

TEADUSTÖÖD

POLÜPLOIDISEERIMISE MÕJU PUNASE RISTIKU ÕITE MÕÕTMELE, TOLMELDAVA ENTOMOFAUNA LIIGILISELE KOOSSEISULE JA ARVUKUSELE

A. Bender

SUMMARY: *An impact of polyploidization on the dimensions of red clover flowers, species' composition and number of insect pollinators. 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 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 yields.

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 *B. hortorum*) is insufficient especially at their flowering season (the second half of June – the first half of July). The flowering period of the late red clover varieties (the second half of July – 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. 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.

Punane ristik (*Trifolium pratense* L.) on tollemisviisilt isesteriilne entomofiilne allogaam, mille õied on evolutsiooni käigus kohastunud tolmuandele kimalaste (*Bombus* Latr.) kaasabil. Tööstuse tormiline areng viimasel sajandil, 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 välja töötatud ning nende kasutamisel paljude põllumajanduskultuuride tolmeldajana on omandatud rikkalikult praktilisi kogemusi.

Kahjuks pole meemesilane punase ristiku tolmeldajana eriti efektiivne, sest külastab selle kultuuri õisi meelsasti vaid ilmastikutingimustelt nektarierituseks väga soodsail perioodidel. Kui õite nektarieritus on vähene, puudub meemesilasel õite külastamiseks motiiv: oma suhteliselt lühikeste suistega ei ulatu ta kroonputke 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, sh. 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 (Strais, 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 seemnekasvatuse 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 suhkruisaldus (Maurizio, 1961; Paatela, 1962), suureneb õietolmu terade läbimõõt ning nende kuju muutub ebakorrapärasemaks (Novosjolova, 1972). Kõik need muutused võivad mõjutada putukate tööd. Teadaolevalt on tolmeldajad väga tundlikud isegi tagasihoidlike muutuste suhtes õie ehituses ja teistes omadustes, mis võivad märgatavalt alandada (või, vastupidi, suurendada) õite atraktiivsust ning põhjustada nende külastatavuse 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 hulka, liigilist koosseisu kui nende töökiirust (Dennis, Haas, 1967; Bilinski, 1977; Dolgov, Bogatõrjov, 1982).

Katsematerjal, -tingimused 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 ja liigilisele koosseisule selgitati põldkatses, mis rajati 1993. aasta juulis mustkesale katteviljata kitsarealises külvis 4 korduses. Nii di- kui tetraploidsetel 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 eespool nimetatud tetraploidsete sortide aretamisel diploidseks lähtematerjaliks.

Katse paiknes kerge liivsaavi lõimisega leetjal mullal, huumushorisoni tüsedus 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-, P₂O₅- ja K₂O-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 l/ha).

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 2 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 kolme katseaasta nelja korduse keskmised tolmeldajate andmed, mis on arvatud 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 firma Kamas-Westrup 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 °C), 1995. aasta juuni (kuu keskmine õhutemperatuur kordas senist kõigi aegade rekordit – 18,2 °C) ja 1996. aasta august.

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

Kuu Month	Keskm. õhutemp. / Average air temp., °C				Sademed / Precipitation, mm			
	1922..1992 keskmine	1994 ±	1995 ±	1996 ±	1922..1992 keskmine	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

Katselapi lähedal (100 m) paiknes igal katseaastal 2 meemesilasperet. Kimalaste pesitsemine oli katse naabruses võimalik 4 talu tootmishoonete ümbruses ja aedades, kus aastakümneid pole tehtud mingeid taimekaitse- ega muid erilisi hooldustöid. Kimalaste pesitsemiseks maakorralduse käigus jäetud loodusliku taimkatte ja hõreda pajuvõsaga ala pindalaga 0,3 ha oli 600 meetri kaugusel katsest.

Katselapi naabruses olid valge ja roosa ristiku, ida-kitseherne, kollase hübriidlutserni ja tetraploidse punase ristiku aretus- ja algeemneaiad. Suurema lennuraadiusega meemesilaste tööd punasel ristikul võisid mõjutada ka kaugemal (0,8...3,0 km) paiknenud suvirapsi ja -rüpsi tootmis- põllud.

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

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 läbimõõtudes esimesel kasutusaastal, hilisematel kasutusaastatel vahe mõõtudes 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.

