

Tartu Ülikool
Botaanika ja ökoloogia instituut
Botaanika õppetool

Jaanika Hõimra

**Morfomeetriliste tunnuste varieeruvuse sõltuvus
keskkonnatingimustest kortslehe (*Alchemilla* L.) viiel mikroliigil
eksperimendi tingimustes.**

Magistritöö

Juhendaja: Silvia Pihu (PhD)

Tartu 2005

Sisukord

1. Sissejuhatus	4
1.1. Perekond kortsleht <i>Alchemilla</i> L.	5
1.2. Kortslehe mikroliikide eristamine	6
1.3. Uuritavate liikide asukoht perekonnas	7
1.4. Uuritavate liikide iseloomustused	8
1.5. Feneetika ja morfomeetrilised tunnused tänapäeva süstemaatikas	11
1.6. Fenotüübiline plastilisus	12
2. Materjal ja metoodika	13
2.1. Katsete metoodika	13
2.1.1. Geograafiline ehk esimene katse	14
2.1.2. Töötlused ehk teine katse	15
2.2. Tunnused	16
2.3. Andmetöötlus	19
2.3.1. Andmetöötlus esimeses (geograafilises) katse	19
2.3.2. Andmetöötlus teises (töötluste) katses	20
2.4. Fenotüübilise plastilisuse indeks	20
3. Tulemused	21
3.1 Geograafiline ehk esimene katse	21
3.1.1. Kasvukohtade kirjeldused	21
3.1.2. Tunnuste muutumine erinevatest populatsioonidest pärit taimedel (ANOVA)	22
3.1.3. Diskriminantanalüüs ja peakomponentanalüüs	27
3.1.4. Fenotüübilise plastilisuse indeks	29
3.2. Töötlused ehk teine katse	31
3.2.1. Peakomponentanalüüs ja diskriminantanalüüs	31
3.2.2. Dispersioonanalüüs	34
3.2.3. Fenotüübilise plastilisuse indeks	43
4. Arutelu	45
4.1. Liikide eristumine	46
4.2. Tunnuste sobivus liikide eristamiseks	47

4.3. Tunnuste muutumine erinevatest populatsioonidest pärit taimedel	49
4.4. Tunnuste püsivus keskkonnatingimuste suhtes	50
5. Kokkuvõte	53
Summary	55
6. Tänuavaldused	57
Kasutatud kirjandus	

1. SISSEJUHATUS

Taimedel esineb nn agaamseid komplekse, kuhu kuuluvad apomiktilised mikroliigid, neile päritolult väga lähedased seksuaalsed liigid, hübriidid ning lisaks sellised mikroliigid, mis mõnikord käituvad tavaliste seksuaalsete liikidena. Sageli nimetatakse neid koos kollektiivliigiks (Parmasto 1996). Arvatakse, et võrreldes seksuaalsete liikidega on apomiktid keskkonnatingimuste muutumisele vähem tundlikud, nende varieeruvus on oluliselt väiksem (Bierzychudek 1989).

Juba 20. sajandi algul avastati, et paljud kortslehe liigid paljunevad apomiktiliselt (Murbeck 1901). Seoses sellega on kortslehe perekonnas eristatud sadu mikroliike, mille eristamine on sageli problemaatiline (Sepp 2000). Käesolevas töös uuriti viie Eestis kasvava kortslehe mikroliigi morfoloogiliste tunnuste varieeruvust ja püsivust keskkonnatingimuste suhtes. Avamaakatse geograafilises osas kasvatati teravahõlmise (*Alchemilla vulgaris* L. emend. Fröhner) ja karjus-kortslehe (*Alchemilla monticola* Opiz) erinevate populatsioonide taimi samades tingimustes. Töötluste osas aga muudeti väikese (*Alchemilla glaucescens* Wallr.), karedakarvase (*Alchemilla hirsuticaulis* H. Lindb.), teravahõlmise ja küüt-kortslehe (*Alchemilla micans* Buser) kasvutingimusi väetamise, varjutamise ja niisutamisega. Töö eesmärgiks oli:

1. Hinnata, kui varieeruvad on morfomeetrilised tunnused uuritavatel kortslehtede mikroliikidel.
2. Kontrollida uuritud tunnuste püsivust keskkonnatingimuste suhtes.
3. Hinnata kasutatud tunnuste sobivust mikroliikide identifitseerimisel.
4. Kontrollida teravahõlmise ja küüt-kortslehe ning väikese ja karedakarvase kortslehe sarnasust või erinevust.
5. Hinnata kasutatud tunnuste plastilisust.
6. Hinnata tunnuste fenotüübilist plastilisust ja uuritud liikide erinevust selles osas.

1.1. Perekond kortsleht *Alchemilla* L.

Perekond kortsleht *Alchemilla* L. (Fam. Rosaceae Juss., subfam. Rosoidae Focke) on maailmas laialdaselt levinud. Kortslehed kasvavad eeskätt Euraasias, kuid ka Ida-Aafrikas, tulnukatena Põhja-Ameerikas ja Austraalias (Rothmaler 1937, 1941; Fröhner 1995; Tikhomirov jt 1995). Eriksson jt (2003) uurisid roosõieliste fülogeneesi ITS ja TRNL/F DNA järjestuse alusel. Selle alusel kuulub perekond kortsleht klaadi Fragariinae koos põldkortslehe, maasika ja maranatega, mis omakorda kuulub suuremasse klaadi Potentilleae koos maranate ja teiste lähedaste perekondadega.

Alchemilla perekonda laias mõistes kuulub üle 1000 erineva mahuga liigi ja pisiliigi (Fröhner 1995). Euroopast on kirjeldatud umbes 300 liiki, millest enamus arvatakse olevat kollektiivliigi *A. vulgaris* L. alamliigid (Walters 1972, 1986). Perekonda kuuluvate süstemaatiliste ühikute klassifikatsioonis on eri aegadel oldud erinevatel seisukohtadel. Linné vaadete kohaselt jagunesid kortslehed kolmeks liigiks: *A. vulgaris*, *A. alpina* L. ja *A. pentaphyllea* L., millest Euroopas esinesid ainult *A. vulgaris* ja *A. alpina* (Walters 1972). Viimasel ajal valitseb tendents kortslehe liike kitsalt piiritleda, selle tulemusena on pisiliikide arv suureks kujunenud (Fröhner 1999). Eestis on tuvastatud 24 kortslehe mikroliiki (Kukk 1999), mida raske eristatavuse tõttu käsitletakse sageli ühe kollektiivliigina harilik kortsleht (*A. vulgaris* L. coll.).

Kortslehed on püsiktaimed, tugeva, enam või vähem roomava juurega, mille kaelaosa vanade, kõdunevate abilehtede ja leherootsudega, pikarootsuliste juurmiste lehtede kodarikuga. Varrelehed on juurmistest lehtedest väiksemad, lühemate rootsudega või rootsuta. Abilehed on suured, leherootsuga kokku kasvanud. Kõik lehed on pungaseisundis kurdunud, meil esinevatel liikidel on nad hõlmised, sõrmroosid (Eichwald 1956).

Kortslehtede õied on mõlemasugulised, väikesed ja ilmetud, hõredateks kuni tihedateks õiekobarateks koondunud, mis kokku moodustavad kannasja pöörisja õisiku. Õiepõhi (hüpanthium) on kujult poolkerajas, kellukjas või äraspidi-kuhikjas; neeluosa näärmeka ringiga. Õied on neljatised, tupplehti ja nendest väiksemaid välistupplehti on 4; kroonlehed puuduvad. Eestis esinevatel liikidel on üks emakas, emakakael on niitjas, emakasuu emakakaelast laiem. Tolmukaid on neli; nad kinnituvad vaheldumisi tupplehtedega väljapoole õieneelu ringi; tolmuotid on Eestis esinevatel liikidel arenemata. Kortslehe vili on pähklikese laadi, munajas, areneb apogaamselt, on ümbritsetud õiepõhjaga ja variseb koos sellega (Eichwald 1956).

1.2. Kortslehe mikroliikide eristamine

Mõned autorid (Tikhomirov 1967, Fröhner 1995) väidavad, et kortslehe mikroliigid on oma asekuaalsuse tõttu väikeste, kuid siiski püsivate erinevustega. Seetõttu peabki S. Fröhner (1999) progressiivseks üha uute mikroliikide kirjeldamist, mida on alates 1968. aastast (Euroopa floora ilmunisest, Walters ja Pawlowski 1968) kuni 1999. aastani kirjeldatud juba 125. Samas on mikroliikide morfoloogiliste tunnuste suurt varieeruvust varem tõestanud mitmed uurijad (Turesson 1943, 1956, 1957; Lundh-Almestrand 1958). Turesson (1957) väitis, et kortslehtede füsioloogiline ja morfoloogiline varieeruvus on tingitud geneetilisest, mitte modifikatsioonilisest varieeruvusest.

Morfoloogiliste tunnuste varieeruvust ja liikide eristuvust nende alusel on statistiliste meetoditega kontrollinud ka Sepp ja Paal (1998, 2001). Kortslehe mikroliigid osutusid väga varieeruvateks ja taksonoomiliselt kontinuaalseteks, see tähendab sageli esines mikroliikide vahel sujuv üleminek, hiaatus puudus ja liike oli raske eristada (Sepp 2000). Vahel on populatsioonid liigi sees erinevamad kui üksikud mikroliigid (Turesson 1943).

Kortslehe mikroliike saab rahuldavalt eristada ainult kõigi taimeosadega kogutud materjali järgi (Eichwald 1966). Määramiseks on vajalik, et herbaarmaterjal oleks kogutud suvekuudel (juuni, juuli, augusti alguses), kuna sügisel võivad tunnused (nt. karvasus) muutuda. Teostes "Eesti NSV floora" (Eichwald 1956) ja "Eesti taimede määraja" (Eichwald 1966) algab liikide tuvastamine järgmiste tunnustega: õieraagude karvasus, õiekerade (selgesti eristunud osaõisikud, kus õied paiknevad tihedalt koos) tihedus, õiepõhjade karvasus, varte ja leherootsude karvasus ja karvade asetus, ülemiste juurmiste lehtede hõlma kuju jne. Eesti taimede määrajas (Sepp 1999) peetakse kortslehtede eristamisel väga oluliseks järgmiseid tunnuseid: õiepõhjade karvasus, õieraagude karvasus, lehtede karvasus ja karvade asetus, lehehõlma kuju, leheroodude karvasus lehe alaküljel, lehe äärmised hõlmad lahus või kattuvad, lehehõlma tipmise hamba suurus, võrreldes teistega, juurmised lehed lamedad või voldilised jne.

Liikide eristamisel on parem mitte kõrvale jätta ühtegi tunnust (Sepp 2000). Kõige efektiivsemaks osutusid selle uurimuse järgi siiski taime karvasust iseloomustavad tunnused, õite parameetrid aga kõige kehvemaks. Samas on leitud, et õie tunnused võivad olla kõige stabiilsemad, seda küll ühe liigi siseselt (Glazunova ja Mjatljev 1990; uuritud liigiks oli karjus-kortsleht). Parim tulemus mikroliikide eristamisel saavutati nii meetriliste kui ka loendustunnuste koos kasutamisel (Sepp jt 2000).

Viimastel aastatel on kortslehti puudutavad tööd piirdunud uute liikide kirjeldamisega (näiteks Menemen ja Hamzaoglu 2002 a,b ja Ericsson 2004). Liigi eristamisel teistest

sarnastest liikidest kasutasid viimati nimetatud autorid valdavalt karvasust iseloomustavaid tunnuseid.

Kortslehe liigid on kõrge polüploidisusega ja kromosoomide on väga keeruline täpselt loendada (Walters 1986). Hiljuti on mõnede kortslehe mikroliikide kromosoomide loendatud Türgi autorite poolt, ka nemad on mitme liigi puhul saanud varieeruvaid tulemusi (Hayirlioglu-Ayaz ja Beyazoglu 2001). Kortslehtede geneetilist varieeruvust uuriti RAPD meetodil (random amplified polymorphic DNA- juhuslikult amplifitseeritud polümorfne DNA) Baeva jt (1998) ning Sepa jt (2000) aastal ilmunud töödes, mis näitasid, et ainult mõned mikroliigid eristusid hästi, teised aga mitte.

1.3. Uuritavate liikide asukoht perekonnas

Uuritavaid liike on viis: väike (ehk pehmekarvane) kortsleht (*Alchemilla glaucescens* Wallr., syn. *A. minor* Huds.), karedakarvane kortsleht (*Alchemilla hirsuticaulis* H. Lindb.), teravahõlmne kortsleht (*Alchemilla vulgaris* L. emend. Fröhner, syn. *A. acutiloba* Opiz, *A. acutangula* Buser.), küüt-kortsleht (*Alchemilla micans* Buser, syn. *A. gracilis* Opiz) ja karjus-kortsleht (*Alchemilla monticola* Opiz, syn. *A. pastoralis* Buser). Nende liikide paiknemine perekonnas on erinevatel autoritel esitatud veidi erinevalt.

Juzepczuki (1941) klassifikatsioon, mida kasutab ka Eichwald (1956), on järgmine:

Sektsioon 1. *Pubescentes*

A. glaucescens Wallr.

A. hirsuticaulis H. Lindb

Sektsioon 2. *Vulgares*

Seeria 1. *Hirsutae*

Alamsektsioon 1. *Barbulatae* – *A. monticola* Opiz

Alamsektsioon 2. *Imberbes* – *A. micans* Buser

– *A. vulgaris* L. emend. Fröhner

Fröhneri (1995) klassifikatsioon on järgmine:

Sektsioon *Alchemilla*

A. vulgaris L. emend. Fröhner

A. micans Buser

Sektsioon *Plicatae*

A. monticola Opiz

A. glaucescens Wallr.

Karedakarvast kortslehte (*A. hirsuticaulis* H. Lindb) Fröhneri klassifikatsioonis ei ole.

Tikhomirovi (1998) järgi kuuluvad kõik viis liiki samasse sektsiooni *Alchemilla*, mis omakorda jaguneb alljärgnevalt:

Alamsektsioon 1. *Pubescentes*

Seeria 2. *Glaucescents* – *A. glaucescens* Wallr.

Seeria 3. *Hirsuticaules* – *A. hirsuticaulis* H. Lindb

Alamsektsioon 2. *Alchemilla*

Seeria 1. *Alchemilla* – *A. vulgaris* L. emend. Fröhner.

Alamseeria 2. *Pastorales* – *A. monticola* Opiz

Alamseeria 3. *Alchemilla* – *A. micans* Buser

– *A. vulgaris* L. emend. Fröhner

1.4. Uuritavate liikide iseloomustused

1. Väike (ehk pehmekarvane) kortsleht (*Alchemilla glaucescens* Wallr). Taim on siidkarvane. Varred on tõusvad, need ja juurmiste lehtede rootsud on tihedate ülespidi suunatud karvadega (Sepp 1999). Risoom on võrdlemisi lühike. Juurmised lehed on tumehallikasrohelist, ümarneerjad või ümarad, umbes 3,5-5 cm laiad, tihedalt kaetud siidjate lidus karvadega. Lehed on pisut voldilised, peaaegu ümarate, kuni aluseni hambuliste hõlmadega, mille kummalgi serval on 4-5 laia, tömpi hammast (Eichwald 1956). Sälgu lehehõlmade vahel puuduvad või on madalad, äärmised hõlmad katavad teineteist või ulatuvad kokku (Sepp 1999). Varrelehtede abilehed on hambulised. Õisik kitsas, pisut hõre, tihedate valgekarvaste, siidläikeliste õiekeradega. Õied väikesed, umbes 3 mm pikad, siidkarvased, rohekad või hallikad, mitte kunagi punakad. Õiepõhjad on poolkerajad. Väike kortsleht on 6-30 cm kõrge. Kasvab kuivadel päikesepaistelisel nõlvadel, kus taimkate on madal ja hõre, metsaservadel, loodudel, teeservadel, kuivematel niitudel ja puisniitudel, peamiselt lubjarikkamal pinnasel. Varjulistes kohtades on suurema kasvuga ja õhemate, vähem siidläikeliste lehtedega. Saartel ja Lääne-Eestis on väike kortsleht tavaline, Ida-Eestis haruldasem (Eichwald 1956).

2. Karedakarvane kortsleht (*Alchemilla hirsuticaulis* H. Lindb). Taim karedakarvane. Varred püstised või pisut tõusvad, need ja juurmiste lehtede rootsud tihedalt kaetud rõhtsate karvadega (Sepp 1999). Risoom on tugev ja pikk. Juurmised lehed lamedad või üsna pisut voltis, 3-5 cm pikad ja 4,5-6 cm laiad. Lehe hõlmad suhteliselt lühikesed ja enam-vähem ümardunud, mille vahel on sügav sisselõige. Lehel on hõlmu tavaliselt 7-9 (Eichwald 1956).

Lehehambad on sümmeetrilised (Sepp 1999). Juurekaelas asuvad abilehed pruunikad või rohekad või pisut punakalt värvunud kõrvakestega (Eichwald 1956). Varrelehtede abilehed ebakorrapäraselt sügavalt lõhised (Sepp 1999). Õisik kitsas, peaaegu püstiste harudega ja väheste tihedate kollakasroheliste õiekeradega. Õied suhteliselt suured, 3,5-4,5 mm läbimõõduga, kollakasrohelised, päikesepaistelistel kohtadel hiljem harilikult tumepunaseks värvunud. Õiepõhi kellukjas, tihedalt kaetud karvakestega. Tupplehed tihedalt karvased, välistupplehed ainult serval karvased. Õieraod õiepõhja pikkused või pikemad, enamasti kogu ulatuses kaetud karvakestega (Eichwald 1956). Karedakarvane kortsleht on 6-40 cm kõrge. Kasvab kuivadel päikesepaistelistel madala rohuga aladel, liivapinnasel või pael. Eestis esineb harva, rohkem Eesti kesk- ja idaosas (Sepp 1999).

Karedakarvane kortsleht on lähedane väikesele kortslehele, kuid erineb sellest järgmiste tunnuste poolest: kasv on tugevam, leherootsud ja varred rõhtsalt hareva karvastusega, lehehõlmade vahe sügava sisselõikega, varrelehtede abilehed on sõrmjalt lõhestunud, õiekerasid on vähem, õied on tihedamalt ja suuremad (Eichwald 1956).

3. Teravahõlmne kortsleht (*A. vulgaris* L. emend. Fröhner). Varred on tavaliselt tõusvad või püstised (Eichwald 1956). Varred ja juurmiste lehtede rootsud on rõhtsate karvadega (Sepp 1999). Risoom on tugev ja pikk. Lehed kollakas- või rohirohelised, harva tumerohelised (Eichwald 1956). Kujult on juurmised lehed neerjad või ümarneerjad, peaaegu lamedad, hõrekarvased, 9 harva 11 hõlmaga (Sepp 1999). Liiki iseloomustavad hästi enam või vähem teravkolmnurksete hõlmadega lehed, mis on 2,5-8,5 cm pikad ja 3-12 cm laiad (Eichwald 1956). Hõlmad moodustavad lehe raadiusest 1/3-1/2. Lehehõlmad on pikad ja kitsad, kolmnurkjad, 13-23 kitsa terava hambaga. Äärmised hõlmad on veidi lahus. Lehehõlma tipmine hammas on teistest suurem (Sepp 1999). Juurekaelal asuvad abilehed pruunikad või rohekad. Õisik võrdlemisi kitsas ja väheseõieline, poolpüstiste harudega, õiekerad hõredad. Õied kollased, 2-3 mm pikad ja umbes 3,5 mm läbimõõduga. Tupplehed munajad või lai-munajad, nagu välistupplehedki paljad või ainult õiekera kõige alumisel õiel tipul üksikute karvakestega (Eichwald 1956). Õiepõhjad väljast paljad või üksikute karvadega, õieraod paljad. Teravahõlmne kortsleht on 15-65 cm kõrge. Kasvab niitudel, kraavikallastel, teeservadel, võsastikes viljakamatel muldadel. Eestis on teravahõlmne kortsleht tavaline (Sepp 1999).

4. Küüt-kortsleht (*Alchemilla micans* Buser). Varred on saledad, harilikult kaarjalt tõusvad kuni alusel peaaegu lamavad, harvem püstised. Varred ja juurmiste lehtede rootsud on lidus karvadega. Tavaliselt pole risoom tugev. Juurmised lehed on tumerohelised, neerjad või ümarneerjad, pealt tiheda karvased. Lehed on lainjad või lamedad, 1,3-10 cm pikad ja 1,5-12 cm laiad. Lehehõlmu 9, harvem 11, suhteliselt pikad, harilikult poolmunaja, vahel ka

kolmnurkse kujuga. Hõlmadevaheline sisselõige peaaegu puudub. Hõlma kummalgi serval 6-9, harva 11 suhteliselt kitsast, teravat kuni tõmpi hammast. Juurmiste lehtede abilehed on enamasti punased, harvemini värvumata. Varrelehed juurmiste lehtedega võrreldes üsna suured, alumised pikarootsulised, sageli punakalt värvunud abilehtedega. Õisik on laiuv. Õied rohekad, 2,5-4 mm pikad. Õiepõhjad on alusel kitsenenud, paljad või üksikute karvadega. Õieraod on hõrekarvased kuni tihekarvased, pikad. Tupplesed laimunajad, teravnevad, paljad või ainult tipul üksikute karvadega. Välistupplesed samuti paljad või ainult tipul karvadega (Eichwald 1956). Küüt-kortsleht on 10-50 cm kõrge. Kasvab niitudel, puisniitudel, võsastikes, saludes, varjataluv. Küüt-kortslehte esineb Eestis paiguti (Sepp 1999).

