

TALLINNA ÜHISGÜMNAASIUM

TÕNIS TAMME

9.A KLASS

## **TAIMEDEVAHELINE KONKURENTS JA ÄRATUNDMINE RAPSI (*BRASSICA NAPUS*) NÄITEL**

JUHENDAJA MSc SIRGI SAAR

### **SISSEJUHATUS**

Taimed konkureerivad üksteisega valguse, vee, mineraalainete, ruumi ning tolmeldajate pärast; ent kas nad konkureerivad oma sugulastega (taimed, kellel on ühine emataim) vähem kui mittesugulastega? Käesoleva töö eesmärk on uurida taimedevahelist äratundmist rapsi (*Brassica napus*) näitel, et teada saada, kas rapsitaimede (sugulaste ja mittesugulaste) vahel toimub äratundmine ning kas nad tajuvad enda kõrval kasvajaid.

Mõjutades taime viljade ja teiste taimeosade vahelist biomassi suhet (viljade biomass oleks suurem ning juurte-lehtede biomass oleks väiksem), võiks saada aretada sorte, mis konkureerivad omavahel vähem (ent umbrohtudega tugevamalt). Sellest saaks põllumajanduslikku kasu, kui taimed panustaks vähem konkureerimisele ja rohkem seemnete kasvatamisele. Kaugem eesmärk on näidata, kas rapsitaimede äratundmine mõjutab nende kohasust.

Sarnaseid katseid taimede sugulastevahelisest äratundmisest on tehtud mitmete tööriühmade poolt. McMasteri Ülikooli dotsent Susan A. Dudley uurimused merisinepi kasvatamisel näitasid, et sugulased tunnevad üksteist ära ja käituvad nendega leebemalt kui mittesugulastega (Yook, 2008). Tel Avivi ülikooli doktor Daniel Chamovitz'i samalaadsed katsed näitasid samuti, et taimed tunnevad üksteist ära ja tajuvad võõra kõrvalolekut (Cook, 2012).

Valisime oma uurimistöö katse tegemiseks rapsi, sest teda kasvatatakse laialdaselt, ta on suhteliselt kiirekasvuline (valmib 110 päevaga) ning tema seemneid on kerge kätte saada. Mitmetel looduslikel taimedel on täheldatud sugulastevahelist äratundmist. Samas on raps kultuurtaim, kellel võib aretamise käigus äratundmisvõime olla kadunud. Uurime, kas raps tunneb oma sugulasi ära ning kas sellest oleks põllumajanduslikku kasu

Eesmärgi saavutamisel on vajaminevateks tunnusteks taime mass, kõrgus (esimese õie aluseni) ja kõtrade arv. Uurimistöö eesmärgi saavutamiseks püsitati hüpoteesid.

1. Süsi mõjutab taimevahelist äratundmist.
2. Sugulastevaheline konkurents on nõrgem kui mittesugulastel.
3. Üksi kasvavad taimed kasvavad suuremaks kui naabriga potti jagavad taimed.
4. Sugulaste paaridel on poti kohta suurem kogubiomass kui mittesugulaste paaridel.

Soovin tänada siiralt oma väga tublit ja töökat juhendajat Sirgi Saart. Tema mõistev ja arukas suhtumine aitas mul uurimistööd läbi viia. Tänu talle tekkis mul veelgi sügavam huvi taimeökoloogia vastu ning hakkasin rohkem mõistma ingliskeelseid bioloogiaalaseid tekste. Sooviksin tänada ka Helene Urvat, kes soovitas Sirgit mulle uurimistöö juhendajaks. Lisaks soovin tänada oma isa Andres Tammet, kes aitas mind uurimistöö raskematel hetkedel ning andis motivatsiooni kirjutamise jaoks; ja oma kooli bioloogiaõpetajat Leili Järve, kes aitas mul uurimistöö valmimise lõpul töö üle vaadata ning soovitusi anda.

## 1. MÕISTED

**Allokatsioon** – piiratud ressursside suunamine sellistesse taimeosadesse, kus neid saab kasutada kõige tõhusamalt ja tulusamalt.

**Biomass** – elusaine mass, milles eristatakse toormassi ja kuivmassi.

**Glüfosaat** – maailmas enimkasutatav herbitsiid ehk taimekaitsevahend, mida tuntakse RoundUpi nime all.

**Glükosinolaat** – rapsis sisalduv kibedamaitseaine, mis on hüdrolüüsitud glükosinolaasi-nimelisest ensüümist ning on inimestele ja loomadele kahjulik.

**Haljassööt** – kevadel külvatud ning suvel või sügisel loomadele söödav rohusööt.

**Isotiotsüanaat** – glükosinolaatide laguproduktid, mis pärsivad mitmete haiguste levikut mullas.

**Juureeritis** – taimede juurte kaudu eritatavad ained, mis sisaldavad süsinikuühendeid.

**Juurekael** – taime juure üleminekukoht võsuks, mis asub tavaliselt mulla piiril.

**Kasvukuhik** – taimejuure piirkond, kus moodustuvad uued rakud ja koed, seal toimub juure pikenemine ja juurekūbara rakkude uuenemine.

**Kohasus** – kirjeldab isendi või teatud tüüpi isendite hulga sigimisedukust oma elukeskkonnas ja populatsioonis.

**Nišš** – ökoloogiline nišš, ökonišš, populatsiooni püsimiseks tarvilike keskkonnategurite olemasolu.

**Putuktolmlemine** – tolmlemisviis, mille puhul putukad kannavad ühe taime õietolmu teise taime emakale; putuktolmleajate õied on enamasti värvikirevad ja lõhnavad.