Tabel 2. Eestis aretatud punase ristiku di- ja tetraploidsete sortide õite mõõtmed aastail 1994...1996
 Table 2. The dimensions of the flowers of Estonian di- and tetraploid red clover varieties in 1994...1996

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	100,0	8,82	100,0	8,52	100,0	8,73	100,0
Ilte (4n)	9,86	111,4	9,60	108,8	9,16	107,5	9,51	108,9
PD 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	100,0	1,65	100,0	1,64	100,0	1,60	100,0
Ilte (4n)	2,21	146,4	2,07	125,5	2,12	129,3	2,14	133,7
PD 0,05	0,02		0,01		0,01		0,01	
Varased sordid, kevadkasv / Early varieties, spring growth								
Kroonputke pikkus / Length of corolla tube								
Jõgeva 433 (2n)	8,96	100,0	8,86	100,0	8,82	100,0	8,88	100,0
Varte (4n)	10,10	112,7	9,68	109,3	9,63	109,2	9,80	110,4
PD 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	100,0	1,67	100,0	1,68	100,0	1,63	100,0
Varte (4n)	2,16	140,3	2,10	125,7	2,22	132,1	2,16	132,5
PD 0,05	0,02		0,01		0,03		0,02	
Nektarisamba kõrgus / Height of nectar column								
Jõgeva 433 (2n)	1,76	100,0	1,44	100,0	1,15	100,0	1,45	100,0
Varte (4n)	2,28	129,5	2,12	147,2	1,75	152,2	2,05	141,4
PD 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	100,0	7,42	100,0	7,67	100,0	7,43	100,0
Varte (4n)	7,82	108,6	7,56	101,9	7,88	102,7	7,75	104,3
PD 0,05	0,10		0,10		0,11		0,07	
Varased sordid, ädal / Early varieties, regrowth								
Kroonputke pikkus / Length of corolla tube								
Jõgeva 433 (2n)	8,03	100,0	8,00	100,0	7,82	100,0	7,95	100,0
Varte (4n)	9,69	120,7	9,12	114,0	8,99	115,0	9,27	116,6
PD 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	100,0	1,62	100,0	1,58	100,0	1,59	100,0
Varte (4n)	2,13	135,7	2,08	128,4	2,03	128,5	2,08	130,8
PD 0,05	0,01		0,02		0,02		0,02	

Kuigi rikkalikum nektarieritus kompenseerib osaliselt kroonputke pikkuse suurenemist, jäi tetraploidse sordi 'Varte' õites kaugus kroonputke suudmest nektarini usutavalt suuremaks kui diploidisel 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 polüploidiseerimisega ja järgnenud valikutega loodud tetraploidised sordid on umbes 10% pikema õie kroonputkega, mis võib raskendada õitest nektarit ammutavate lühisuiseliste tolmeldajate, sh. meemesilaste tööd.

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 ükski.

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

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 ja 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.

Nagu vaatlused näitasid, on meemesilasel raskusi varase punase ristiku õitest nektari kättesaamisega nii di- kui tetraploidse sordi puhul. Suhteliselt madal õitsemisaegne õhutemperatuur (eriti juuni III dekaadis) ja küllaldane niiskusvaru mullas hoiavad kroonputke rakkudes turgori kõrgel ning meemesilane suudab läbi kroonputke suudme nektarini küündida vaid vanadel, juba äraõitsetud, 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).

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 Pollinators	Jõgeva 433 (2n)				Varte (4n)			
	Nektar / Nectar		Õietolm / Pollen		Nektar / Nectar		Õietolm / Pollen	
	tk	%	tk	%	tk	%	tk	%
<i>Apis mellifera</i>	40	72,7	15	27,3	56	89,1	7	10,9
<i>Bombus lucorum</i>	2	18,2	0	0,0	6	46,2	0	0,0
<i>Bombus lapidarius</i>	1	9,1	1	9,1	0	0,0	0	0,0
Lühisuiselised kimalased	3	27,3	1	9,1	6	46,1	0	0,0
Short-tongued bumble-bees								
<i>Bombus veteranus</i>	0	0,0	0	9,1	1	7,7	0	0,0
<i>Bombus pascuorum</i>	0	0,0	1	9,1	1	7,7	0	0,0
Keskmise suisepikkusega kimalased	0	0,0	1	18,2	2	15,4	0	0,0
Middle-tongued bumble-bees								
<i>Bombus distinguendus</i>	1	9,1	1	18,2	2	15,4	1	7,7
<i>Bombus hortorum</i>	1	9,1	1	9,0	1	7,7	1	7,7
Pikasuiselised kimalased	2	18,2	2	27,2	3	23,1	2	15,4
Long-tongued bumble-bees								
Kimalased kokku / Bumble-bees in all	5	45,5	4	54,5	11	84,6	2	15,4