Mitmetes töödes on tõestatud teravahõlmise ja küüt-kortslehe sarnasus (Sepp 2000, Hõimra 2001). Sepp (2000) on morfoloogiliste ja geneetiliste tunnuste alusel teinud koguni ettepaneku liita nad üheks liigiks. Fröhneri (1995) klassifikatsiooni alusel kuuluvad need liigid ka ühte sektsiooni *Alchemilla*. Teravahõlmise kortslehe isenditel varieerub märkimisväärselt lehtede karvasus, lehehõlmade kuju, äärmiste hõlmade vaheline laius, leheserva hammaste suurus, varte ja leherootsude karvasus jne (Eichwald 1956).

5. Karjus-kortsleht (*Alchemilla monticola* Opiz). Vars püstine või pisut kaarjalt tõusev. Varred ja juurmiste lehtede rootsud on rõhtsate, umbes 1 mm pikkuste karvadega. Risoom on tugev. Juurmised lehed on neerjad või ümarneerjad, lamedad või peaaegu lamedad. Lehed eriti pealküljel enam-vähem tihedalt karvased, allküljel pearoodude alumises osas rõhtsalt harevate karvadega. Lehel on harilikult 9 hõlma, mis on kujult poolümarad või poolmunajad, harva peaaegu teravnurksed. Hõlmadevahelised sisselõiked madalad või puuduvad. Hõlma kummalgi serval 6-9 suhteliselt väikest ja kitsast, enamasti tõmpi hammast. Lehehõlma tipmine hammas on teistest väiksem. Juurekaelas asuvad abilehed pruunikad, roheliste või pisut punakate kõrvakestega. Õisik mitte lai, poolpüstiste harude ja hõredavõitu õiekeradega. Õied kollakasrohelised, 3-4 mm laiad. Õieraod 1-2,5 mm pikad ja paljad. Õiepõhi viljumisajal kitsas-kellukjas, pisut ümardunud alusega, paljas kuni rohkekarvane. Tupplesedel ja välistupplesedel on laba karvane ainult tipuosas, harvem on ka serval üksikuid karvu (Eichwald 1956). Karjus-kortsleht on 10-45 cm kõrge. Kasvab kuivematel niitudel, karjamaadel, võsastikes, teeservadel. Eestis on karjus-kortsleht tavaline (Sepp 1999).

Ka karjus-kortsleht on küllalt varieeruv. Plocek (1976) on näinud vajadust jagada see liik vähemalt kolmeks varieteediks. Glazunova ja Mjatlev (1990) seevastu selle liigi sees morfoloogiliste tunnuste alusel eristuvaid isendite gruppe ei tuvastanud. Kromosoomide arv viimastel andmetel on $2n = 101-110$ (Hayirlioglu-Ayaz ja Beyazoglu, 2001).

1.5. Feneetika ja morfoloogilised tunnused tänapäeva süstemaatikas

Feneetiline süstemaatika põhineb oletusel, et üldine sarnasus kajastab küllalt hästi uuritavate organismide seoseid. Summaarset sarnasust pidas juba Linné (1751) loomuliku süsteemi aluseks. Organismide sarnasuse peamiseks põhjuseks on tõepoolest nende ühine päritolu; sarnasusest ei järeldu aga üheselt organismide ühist päritolu. Feneetikat kasutatakse hetkel peamiselt liigisisese süstemaatika uurimustes (Parmasto 1996).

Väga sarnaste taksonoomiliste üksuste puhul ei ole uurijal sageli võimalik leida kladistiliseks analüüsiks sobivaid tunnuseid (need on nt peamiselt arvtunnused). Sel juhul on otstarbekas teostada feneetiline klassifikatsioon, mis võimaldaks liigirikkas perekonnas esialgselt orienteeruda. Sama kehtib liigisisese varieeruvuse uurimise kohta (Parmasto 1996).

Kvantitatiivsed feneetilised meetodid on apomiktide puhul kasutusel perekondade keerukuse ja tunnuste kontinuaalsuste tõttu, kuna kladistikat on sellises olukorras praktiliselt võimatu rakendada (McNeill 1984).

Feneetilises süstemaatikas on rühmitamise aluseks organismide üleüldine sarnasus, eesmärgiks on saada klassifikatsioon, mis võimaldaks lihtsalt kajastada käsitletavate organismide mitmekesisust. Metoodiliselt tugineb feneetiline klassifitseerimine isendite summaarse erinevuse mõõtmisele, lähtudes kasutatud tunnuste erinevustest. Kõikide isendite omavahelise erinevuse alusel on neid võimalik rühmitada. Rühmitamise aluseks on alati üldine erinevus või sarnasus (Martin jt 1996).

Kvantitatiivseid meetodeid on kasutatud kortslehtedele analoogiliste apomiktiliste komplekside uurimisel, näiteks perekonna maran *Potentilla* L. leviku, morfoloogia ja taksonoomia uurimisel Eestis, Lätis ja Leedus (Leht 1997), morfoloogilise varieeruvuse uurimisel suguliselt paljuneva *Amelanchier bartramiana* ja mittesuguliselt paljuneva *A. laevis* vahel (Campbell jt 1997); *Cardamine amara* grupi (*Cruciferae*) morfomeetrilises uurimuses (Marhold 1992); *Lobelia cardinalis* grupi (*Campanulaceae: Lobelioideae*) feneetilises analüüsis (Thompson jt 1997).

Taksonoomiliste probleemide lahendamiseks apomiktelistel liikidel on ideaalne kasutada koos nii biomeetria kui ka DNA analüüsi. Kahjuks on DNA analüüs töömahukas, keerukas ja kallis ning seetõttu ei sobi kasutamiseks suurte materjali koguste puhul. Näiteks uuriti nelja muraka (*Rubus* subgen. *Rubus*) liiki, mis biomeetria alusel eristusid väga hästi, DNA varieeruvus aga oli äärmiselt väike. Leiti, et niikaua, kui liik on morfoloogiliselt selgelt eristuv, ei nähta põhjust DNA alusel erinevate taksonite loomiseks (Kraft ja Nybom 1995).

Eksperimente süstemaatilistes töödes on väga vähe kasutatud, kuigi kortslehtede puhul varasematel aastatel siiski on (Turesson 1943, 1956, Lundh-Almestrand 1958). Käesoleva tööga sarnaseid transplantatsioonikatseid on kasutatud ökoloogilistel eesmärkidel, näiteks vallisneeria (Grimshaw jt 2002) ja sambla perekonna *Amblystegium* (Vanderpoorten ja Jacquemart 2004) uurimisel. Walters (1986) on rõhutanud biosüstemaatiliste meetodite kasutamise vajalikkust nii kortslehe kui teiste apomiktiliste perekondade puhul. Seega eksperiment oleks kindlasti üks sobilik variant antud perekonna uurimisel DNA-meetodite kõrval.

1.6. Fenotüübiline plastilisus

Fenotüüp on organismi ehituslike ja talituslike omaduste summa. Fenotüüpi käsitatakse kui organismi genotüübi ja keskkonna vastasmõju tulemust (Masing 1992). Üks genotüüp võib erinevates keskkonnatingimustes toota palju erinevaid fenotüüpe. Seda nimetatakse fenotüübiliseks plastilisuseks. Keskkonna muutumisele reageerivad paljud tunnused (Bradshaw 1963, Wöhrmann 1993). Organism võib muuta oma arengut ja füsioloogiat vastavalt keskkonnatingimustele (Sultan 2000). Fenotüübiline plastilisus on taimede üks olulisemaid kohastumusi, aidates taimedel ressursse kätte saada ja ellu jääda ka keskkonnas, kus toimuvad ajalised ja ruumilised muutused. Kaks kõige tähtsamat ressursi, mis mõjutavad taimede plastilisust kõige rohkem, on valgus ja toitainete kättesaadavus (Urbas ja Zobel 2000).

Toitaineterikkas keskkonnas on taimedel tavaliselt lopsakam kasv. Biomass suureneb ja lehepinda on rohkem, juurtesse paigutatakse vähem ressursse. Taime kasvamisega toitainetevaeses keskkonnas kaasneb biomassi langus, juurte ja võrsete suhe suureneb. Lehtede arv võib väheneda ja lehed võivad olla pindalalt suuremad ja õhemad (Urbas ja Zobel 2000).

Taime kasvamisel varjus suureneb varte ja leherootsude pikkus, hargnemine aga tavaliselt väheneb (Urbas ja Zobel 2000).

Valladares jt (2000) uurisid 16 Panama vihmametsas kasvava sama perekonna põõsa (perekond *Psychotria*, *Rubiaceae*) fenotüübilist plastilisust valguse suhtes, kasutades fenotüübilise plastilisuse indeksit. Keskmise fenotüübiline plastilisus oli morfoloogiliste tunnuste puhul tunduvalt madalam võrreldes füsioloogiliste tunnustega, häilu- ja varjuliigid erinesid siiski kuue tunnuse osas seitsmest.

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Katsete metoodika

Uuritavaid mikroliike oli kokku viis, küüt-kortsleht (*A. gracilis* Opiz), teravahõlmine kortsleht (*A. vulgaris* L. emend. Fröhner), karjus-kortsleht (*A. monticola* Opiz), väike kortsleht (*A. glaucescens* Wallr.) ja karedakarvane kortsleht (*A. hirsuticaulis* H. Lindb.). Avamaakatse koosnes kahest erinevast osast. Esimeses (geograafilises) katses kontrolliti liikide eristamisel kasutatavate tunnuste püsivust erinevates populatsioonidest pärit taimedel. Katse teises (töötlusel) osas kontrolliti tunnuste püsivust keskkonnatingimuste suhtes. Lisaks hinnati tunnuste ja mikroliikide fenotüübilist plastilisust, ning mikroliikide omavahelist sarnasust või erinevust. Välieksperimendiks vajalikud taimed koguti 2001. aasta juuni lõpus ja juuli alguses Ida-Virumaalt, Läänemaalt, Järvamaalt ja Raplamaalt (tabel 1). Kõik korjatud taimed õitsesid, vastasel juhul poleks olnud võimalik määrata nende mikroliiki. Taimed korjati umbes 2-3 cm juurega. Enne istutamist lõigati taimedelt lehed ja õievarred, et soodustada nende kiiremat juurdumist.

Tabel 1. Taimede kasvukohad.

KATSE NR	MIKROLIIK	MAAKOND	VALD	KASVUKOHT
1.	teravahõlmine kortsleht	Ida-Virumaa	Kohtla	Kohtla-Nõmme niit põllu ääres
1.	teravahõlmine kortsleht	Järvamaa	Väätsa	Nööri niit metsaservas
1.	teravahõlmine kortsleht	Läänemaa	Nõva	Peraküla lagendik
1.	karjus-kortsleht	Järvamaa	Väätsa	Jäsu niit
1.	karjus-kortsleht	Raplamaa	Kaiu	Kõrve võsastuv niit
1.	karjus-kortsleht	Raplamaa	Kaiu	Vahastu niit
2.	küüt-kortsleht	Järvamaa	Väätsa	Jäsu niit
2.	küüt-kortsleht	Läänemaa	Nõva	Nõva niit
2.	teravahõlmine kortsleht	Ida-Virumaa	Kohtla	Kohtla-Nõmme niit põllu ääres
2.	väike kortsleht	Läänemaa	Noarootsi	Söderby loopealne
2.	karedakarvane kortsleht	Ida-Virumaa	Kohtla	Kohtla-Nõmme niit

Avamaakatse viidi läbi Raplamaal Kaiu vallas Vahastu külas Tagasmäel Kummumäe talus. Katsepõllu asukoht 58° 56' 50"pl ja 25° 18' 00" ip (Regio Eesti teede atlas 2004/2005).

2.1.1. Geograafiline ehk esimene katse

Geograafilisse katsesse istutati kahe liigi taimed (à 288), karjus-kortsleht ja teravahõlmne kortsleht. Nimetatud liigid valiti seetõttu, et nad on Eestis kõige laiemalt levikuga. Ühe liigi isendid korjati kolmest erinevast kasvukohast (tabel 1). Kasvukohtade iseloomustamiseks arvutati Ellenbergi väärtarvude (Ellenberg jt 1991) kaalutud keskmised vastavalt liigi ohtrusele. Tabelis 2 on esitatud iga kasvukoha kolme uuritud ruudu (1m²) keskmine tulemus.

Igast kasvukohast istutati põllule 96 taimet, jälgiti tunnuste püsivust taimede kasvamisel ühesugustes tingimustes.

Taimed istutati 12 kaupa 0,52 m² suurustesse ruutudesse 14 cm vahedega. Erinevate ruutude vahe oli minimaalselt 0,5 m. Kaheksast ruudust moodustus üks peenar, ruutude ja peenarde paigutus oli juhuslikustatud.

2001. ja 2002. aastal herbariseeriti igalt taimelt kolm lehte ja üks õievars ning mõõdeti uuritavate tunnuste väärtused.

Tabel 2. Kasvukohtade kaalutud keskmised Ellenbergi väärtarvud.

KASVU-KOHT	VAL-GUS	TEMPE-RATUUR	KONTINEN-TAALSUS	NIISKUS	pH	LÄMMAS-TIK
Jäsu niit	7,0	5,6	3,4	5,2	6,0	4,2
Kõrve võsastuv niit	6,9	5,4	3,4	6,4	6,5	3,8
Vahastu niit	6,9	6,0	3,6	4,8	5,0	5,3
Nööri niit metsaservas	6,6	5,4	3,7	5,0	6,0	5,5
Nõva niit	6,8	5,2	3,9	5,1	5,4	5,0
Peraküla lagendik	6,6	6,0	3,2	5,1	6,0	5,3
Söderby loopealne	7,2	5,8	4,3	4,6	7,3	3,1
Kohtla-Nõmme niit	6,9	5,5	3,5	4,7	5,7	4,5
Kohtla-Nõmme niit põllu ääres	6,8	5,5	3,8	5,3	5,4	5,4

2.1.2. Töötlusted ehk teine katse

Töötluste katses kasvatati nelja liigi taimi (à 288). Valiti kaks sarnaste liikide paari, küüt-kortsleht ja teravahõlmine kortsleht ning väike kortsleht ja karedakarvane kortsleht. Taimede esialgsete kasvukohtade iseloomustus on esitatud tabelis 2. Taimed istutati 12 kaupa ruutudesse analoogiliselt esimese katsega 2001. aastal. Ühes peenras oli 8 ruutu, iga ruudu taimi kasvatati erinevates keskkonnatingimustes, muudeti niiskus- ja valgustingimusi ning osade taimede kasvu stimuleeriti väetamisega. Töötlustega alustati 2002. aasta kevadel, töötluste variandid olid:

- 1) väetis
- 2) vari
- 3) niiskus
- 4) vari ja väetis
- 5) vari ja niiskus
- 6) niiskus ja väetis
- 7) vari, väetis ja niiskus
- 8) kontroll

Töötluste paigutus oli juhuslikustatud. Igat liiki ja töötlust vaadeldi kolmes korduses. Väetamiseks kasutati tasakaalustatud väetist „Sprint”, tootja SQM Nitrate Ltd (Belgia). Toitainete sisaldus väetises oli järgmine:

Kaalium K_2O : 14% (K: 11,6%)

Lämmastik N: 15%

Magneesium Mg: 0,14%

Natrium Na: 18%

Boor B: 0,05%

Jood I: 0,02%

Taimi väetati 25. mail 2002, ca $61,5 \text{ g/m}^2$. Katsepõllu mullaanalüüsi tulemusena selgus, et tegemist on keskmise viljakusega põllumullaga, mille väetamiseks sobib eelpool nimetatud kogus tasakaalustatud väetist. Saadud tulemust võiks võrrelda viljakamate kasvukohtadega looduses. Samal päeval said ka varjutatavad taimed katteloorigid. Katteloorig all oli taimedele langev päikesekiirgus ca 30-40% otsesest kiirgusest (vastavalt ca 500 ja $1200 \mu\text{mol/m}^2\text{s}$). See vastab poolvarjulistele kasvukohtadele. Taimede kastmine sõltus ilmast, kasteti ainult siis, kui lähipäevadel ei olnud sadanud. Ühele ruudule pandi korraga 5 liitrit vett. Kastmine

toimus 5 korral enne lehtede herbariseerimist. Nimetatud koguses kastmine on võrreldav kasvukohtadega, kus taimed ei kannata põuaajal niiskusedefitsiidi käes.

2001. aastal mõõdeti algsed tunnuste väärtused, 2002. aastal mõõdeti taimed pärast töötlust.

2.2. Tunnused

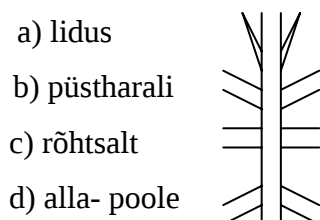
Uuritavad tunnused valiti lähtudes kahest aspektist: nad pidid olema lihtsalt mõõdetavad ja andma maksimaalse informatsiooni liikide määramiseks. Käesolevas töös mõõdeti kokku 27 tunnust (tabel 3).

Tabel 3. Mõõdetud tunnused.

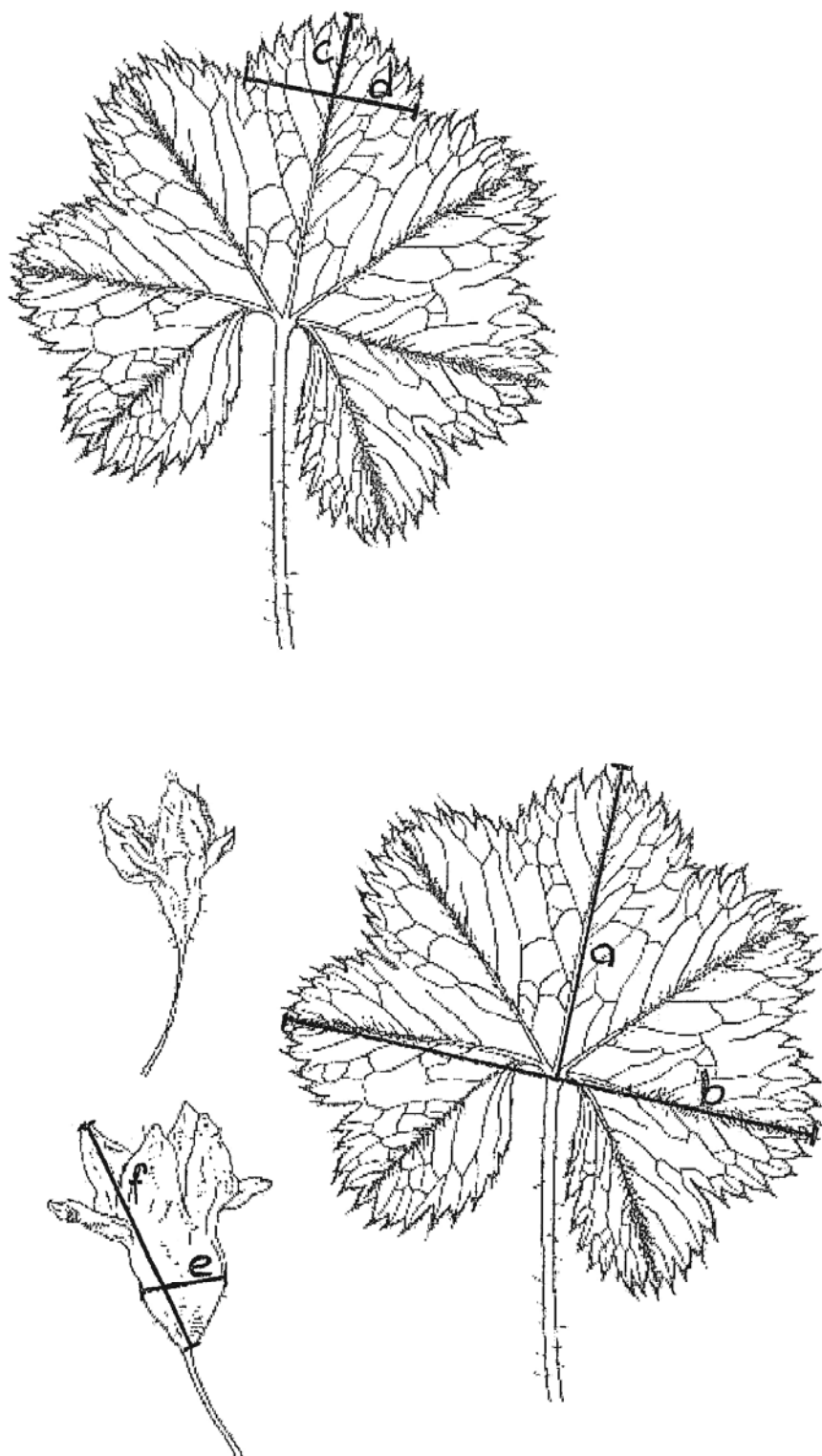
NR	TUNNUS	TUNNUSE TÄHIS	TUNNUSE TÜÜP	MÕÕTÜHIK, SEISUND
1	Varte kuju	VARTEKU	nominaalne	püstine, tõusev, lamav
2	Karvade asetus varrel, leherootsudel	KARVAR	nominaalne	rõhtsalt, alla-poole, lidus, püstharali
3	Lehtede voldilisus	LVOLD	ordineeritud	tugev, nõrk, puudub
4	Lehtede värvus	LVÄRV	nominaalne	sinakasroheline, hallikasroheline, tumeroheline, rohiroheline, kollakasroheline
5	Õite värvus	ÕVÄRV	nominaalne	punakas, kollane, rohekaskollane, roheline
6	Juurmiste abilehtede värvus	JUURABI	nominaalne	punane, pruun, roheline, valkjäs
7	Õievarre pikkus	ÕVARP	meetiline	cm
8	Leherootsu pikkus	LROOT	meetiline	cm
9	Lehe raadius	LRAAD	meetiline	cm
10	Lehe laius	LLAI	meetiline	cm
11	Lehehõlma pikkus	LHÕLP	meetiline	cm
12	Lehehõlma laius	LHÕLL	meetiline	cm
13	Lehehõlmade arv	HÕLARV	meristiline	arv lehe kohta
14	Hammaste arv tipmisel hõlmal	HAM ARV	meristiline	arv hõlma kohta
15	Lehe alumiste hõlmade vaheline nurk	HÕLMNUR	meetiline	nurgakraad

