USA eeskujul oletada, et nende liikide seemnekasvatuse agrotehnika täpsustumise järel on perspektiivi siintoodud seemnesaakidest suuremaidki saada.

Lamba-aruheina seemnepõllud soovitatakse välismaal rajada laiarealiselt reavahega 24 või 36 tolli, so 60 või 90 cm (Plant Guide, 2020). Eestis 90 sentimeetrist reavahet ei ole heinaseemne kasvatuses kunagi kasutatud. Reavahe 60 cm oli võsundiliste alusheinete puhul kasutusel ajal, mil keemiline umbrohutõrje

oli veel vähe levinud. Umbrohtude kasvu takistati siis reavahede harimisega. Kaasajal rajatakse meil enamik heinaseemne põlde kitsarealiselt (reavahe 12–15 cm) või reavahega kuni 45 cm. Laiem reavahe võib olla eelistatud liikidel, millel intensiivse võrsumisega tiheneb seemnetaimik üle, generatiivvõrseid moodustub siis vähe ja seemnesaak jääb tagasihoidlikuks. Meie katseandmete põhjal reavahe laius lamba-aruheina seemnesaaki esimeste 3–4 kasutusaasta vältel oluliselt ei mõjuta. Kink-aruheina puhul omasid 30 ja 45 cm-se reavahega tehtud külvid eelise.

Lamba-aruheina seemnepõllu rajamisel piisab külvisenormist 5 kg 100%-lise külviväärtusega seemnest hektarile, kink-aruheina puhul õigustab külvisenorm 12 kg ha⁻¹.

Lisaks põhiväetistele on lamba-aruheina seemnepõldu otstarbekas väetada kevadel lämmastikväetise normiga N 35 kg ha⁻¹, ja suvel, pärast seemnesaagi koristamist normiga N 35 kg ha⁻¹. Kink-aruheina seemnepõldu on soovitatav kevadel väetada normiga N 35 kg ha⁻¹ ja suvel normiga N 70 kg ha⁻¹. Soovitatud kevadisest suurem lämmastikukogus võib meie oludes soodustada seemnetaimiku lamandumist. Ameerika Ühendriikides Oregoni osariigis väetatakse kõikide peeneleheliste aruheinte seemnepõlde kevadel normiga N 56 kg ha⁻¹ (Gingrich *et al.*, 2003). Oregonis on juuni ja juuli paljude aastate keskmisena sademetevaesed ja lamandumisoht väiksem. USA Minnesota osariigis peetakse õigeks peeneleheliste aruheinte seemnepõlde kevadel väetada normiga N 40–45 kg ha⁻¹ (Herrera, 2019).

Lamba- ja kink-aruhein on aeglase algarenguga liigid, mistõttu nende seemnepõllud tuleb külvata kevadel esimesel võimalusel. Mõlema liigi seemnepõllul on saagiaastail tarvis teha kõrsumise algfaasis kahjuritõrje valgepähisuse ärahoidmiseks. Nende liikide seeme valmib juulikuu esimestel päevadel – enamikest meil kasvatatavatest kõrrelistest heintaimedest varem.

Eraldi põldkatsetes vajab edasist uurimist üheaastase ja hariliku nurmika tõrje küsimus, mis mõlema liigi seemnekasvatases on probleemiks. Lahenduseks annavad lootust mujal tehtud uurimistööd, milles on selgunud lamba- ja kink-aruheina tolerantsus glüfosaati sisaldavate herbitsiidide suhtes (Hart *et al.*, 2005; Mc Cullough *et al.*, 2015; Askew *et al.*, 2019). Käesoleva kirjatöö autor on samas teadlik Eestis glüfosaati sisaldavate herbitsiidide keelustamise võimalusest.

Viidatud kirjandus

- Askew S. D., Askew W. B., Goatley J. M. 2019. Fineleaf fescue species and variety tolerance to glyphosate. – *Weed Technology*, 33, pp. 185–191.
- Bender, A., Aavola, R., Sooväli, P. Kokkuvõtte tihedapuhmikulise punase aruheina (*Festuca rubra ssp. commutata*) sordi 'Herbert' seemnekasvatuse agrotehnika katsetest. – *Agraarteadus* 2008, nr 1, lk 3–12.
- Bender, A., Sooväli, P. Tihedapuhmikulise punase aruheina seemnesaak ja haigestumine erineva agrotehnika korral. – *Agronoomia*, 2007, lk 67–70.

- Bonos S. A., Huff D. R. 2013. Cool-season grasses: biology and breeding. – In Agronomy Monograph 56 Turfgrass: biology, use and management (eds: Stier, J. C., Horgan, B. P., Bonos, S. A.) . – Madison Wisconsin, pp. 591–660.
- Gingrich G. A., Hort J. M., Horneck D. A., Young W. C., Silberstein T. B. 2003. Fine fescue seed: Westwrn Oregon fertilizer guide. Oregon State University Extension Service FG 6-E. – <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/fg6.pdf>
- Hart S. E., Derr J. F., Lycan D. W., Rose-Fricer C., Meyer W. A. 2005. Increased glyphosate tolerance in ‘Aurora Cold’ hard fescue (*Festuca longifolia*). – Weed Technology, 19, pp. 640–646.
- Herrera D. R., Ehlke N., Watkins E., Heineck G. 2018. Seed production of fine fescue turfgrasses in Minnesota. – lowinputturf.umk.edu/sites/lowinputturf.umn.edu/files/files/media/herrera.pdf
- Herrera D. R. 2019. Can fine fescue seed be produced in Minnesota? – turf.umn.edu/news/can-fine-fescue-seed-be-produced-minnesota
- Mc Cullough P. E., Yu J., Schilling D. G., Czarnota M. A. 2015. Physiological basis for glyphosate tolerance in hard fescue and perennial ryegrass cultivars. – Crop Science, 55, pp. 2352–2358.
- Oregon Seed Certification Service 2018. Oregon Certification Activity summary 2018. Oregon State University Extension Service special report 002. – https://seedcert.oregonstate.edu/sites/seedcert.oregonstate.edu/files/2018_activity_summary.pdf
- Plant Guide 2020. United States Department of Agriculturae. – nrcs.usda.gov/Internet/FSE_PLANTMATERIALS/publications/wapmcp12477.pdf