Arvestades kõik vaatlustel registreeritud positiivselt töötanud tolmeldajad ümber mesilasühikuteks (kasutades seejuures artikli autori poolt Jõgeval läbiviidud meemesilaste ja kimalaste töökiiruse kronometreerimise andmeid ja nende alusel arvatud 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 korjeresurss, sest selle sordi taimik oli hõredam, nektarieritus õites tagasihoidlikum (tabel 2).

Varase punase ristiku sortide esmakasvuga võrreldes on hilise punase ristiku sordid normaalse teilmastikutingimustega aastail tolmeldajatega märgatavalt paremini kindlustatud. Eelõeldu 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 (suvi-raps 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.

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		PD0,05
	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	335,0	398,0	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	93,0
Keskmine / Mean	319,9	508,8	38,7

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 Pollinators and motive of visiting the flowers	Jõgeva 205 (2n)	Ilte (4n)	PD0,05
Tolmeldajad kokku / Pollinators in all	191	256	21
Nektari hankijad läbi õie kroonputke suudme / Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube	73	120	7
Õietolmu kogujad / Pollen collectors	77	51	7
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu / Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube	31	74	10
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata / Unidentified species or motive of visiting the flowers	10	11	
Meemesilased kokku / Honey-bees in all	116	105	9
Nektari hankijad läbi õie kroonputke suudme / Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube	38	56	3
Õietolmu kogujad / Pollen collectors	68	29	5
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu / Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube	3	13	3
Õite külastamise motiiv jäi määramata / Unidentified motive of visiting the flowers	7	7	
Kimalased kokku / Bumble-bees in all	75	151	17
Nektari hankijad läbi õie kroonputke suudme / Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube	35	64	6
Õietolmu kogujad / Pollen collectors	9	22	4
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu / Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube	28	61	9
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata / Unidentified species or motive of visiting the flowers	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		Õietolm / Pollen		Nektar / Nectar		Õietolm / Pollen	
	tk	%	tk	%	tk	%	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	0,0	60	40,8	0	0,0
<i>Bombus lapidarius</i>	6	8,3	1	1,4	4	2,7	1	0,7
Lühisuiselised kimalased Short-tongued bumble-bees	32	44,4	1	1,4	64	43,5	1	0,7
<i>Bombus veteranus</i>	3	4,2	2	2,8	3	2,0	2	1,4
<i>Bombus pascuorum</i>	3	4,2	2	2,8	3	2,1	4	2,7
<i>Bombus sylvarum</i>	1	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Keskmise suise pikkusega kimalased Middle-tongued bumble-bees	7	9,7	4	5,6	6	4,1	6	4,1
<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 Long-tongued bumble-bees	24	33,3	4	5,6	55	37,4	15	10,2
Kimalased kokku / Bumble-bees in all	63	87,5	9	12,5	125	85,0	22	15,0

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 diploidsele 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 neil aastail usutav erinevus puudus. Küll oli aga usutavaid erinevusi meemesilaste arvus õite külastamise 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 külastada 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 meelitab 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 tetraploidsele 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, külastasid nad õisi siiski peaaesjalikult nektari pärast (tabel 7).

Kimalase liikidest domineeris kolme katseaasta keskmisena hilisel ristikul 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 tetraploidsele sordil pikasuiseliste kimalaste – ristiku- ja aedkimalase-eelistustest. Viimaseid oli sordi 'Ilte' õitel üle 2 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 tetraploidsele sordil. Nendest liikidest olid enam esindatud hallkimalane (*Bombus veteranus* F.) ja põldkimalane (*Bombus pascuorum* Scop.); metskimalane (*Bombus sylvarum* L.) ilmus punase ristiku

katselappidele arvukamalt alles varase punase ristiku ädalale õitsemise ajal. H. Kotka (1968) andmetel külastab metskimalane punast ristikut üldse 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 varustatud (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 kimalasepesad üle ning varase punase ristiku ädala õitsemise algul pesakonnad hävinesid. Sellest tulenevalt registreeriti 1994. aastal ädala tolmeldajatenä peajasjalikult 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 kasutusaastal. 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.