NR	TUNNUS	TUNNUSE TÄHIS	TUNNUSE TÜÜP	MÕÕTÜHIK, SEISUND
16	Varrelehe raadius	VARLRAA	meetiline	cm
17	Juurmiste lehtede hõlma kuju	LHOLTIP	nominaalne	teritunud, ümar
18	Lehe hammaste kuju	LHAMTIP	nominaalne	teravad, ümarad
19	Lehehamba laius	HAMLAI	meetiline	mm, keskmisel hõlmal, külgmise hammas
20	Õie kogupikkus	ÕIE PIK	meetiline	mm
21	Hüpaniumi suurim laius	HÜP LAI	meetiline	mm
22	Välistupplehtede pikkus võrreldes tupplehtedega	TUPPL	ordineeritud	palju lühemad, pisut lühemad, ühepikkused
23	Lehe pealmise külje karvasus	LEHKARV	meristiline	loendatud arv 1mm^2 lehe keskosas
24	Varre ülaosa karvasus	VARKARV	ordineeritud	0-3 palli
25	Leherootsu karvasus	LROOKAR	ordineeritud	0-3 palli
26	Hüpaniumi karvasus	HÜP KAR	ordineeritud	0-3 palli
27	Õievarrekese karvasus	ÕIEKAR	ordineeritud	0-3 palli

Tunnuseid 1 ja 3-6 hinnati silma järgi põllul. Karvade asetust varrel ja lehe rootsul hinnati silma järgi vastavalt joonisel 1 esitatud skeemile herbaarmaterjalilt.



Joonis 1. Karvade asetust varrel.



Joonis 2. Lehe raadiuse (a) ja laiuse (b) ning lehehõlma pikkuse (c) ja laiuse (d) ning hüpaniumi laiuse (e) ja õie kogupikkuse mõõtmine (f).

Õievarre pikkuse mõõtmiseks valiti kuni kolm kõige pikemat vart, neid mõõdeti juurekaelast kuni tipuni samuti põllul. Leherootsu pikkus mõõdeti kolmel lehel juurekaelast kuni lehe alguseni herbaarmaterjalilt.

Lehe hõlma ja hammaste kuju (kas ümar või terav) hinnati juurmisel lehel silma järgi. Hõlmade arv ja lehe hammaste arv tipmisel hõlmal loendati. Juurmise lehe alumiste hõlmade vaheline nurk mõõdeti malliga. Varrelehe raadius mõõdeti kolmel keskmisel lehel. Tunnused 19-21 mõõdeti binokulaariga. Lehehamba laiust mõõdeti lehe keskmisel hõlmal, kus valiti üks keskmise suurusega külgmine hammas. Tunnuste 9-12 ja 20-21 mõõtmine on selgitatud joonisel 2. Binokulaari abil hinnati, kas välistupplehed on tupplehtedest palju lühemad, pisut lühemad või nendega ühepikkused. Karvasust iseloomustavad tunnused määrati skaalal 0-3 palli (0 karvad puudusid ja 3 väga karvane). Lehe pealmise külje karvasust hinnati loendades karvu 1mm^2 lehe keskosas.

Kõiki tunnuseid mõõdeti igal taimel kolmes korduses. Lehe tunnuseid mõõdeti kolmel erineval lehel, mis olid täiskasvanud, terved ja välisilmelt korrektsed.

2.3. Andmetöötlus

Andmetöötluses kasutati tunnuste aritmeetilisi keskmisi isendite kaupa. Vajadusel tunnuseid transformeeriti (logaritmtformatsioonid) nende jaotuse lähendamiseks normaaljaotusele. Kõik analüüsid teostati programmpaketiga STATISTICA (StatSoft Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. – www.statsoft.com).

2.3.1. Andmetöötlus esimeses (geograafilises) katses

Faktorite „liik”, „populatsioon liigis“ ja „aasta“ mõju hindamiseks morfoloogilistele tunnustele rakendati dispersioonanalüüsi (ANOVA korduvmõõtmiste protseduur) koos järgneva Tukey testiga keskmiste võrdlemiseks. Nominaalsete ja ordineeritud tunnuste olulisust hinnati mediaantestiga.

Liikide eristumist ja tunnuste olulisust hinnati diskriminantanalüüsiga. Liikide ja populatsioonide eristumist vaadeldi peakomponentanalüüsi alusel.

2.3.2. Andmetöötlus teises (töötluste) katses

Diskriminantanalüüsiga hinnati liikide eristumist ja tunnuste olulisust liikide eristamisel. Uuritavate liikide eristumist vaadeldi peakomponentanalüüsi alusel.

Dispersioonanalüüsi (ANOVA) abil hinnati töötluste mõju tunnustele. Faktoriteks olid: „väetis“, „niiskus“, „vari“ ja „liik“ ning analüüsiti ka kõigi nende võimalikke koosmõjusid.

2.4. Fenotüübilise plastilisuse indeks

Mõlemas katses uuritud liikidel arvutati tunnuste fenotüübilise plastilisuse indeks [PI] (Sultan 2000).

$$PI = 1 - X_{\min}/X_{\max} \quad (1),$$

kus $X_{\min}$ - tunnuse minimaalne väärtus,

$X_{\max}$ - tunnuse maksimaalne väärtus

Esimeses katses arvutati fenotüübilise plastilisuse indeks eraldi eri populatsioonidest pärit taimede jaoks, teises katses liikide kaupa. Esimese katse indekseid võrreldi liikide ja populatsioonide suhtes kasutades dispersioonanalüüsi.

3. TULEMUSED

3.1. Geograafiline ehk esimene katse

3.1.1. Kasvukohtade kirjeldused

Nii teravahõlmise kui ka karjus-kortslehe taimi koguti kolmest erinevast populatsioonist. **Teravahõlmise kortslehe** kasvukohad olid küllaltki sarnased. Muld oli viljakas, parasniiske ja nõrgalt happeline. **Nööri** niit tundus olevat veidi niiskem, kuid Ellenbergi (Ellenberg jt 1991) väärtarvude põhjal seda väita ei saa (tabel 2). **Kohtla-Nõmme** niidul oli aga teistega võrreldes veidi happelisem muld. Ka valgustingimused olid sarnased. Nii Kohtla-Nõmme kui ka Nööri niidul varjas hommikupäikese mets. **Perakülas** (joonistel lääne) oli kasvukohaks ca 100 m² suurune lagendik. Kortslehe taimed kasvasid sambla sees ja teisi taimeliike oli väga vähe esindatud. Nööril ja Kohtla-Nõmmel aga samblarinne puudus.

Karjus-kortslehe kasvukohad **Vahastus**, **Jäsus** ja **Kõrves** olid valgusküllased, ainult Kõrve niit oli osaliselt varjus. Tegemist oli mahajäetud võsastuva heinamaaga, suuremad pajupõõsad olid juba ca 2 meetrised. Ka Vahastu niitu oli mõned aastad tagasi heinamaana kasutatud, kuid seal ei ulatunud veel noored männid rohurindest kõrgemale. Kõrve populatsioon kasvas niiskemas ja vähem viljakas pinnases. Kõige happelisem muld oli aga Vahastus.

Katsepõld rajati samasse kohta, kus kasvas Vahastu karjus-kortslehe populatsioon. Seega olid ka keskkonnatingimused samad (tabel 2). Teravahõlmise kortslehe taimed pandi kasvama veidi valgematesse tingimustesse, karjus-kortslehtedel selles osas muutust ei esinenud. Eelpool nimetatud kasvukohtadest oli Vahastu kõige kuivem ja muld oli kõige happelisem. Kõige rohkem muutusid seega Kõrve populatsiooni kasvutingimused, sest need taimed kasvasid esialgselt kõige niiskemas ja praktiliselt neutraalses mullas. Vaadates mullaviljakust iseloomustavaid väärtarve on näha, et Vahastu karjus-kortslehe ja kõikide teravahõlmise kortslehe populatsioonide kasvukohtades on need väärtused väga sarnased. Jäsu ja Kõrve karjus-kortslehe populatsiooni taimed istutati võrreldes esialgsete tingimustega veidi viljakamasse mulda.

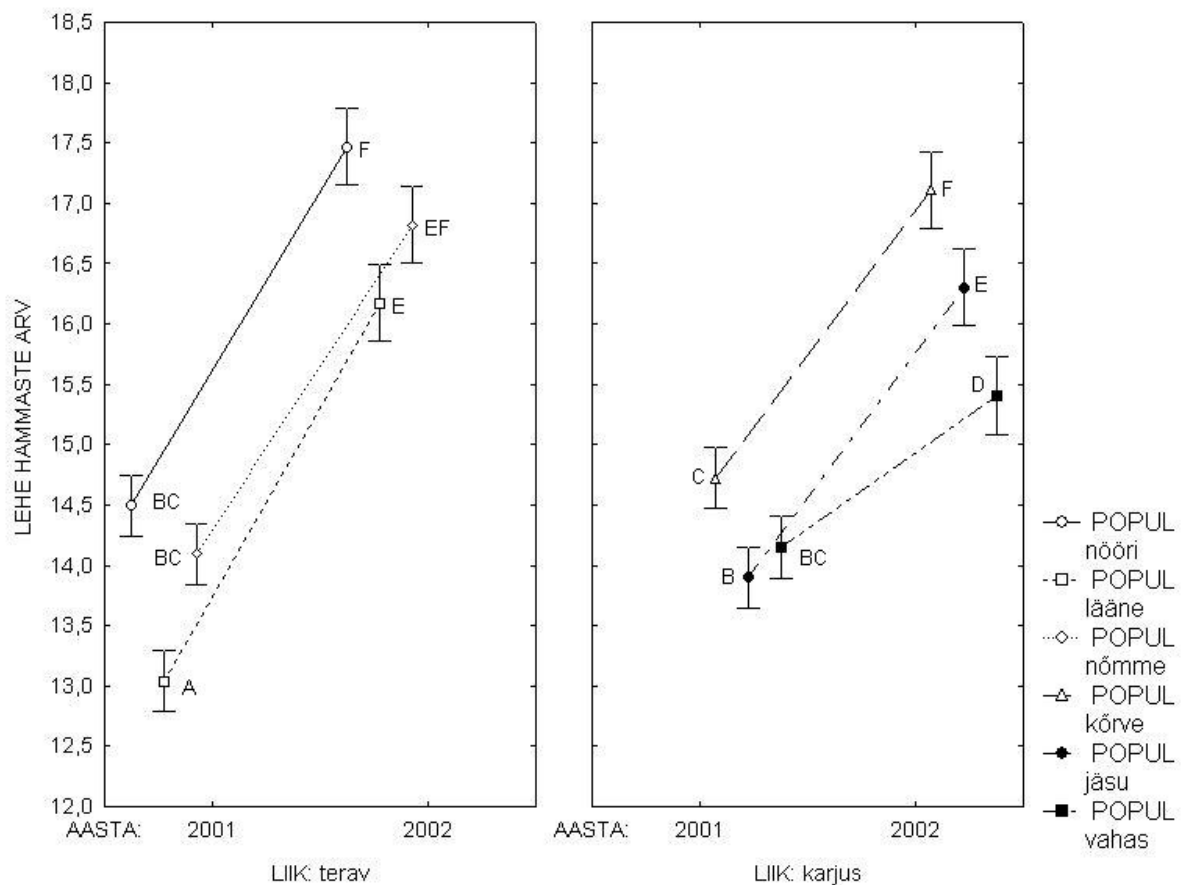
3.1.2. Tunnuste muutumine erinevatest populatsioonidest pärit taimedel (ANOVA)

Dispersioonanalüüsiga selgus, kuidas käitusid liigid aastate võrdluses ja populatsiooniti. Oluliseks osutus 14 tunnust (tabel 4). Enamik tunnustest muutus samasuunaliselt nii liigiti kui ka populatsiooniti. Näiteks hammaste arv lehe tipmisel hõlmal suurenes nii karjus- kui ka teravahõlmise kortslehe kõikidel taimedel (joonis 3). Kõikidest populatsioonidest pärit taimedel vähenes lehehõlmade vaheline nurk. Karjus-kortslehe puhul on veel märgata, et esimesel aastal oli lehehõlmade vaheline nurk populatsiooniti küllalt erinev, teisel aastal aga oli see erinevatest populatsioonidest pärit taimedel praktiliselt sama väärtusega. Lehehammaste laius muutus samuti kõikidest populatsioonidest pärit taimedel väiksemaks, märgatav on ka varieeruvuse vähenemine teisel aastal (joonis 4). Kõikidel taimedel nii teravahõlmise kui ka karjus-kortslehe puhul suurenesid lehehõlmade arv ja leherootsu pikkus. Kuid oli ka tunnuseid, mis muutusid liigiti erinevalt. Näiteks lehe laius teravahõlmisel kortslehel suurenes, karjus-kortslehel aga vähenes (joonis 5). Teravahõlmisel kortslehel suurenesid ka lehehõlma pikkus ja lehe raadius, karjus-kortslehel need aga vähenesid. Nagu juba eelpool mainitud, oli osade tunnuste puhul märgata, et eri populatsioonide taimede kasvamisel samades tingimustes muutuvad tunnuste väärtused teiseks aastaks ühetaolisemaks, näiteks varrelehe raadius. Esines ka tunnuseid, kus eri populatsioonide isendid käitusid erinevalt liigi sees. Näiteks õievarre pikkus üldiselt suurenes teisel aastal, ainult karjus-kortslehe Vahastu populatsiooni taimedel jäi praktiliselt samaks (joonis 6). Õie pikkus ja hüpantiumi laius reeglina suurenesid, kuid nii karjus- kui ka teravahõlmisel kortslehel ühe populatsiooni taimedel vähenesid. Tegemist oli Kõrve ja Kohtla-Nõmme populatsioonidega. Lehehõlma laius üldiselt vähenes, kuid teravahõlmise kortslehe Kohtla-Nõmme populatsiooni isenditel suurenes.

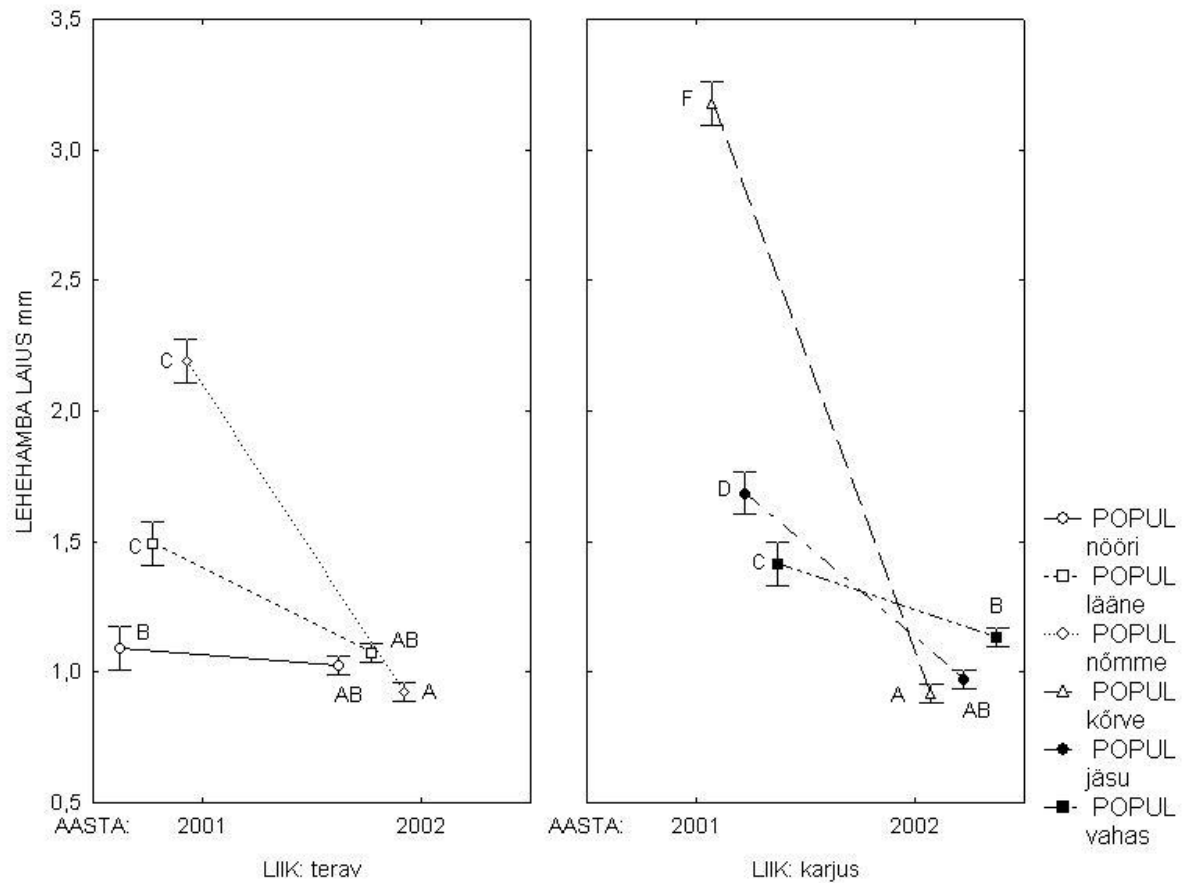
Tabel 4. Tunnuste olulisuse nivoo (p) teravahõlmise ja karjus-kortslehe eristamisel dispersioonanalüüsi alusel. Tunnuste lühendid nagu tabelis 3.