Seed production of sheep and hard fescue

Summary

Seeding rate of 5 kg ha⁻¹ is sufficient for the establishing of a seed field of sheep fescue. Drill space between 15–45 cm has an impact on the seed crop on the first harvest year only, later the effect diminishes. In addition to the macroelements applied before seed field establishment, it is advisable to use nitrogen fertilizers in the springs of harvest years at a rate of N 35 kg ha⁻¹. The same rate should be applied to the fields after seed harvest.

Proper drill space for the establishing of seed field of hard fescue is 30 or 45 cm if seeding rate of 12 kg ha⁻¹ is used. Similar to sheep fescue, nitrogen fertiliser rate equal to N 35 kg ha⁻¹ should be applied at the outset of grass growth in spring. Differently, application of N 70 kg ha⁻¹ post-harvest is sufficient.

Seed production potential of both species peaks on the second harvest year, attaining 600 kg ha⁻¹ in sheep fescue and 1300 kg ha⁻¹ in hard fescue. Economic efficiency of the seed production stands lasts for 3–4 years. Drill space and seeding rate used at field establishment did not affect the germination rate of the seeds. The 1000 seed weight was mainly dependent on the weather of the harvest year and less on the treatments of the stand.

Sheep and hard fescue establish slowly, therefore their seed production fields should be established at the first opportunity in spring. It is necessary to use insecticides at the beginning of stem elongation stage. The seed crop matures during the first ten-day period in July, hard fescue 1–2 days earlier than sheep fescue.

Heinaseemne kasvatuse alase uurimistööga Jõgeval on käinud tutvumas vabariigi heinaseemne kasvatajad, maaeluministeriumi töötajad, Riigikogu liikmed, Eesti Maaülikooli õppejõud koos üliõpilastega, teadlased Põhjamaadest, Lätist, Leedust, Venemaalt, Jaapanist ja mujalt.





Eesti heinaseemne kasvatajad / Estonian grass seed producers. 5.08.2015



Läti, Leedu ja Eesti heintaimede sordiaretajad / Grass breeders from Latvia Lithuania and Estonia. 15.07.2010



Islandi, Norra, Rootsi, Soome ja Eesti heintaimede sordiaretajad / Grass breeders from Iceland, Norway, Sweden, Finland and Estonia. 18.09. 2013



Katseajanduse nõukogu liikmed / Council members of plant testing affairs. 10.07.2006



Põllumajandusdoktor Anastassija Starodubtseva Moskva K.A. Timirjazevi nim Põllumajanduse Ülikoolist

Dr Sci Agr Anastassija Starodubtseva from Timirjazev Agricultural University, Moscow.



Filosoofiadoktor Kei Iwabuchi (paremal) Jaapani

*PhD Kei Iwabuchi (on the right) is a manager of Research and Development Hokuren Federation of Agricultural Cooperatives in Japan.
7.07.2016*



Ants Bender on sündinud Tartumaal Peipsiääre vallas Vea külas.

Lõpetanud Räpina Aiandustehnikumi (1964), EPA (1971) agronoomia erialal, Patendi Keskinstituudi (1979) intellektuaalse omandi õiguskaitse erialal, õppinud aspirantuuris (EMMTUI, 1973–76) ja doktorantuuris (EPMÜ, 1990–94), stažeerinud Rootsisis Svalöfi Aretusinstituudis (1990, 1994), täiendanud teadmisi USA-s (1993). Põllumajandusteaduste kandidaat rohu- maaviljeluse erialal (1980), põllumajandusdoktor taimekasvatuse erialal (2000).

Töötanud Polli Katsebaasis 1962, Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudis 1963–77, Tooma katsejaamas 1977–81, Jõgeva Sordiaretusjaamas 1981–92, Jõgeva Sordiaretuse Instituudis 1992–2014, Eesti Taimekasvatuse Instituudis 2014–22 ning aastast 2023 Maaelu Teadmuskeskuses. Juhtinud kogu Jõgeval töötamise ajal heintaimede sordiaretuse, algseemnekasvatuse ja seemnekasvatuse agrotehnoloogia alast uurimistööd. On seitsme heintaimede sordi autor.

Varem avaldanud trükis monograafia *Lutserni ja punase ristiku sordid, nende omadused* (2000, 172 lk), raamatu *Heintaimede sordiaretus ja seemnekasvatus. Ajalooline ülevaade* (2010, 240 lk), koostanud kogumiku *Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine I ja II osa* (2006, 756 lk) ning kogumiku *Eesti Taimekasvatuse Instituut – 100* (2020, 352 lk). Osalenud koguteose *Eesti põllumajandus XX sajandil* koostamisel toimetuskolleegiumi liikme ja autorina, (2006–2010, köited I–IV, 2997 lk, koguteose peatoimetaja A. Sirendi).

Olnud Põllumajandusministeeriumi teadusnõukogu kauaaegne liige 2002–2014, Põllumajandusministeeriumi juurde taasloodud Katseasjanduse nõukogu esimees 2002–2008, Jõgeva Sordiaretuse Instituudi teadusnõukogu esimees 1993–2013, Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi eestseisuse liige 2003–2019, ajakirja *Agraarteadus* toimetuskolleegiumi liige 2003...