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

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

Tolmeldajad ja õite külastamise motiiv Pollinators and motive of visiting the flowers	Jõgeva 433 (2n)	Varte (4n)	PD0,05
Tolmeldajad kokku / Pollinators in all	141	144	8
Nektari hankijad läbi õie kroonputke suudme / Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube	61	58	5
Õietolmu kogujad / Pollen collectors	74	67	6
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu / Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube	2	14	3
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata / Unidentified species or motive of visiting the flowers	4	5	
Meemesilased kokku / Honey-bees in all	73	65	7
Nektari hankijad läbi õie kroonputke suudme / Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube	8	9	2
Õietolmu kogujad / Pollen collectors	63	53	6
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu / Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube	0	0	0
Õite külastamise motiiv jäi määramata / Unidentified motive of visiting the flowers	2	3	
Kimalased kokku / Bumble-bees in all	68	79	5
Nektari hankijad läbi õie kroonputke suudme / Nectar collectors through the orifice of flower's corolla tube	53	49	5
Õietolmu kogujad / Pollen collectors	11	14	4
Nektari hankijad läbi õie kroonputke tehtud augu / Nectar collectors through the hole bitten into flower's corolla tube	2	14	3
Liik või õite külastamise motiiv jäi määramata / Unidentified species or motive of visiting the flowers	2	2	

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

Table 8. 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		Õietolm / Pollen		Nektar / Nectar		Õietolm / Pollen	
	tk	%	tk	%	tk	%	tk	%
<i>Apis mellifera</i>	8	11,3	63	88,7	9	14,5	53	85,5
<i>Bombus lucorum</i>	2	4,5	0	0,0	14	18,2	0	0,0
<i>Bombus lapidarius</i>	14	21,2	6	9,1	4	5,2	1	1,3
Lühisuiselised kimalased Short-tongued bumble-bees	16	25,7	6	9,1	18	23,4	1	1,3
<i>Bombus veteranus</i>	5	7,6	2	3,0	3	3,9	3	3,9
<i>Bombus pascuorum</i>	2	3,0	2	1,5	3	3,9	2	2,6
<i>Bombus sylvarum</i>	10	15,2	0	0,0	1	1,3	0	0,0
Keskmise suise pikkusega kimalased Middle-tongued bumble-bees	17	25,8	4	4,5	7	9,1	5	6,5
<i>Bombus distinguendus</i>	15	22,7	0	0,0	22	28,6	2	2,6
<i>Bombus hortorum</i>	7	10,6	1	1,6	16	20,8	6	7,8
Pikasuiselised kimalased Long-tongued bumble-bees	22	33,3	1	1,6	38	49,4	8	10,4
Kimalased kokku / Bumble-bees in all	55	84,8	11	15,2	63	81,8	14	18,2

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

Lühisuiselisi kimalasi oli di- ja tetraploidse sordi ädalal ligilähedaselt võrdselt (vastavalt 16 ja 18 isendit), kuid liigiti jagunesid isendid erinevalt: kivikimalased 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 ristiku ädalal sordi ploidsust – liigid töötasid võrdselt nii di- kui tetraploidisel 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 tetraploidised 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 tetraploidsele õietolmu korral (suhe 63,4%:39,9%) ja tetraploidset sorti diploidsele nektari hankimisel (suhe 60,1%:36,6%). Tetraploidisel 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 ristikut peaaegu kunagi õietolmu.

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

Tabel 11. Di- ja tetraploidse punase ristiku tolmeldajaliikide osatähtsus

Table 11. The share of pollinator species of di- and tetraploid red clover

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

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 ka tetraploidset) punase ristiku sordid esmakasvul, mil efektiivsemate pikasuiseliste looduslike tolmeldajate arvukus on veel madal. Nende sortide seemnetaimikute eelniitmine võimaldab normaalse sademete jaotusega aastail õitsemist nihutada hilisemale, tolmeldajate seisukohalt soodsamale ajale. Tõepärase ja usutava pikaajalise ilmaprognoosi puudumiseni ei saa seda võtet siiski seemnekasvatajale 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. ääreefekti arvel suuri seemnesaake, mida aga tootmispõllul üldiselt saada ei õnnestu. Ka meie katses küündis mitmel katselapil seemnesaak üle 1000 kg/ha (tabel 12). Taolised kõrged seemnesaagid said võimalikuks tänu paremale tolmeldamisele ja minimaalsetele koristuskadudele. Kogu seemnemassi kunstlik kuivatamine ja kuiva massi kombineerimine võimaldas kätte saada bioloogilisele lähedase seemnesaagi. Lappidelt üksikutel aastatel saadud kõrged seemnesaagid 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.