TUNNUS	LIIK	POPUL (LIIK)	AASTA	AASTA*LIIK	AASTA*POPUL (LIIK)
logHAM ARV	0,536	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ÕVARP	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
HÜP LAI	0,154	<0,001	<0,001	0,029	<0,001
ÕIE PIK	<0,001	<0,001	<0,001	0,471	0,001
VARLRAA	0,174	0,135	0,567	0,288	0,263

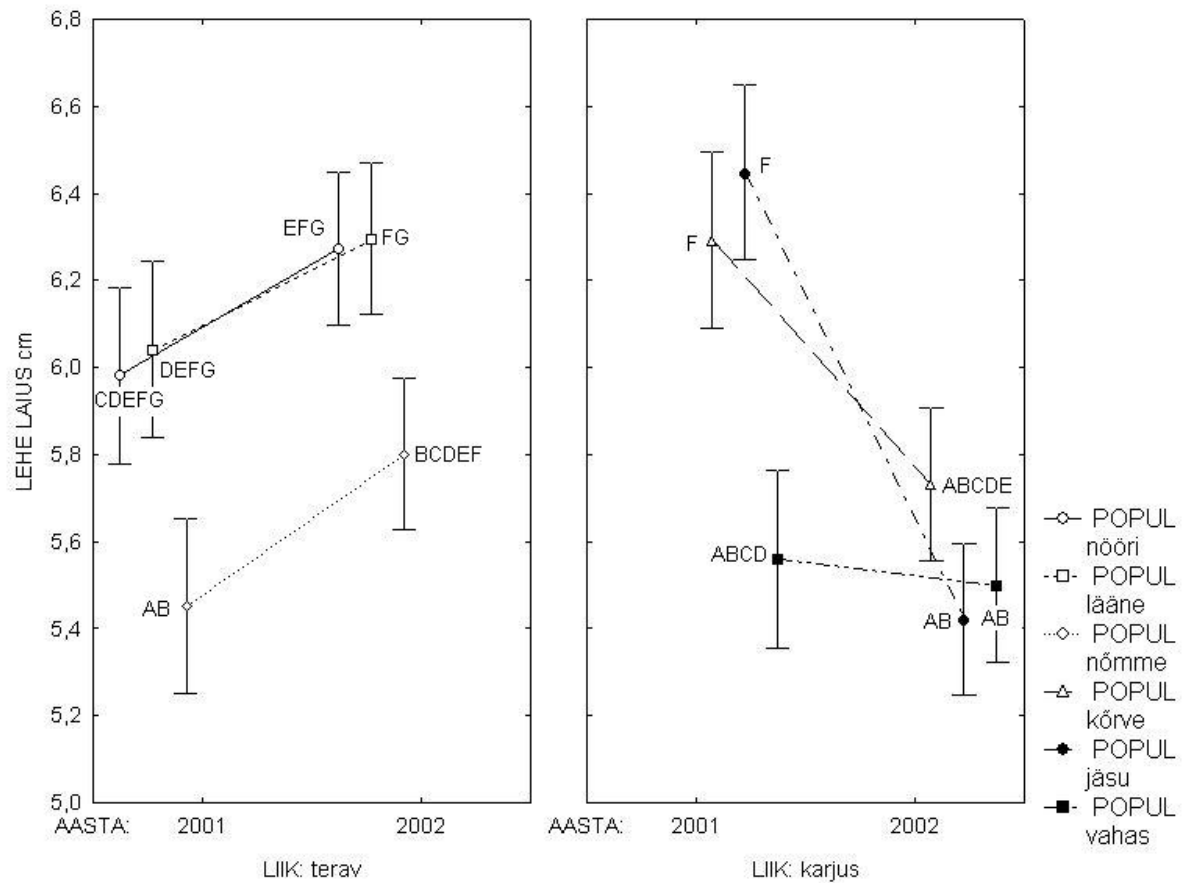
TUNNUS	LIHK	POPUL (LIHK)	AASTA	AASTA*LIHK	AASTA*POPUL (LIHK)
HÕLMNUR	<0,001	<0,001	<0,001	0,056	<0,001
logLEHKARV	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
logHAMLAI	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
logHÕLARV	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
LHÕLL	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
LHÕLP	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001
LLAI	0,026	<0,001	0,002	<0,001	0,001
LRAAD	0,502	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
LROOT	<0,001	<0,001	<0,001	0,309	0,699



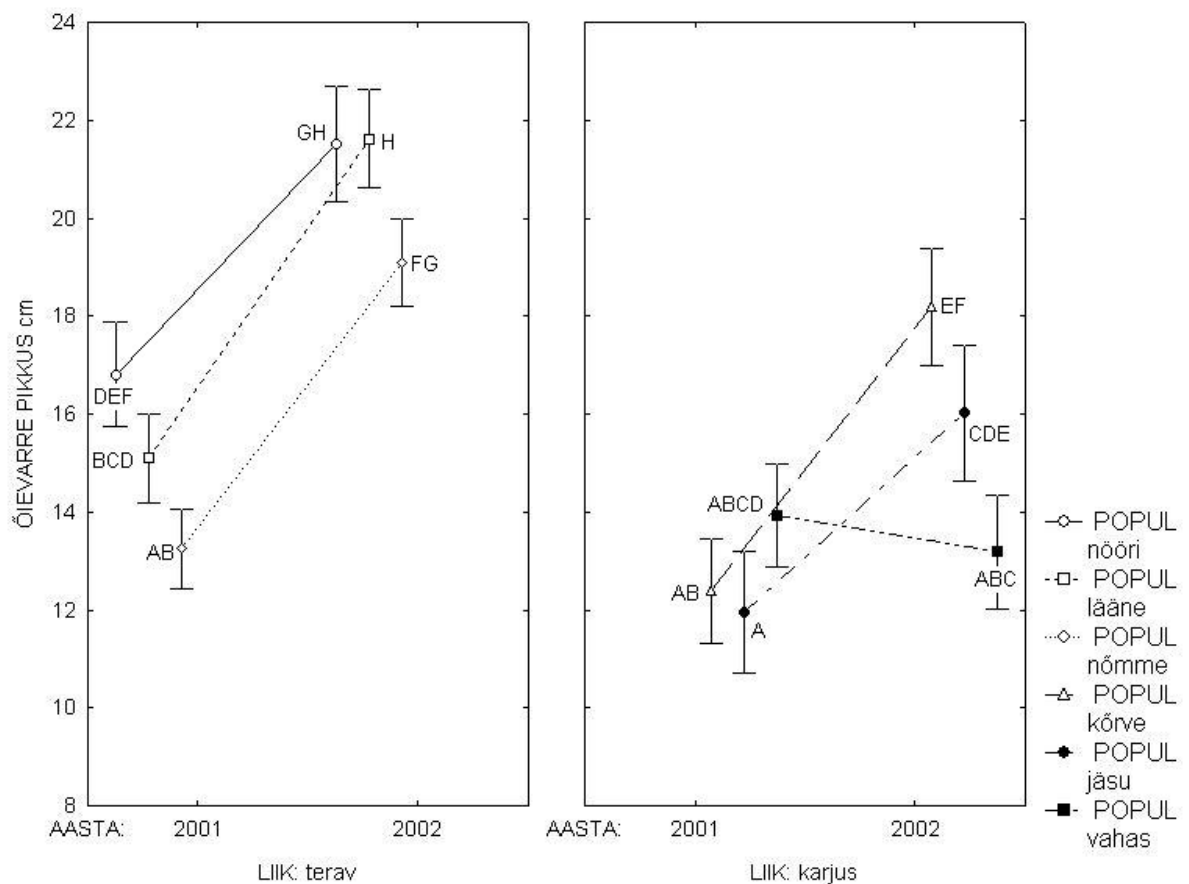
Joonis 3. Lehe hammaste arvu muutumine teravahõlmisel ja karjus-kortslehel erinevatest populatsioonidest pärit taimedel, aastatel 2001 ja 2002. (keskmine ja 0.95 protsentiilid; $F(4,562)=7,1762$; $p = <0,001$). Tähtedega A-F on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.



Joonis 4. Lehehamba laiuse muutumine teravahõlmisel ja karjus-kortslehel erinevatest populatsioonidest pärit taimedel, aastatel 2001 ja 2002. (keskmine ja 0.95 protsentiilid; $F(4,562)=406,02$; $p < 0,001$). Tähtedega A-F on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.



Joonis 5. Lehe laiuse muutumine teravahõlmisel ja karjus-kortslehel erinevatest populatsioonidest pärit taimedel, aastatel 2001 ja 2002. (keskmine ja 0.95 protsentiilid; $F(4,562)=12,827$; $p < 0,001$). Tähtedega A-G on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.



Joonis 6. Õievarre pikkuse muutumine teravahõlmisel ja karjus-kortslehel erinevatest populatsioonidest pärit taimedel, aastatel 2001 ja 2002. (keskmine ja 0.95 protsentiilid; $F(4,344)=12,475$; $p < 0,001$). Tähtedega A-H on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.

Nominaalseid ja ordineeritud tunnuseid analüüsiti eraldi, kasutati mediaantesti (tabel 5). Esimesel aastal osutus liikide eristamisel oluliseks kaheksa, teisel aastal seitse tunnust. Varte kuju ja õite värvus 2001. aastal olulised ei olnud, kuid teisel aastal olid. Karvade asetus varrel ja hüpantiumi karvasus olid olulised tunnused esimesel aastal, teisel aastal oli nende p väärtus 0,05 lähedane, kuid siiski statistiliselt mitte oluline. Kummalgi aastal ei osutunud liikide eristamisel oluliseks lehtede voldilisus.

Tabel 5. Tunnuste olulisuse nivoo (p) teravahõlmise ja karjus-kortslehe eristamisel nominaalsete ja ordineeritud tunnuste alusel. Tunnuste lühendid nagu tabelis 3.

TUNNUSED	OLULISUSE NIVOO p	
	1.aasta	2. aasta
VARTEKU	1,000	<0,001
KARVAR	0,004	0,059
LVOLD	1,000	1,000
LVÄRV	<0,001	<0,001
ÕVÄRV	1,000	<0,001
JUURABI	0,048	<0,001
TUPPL	<0,001	<0,001
VAR KARV	<0,001	0,007
LROOKAR	<0,001	<0,001
HÜP KAR	<0,001	0,053
ÕIEKAR	<0,001	1,000

3.1.3. Diskriminantanalüüs ja peakomponentanalüüs

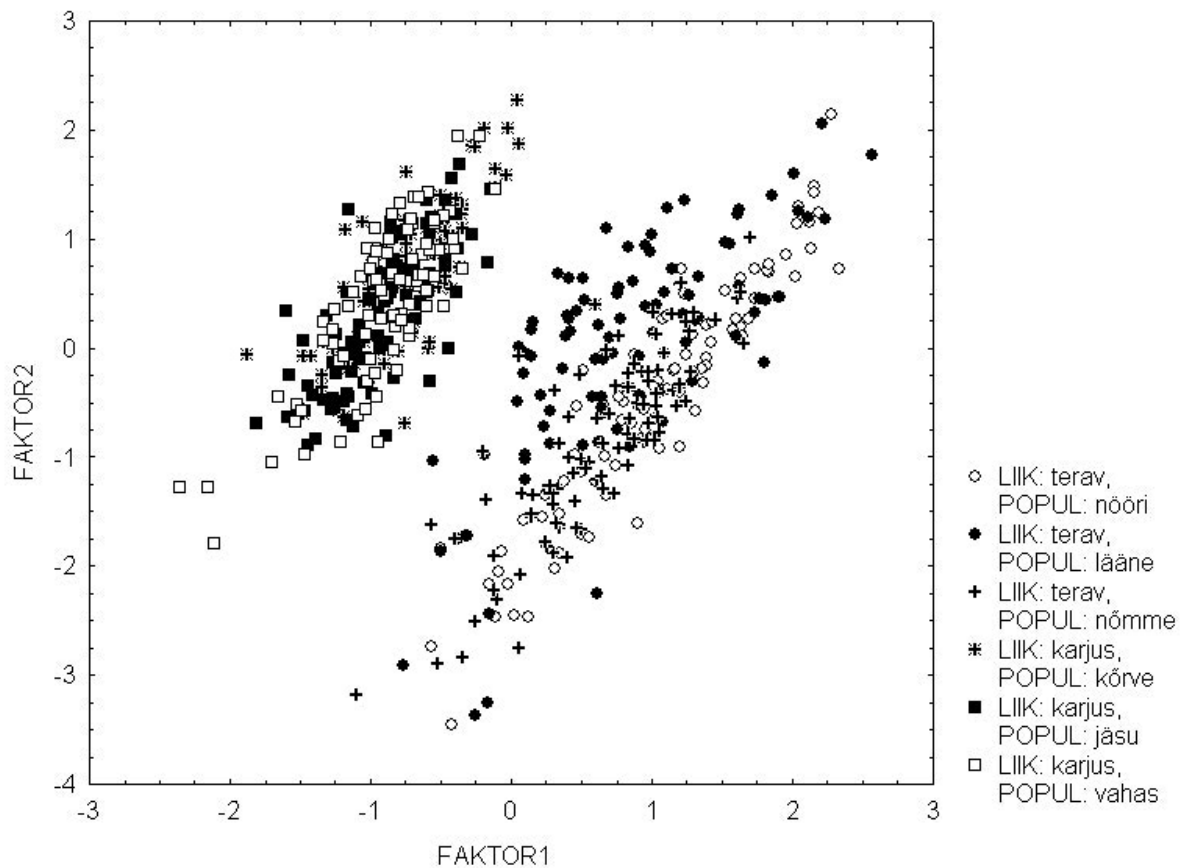
Diskriminantanalüüsi järgi eristusid teravahõlmimine ja karjus-kortsleht väga hästi. Ümber ei klassifitseerunud ühtegi isendit mitte kummalgi aastal. Olulised tunnused diskriminantanalüüsi alusel on esitatud tabelis 6. Teisel aastal ei analüüsitud tunnuseid varte kuju ja lehtede voldilisus, kuna nende tunnuste varieeruvus oli nii väike, et nende kaasamine kasutatud programmipaketiga osutus võimatuks.

Liigid eristuvad hästi ka peakomponentanalüüsi alusel. 2002 aasta andmete alusel erinevad populatsioonid liigi sees mingeid gruppe ei moodusta (joonis 7).

Tabel 6. Tunnuste olulisuse nivoo (p) teravahõlmise ja karjus-kortslehe eristamisel diskriminantanalüüsi alusel. Tunnuste lühendid nagu tabelis 3.

TUNNUSED	OLULISUSE NIVOO p	
	1.aasta	2. aasta
VARTEKU	0,129	-
KARVAR	<0,001	0,007
LVOLD	0,119	-
LVÄRV	<0,001	<0,001

TUNNUSED	OLULISUSE NIVOO p	
	1.aasta	2. aasta
JUURABI	0,016	<0,001
ÕVARP	0,389	0,075
LROOT	0,081	0,759
LRAAD	0,254	0,299
LLAI	0,268	0,037
LHÕLP	0,377	0,829
LHÕLL	0,042	0,081
HÕLARV	0,577	0,298
HAM ARV	0,196	0,213
HÕLMNUR	0,447	0,203
VARLRAA	0,845	0,025
LHOLTIP	0,313	0,713
LHAMTIP	0,264	0,001
HAMLAI	0,023	0,024
ÕIE PIK	0,033	0,145
HÜP LAI	0,942	0,703
TUPPL	0,807	0,004
LEHKARV	0,125	0,118
VARKARV	0,407	0,861
LROOKAR	0,701	0,069
HÜP KAR	0,474	0,664
ÕIEKAR	0,509	0,291



Joonis 7. Teravahõlmise ja karjus-kortslehe populatsioonide paiknemine tunnusruumis peakomponentanalüüsi alusel (2002. a. andmed). Omaväärtused ja telgede osa üldvarieeruvusest: faktoril 1 7,44 ja 28,6% ning faktoril 2 4,11 ja 15,8%.

3.1.4. Fenotüübilise plastilisuse indeks

Teravahõlmine ja karjus-kortsleht fenotüübilise plastilisuse poolest ei erinenud. Statistiliselt ei olnud mitte ühegi tunnuse puhul liigi mõju fenotüübilise plastilisuse indeksile oluline. Kõige väiksema p väärtusega (0,058) oli lehehõlmade arv, see tunnus käitus liigiti veidi erinevalt. Selle tunnuse puhul oli plastilisuse indeks teravahõlmisel kortslehel 0,46 ja karjus-kortslehel 0,36.

Kui aga võrreldi tunnuseid omavahel siis võis märgata erinevusi nende plastilisuses (tabel 7). Kõige varieeruvamad tunnused olid õievarre ja leherootsu pikkus, lehe alumiste hõlmade vaheline nurk ning lehtede karvasus. Kõige väiksema varieeruvusega olid lehe hõlmade arv, hammaste arv tipmisel hõlmal ja õie pikkus.

Populatsioonide plastilisuse indekseid vaatlusel selgus, et ka seal on erinevusi. Näiteks, Järvamaalt Jäsust korjatud karjus-kortslehe populatsioon oli teistega võrreldes paljude

tunnuste osas tunduvalt vähem varieeruv. Kuna aga indeksid olid arvutatud populatsioonide kaupa, siis seda statistiliselt kontrollida ei saanud.

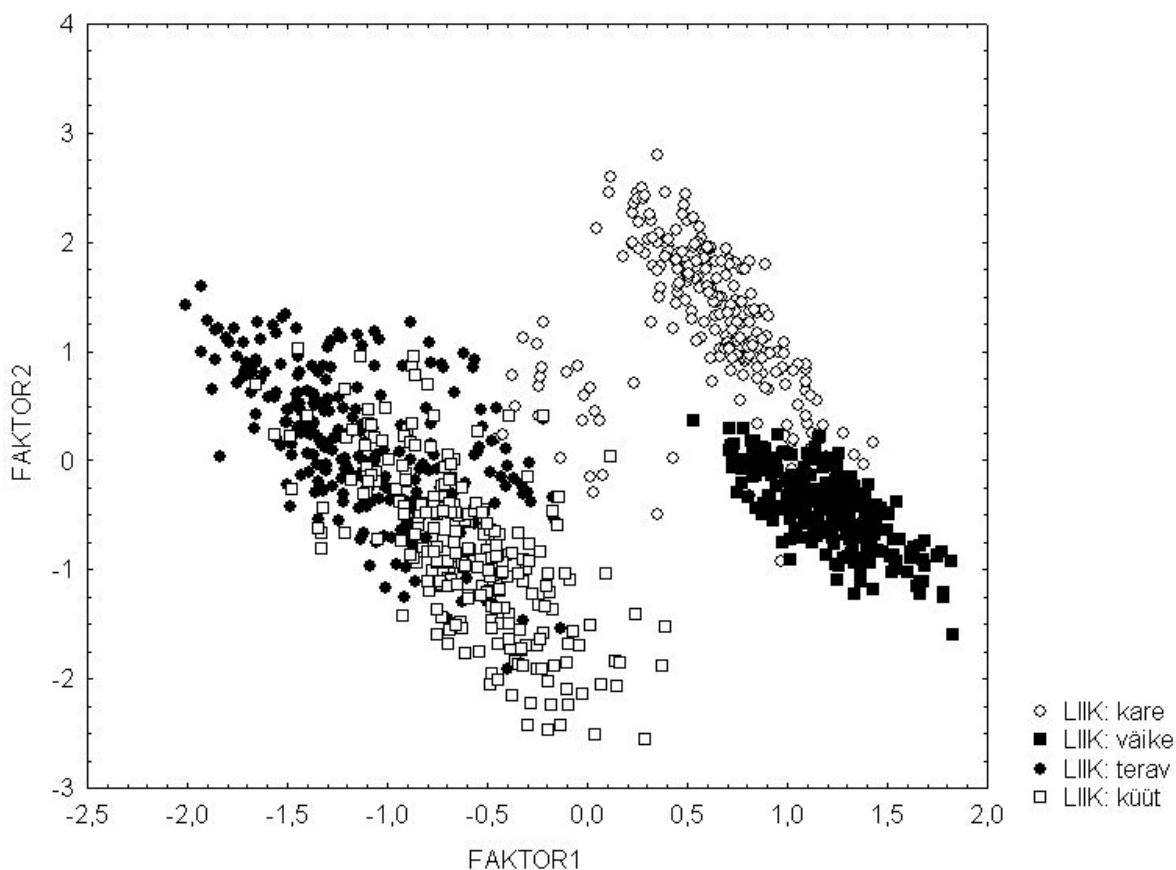
Tabel 7. Fenotüübilise plastilisuse indeksid tunnustele esimeses katses (teravahõlmise ja karjus-kortslehe keskmise). Tunnuste lühendid nagu tabelis 3.

TUNNUS	FENOTÜÜBILISE PLASTILISUSE INDEKS
ÕVARP	0,822
LROOT	0,821
LRAAD	0,642
LLAI	0,651
LHÕLP	0,662
LHÕLL	0,621
HÕLARV	0,413
HAM ARV	0,489
HÕLMNUR	0,975
VARLRAA	0,685
HAMLAI	0,783
ÕIE PIK	0,457
HÜP LAI	0,656
LEHKARV	0,917

3.2. Töötused ehk teine katse

3.2.1. Peakomponentanalüüs ja diskriminantanalüüs

Peakomponentanalüüsi alusel eristuvad väike, karedakarvane, teravahõlmne ja küüt-kortsleht küllalt hästi (joonis 8). Üleminekutsooni on märgata ainult teravahõlmise ja küüt-kortslehe vahel (2002. aasta andmete alusel).



Joonis 8. Teravahõlmise, karedakarvase, väikese ja küüt-kortslehe eristumine peakomponentanalüüsi alusel (andmed 2002. aastast). Omaväärtused ja telgede osavarieeruvusest: faktoril 1. 11,25 ja 41,7% ning faktoril 2. 4,31 ja 16%.

Diskriminantanalüüsil 18 tunnuse alusel klassifitseerusid mõned isendid ümber, 2001. aasta andmete põhjal ainult sarnaste liigipaaride vahel. Karedakarvastest kortslehtedest (263 isendit) määrati üks väikeseks kortsleheks ja 305-st väikesest 19 karedakarvaseks. Ümber klassifitseerusid isendid ka teravahõlmise ja küüt-kortslehe vahel. Teravahõlmistest kortslehtedest (258 isendit) määrati 12 küüt-kortsleheks ja 274-st küüt-kortslehest 24 teravahõlmiseks (tabel 8). 2002. aasta andmete alusel toimus ümberklassifitseerumine ka

teistesse liikidesse, kuid vähesel määral. Näiteks üks karedakarvane kortsleht määrati küüt-kortsleheks ja üks küüt-kortsleht karedakarvaseks. Valdav ümberklassifitseerumine toimus ikkagi sarnaste liigipaaride vahel (tabel 9). Isendite arv 2001. ja 2002. aastal herbariseeritud taimedel pole kõikide liikide puhul vastavuses. Põhjuseid on kaks, esiteks esimesel aastal polnud kõikidel taimedel mõõtmiseks piisavalt lehti, teiseks läks aga osa taimi ka talve jooksul välja. Diskriminantanalüüsi hõlmati ainult 18 tunnust, kuna esimese aasta andmestikust puudusid väga paljudel isenditel õitega seonduvad tunnused, sest korjamise ajaks paljud taimed ei õitsenud. Et tulemused oleks võrreldavad, tehti diskriminantanalüüs ka teisel aastal ainult 18 tunnusega.

Tabel 8. Klassifitseeriv diskriminantanalüüs 18 tunnuse alusel (2001). Ridades on antud empiirilisel määratud liigid ja tulpades prognoos.

	%	KAREDA-KARVANE	VÄIKE	TERAVA-HÕLMINE	KÜÜT
KAREDAKARVANE	93,2	262	19	0	0
VÄIKE	99,7	1	286	0	0
TERAVAHÕLMINE	91,5	0	0	259	24
KÜÜT	87,4	0	0	36	250
KOKKU	92,9	263	305	295	274

Tabel 9. Klassifitseeriv diskriminantanalüüs 18 tunnuse alusel (2002). Ridades on antud empiirilisel määratud liigid ja tulpades prognoos.

	%	KAREDA-KARVANE	VÄIKE	TERAVA-HÕLMINE	KÜÜT
KAREDAKARVANE	91,6	261	19	4	1
VÄIKE	99,6	1	281	0	0
TERAVAHÕLMINE	87,4	0	0	242	35
KÜÜT	95,4	1	0	12	271
KOKKU	93,5	263	300	258	307

Teise aasta andmestiku põhjal analüüsiti ka kõigi tunnuste olulisust eelpool nimetatud nelja liigi eristamisel. Statistiliselt olulised olid 25 tunnust 27-st, olulisuse tõenäosuse väärtus oli üle 0,05 lehe raadiusel ja laiusel. Karedakarvase ja väikese kortslehe eristamisel olid olulised 11 tunnust, lisaks olid kahe tunnuse p-väärtused 0,05 lähedased (tabel 10). Teravahõlmise ja küüt-kortslehe eristamisel olid olulised 8 tunnust 24-st (tabel 11).

Analüüsist jäid välja: õite värvus, hüpantiumi ja õievarrekese karvasus. Nimetatud tunnuste varieeruvus oli liiga väike ja nende kaasamine analüüsi osutus antud programmiga võimatuks.

Tabel 10. Tunnuste olulisuse nivoo (p) karedakarvase ja väikese kortslehe eristamisel diskriminantanalüüsi alusel. Tunnuste lühendid nagu tabelis 3.

TUNNUSED	OLULISUSE NIVOO p
VARTEKU	<0,001
KARVAR	<0,001
LVOLD	<0,001
LVÄRV	0,415
JUURABI	0,741
ÕVARP	0,051
LROOT	0,055
LRAAD	0,373
LLAI	0,035
LHÕLP	0,878
LHÕLL	0,001
HÕLARV	0,385
HAM ARV	0,353
HÕLMNUR	<0,001
VARLRAA	0,400
LHOLTIP	0,632
LHAMTIP	0,696
HAMLAI	0,719
ÕIE PIK	0,968
HÜP LAI	0,394
TUPPL	0,080
LEHKARV	0,007
VARKARV	<0,001
LROOKAR	<0,001
HÜP KAR	<0,001
ÕIEKAR	<0,001
ÕVÄRV	0,738

Tabel 11. Tunnuste olulisuse nivoo (p) teravahõlmise ja küüt-kortslehe eristamisel diskriminantanalüüsi alusel. Tunnuste lühendid nagu tabelis 3.

TUNNUSED	OLULISUSE NIVOO p
VARTEKU	0,131
KARVAR	<0,001
LVOLD	<0,001
LVÄRV	<0,001
JUURABI	0,005
ÕVARP	0,485
LROOT	0,004
LRAAD	0,651
LLAI	0,131
LHÕLP	0,857
LHÕLL	0,203
HÕLARV	0,994
HAM ARV	0,492
HÕLMNUR	0,840
VARLRAA	0,544
LHOLTIP	0,049
LHAMTIP	0,767
HAMLAI	0,280
ÕIE PIK	0,225
HÜP LAI	0,475
TUPPL	0,031
LEHKARV	0,008
VARKARV	0,223
LROOKAR	0,981

3.2.2. Dispersioonanalüüs

Dispersioonanalüüsi abil selgus töötluste mõju tunnustele. Kõige rohkem töötlustest mõjutas tunnuste varieeruvust väetamine, kuid märgatav oli ka varjutamise mõju. Niisutamine mõjutas tunduvalt vähem (tabel 12).

Väetamine põhjustas olulisi muutusi 10 tunnuse varieerumisele. Lisaks oli nelja tunnuse

puhul oluline väetis*liik koosmõju. Leherootsu karvasuse puhul oli faktori väetise mõju oluline, kuid koosmõju liigiga ei olnud. Osad tunnused muutusid liigiti sarnaselt. Näiteks varrelehe raadius ja leherootsu pikkus suurenesid kõikidel liikidel (joonis 9). Lehehõlma pikkus ja laius samuti suurenesid, ainult väikesel kortslehel nende tunnuste osas muutust ei esinenud (joonis 10). Kõikide liikide puhul suurenesid veel lehe raadius ja laius.

Mõne tunnuse puhul muutus üks liik teistest erinevalt. Näiteks lehtede karvasus üldiselt vähenes, ainult teravahõlmisel kortslehel suurenes. Hüphantiumi karvasus valdavalt ei muutunud, ainult küüt-kortslehe hüphantiumid muutusid väetamise tagajärjel karvasemaks. Tuppelehtede pikkus suurenes, küüt-kortslehel vähenes. Õievarre pikkus suurenes, teravahõlmisel kortslehel aga vähenes. Lehehamba laius suurenes, väikese kortslehe lehehambad aga muutusid väetamise tulemusena veidi väiksemaks. Lehe hõlmade vaheline nurk suurenes teravahõlmisel ja karedakarvasel kortslehel, teistel olulist muutust ei esinenud (joonis 11).

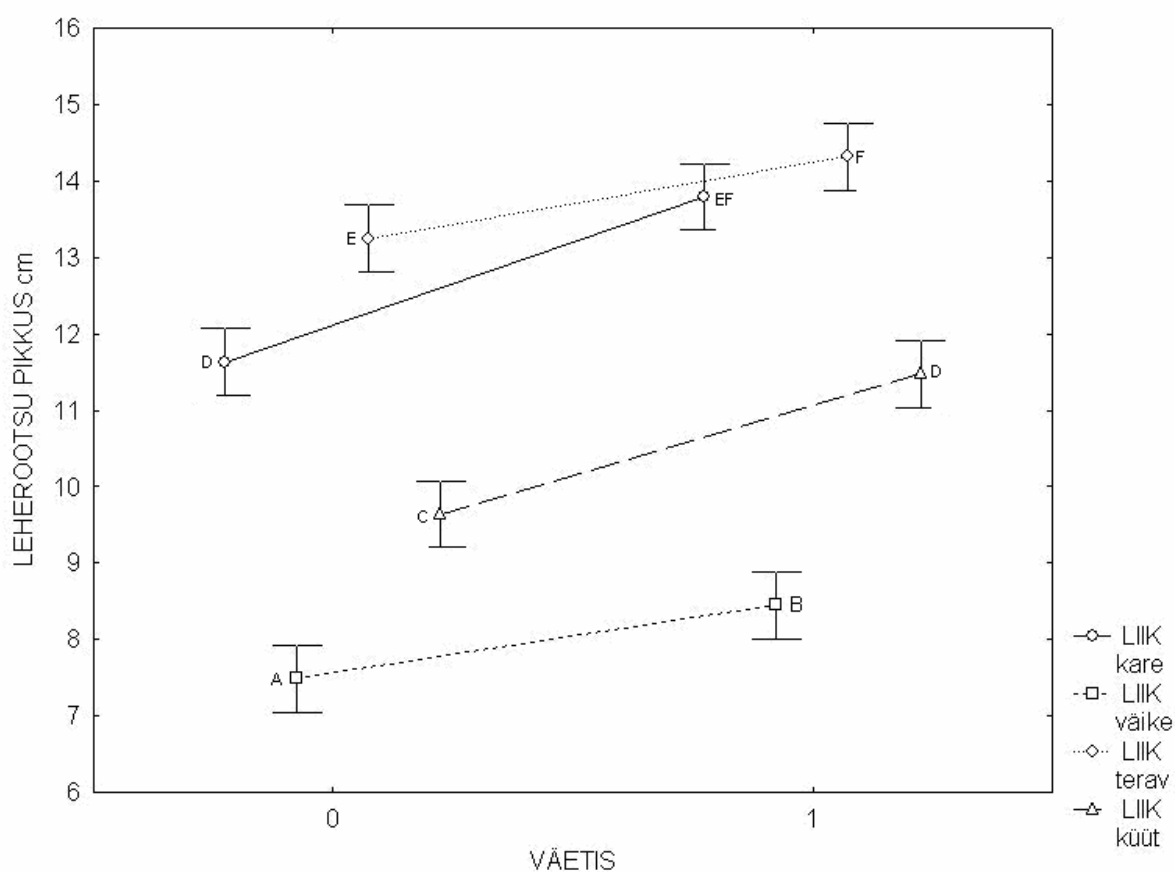
Varjutamine mõjutas oluliselt ainult viit tunnust. Lisaks oli tupplehtede pikkuse ja hammaste arvu puhul oluline varju ja liigi koosmõju. Liigid muutusid reeglina sarnaselt, mõni liik lihtsalt allus mõjule teistega võrreldes rohkem või vähem. Varjutamise tulemusena vähenes taimede leherootsu karvasus. Varrelehe raadius vähenes, ainult karedakarvasel kortslehel muutust ei esinenud. Õie pikkus muutus küüt-kortslehel varjutamise tulemusena väiksemaks, teistel liikidel polnud muutus oluline (joonis 12).

Niiskus avaldas koosmõjus liigiga statistiliselt olulist mõju ainult kahele tunnusele. Näiteks välistupplehtede pikkus võrreldes tupplehtetega niiskuse mõjul vähenes väikesel kortslehel, teistel liikidel jäi tunnuse keskmine väärtus praktiliselt samaks (joonis 13).

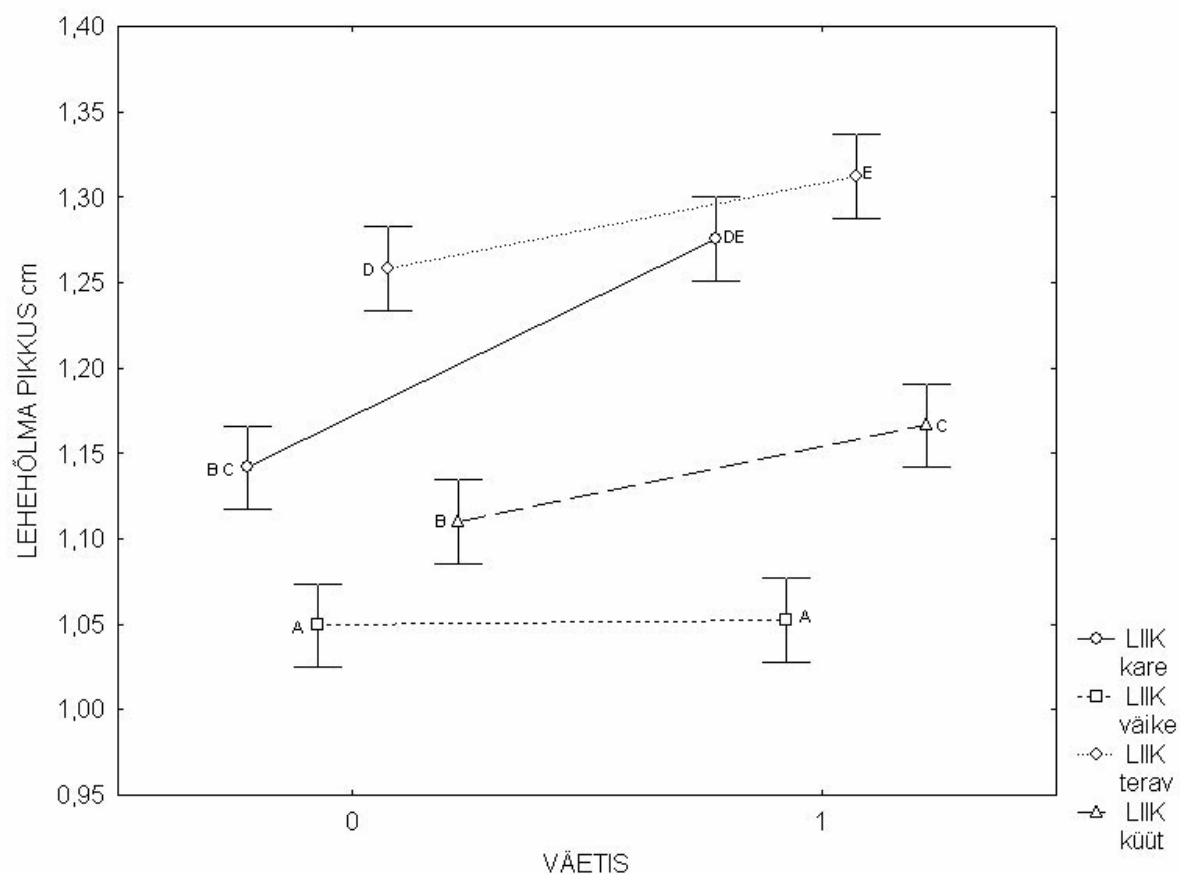
Tabel 12. Töötluste mõju tunnustele (olulisuse nivoo p) dispersioonanalüüsi alusel (ANOVA). Tunnuste lühendid nagu tabelis 3.

TUNNUSED	VÄETIS	VARI	NIISKUS	VÄETIS *LIIK	VARI *LIIK	NIISKUS *LIIK
LROOT	<0,001	0,254	0,161	0,004	0,122	0,471
LRAAD	<0,001	<0,001	0,592	0,019	0,100	0,699
LLAI	<0,001	0,407	0,202	0,031	0,089	0,629
LHÕLP	<0,001	0,309	0,346	<0,001	0,178	0,919
LHÕLL	<0,001	0,044	0,344	0,001	0,471	0,979
HÕLMNUR	<0,001	0,536	0,916	0,034	0,573	0,287
VARLRAA	<0,001	0,004	0,209	0,048	0,377	0,568
HAMLAI	<0,001	0,546	0,427	<0,001	0,308	0,836

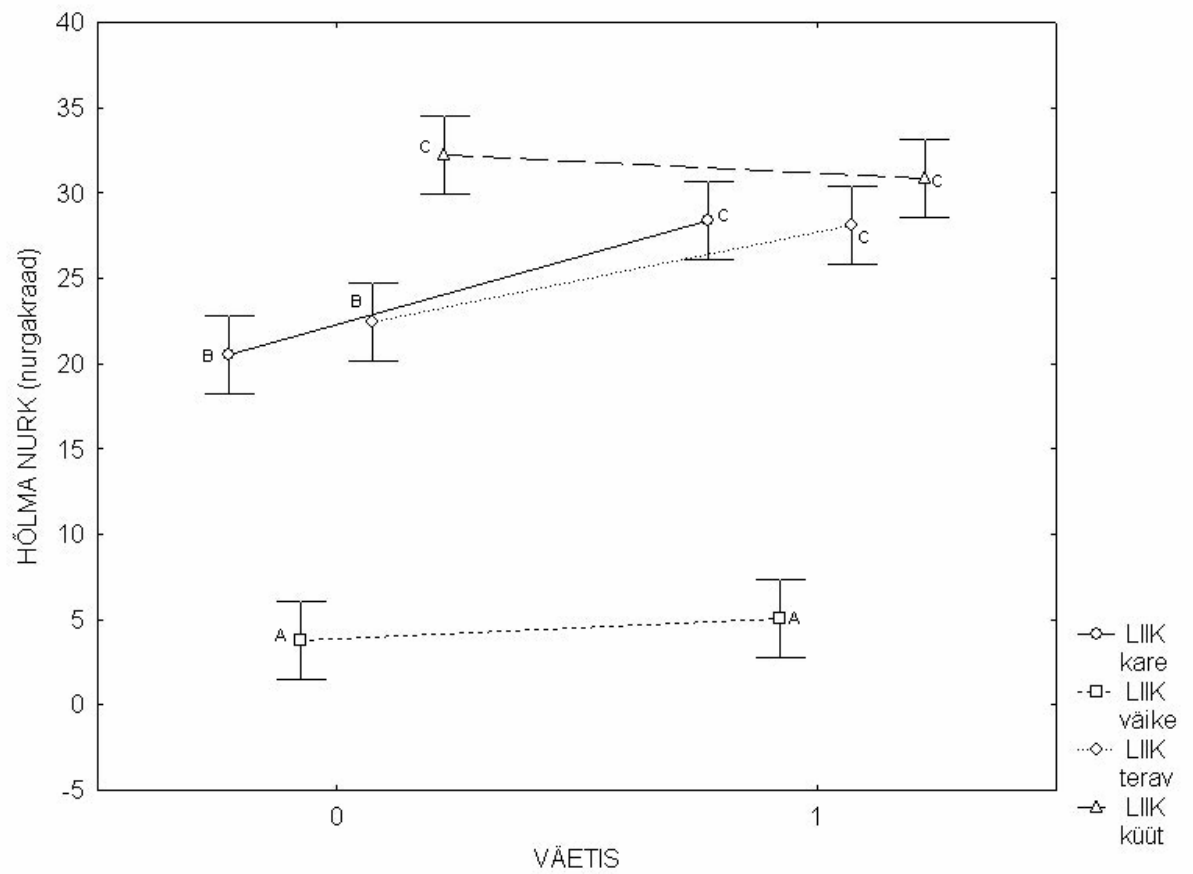
TUNNUSED	VÄETIS	VARI	NIISKUS	VÄETIS *LIIK	VARI *LIIK	NIISKUS *LIIK
ÕIE PIK	0,232	0,023	0,668	0,165	0,035	0,091
HÜP LAI	0,152	0,051	0,863	0,749	0,075	0,243
ÕVARP	<0,001	0,083	0,149	0,007	0,106	0,357
HAM ARV	0,599	0,332	0,615	0,259	0,048	0,438
HÕLARV	0,790	0,949	0,679	0,001	0,638	0,566
LEHKARV	0,327	0,175	0,058	<0,001	0,115	0,890
LROOKAR	0,001	0,036	0,069	0,105	0,857	0,534
HÜP KAR	0,058	0,454	0,093	0,044	0,579	0,556
ÕIEKAR	0,892	0,411	0,778	0,964	0,909	0,859
TUPPL	0,806	0,789	0,082	0,019	<0,005	0,012
VARKARV	0,406	0,776	0,836	0,398	0,977	0,029



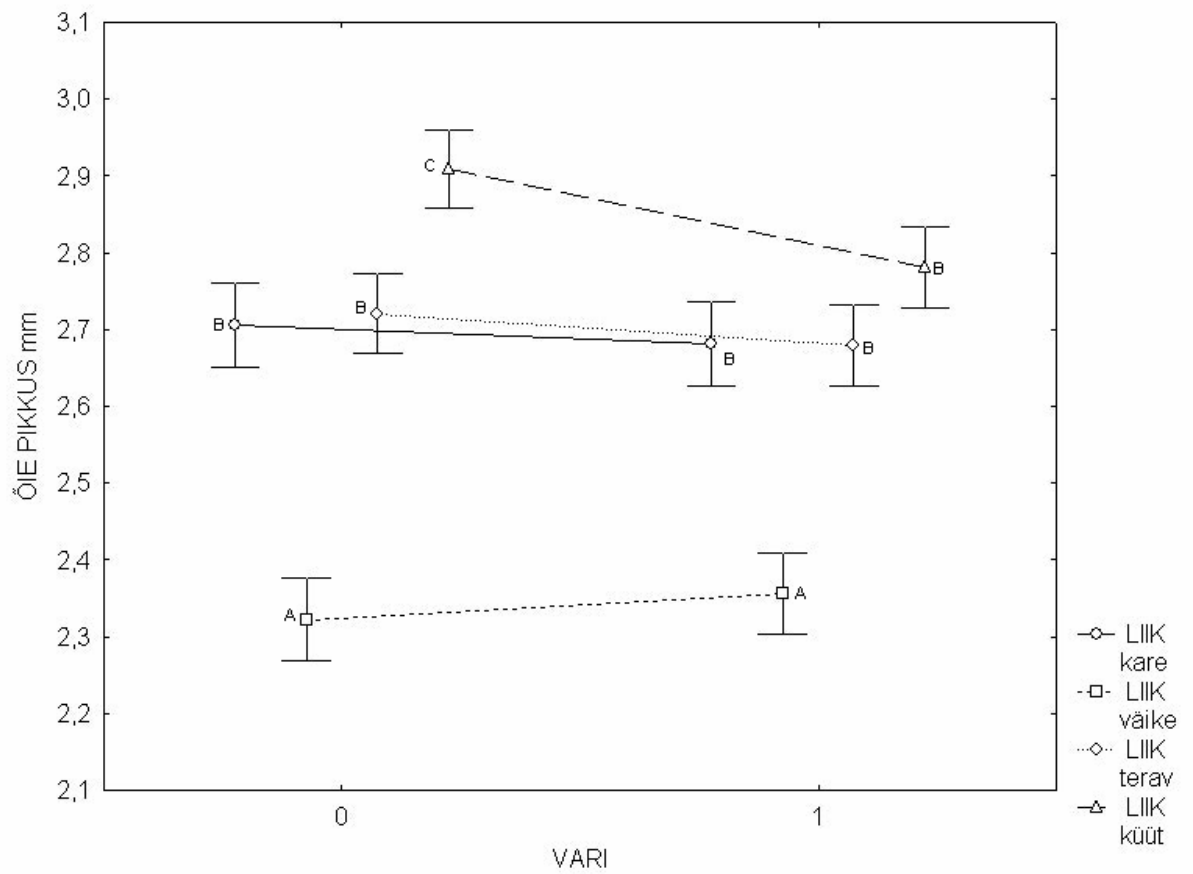
Joonis 9. Leherootsu pikkuse muutumine erinevatel liikidel väetamise tagajärjel. Vähimruutude keskmised, 0,95 protsentiilid. ($F(3,1132)=3,4334$; $p=0,016$). Tähtedega A-F on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.