Tabel 12. Katseaastate seemnesaagid, kg/ha
Table 12. The seed yields of the test years, kg/ha

Aasta Year	Sort Variety		PD0,05
	Hiline punane ristik / Late red clover		
	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 / Early red clover, spring growth		
	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, äda / Early red clover, regrowth		
	Jõgeva 433 (2n)	Varte (4n)	
1994	182	266	187
1995	647	862	408
1996	218	831	224
1994...1996	349	653	119

Varase punase ristiku esmakasv, mis oli tolmeldajatega kõige tagasihoidlikumalt kindlustatud, andis ka kõige madalama seemnesaagi. Di- ja tetraploidne sort olid kolme katseaasta keskmistelt näitajatelt ligilähedased. Kahel esimesel kasutusaastal oli diploidse sordi 'Jõgeva 433' seemnesaak pisut kõrgem, kuid arvestades katseviga polnud ületamine usutav. Viimasel, s.o. kolmandal kasutus-

aastal ületas tetraploidne sort 'Varte' diploidse sordi seemnesaaki usutavalt; mõlemal sordil olid seemnesaagid sel aastal taimiku hõrenemisest tingituna madalad.

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

Tetraploidne sort 'Varte' ületas ädalas diploidset sorti 'Jõgeva 433' seemnesaagilt kõigil katseaastatel, kuid suhteliselt suurte 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. Pikasuuiseliste 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 pikasuuiseliste looduslike tolmeldajate (ristiku- ja aedkimalase) arvukuse kunstlikuks reguleerimiseks. Kaasaegne entomoloogiategadus on valmis seda probleemi lahendama.

Kirjandus

- Anderson L. B. Breeding a late-flowering tetraploid red clover for New Zealand – *New Zealand Journal of Agricultural Research*, vol. 16(3), p. 395...398, 1973.
- Bender A. Hilise punase ristiku 'Jõgeva 205' seemnesaak, seemnete kvaliteet ning nende näitajate seosed kasvuarengsete ilmastikutingimustega aastail 1946...1995. – *Agraarteadus*, nr. 1, lk. 13...21, 1998.
- Bilinski M. Visitation of red clover by pollinator insects. – *Bee Research Copies*. XXI, p. 229...236, 1977.
- Bilis: Билис И. А. Использование метода полиплоидии в селекции раннеспелого клевера лугового в Прибалтике. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Москва, 1984. – 16 с.
- Dennis B. A., Haas H. 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, p. 118...133, 1967.
- Dolgov, Bogatõrjov: Долгов Л. А., Богатырёв Н. Р. Видовой состав шмелей на различных сортах красного клевера. – Сборник Научных трудов. Сибирское отделение ВАСХНИЛ. Насекомые-опылители сельскохозяйственных культур. Новосибирск, с. 126...129, 1982.
- Hagen von H. H., Wolf H. Höchste Zeit für Massnahmen zur Rettung der Hummeln der Offenlandschaften. – *Natur- und Landschaftskunde*, N. 29, S. 7...9, 1993.
- Hawkins R. P. Length of tongue in a honey bee in relation to the pollination of red clover. – *The Journal of Agricultural Science*, vol. 73(3), p. 489...493, 1969.
- Hobbs G. A. 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), p. 230...235, 1957.
- Hobbs G. A. Factors Affecting value of Bees (*Hymenoptera, Apoidea*) as Pollinators of Alfalfa and Red Clover. – *Proceeding Tenth International Congress of Entomology*, vol. 4, p. 939...942, 1958.
- Hobbs G. A., Nummi W. O., Virostek J. E. Food Gathering Behaviour of Honey, Bumble and Leaf-Cutter Bees (*Hymenoptera, Apoidea*) in Alberta. – *The Canadian Entomologist*, vol. 93(6), p. 409...419, 1961.
- Jefremova: Ефремова З. А. Влияние антропоических факторов на современное обилие шмелей и их зонально-ландшафтное распределение в Поволжье. – *Межвузовский сборник научных трудов. Охрана животных в среднем Поволжье. Куйбыше*, с. 37...42, 1988.
- Julen G. Insekterna och växternas pollinering. – *Svensk Valltidsskrift*, Åg 3(5), p. 150...153, 1964.
- Kotkas H. Varase punase ristiku seemnepõllu eelniitmine. – *EMMTUI teaduslike tööde kogumik XI "Sordiaretus ja seemnekasvatus"*. Tallinn, lk. 122...131, 1967.
- Kotkas H. Punase ristiku seemnepõllu külviviisid, eelniitmised ja tolmeldajad. – *Dissertatsioon põllumajandusteaduse kandidaadi kraadi taotlemiseks. Jõgeva*, 1968. – 186 lk.
- Levan A. Svalöf 1986–1946. Lund, 1948. – 389 p.