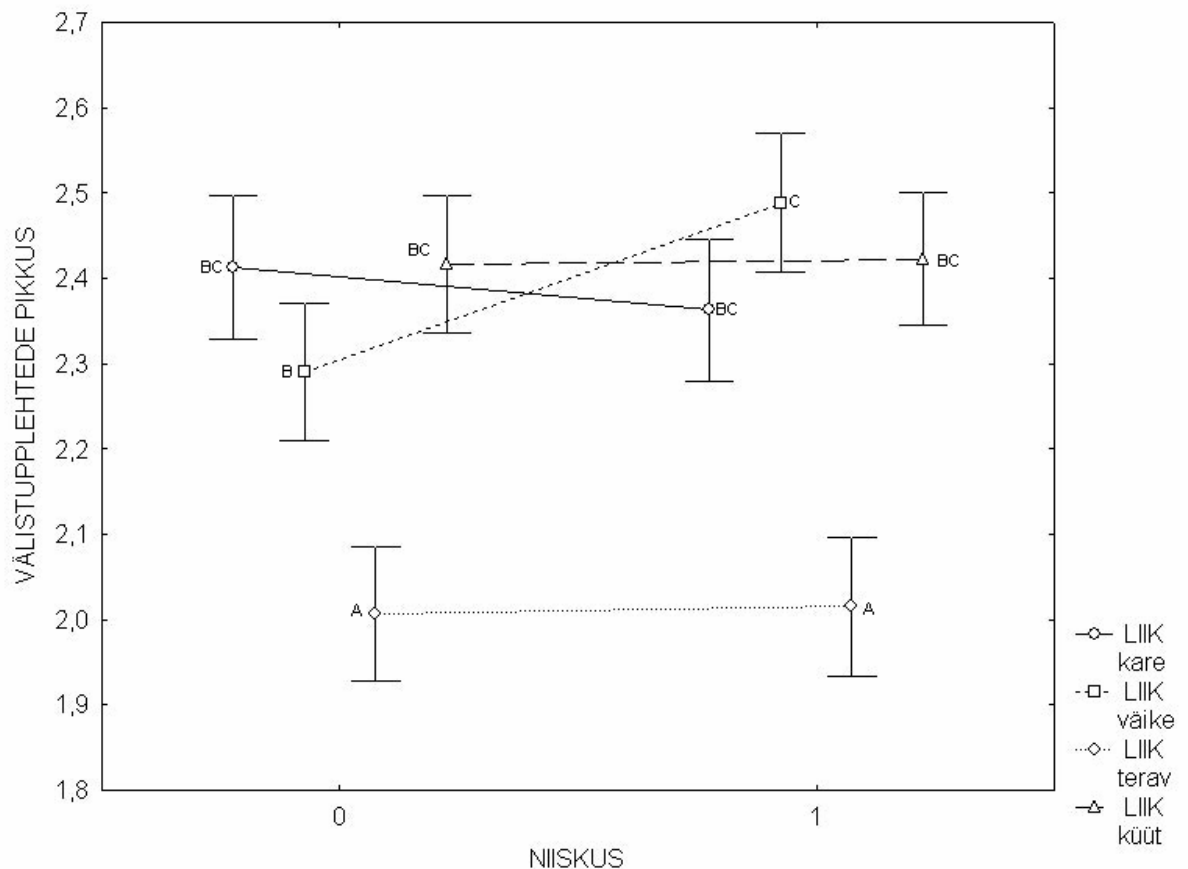
Joonis 10. Lehehõlma pikkuse muutumine erinevatel liikidel väetamise tulemusena. Vähimruutude keskmised, 0,95 protsentiilid. ($F(3,1138)=9,3294$; $p < 0,001$). Tähtedega A-E on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.



Joonis 11. Lehe alumiste hõlmade vahelise nurga muutumine erinevatel liikidel väetamise tulemusena. Vähimruutude keskmised, 0,95 protsentiilid. ($F(3,1136)=6,4264$; $p<0,001$). Tähtedega A-C on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.



Joonis 12. Õie pikkuse muutumine erinevatel liikidel varjutamise tulemusena. Vähimruutude keskmised, 0,95 protsentiilid. ($F(3,1032)=3,1700$; $p= <0,023$). Tähtedega A-C on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.



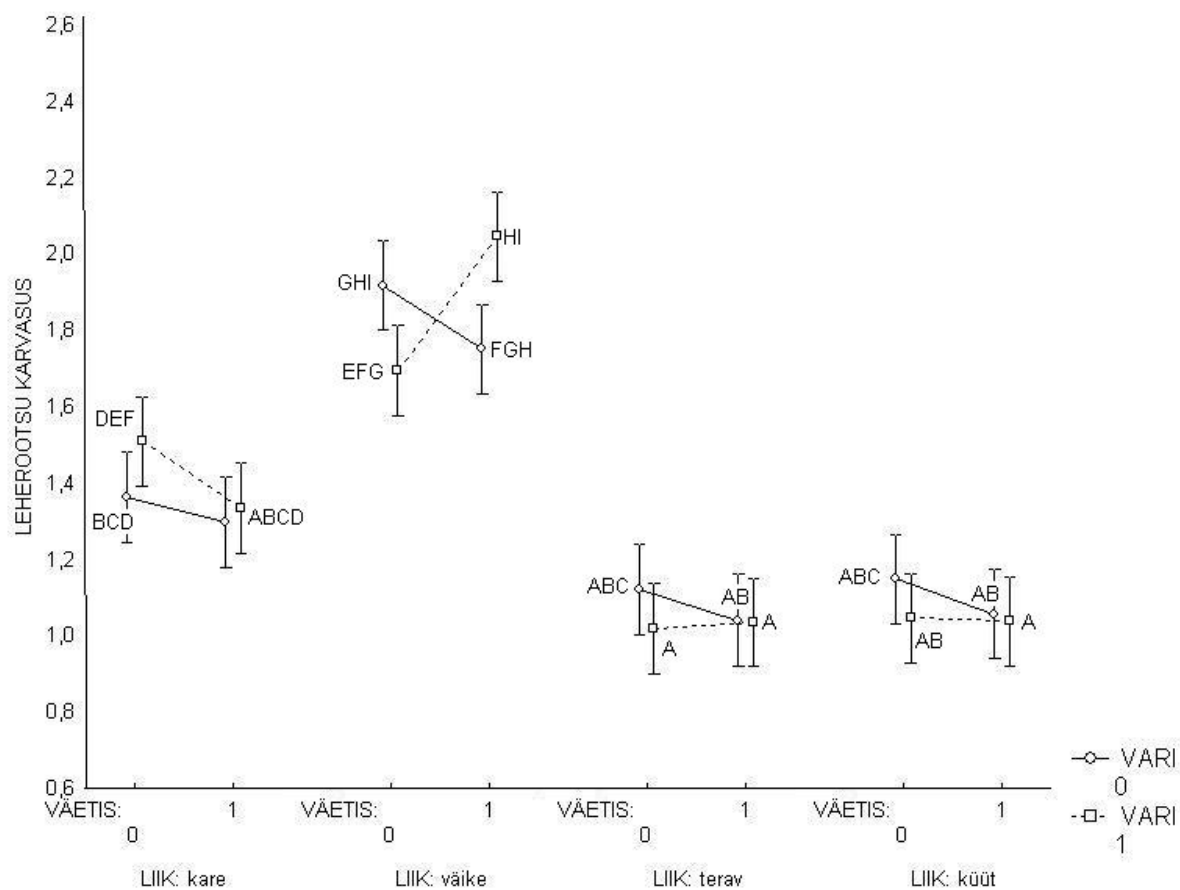
Joonis 13. Välistupplehtede pikkuse muutumine võrreldes tupplehtedega niisutamise tulemusena erinevatel liikidel. Vähimruutude keskmised, 0,95 protsentiilid. ($F(3,1039)=3,4142$; $p= <0,017$). Tähtedega A-C on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.

Koosmõjus avaldasid töötused olulist mõju 13 tunnusele (tabel 13), näiteks leherootsu karvasuse puhul (joonised 14, 15). Kui ei niisutata ega varjutata, siis väetamise mõjul leherootsu karvasus väheneb. Kui ei niisutata, aga varjutatakse, siis väetamise tagajärjel liigid muutuvad erinevalt. Teravahõlmisel ja küüt-kortslehel leherootsu karvasus praktiliselt ei muutu, karedakarvasel kortslehel aga väheneb ja väikesel kortslehel suureneb. Kui aga taimi niisutada, siis leherootsu karvasus väheneb sõltumata sellest, kas varjutatakse või mitte.

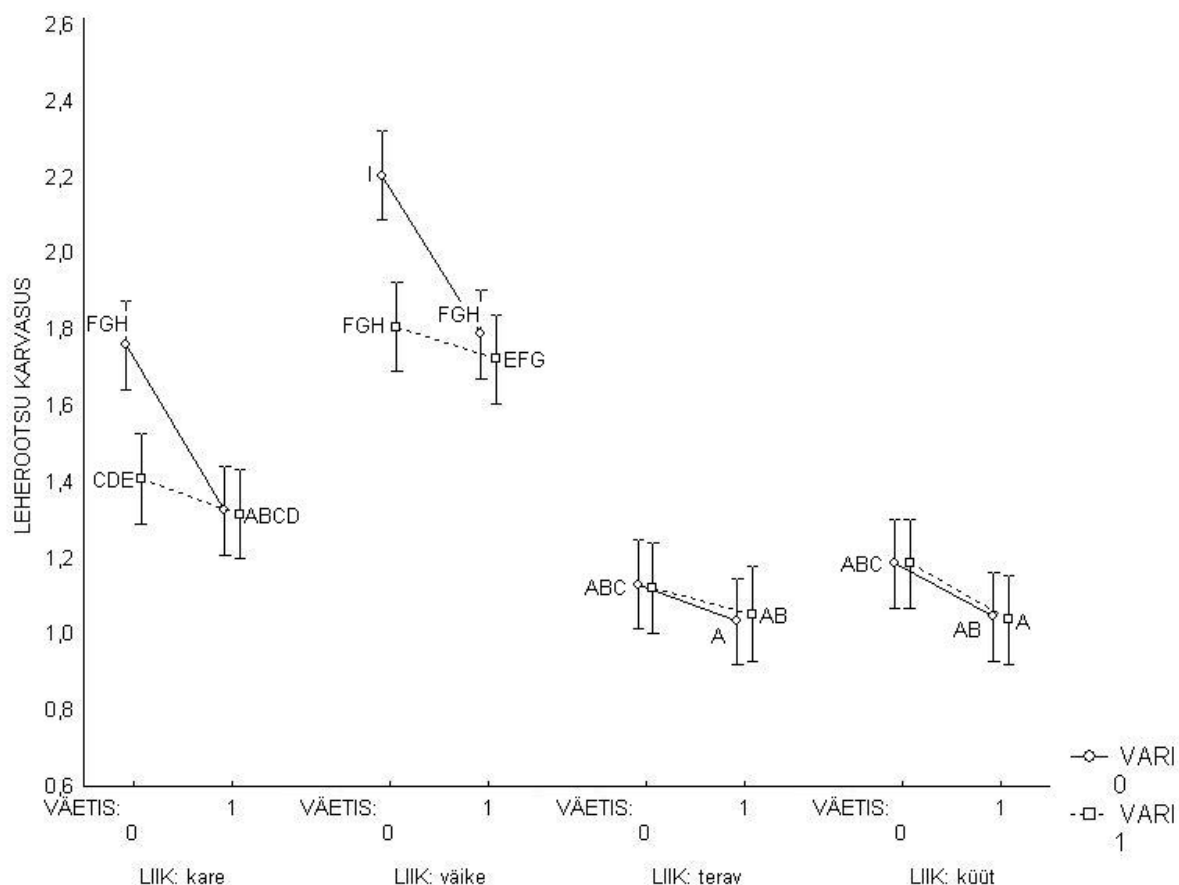
Teise näitena võiks tuua varrelehe raadiuse muutumise. Kui ei niisutata, siis väetise mõjul varrelehe raadius suureneb sõltumata varjutamisest. Ainult küüt-kortslehel varjus varrelehe raadius väheneb, kuid kui niisutada, siis suureneb raadius ka sellel liigil. Kui niisutada, siis on märgata varjus väikese ja teravahõlmise kortslehe varreleheraadiuse vähenemist, karedakarvasel kortslehel muutust aga praktiliselt ei esine.

Tabel 13. Töötluste mõju tunnustele koosmõjus (olulisuse nivoo p) dispersioonanalüüsi alusel (ANOVA). Tunnuste lühendid nagu tabelis 3.

TUNNUSED	VÄETIS* NIISKUS	VÄETIS* VARI	NIISKUS* VARI	VÄETIS* NIISKUS*VARI
LROOT	<0,001	0,134	0,532	0,117
LRAAD	0,039	0,063	0,494	0,626
LLAI	0,011	0,057	0,657	0,219
LHÕLP	0,008	0,273	0,696	0,297
LHÕLL	0,062	0,316	0,369	0,140
HÕLMNUR	<0,001	0,873	0,602	0,865
VARLRAA	0,204	0,025	0,592	0,947
HAMLAI	0,651	0,226	0,943	0,451
ÕIE PIK	0,833	0,002	0,516	0,123
HÜP LAI	0,855	0,013	0,530	0,950
ÕVARP	0,051	0,086	0,374	0,903
HAM ARV	0,158	0,003	0,708	0,452
HÕLARV	0,781	0,969	0,880	0,292
LEHKARV	0,333	0,887	0,322	0,554
LROOKAR	<0,001	<0,001	0,044	0,609
HÜP KAR	0,002	0,709	0,453	0,165
ÕIEKAR	0,011	0,171	0,071	0,421
TUPPL	0,961	0,129	0,695	0,054
VARKARV	0,001	0,813	0,518	0,152



Joonis 14. Leherrootsu karvasuse muutumine väetise ja varju mõjul erinevatel liikidel, kui ei niisutata. Vähimruutude keskmised, 0,95 protsentiilid. ($F(3,1115)=2,9011$; $p= 0,034$). Tähtedega A-I on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.



Joonis 15. Leherootsu karvasuse muutumine väetise ja varju mõjul erinevatel liikidel, kui niisutatakse. Vähimruutude keskmised, 0,95 protsentiilid. ($F(3,1115)=2,9011$; $p=0,034$). Tähtedega A-I on märgitud keskmiste grupid Tukey testi järgi.

3.2.3. Fenotüübilise plastilisuse indeks

Analoogselt esimese katse tulemustega, ka teise katse liigid plastilisuselt ei erinenud. Statistiliselt ei olnud mitte ühegi tunnuse puhul liigi mõju fenoplastilisuse indeksile oluline. Tunnused aga omavahel plastilisuse poolest erinesid (tabel 14). Kõige varieeruvamad tunnused olid õievarre pikkus, leherootsu pikkus, lehe alumiste hõlmade vaheline nurk ja lehtede karvasus. Väikseima fenotüübilise plastilisusega olid lehe hõlmade arv ja hammaste arv tipmisel hõlmal. Sarnasele tulemusele jõuti ka esimeses katses.

Tabel 14. Fenotüübilise plastilisuse indeksid tunnustele teises katses (teravahõlmise, karedakarvase, väikese ja küüt-kortslehe keskmine). Tunnuste lühendid nagu tabelis 3.

TUNNUS	FENOTÜÜBILISE PLASTILISUSE INDEKS
ÕVARP	0,865
LROOT	0,919
LRAAD	0,745
LLAI	0,779
LHÕLP	0,781
LHÕLL	0,740
HÕLARV	0,466
HAM ARV	0,539
HÕLMNUR	0,988
VARLRAA	0,774
HAMLAI	0,829
ÕIE PIK	0,716
HÜP LAI	0,802
LEHKARV	0,881

4. ARUTELU

Keskkonnatingimuste mõjul tunnused muutuvad, kuid see ei mõjuta oluliselt liikide eristatavust. Töötlustest mõjutas tunnuste varieeruvust kõige rohkem väetamine, kuid oluline oli ka varjutamise mõju.

Kinnitust leidis teravahõlmise ja küüt-kortslehe ning väikese ja karedakarvase kortslehe sarnasus. Siiski pole sarnasus piisav, et liita nad üheks liigiks.

Morfoloogiliste tunnuste alusel liigisiselt erinevatesse populatsioonidesse kuuluvad taimed ei eristu. Väikest liigisisest varieeruvust võis põhjustada see, et katsetaimedeks valiti isendid, mille mikroliik oli üheselt määratav. Vahepealsete tunnustega taimi leidub looduses aga küllalt palju.

Kõige efektiivsemateks tunnusteks liikide eristamisel olid lehtede ja juurmiste abilehtede värvus, leherootsu pikkus, lehehõlma laius, varrelehe raadius, välistupplehtede pikkus võrreldes tupplehtedega ja lehe pealmise külje karvasus. Kasvamisel samades tingimustes muutus enamik tunnuseid erinevatel liikidel ühesuunaliselt, meetrilised mõõdud reeglina suurenesid, karvasus sageli vähenes. Ka väetamise tagajärjel suurenes enamik meetrilisi tunnuseid. Mõned tunnused käitusid liigiti erinevalt. Näiteks lehehõlma pikkus, lehe laius ja raadius teravahõlmisel kortslehel suurenesid karjus-kortslehel aga vähenesid. Väetamise ja varjutamise tulemusena välistupplehtede pikkus võrreldes tupplehtedega üldiselt suurenes, küüt-kortslehel aga vähenes. Väetamise tagajärjel lehe pealmise külje karvasus vähenes, ainult teravahõlmisel kortslehel suurenes. Õievarre pikkus reeglina väetamisel suurenes, teravahõlmisel aga vähenes. Lehehamba laius suurenes, väikesel kortslehel aga jäi praktiliselt samaks või õige pisut vähenes.

Uuritud liigid fenotüübilise plastilisuse poolest ei erine. Kõige varieeruvamad tunnused olid lehtede karvasus, lehe alumiste hõlmade vaheline nurk, õievarre ja leherootsu pikkus. Kõige väiksema plastilisusega olid lehe hõlmade arv ja hammaste arv tipmisel hõlmal.

4.1. Liikide eristumine

Karjus-kortsleht eristus väga hästi teravahõlmisest kortslehest nii diskriminantanalüüsi kui ka peakomponentanalüüsi alusel. Ümber ei klassifitseerunud ühtegi isendit mitte kummalgi aastal. Ka varasemates töödes on karjus-kortsleht osutunud küllalt hästi eristuvaks mikroliigiks (Sepp & Paal 1998, Sepp 2000), millel sarnasust teravahõlmise kortslehega ei ole täheldatud. Fröhneri (1995) klassifikatsiooni alusel kuuluvad need liigid ka erinevatesse seksioonidesse. Erinevad populatsioonid karjus-kortslehe liigi sees mingeid gruppe ei moodustanud (joonis 7). Eelmises töös jõuti seisukohale, et liigisisene varieeruvus sellel liigil on väike (Hõimra 2001). Ka Glazunova ja Mjatlev (1990) ei tuvastanud selle liigi sees morfoloogiliste tunnuste alusel eristuvaid isendite gruppe. Tikhomirov (1967) ja Plocek (1976) väidavad aga, et karjus-kortsleht on areaali eri osades küllalt varieeruv. Tõenäoliselt ilmneb selle liigi varieeruvus siiski suuremate geograafiliste kauguste puhul, kui Eesti piires.

Väike kortsleht eristus peakomponentanalüüsi alusel eelpool nimetatud liikidest väga hästi (joonis 8). Ka diskriminantanalüüsil 18 tunnuse alusel oli ümberklassifitseeritud isendite arv küllalt väike. Nii 2001. kui ka 2002. aasta andmete põhjal määrati 19 väikese kortslehe isendit karedakarvaseks (tabelid 8,9). Viimase kahe liigi sarnasust on täheldatud ka varasemates töödes (Sepp ja Paal 1998, Sepp 2000). Juzepczuki (1941) klassifikatsiooni alusel kuuluvad need liigid samasse seksiooni *Pubescentes* ja Tikhomirovi (1998) järgi isegi samasse alamseksiooni. Teiste uuritud liikidega väikese kortslehe puhul sarnasust ei märgatud.

Karedakarvane kortsleht eristus samuti peakomponentanalüüsi alusel teistest liikidest väga hästi (joonis 8). Diskriminantanalüüsi alusel klassifitseerus 263-st isendist 2001. aastal üks väikeseks ja 2002. aastal üks väikeseks ja üks küüt-kortsleheks (tabelid 8,9).

Küüt-kortsleht osutus peakomponentanalüüsi alusel uuritud liikidest sarnaseks ainult teravahõlmise kortslehega (joonis 8). Ka diskriminantanalüüsi alusel oli ümberklassifitseerunud isendite arv suurem võrreldes eelpool mainitud liikidega. 2001. aasta andmete põhjal määrati 274-st küüt-kortslehest 24 teravahõlmiseks (tabel 8). 2002. aasta andmete alusel aga 307-st 35 teravahõlmiseks ja üks karedakarvaseks kortsleheks (tabel 9). Teravahõlmise ja küüt-kortslehe sarnasust morfoloogiliste tunnuste alusel on märgitud ka varem (Sepp 2000, Hõimra 2001). Sepp (2000) tõestas ka nende liikide geneetilise sarnasuse, tehes ettepaneku liita nad üheks liigiks. Fröhneri (1995) klassifikatsiooni alusel kuuluvad need liigid ühte seksiooni *Alchemilla*. Juzepczukil (1941) samasse alamseksiooni *Imberbes* ja Tikhomirovi (1998) järgi isegi samasse alamseeriasse.

Teravahõlmne kortsleht ei eristunud peakomponentanalüüsi alusel küüt-kortslehest (joonis 8). Klassifitseerival diskriminantanalüüsil määrati 2001. aasta andmete alusel 295-st teravahõlmise kortslehe isendist 36 küüt-kortsleheks (tabel 8), 2002. aasta andmete alusel 258-st isendist neli karedakarvaseks ja 12 küüt-kortsleheks (tabel 9). Väikese ja karjus-kortslehega sarnaseid isendeid ei leidunud. Liigisiselt morfoloogiliste tunnuste alusel erinevatesse populatsioonidesse kuuluvad taimed ei eristu. Turesson (1943) väitis, et vahel on populatsioonid liigi sees erinevamad kui üksikud mikroliigid. Teravahõlmise ja karjus-kortslehe puhul see väide kinnitust ei leidnud. Enamasti on liikidevaheline varieeruvus suurem võrreldes liigisisesega (Turesson 1956, Hõimra 2001).

Seega leidis kinnitust oletus kahest liigipaarist, mis omavahel hästi eristuvad, kuid paarisiseselt on liigid sarnased. Eriti leidis kinnitust teravahõlmise ja küüt-kortslehe sarnasus, kuigi vähemal määral, kui võinuks varasemate uurimuste põhjal arvata. Käesoleva töö tulemusena võib pidada nende liikide eristamist siiski põhjendatuks. Kuid kindlasti tuleks neid liike analüüsida ka geneetiliste meetoditega. Üllatavalt ei olnud ühesugustes tingimustes kasvatamisel sarnasus suurenenud, vaid pigem vähenenud.

4.2. Tunnuste sobivus liikide eristamiseks

Uuritud liikide eristamisel osutusid küllaltki headeks tunnusteks nominaalsed tunnused. Näiteks vartekuju, lehtede värvus, õite värvus ja juurmiste abilehtede värvus (tabelid 5, 6, 10, 11). Nende tunnuste puuduseks võib aga öelda, et neid on raske looduses kasutada, kui puudub võrdlusmaterjal. Erinevates määramistabelites (Eichwald 1956, 1966 ja Sepp 1999) neid tunnuseid reeglina ei kasutata, kuid nad on olemas liigikirjeldustes. Sepp (2000) jõudis aga seisukohale, et liikide eristamisel on parem mitte kõrvale jätta ühtegi tunnust. Sest tunnuste olulisus liikide eristamisel sõltub tihti sellest, milliste liikidega on tegu (Juzepczuk 1941, Walters ja Pawlowski 1968). Parim tulemus mikroliikide eristamisel saavutati nii meetriliste kui ka loendustunnuste koos kasutamisel (Sepp jt 2000).

Bradshaw (1963) väitis, et kortslehtede eristamiseks on ainult üks „hea” tunnus, õite karvasus. Karvasust iseloomustavate tunnuste kohta võib öelda, et teravahõlmise ja karjus-kortslehe eristamisel diskriminantanalüüsi alusel need olulised ei olnud (tabel 6). Kuid karvasused olid olulised dispersioonanalüüsi järgi 2001. aasta andmetel. 2002. aasta andmete alusel olid olulised ainult varre ülaosa karvasust ja leherootsu karvasust iseloomustavad tunnused. Väikese, karedakarvase, teravahõlmise ja küüt-kortslehe eristamisel olid kõik karvasust iseloomustavad tunnused statistiliselt olulised. Kuid kui vaadelda liigipaaride

kaupa oli olukord hoopis teine. Karedakarvane ja väike kortsleht eristusid karvasust iseloomustavate tunnuste alusel väga hästi (tabel 10). Teravahõlmne ja küüt-kortsleht eristusid ainult lehe pealmise külje karvasuse järgi (tabel 11). Karvasust iseloomustavad tunnused on ka varasemates töödes osutunud kõige olulisemateks (Tikhomirov 1995, Sepp 2000, Hõimra 2001), neid peetakse oluliseks ka määramistabelites (Eichwald 1956, 1966 ja Sepp 1999). Ka uute kortslehe liikide eristamisel on kasutatud eeskätt karvasust iseloomustavaid tunnuseid (Menemen ja Hamzaoglu 2002 a,b).

Õie kogupikkus ja välistupplehtede pikkus võrreldes tupplehtedega olid statistiliselt olulised enamiku analüüside tulemusena. (tabelid 4, 6, 10, 11). Õie pikkus on ka varasemates töödes osutunud statistiliselt oluliseks tunnuseks (Sepp 2000). Õie parameetrid võivad üldiselt olla stabiilsed, kortslehe puhul tõestatult küll ühe liigi siseselt (Glazunova ja Mjatlev 1990), aga liikide eristamisel nad statistiliselt oluliseks enamasti ei osutunud (Sepp 2000).

Lehe parameetreid iseloomustavatest tunnustest olid parimad lehehamba ja lehehõlma laius. Teravahõlmne ja karjus-kortsleht eristusid lehetunnuste alusel paremini, kui karedakarvane ja väike ning teravahõlmne ja küüt-kortsleht (tabelid 4, 6, 10, 11). Varasemates töödes on liike hästi eristanud lehe raadius ja laius (Sepp 2000). Mikroliigid eristuvad kõige paremini suhtunnuste alusel, näiteks lehe raadiuse ja laiuse suhe. Efektiivseteks tunnusteks olid veel: hammaste arv lehe tipmisel hõlmal, hõlma pikkus ja hõlmade arv lehel (Hõimra 2001). Mõned autorid peavad meetrilisi tunnuseid olulisemaks liikide eristamisel (Fröhner 1995). Paljude morfoloogiliste, eriti meetriliste tunnuste varieeruvus on aga väga ulatuslik (Tureson 1956). Nii oli see ka käesolevas töös, meetrilistest tunnustest osutusid kõige varieeruvamateks tunnusteks leherootsu ja õievarre pikkus ning lehe alumiste hõlmade vaheline nurk.

Teravahõlmne ja **küüt-kortsleht** on halvasti eristuvad liigid (Sepp 2000, Hõimra 2001). Käesolevas töös suutis uuritud tunnustest neid liike eristada siiski kaheksa (tabel 11). Olulised olid peamiselt nominaalsed ja ordineeritud tunnused, näiteks lehtede voldilisus ja juurmiste abilehtede värvus. Meetrilistest tunnustest oli oluline ainult leherootsu pikkus, mille keskmine väärtus on teravahõlmisel kortslehel oluliselt suurem võrreldes küüt-kortslehega.

Ka **teravahõlmise** ja **karjus-kortslehe** eristamisel olid küllaltki olulised nominaalsed ja ordineeritud tunnused (tabel 5). Nii 2001. kui ka 2002. aasta andmetel olid statistiliselt olulised nt leherootsu karvasus, lehtede ja juurmiste abilehtede värvus. Üheteistkümnest tunnusest ainult üks ei olnud oluline kummalgi aastal, selleks oli lehtede voldilisus. Diskriminantanalüüsi alusel on eelnevaga võrreldes mõned erinevused (tabel 6). 2001. aasta andmete alusel olid mitmed tunnused statistiliselt mitteolulised. Olulised tunnused olid

lehtede ja juurmiste abilehtede värvus ning karvade asetus varrel. Välistupplehtede pikkus võrreldes tupplehtedega oli oluline teise aasta andmete alusel. Statistiliselt oluline mõlemal aastal oli ainult lehehamba laius. Lehe laius, varrelehe raadius ja lehe hammaste kuju olid olulised ainult teisel aastal ja lehehõlma laius esimesel.

Ka **karedakarvast** ja **väikest kortslehte** eristavad kõige paremini nominaalsed ja ordineeritud tunnused, näiteks varte kuju, lehtede voldilisus ja karvade asetus varrel (tabel 10). Nimetatud kahte liiki eristasid hästi ka kõik karvasust iseloomustavad tunnused. Meetrilistest tunnustest olid veel olulised lehe alumiste hõlmade vaheline nurk, lehehõlma ja lehe laius. Eichwald (1956) väitis, et karedakarvane ja väike kortsleht on välisilmelt väga sarnased, kuid karedakarvase kortslehe kasv on tugevam, leherootsud ja varred rõhtsalt hareneva karvasusega, lehehõlmade vahel sügavad sisselõiked, varrelehtede abilehed on sõrmjalt lõhestunud, õiekerasid on vähem, õied on tihedamalt ja suuremad. Nende liikide sarnasust tõestas ka Sepp (2000), kuid samas väitis ta, et teistest liikidest eristuvad need liigid küllalt hästi. Võib öelda, et iga liigipaari jaoks leidsid tunnuseid, mis neid liike omavahel eristavad, rääkimata üksteisega vähem sarnastest liikidest. Siiski tuleb mainida, et hästi eristuvad nõ tüüpilised isendid, esineb aga küllalt palju ka vahepealseid eksemplare.

4.3. Tunnuste muutumine erinevatest populatsioonidest pärit taimedel

Dispersioonanalüüsiga vaadeldi teravahõlmise ja karjus-kortslehe populatsioone aastate võrdluses (tabel 4). Oluliseks osutus 14 tunnust, millest viis muutusid nii liigiti kui ka populatsiooniti samasuunaliselt. Hammaste arv tipmisel hõlmal, hõlmade arv ja leherootsu pikkus teisel aastal suurenesid. Lehehamba laius ja lehe alumiste hõlmade vaheline nurk aga vähenesid. Mõned tunnused käitusid liigiti erinevalt. Lehehõlma pikkus, lehe laius ja raadius teravahõlmisel kortslehel suurenesid karjus-kortslehel aga vähenesid. Osade tunnuste puhul käitusid eri populatsioonide isendid liigi sees erinevalt. Õie pikkus ja hüpantiumi laius reeglina suurenesid, kuid nii karjus- kui ka teravahõlmisel kortslehel ühe populatsiooni taimedel vähenesid. Karjus-kortslehe populatsioon oli pärit Kõrve niidult ja teravahõlmise kortslehe oma aga Kohtla-Nõmme niidult (tabel 1). Nimetatud tunnuste väärtused muutusid teistest populatsioonidest pärit taimedega sarnasemaks. Lähtudes Ellenbergi (Ellenberg jt 1991) ökoloogilistest väärtusarvudest, vaatamata küllaltki sarnastele keskkonnatingimustele, erines Kõrve populatsioon teistest pH, lämmastiku ja niiskus tingimuste poolest (tabel 2). Eelpool nimetatud populatsiooni taimed olid pärit niiskemast, lämmastikuvaesemast ja vähem happelisest keskkonnast. Kohtla-Nõmme populatsiooni kasvutingimused muutusid

väga vähe, ainult muld oli uues kasvukohas veidi kuivem ja happelisem. Lehehõlma laius vähenes, ainult teravahõlmise kortslehe ühe populatsiooni (Kohtla-Nõmme) isenditel suurenes, mille tulemusena ka selle tunnuse varieeruvus vähenes. Õievarre pikkus teisel aastal suurenes, kuid karjus-kortslehe ühes populatsioonis veidi vähenes. Viimane on veidi kummaline, sest nimetatud populatsiooni taimed koguti samast kohast, kuhu tehti katsepõld. Põhjuseks võib olla konkurentsi vähenemine teistest liikidest taimedega, katsepõldu rohiti, et taimede kasvutingimused oleks võrreldavad. Lehed muutusid pealmiselt küljelt veidi karvasemaks, kuid teravahõlmise kortslehe ühes populatsioonis on märgata pigem karvasuse vähenemist. Seda võib põhjendada valgustingimuste muutumisega. Nimetatud populatsioon kasvas Nööril metsa servas, varjulisemas kasvukohas. Seal oli ka veidi jahedam, ning lämmastiku sisaldus mullas oli natukene suurem võrreldes teiste populatsioonide kasvukohtadega. Varrelehe raadius praktiliselt ei muutunud või õige pisut suurenes, teravahõlmise kortslehe ühes populatsioonis vähenes aga märgatavalt, muutudes teistega sarnasemaks. Tegemist on jällegi eelpool nimetatud Nööri populatsiooniga. See on ka küllalt loogiline, sest Nööri populatsioonis oli taimede kasv tunduvalt lopsakam kui teistes. Paljude tunnuste puhul oli märgata ka varieeruvuse vähenemist teisel aastal, näiteks varrelehe raadius, hüpantiumi laius, õie pikkus, lehehõlmade vaheline nurk, lehe hammaste ja lehehõlma laius. See suhteliselt ettearvatav tendents ühesugustes tingimustes kasvatamisel oli ka ainus üldkehtiv kogu katses. Geograafilises katses ei täheldatud liikide muutumist teineteisega sarnasemaks. Kortslehtede kasvamisel kontrollitud tingimustes oli enamikul mikroliikidel geneetiline varieerus väga suur (Turesson 1943). Turesson (1957) väitis, et kortslehtede morfoloogiline varieeruvus on tingitud geneetilisest, mitte modifikatsioonilisest varieeruvusest.

4.4. Tunnuste püsivus keskkonnatingimuste suhtes

Kõige rohkem töötlustest mõjutas tunnuste varieeruvust väetamine, põhjustades olulisi muutusi 10 tunnuse varieeruvusele. Lisaks oli nelja tunnuse puhul oluline väetis*liik koosmõju (tabel 12). Toitaineterikas keskkonnas on taimede kasv tavaliselt lopsakam, näiteks suureneb lehepind (Urbas ja Zobel 2000). Nii oli ka käesolevas töös, varrelehe raadius, leherootsu pikkus (joonis 9), lehe raadius ja laius suurenesid kõikidel liikidel. Mõne tunnuse puhul aga käitus üks liik teistest erinevalt. Õievarre pikkus üldiselt suurenes, teravahõlmisel kortslehel aga vähenes. Hüpantiumi karvasus valdavalt ei muutunud, ainult küüt-kortslehe hüpantiumid muutusid väetamise tagajärjel karvasemaks. Tulemuseks oli see,

et sarnastel liikidel, teravahõlmisel ja küüt-kortslehel muutusid tunnuste väärtused ühetaolisemaks. Sama aga ei saa väita teise liigipaari kohta. Lehehamba laius suurenes, väikese kortslehe lehehambad aga muutusid väetamise tulemusena veidi väiksemaks, mille tulemusena erinevus karedakarvasest kortslehest selle tunnuse osas suurenes veelgi.

Varjutamise tulemusena muutus viie tunnuse väärtus. Lisaks oli tupplehtede pikkuse ja hammaste arvu puhul oluline liigi ja varjutamise koosmõju (tabel 12). Liigid muutusid reegline sarnaselt, varjutamise tulemusena vähenes taimede leherootsu karvasus. Üldiselt arvatakse, et varjutamise tulemusena taimede karvasus väheneb. Käesolevas töös mõjutas varjutamine ainult ühte karvasust iseloomustavat tunnust. Mõni liik allus mõjule teistega võrreldes rohkem või vähem. Välistupplehtede pikkus võrreldes tupplehtedega suurenes, ainult küüt-kortslehel vähenes, muutudes jällegi teravahõlmise kortslehega sarnasemaks. Varreleheraadius vähenes, ainult karedakarvasel kortslehel muutust selle tunnuse osas ei esinenud. Varjutamise tulemusena lehtede pind suureneb (Sultan 2000). Ka käesolevas töös muutus varjutamise tulemusena lehtede raadius veidi suuremaks. Nii nagu ka väetamise puhul võib märgata, et karedakarvase ja väikese kortslehe tunnuste väärtused muutuvad eri suundades. Varjutamise tulemusena taime lehtede arv väheneb ja varre pikkus suureneb, kuid seda ainult valgusnõudlike taimede korral (Urbas ja Zobel 2000). Uuritud kortslehtedel leherootsu ja õievarre pikkuses varjutamise tulemusena statistiliselt olulist muutust ei esinenud. Lehtede arvu käesolevas töös ei loendatud, see osutus kahjuks võimatuks. Kuid võib arvata, et varjutamise tulemusena vähenes ka kortslehtede lehtede arv. Valgusnõudlikud taimed on plastilisemad kui varjutaluvad taimed (Donohue jt 2000). Käesolevas töös uuritud liigid plastilisuse poolest ei erinenud. Statistiliselt ei olnud mitte ühegi tunnuse puhul liigi mõju fenotüübilise plastilisuse indeksile oluline.

Niisutamine avaldas koosmõjus liigiga statistiliselt olulist mõju ainult kahele tunnusele (tabel 12). Põhjuseks võib olla ka see, et kasteti ainult siis, kui olid kuivad ilmad. Kuna 2002. aastal ei olnud põuane suvi, ei ole ka erinevust märgata. Välistupplehtede pikkus võrreldes tupplehtedega vähenes väikesel kortslehel, teistel liikidel jäi tunnuse keskmine väärtus praktiliselt samaks (joonis 13). Tunnuse väärtus karedakarvasel ja väikesel kortslehel muutus jällegi eri suunas. Koosmõjus avaldasid töötlused olulist mõju 13 tunnusele (tabel 13).

Keskkonnatingimuste mõjul tunnused muutuvad, kuid see ei mõjuta oluliselt liikide eristatavust. Turesson (1957) väitis, et kortslehtede füsioloogiline ja morfoloogiline varieeruvus on tingitud geneetilisest, mitte modifikatsioonilisest varieeruvusest. Oletamisi on küllalt oluliseks peetud keskkonna mõju kortslehe mikroliikide varieeruvusele (Lundh-Almestrand 1958), kuid katse käigus pole seda varem tõestatud. Tõestatud on, et võrreldes seksuaalsete liikidega on apomiktide varieeruvus oluliselt väiksem ja nad kohanevad

ekstreemsetes tingimustes kiiremini (Bierzychudek 1989). Varasema uurimuse järgi osutusid valgus ja niiskus (Ellenbergi väärtusarvud) statistiliselt oluliseks ainult üksikute tunnuste puhul (Hõimra 2001). Näiteks valgustingimused mõjutasid lehe alumiste hõlmade vahelist nurka, hõlma pikkus sõltus aga niiskustingimustest. Taimed reageerivad intensiivsemalt keskkonna toitainetesisalduse muutustele võrreldes valgustingimustega (Urbas ja Zobel 2000).