- Madebeikin: Мадебейкин И. И. 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, 1997.
- Макаров: Макаров. Создание и изучение Сибирских тетраплоидных популяции клевера красного. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Ленинград, 1974. – 26 с.
- Martin A.-J., Mänd M., Bender A., Luik A., Maavara V. Lutserniõite külastajad ja nende tolmeldamisefektiivsus. – EPMÜ teaduslike tööde kogumik nr. 199. Tartu, lk. 131...137, 1998.
- Maurizio A. Beobachtungen am Nektar einiger schweizerischer und schwedischer Rotkleestämme (*Trifolium pratense* L.). – Zeitschrift für Bienenforschung, Band 5, Heft 7, S. 182...190, 1961.
- Maurizio A. Bericht über das zweite internationale Symposium für Bestäubung, London 6/7 Juli 1964. – Deutsche Bienenwirtschaft, Jg. 15(9), S. 181...182, 1964.
- Mänd M., Martin A.-J., Bender A., Kase K. Competition between *Trifolium repens* and *Trifolium hybridum* for flower visits by pollencollecting bees. – Integrated plant protection: achievements and problems. Dotnuva-Akademija, p. 151...154, 1997.
- Mänd M., Martin A.-J., Bender A., Kase K. Õietolmu koguvate mesilaselaadsete jaotumus konkureerivate ristikuliikidel. – EPMÜ teaduslike tööde kogumik nr. 193. Tartu, lk. 50...55, 1997.
- Novosjolova: Основные методы и результаты селекции клевера красного (*Trifolium pratense* L.). – Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Москва, 1972. – 60 с.
- Paatela J. 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, p. 1...31, 1962.
- Pesenko: Песенко Ю. А. 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, 1974.
- Pesenko: Песенко Ю. А. О фуражировочном пчел (*Hymenoptera, Apoidea*) и их коэволюции с цветковыми растениями. – Журнал общей биологии, 56, ном. 6, с. 748...761, 1995.
- Skirde W. Zur Methodik der quantitativen Nektarbestimmung bei Rotklee. – Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 111, Heft 3, S. 217...236, 1960.
- Skirde W. Blüten und Nektaruntersuchungen an tetraploiden Frühkleeformen (*Trifolium pratense praecox*). – Der Tierzüchter, Jg. 13, N. 23, S. 75...78, 1961.
- Smaragdova: Смарагдова Н. П. Результаты опыления клевера красного медоносными пчелами. – В сб. Использование пчел для опыления сельскохозяйственных культур. Москва, с. 23...28, 1983.
- Straisis: Страйсис Ю.-В. В. Интенсификация использования медоносных ресурсов (на примере Лит. ССР). – Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Скривери, 1988. – 36 с.
- Valle O. Untersuchungen zur Sicherung der Bestäubung von Rotklee. – Acta Agralia Fennica. Helsinki, S. 205...220, 1955.
- Valle O., Salminen M., Huokuna E. Pollination and Seed Setting in tetraploid red clover in Finland. – Acta Agralia Fennica. Helsinki, 97, 1–4, p. 1...63, 1961.
- Williams I. H. The dependence of crop production within the European Union on pollination by honey bees. – Agricultural Zoology Reviews, No. 6, p. 229...257, 1994.