Paljude morfoloogiliste, eriti meetriliste tunnuste varieeruvus on väga ulatuslik (Turesson 1943, 1956, 1957; Lund- Almestrand 1958). Samas on väidetavalt enamasti siiski liikidevaheline varieeruvus suurem võrreldes liigisiseselega (Turesson 1956, Hõimra 2001). Samblaperekonnaga *Amblystegium* läbiviidud eksperiment näitas, et suurem osa morfoloogilisest varieeruvusest looduses on põhjustatud plastilisusest ja liikide määramisel kasutatavad tunnused pole stabiilsed (Vanderpoorten ja Jacquemart 2004).

Kõige varieeruvamad tunnused olid õievarre ja leherootsu pikkus, lehe alumiste hõlmade vaheline nurk ja lehtede karvasus. Kui geograafilises katses oli õievarre pikkus väikese varieeruvusega, siis töötluste puhul muutus ka see tunnus küllalt varieeruvaks. Turesson (1943, 1956) väitis aga, et kõige varieeruvad tunnused on lehe laius ja raadius. Vegetatiivseid tunnuseid peetakse üldiselt plastilisemateks. Varasemas töös (Hõimra 2001) osutusid eelpool nimetatud tunnused siiski liikide eristamisel statistiliselt oluliseks. Leherootsu pikkus ja lehe hõlmade vaheline nurk eristavad küllalt hästi ka Fröhneri (1995) seksioone (Sepp 2000). Karjus-kortslehe puhul on märgata, et erinevatest populatsioonidest pärit taimede kasvamisel samades tingimustes lehe hõlmade vahelise nurga väärtus muutub sarnasemaks. Veel mitme tunnuse puhul on märgata varieeruvuse vähenemist teisel aastal, näiteks lehehõlmade arv, leherootsu pikkus ja varrelehe raadius. Varieeruvuse vähenemist pärast eksperimenti on täheldatud ka teiste taimeliikide puhul (Vanderpoorten ja Jacquemart 2004). Kõige väiksema varieeruvusega olid lehe hõlmade arv ja hammaste arv tipmisel hõlmal (tabelid 7,14). Need tunnused on varasemate tööde järgi liike hästi eristanud (Sepp 2000, Hõimra 2001). Käesolevas töös see nii ei olnud. Tunnuste sobivus liikide eristamisel sõltub sellest, milliste liikidega on tegu (Juzepczuk 1941, Walters ja Pawlowski 1968). Lehe alumiste hõlmade vaheline nurk eristab hästi karedakarvast ja väikest kortslehte, kuid mitte teisi uuritud liikide paare. Leherootsu pikkus eristab hästi teravahõlmist ja küüt-kortslehte.

5. KOKKUVÕTE

Perekond kortsleht (*Alchemilla* L.) sisaldab hulgaliselt mikroliike, millest paljud ei ole morfoloogiliste tunnuste alusel selgelt eristatavad. Mikroliigid on väga varieeruvad ja nende vahel esineb sujuv üleminek, hiaatus puudub ja liike on raske eristada. Käesolevas töös uuriti viie Eestis kasvava kortslehe mikroliigi morfoloogiliste tunnuste varieeruvust ja püsivust keskkonnatingimuste suhtes. Avamaakatse geograafilises osas kasvatati teravahõlmise ja karjus-kortslehe erinevate populatsioonide taimi samades tingimustes. Töötluste osas aga muudeti väikese, karedakarvase, teravahõlmise ja küüt-kortslehe kasvutingimusi väetamise, varjutamise ja niisutamisega. Töö eesmärgiks oli hinnata morfomeetriliste tunnuste varieeruvust uuritavatel kortslehe mikroliikidel; kontrollida uuritud tunnuste püsivust keskkonnatingimuste suhtes; hinnata kasutatud tunnuste sobivust mikroliikide identifitseerimisel; kontrollida teravahõlmise ja küüt-kortslehe ning väikese ja karedakarvase kortslehe sarnasust või erinevust; hinnata kasutatud tunnuste plastilisust; hinnata uuritud mikroliikide fenotüübilist plastilisust ja nende erinevust või sarnasust selles osas.

Töö tulemusena selgus:

1. Keskkonnatingimuste mõjul tunnused muutuvad, kuid see ei mõjuta oluliselt liikide eristatavust.
2. Kinnitust leidis teravahõlmise ja küüt-kortslehe ning väikese ja karedakarvase kortslehe sarnasus.
3. Morfoloogiliste tunnuste alusel liigisiselt erinevatesse populatsioonidesse kuuluvad taimed ei eristu.
4. Kõige efektiivsemateks tunnusteks liikide eristamisel olid lehtede ja juurmiste abilehtede värvus, leherootsu pikkus, lehehõlma laius, varrelehe raadius, välistupplehtede pikkus võrreldes tupplehtedega ja lehe pealmise külje karvasus.
5. Samades tingimustes kasvades muutus enamik tunnuseid erinevatel liikidel ühesuunaliselt, meetrilised mõõdud reeglina suurenesid, karvasus sageli vähenes. Enamik meetrilistest tunnustest suurenes ka väetamise tagajärjel.
6. Mõned tunnused (välistupplehtede pikkus võrreldes tupplehtedega, lehe pealmise külje karvasus, õievarre pikkus, lehehamba laius) käitusid liigiti erinevalt. Näiteks lehehõlma pikkus, lehe laius ja raadius teravahõlmisel kortslehel suurenesid, karjus-kortslehel aga vähenesid.
7. Uuritud liigid fenotüübilise plastilisuse poolest ei erine.

8. Kõige varieeruvamad tunnused olid lehtede karvasus, lehe alumiste hõlmade vaheline nurk, õievarre ja leherootsu pikkus.

9. Kõige väiksema plastilisusega olid lehe hõlmade arv ja hammaste arv tipmisel hõlmal.

Kokkuvõtteks võib öelda, et mikroliigid on küll morfoloogiliselt raskesti eristuvad, kuid nende erinevused on siiski eri keskkonnatingimustes püsivad.

SUMMARY

The genus *Alchemilla* L. consists of numerous microspecies, most of which cannot be clearly distinguished by morphological characters. *Alchemilla* microspecies are morphologically rather variable and the variation is continuous, thus, many of the microspecies are indistinct in nature. In the present study five *Alchemilla* microspecies were grown in field experiment. In the so-called geographical part of the experiment *A. vulgaris* and *A. monticola* from different populations were grown in the same conditions. In the second part of the experiment the growing conditions of *A. vulgaris*, *A. micans*, *A. glaucescens* and *A. hirsuticaulis* were changed by fertilization, shading and irrigating. The aims of the study were: (i) to assess the variation of morphological characters, which are used to identify the microspecies; (ii) to elucidate the variation of characters caused by environmental conditions and to assess the plasticity of characters on different microspecies; (iii) to evaluate the efficiency of characters for identifying the microspecies; (iv) to assess the similarity of microspecies of two species pairs: *A. vulgaris* and *A. micans*, as well as *A. glaucescens* and *A. hirsuticaulis*.

The study showed following:

1. Environmental conditions had effect on most of the morphological characters, but they did not have significant effect on discriminating between the microspecies.
2. Mutual continuity of two species pairs: *A. vulgaris* and *A. micans*, as well as *A. glaucescens* and *A. hirsuticaulis* was proved, but the similarity of microspecies was smaller than expected.
3. The individuals originating from the different populations (same microspecies) did not differ significantly by morphological characters.
4. The most effective characters for discriminating between microspecies were: leaf and stipule colour, length of petiole, width of the middle lobe, length (radius) of stem leaf, ratio of the length of outer sepals to the length of inner sepals, hairiness on the upper surface of basal leaf.
5. Growing in the same conditions, most of the characters changed in the same direction, metric characters usually enlarged, the hairiness often decreased. As a result of fertilisation most of the metric characters also enlarged.

6. Some of the characters (ratio of the length of outer sepals to the length of inner sepals, hairiness on the upper surface of basal leaf, length of flowering stem, width of the tooth (basal leaf)) changed in different way in different microspecies. For example, length of the middle lobe, length (radius) and width of basal leaf enlarged on *A. vulgaris* and decreased on *A. monticola*.

7. Microspecies did not differ by phenotypic plasticity.

8. The most variable (plastic) characters were hairiness on the upper surface of basal leaf, angle between basal lobes, length of petiole and length of flowering stem.

9. The most stable characters were number of lobes and number of teeth.

Consequently, it is difficult to identify microspecies by morphological characters, but their differences are rather constant and they do not change much in different conditions and in common garden experiment.

6. TÄNUAVALDUSED

Suurima tänu võlgnen oma juhendajale Silvia Pihule, kes leidis oma toimetustele vaatamata minu jaoks alati aega. Aidates mind töö planeerimisel, tutvustades mulle vajalikke statistilise analüüsi meetodeid ja olles igati toeks töö kirjutamisel. Suur tänu ka Jaanus Paalile, abi eest katse planeerimisel. Nõuannete eest statistilises andmetöötluses tänan Jaan Liirat ja töö kirjutamisel Meelis Pärtelit.

Suur aitäh ka perekonnale ja sõpradele, kes on mind igati toetanud. Suurima tänu võlgnen oma emale Regina Hõimrale, kes minuga vapralt kõige palavamad suvepäevad põllul veetis, mõõtmisi tehes ja herbaarmaterjali kogudes. Aitäh ka tädi Elve Toomelale, kes oli abiks katse hooldamisel ja ka pisipoja Siimu hoidmisel. Tänan ka oma isa Andrest, õde Klaarikat, elukaaslast Neemet, tema venda Eno ja kõiki teisi, kes on omaltpoolt kaasa aidanud selle töö valmimisele.

KASUTATUD KIRJANDUS:

1. Baeva, V. M., Bobrova, V. K., Troitsky, A. V. & Antonov, A. S. 1998. RAPD analiz roda manzhetka [RAPD-analysis of *Alchemilla* genus]. – Pharmacia 2: 38-41.
2. Bierzychudek, P. 1989. Environmental sensitivity of sexual and apomictic *Antennaria*: do apomicts have general-purpose genotypes? *Evolution*. 43(7): 1456-1466.
3. Bradshaw, M. E. 1963. Studies on *Alchemilla filicaulis* Buser sensu lato and *A. minima* Walters. Introduction, I. Morphological variation in *A. filicaulis* sensu lato, and II. Cytology of *Alchemilla filicaulis* sensu lato. – *Watsonia* 5: 304-326.
4. Campbell, C. S., Wright, W. A., Vining, T. F., Halteman, W. A. 1997. Morphological variation in sexual and agamospermous *Amelanchier* (Rosaceae). *Can. J. Bot.* 75: 1166-1173.
5. Donohue, K., Pyle, E. H., Messiqua, D., Heschel, M. S., Schmitt, J. 2000. Density dependence and population differentiation of genetic architecture in *Impatiens capensis* in natural environments. *Evolution*, 54(6): 1969-1981.
6. Eichwald, K. 1956. 2.3. perekond kortsleht- *Alchemilla* L.- In: Eichwald, K., Talts, S., Vaga, A., Varep, E. 1956. Eesti NSV floora II. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn: 358-410.
7. Eichwald, K. 1966. perekond kortsleht- *Alchemilla* L.- In: Kask, M., Vaga, A. 1966. Eesti taimede määraja. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Zooloogia ja Botaanika Instituut, Tallinn: 180-191.
8. Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Pauliben, D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18:1-248.
9. Ericsson, S. 2004. An *Alchemilla* of the series *Splendentes* (Rosaceae) discovered in Norway. - *Nordic journal of Botany* 22: 673-678.

10. Eriksson, T., Hibbs, M. S., Yoder, A. D., Delwiche, C. F. & Donoghue, M. J. 2003. The phylogeny of Rosoideae (Rosaceae) based on sequences of the internal transcribed spacers (ITS) of nuclear ribosomal DNA and the TRNL/F region of chloroplast DNA. *Int. J. Plant Sci.* 164(2): 197-211.
11. Fröhner, S. 1995. *Alchemilla*. - In: Hegi G. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, Bd. 4, T. 2B, 2. Aufl. Blackwell Wiss. - Verl., Berlin – Wien: 13- 242.
12. Fröhner, S. 1999. Zum Stand der *Alchemilla*-Forschung in Europa, *Acta Bot. Fennica* 162: 175-178.
13. Glazunova, K. P. & Mjatilev, V. D. 1990. Korrelyatsionnaya struktura i izmenchivost priznakov pri reguljarnom apomiksise (na primere agamnogo vida *Alchemilla monticola* Opiz). – *Byull. Mosk. Obshch. Ispyt., Otd. Biol.* 95: 96-109 (vene keeles).
14. Grimshaw, H. J., Havens, K., Sharfstein, B., Steinman, A., Anson, D., East, T., Maki, R. P., Rodusky, A. & Jin, K-R. 2002. The effects of shading on morphometric and meristic characteristics of Wild Celery, *Vallisneria americana* MICHX., transplants from Lake Okeechobee, Florida. *Arch. Hydrobiol.* 155: 65-81.
15. Hayirlioglu-Ayaz, S. & Beyazoglu, O. 2001. Chromosome numbers of *Alchemilla* series *vulgares* from NE Anatolia (Turkey). *Nordic Journal of Botany*, 21 (4): 419-425.
16. Juzepczuk, S. V. 1941. Manzhетка – *Alchemilla* L. – In: *Flora SSSR [Flora URSS]*, Vol. 10. Izd. Akad. Nauk SSSR, Moskva-Leningrad: 289-410.
17. Kuk, T. 1999. Eesti taimestik. Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tartu- Tallinn: 464.
18. Kraft, T. & Nybom, H. 1995. DNA fingerprinting and biometry can solve some taxonomic problems in apomictic blackberries (*Rubus* subgen. *Rubus*). – *Watsonia* 20: 329-343.

19. Leht, M. 1997. The genus *Potentilla* L. in Estonia, Latvia and Lithuania: distribution, morphology and taxonomy. *Dissertationes Biologicae Universitatis Tartuensis* 27: 12-34.
20. Lundh-Almestrand, A. 1958. Studies on some microspecies of *Alchemilla vulgaris* L. – *Bot. Not.* 111: 587-607.
21. Marhold, K., F.L.S. 1992. A multivariate morphometric study of the *Cardamine amara* group (*Cruciferae*) in the Carpathian and Sudeten mountains. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 110: 121-135.
22. Martin, E., Ruse, M., Holmes, E. 1996. *Dictionary of Biology*. Oxford University Press, New York: 387.
23. Masing, V. 1992. *Ökoloogia leksikon. Eesti Entsüklopeediakirjastus*, Tallinn: 56.
24. McNeill, J. 1984. Taximetrics to-day. – In: Heywood V. H. & Moore D. M. (eds.). *Current Concepts in Plant Taxonomy (Systematics association Special Volume No. 25)*. Academic Press, London & Orlando: 281-299.
25. Menemen, Y. & Hamzaoglu, E. 2002a. *Alchemilla boluensis* (Rosaceae), a new species from the west Black Sea region (Bolu, Turkey). *Nordic Journal of Botany*, 22 (3): 325-328.
26. Menemen, Y. & Hamzaoglu, E. 2002b. *Alchemilla ovitensis* (Rosaceae), a new species from the west Black Sea region, Turkey. *Ann. Bot. Fennici* 39: 231-234.
27. Murbeck, S. 1901. Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung *Alchemilla*. – *Lunds Univ. Årsskr.* 36: 1-41.
28. Parmasto, E. 1996. Biosüsteemate teooria ja meetodid. Tartu Ülikooli botaanika ja ökoloogia instituut, Eesti Teaduste Akadeemia ja ZBI, Tartu, 111.
29. Plocek, A. 1976. New varieties of *Alchemilla monticola* (Rosaceae), and the taxonomic issue involved. *Candollea* 31: 95-105.

30. Regio Eesti teede atlas 2004/2005: 55.
31. Rothmaler, W. 1937. Systematische Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung *Alchemilla* (L.) Scop. VII. Aufteilung der Gattung und Nomenklatur. - Feddes Repert. 42: 146- 173.
32. Rothmaler, W. 1941. Systematische Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung *Alchemilla* (L.) Scop. IX. Über *Alchemilla* - Arten aus Osteuropa und Asien. - Feddes Repert. 50: 78- 80, 245- 255.
33. Sepp, S. 1999. perekond kortsleht- *Alchemilla* L.- In: Leht, M. 1999. Eesti taimede määraja. EPMÜ ZBI & Eesti Loodusfoto, Tartu: 156-163.
34. Sepp, S. 2000. Morphological and genetical variation of *Alchemilla* L. in Estonia. - Dissertationes Biologicae Universitatis Tartuensis 65: 124.
35. Sepp, S., Nahtman, T., Möls, T. & Paal, J. 2000. Study of the multivariate structure of the Estonian *Alchemilla* L. (Rosaceae) microspecies: an example of the structural indices approach. - Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol. 49: 289- 301.
36. Sepp, S. & Paal, J. 1998. Taxonomic continuum of *Alchemilla* (Rosaceae) in Estonia. - Nord. J. Bot. 18: 519- 535.
37. Sepp, S. & Paal, J. 2001. Patterns and relationships between and within the sections *Alchemilla* and *Ultravulgares* of the genus *Alchemilla* (Rosaceae) in Estonia. – Nord. J. Bot. 21: 561-571.
38. StatSoft Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. – www.statsoft.com.
39. Sultan, S. E., 2000. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. Elsevier Science Ltd. Vol. 5, No. 12: 537-542.

40. Thompson, S. W., Lammers, T. G. 1997. Phenetic Analysis of Morphological Variation in the *Lobelia cardinalis* Complex (Campanulaceae: Lobelioideae). *Systematic Botany*, 22: 315-331.
41. Tikhomirov, V. N. 1967. Netkotorye osobennosti sistematiki obligatnykh apomiktov na primere roda *Alchemilla* L. – In: Soveshchanie po obemu vida i vnutrividovoi sistematike 4-7. Apr. 1967. Tezisy dokladov . Leningrad: 53-55 (vene keeles).
42. Tikhomirov, V. N. & Sepp, S. 1993. Perekond kortsleht Eestis. - Rukkilill 4: 15- 22.
43. Tikhomirov, V. N., Notov, A. A., Petukhova, L. V. & Glazunova, K. P. 1995. Rod manzhetka - In: Pavlov, V. N. & Tikhomirov, V. N. (eds.). *Biologicheskaya flora Moskovskoi oblast* . Vol. 10. Izd. Mosk. Univ., Moskva: 83- 118 (vene keeles).
44. Tikhomirov, V. N. 1998. Revision of the genus *Alchemilla* L. (*Rosaceae*) in the flora of Eastern Europe (in limites of the European part of former USSR). *Bjulleten' Moskovskogo Obsekestva Ispytatelei Prirody Otdel Biologicheskii*, 103: 59-63 (vene keeles).
45. Turesson, G. 1943. Variation in the apomictic microspecies of *Alchemilla vulgaris* L. - *Bot. Not.* 1943: 413- 427.
46. Turesson, G. 1956. Variation in the apomictic microspecies of *Alchemilla vulgaris* L. II. Progeny tests in agamotypes with regard to morphological characters. – *Bot. Not.* 109: 400-404.
47. Turesson, G. 1957. Variation in the apomictic microspecies of *Alchemilla vulgaris* L. III. Geographical distribution and chromosome number. – *Bot. Not.* 110: 413- 422.
48. Urbas, P. & Zobel, K. 2000. Adaptive and inevitable morphological plasticity of three herbaceous species in a multi-species community: Field experiment with manipulated nutrients and light. *Acta Oecologica* 21 (2): 139-147.
49. Valladares, F., Wright, S. J., Lasso, E., Kitajima, K. & Pearcy, R. W. 2000. Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a Panamanian rainforest. *Ecology*, 81 (7): 1925-1936.

50. Vanderpoorten, A. & Jacquemart, A. –L. 2004. Evolutionary mode, tempo, and phylogenetic association of continuous morphological traits in the aquatic moss genus *Amblystegium*. J. Evol. Biol. 17: 279- 287.
51. Walters, S. M. 1972. Endemism in the Genus *Alchemilla* in Europe. - In: Valentine, D. H. (eds.). Taxonomy, phytogeography and evolution. Cambridge, England: 301- 305.
52. Walters, S. M. 1986. *Alchemilla*: a challenge to biosystematists. - Acta Univ. Ups., Symb. Bot. Ups. 27: 193- 198.
53. Walters, S. M. & Pawlowski B. 1968. *Alchemilla* L. –In: Valentine, D. H., Walters, S. M. & Webb, D. A. (eds.). *Flora Europaea*, Vol. 2. Univ. Press, Cambridge: 48-64.
54. Wöhrmann, K., 1993. Population Genetics. Botany, 54: 271-280.
55. Hõimra, J. 2001. Vegetatiivsete määramistunnuste varieeruvus mõnedel kortslehe (*Alchemilla* L.) mikroliikidel. Tartu Ülikool, lõputöö (käsikiri TÜBÖIs).