**Vegetatsiooniperiood** – kasvuperiood, ajavahemik, mille vältel taimed kasvavad ja arenevad. (Masing, 1992)

## 2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

### 2.1. RAPSI ÖKOLOOGIA

Raps (*Brassica napus*) kuulub kapsasrohu (*Brassica*) perekonda ristõieliste (*Brassicaceae*) sugukonda. Raps on arvatavasti rüpsi ja kapsa ristan (Kaarli, 2003). Noore taimena sarnaneb raps kaalikaga (kutsutakse ka õlikaalikaks), lehed on siledad ja sinakasrohelist. Õied on väikesed, 1,5–2,5 cm läbimõõduga, neljatised ja kollased (vt Lisa 1: Foto 4). Vili on 5–10 cm pikkune kõder. Taime kõrgus on 50–150 cm (Fletcher, 2005).

Raps on 70% isetolmleja ja 30% risttolmleja. Rapsi õitel on nii putuktolmleajate tunnuseid (värviline, tugevalt lõhnav) kui ka tuultolmleajate tunnuseid (kaugele väljaulatuvad tolmurohked tolmukad) (Kaarli, 2003).

Tuulevaiksetel ilmadel võivad osad õied jääda tolmeldamata. Mesilaste ja muude putukate tolmeldamine on aga efektiivsem, kuna seemned moodustavad varem, kõtrades on rohkem seemneid, valmimine varasem ja ühtlasem (Kaarli, Ilumäe ja Hansson 2004). Raps on 60–70% isetolmleja. Isetolmlemist piirab nelja pikema tolmuga pöördumine enne avanemist emakasuudmest väljapoole. Risttolmlemine toimub peamiselt mesilaste tegevusega. Rapsipõllul toimub õitsemine sõltuvalt ilmastikuoludest umbes kaks nädalat. Õied kasvavad ja avanevad alates alumistest ülespoole. Iga õis on avatud kuni tolmlamiseni või 2–4 päeva (Kaarli, Ilumäe ja Hansson 2004).

Rapsil esinevad suvi- ja talivormid ning nende kasvuaeg on erinev. Suvirapsi kasvuaeg sõltub ilmastikuoludest ja ka sordist, ligikaudu 90–120 päeva. Suviraps on üheaastane.

Talirapsi kasvuaeg sõltub lisaks ilmastikuoludele ja sordiomadustele ka talvitumistingimustest. Taliraps vajab rohkem niiskust kui suviraps, ent ebastabiilsed talveolud (pakase vaheldumine sulaga) võivad põhjustada talirapsi hävimist. Talvitumine sõltub suurel määral sordist, külviajast, külvisenormist, kasvutingimustest, sügise vegetatsioonipikkusest ja soojust summast sellel perioodil. Talirapsi vegetatsiooniperiood kestab terve aasta (345–360 päeva) (Kaarli, 2003).

Suviraps pidurdab mullas edasikanduvate haiguste levikut ning katkestab teraviljade haigustekitajate arengutsüklid (Narits, 2010). Haiguste levikut pärsib rapsitaimedes sisalduv aine, milleks on glükosinolaatide laguproduktid – isotiotsüanaadid. Glükosinolaatide sisaldus on kõige suurem juurtes, väiksem vartes ja lehtedes ning kõige väiksem seemnetes. Rapsil on mõju eriti teravilja juuremädaniku nakkustaseme alandamisel, vähesel määral ka *Fusarium graminearum* ja *Rhizoctonia solani* leviku piiramisel. Raps võib eelkultuurina suurendada teraviljasaaki 15...20% või isegi enam (Kaarli, 2003).

## 2.2. RAPSI KASVATAMINE

Rapsi kasvatamisel tuleb järgida külvikorda. Samal maalapil ei ole soovitatav rapsi kasvatada mitu aastat järjest, kuna haigustekitajad jäävad mulda mitmeks aastaks ning muld saastub taime juureeritiste ja talle enesele mürgiselt mõjuvate ainetega, mis hakkavad pidurdama kasvu ja arengut (Targu Talita, 2009). Rapsitaimede puhul on oluline, et nad eritavad juurte kaudu aineid, takistavad haigustekitajate arengut (Narits, 2010). Samas võivad nad ka eritada orgaanilisi ühendeid, mis võimaldavad oma sugulasi ära tunda. Rapsi (ja teiste ristõieliste) eelkultuuriks ei tohi olla ristõieline, vahe peaks olema 4–6 aastat. Sobivateks eelviljadeks on teraviljad (Narits, 2007) sest nendega ei ole rapsil ühiseid haigusi.

Rapsi kahe erineva vormi (suviraps ja taliraps) külvamine toimub erinevatel aegadel. Suviraps külvatakse mai algul samal ajal kui teraviljad – esimesel võimalusel, kui mulla küpsus seda võimaldab (Maamajandus, 2012a). Taliraps külvatakse 5–15. augusti vahel (Narits, 2007). Rapsi külvatakse kitsarealiselt (10–15 cm reavahega) 2–3 (4) cm sügavusele (Kaarli, 2003). Jämedaseemnelist suvirapsi külvatakse 7–8 kg/ha, täpsemalt arvestatakse 150–200 idanemisvõimelist seemet 1 m<sup>2</sup> kohta. Liiga tiheda külvamise tõttu jääb rapsitaimede vars sageli nõrgaks ning võib lamanduda. Taimede tihedamalt kasvatamine surub hästi maha umbrohu, seeme valmib varem, ent jääb peeneks. Hõredam kasvatamine (vähem kui 150 seemet 1 m<sup>2</sup> kohta) põhjustab rohkesti külgharusid, seemned valmivad ebahühtlaselt ning umbrohustumine on tugevam (Kaarli, 2003).

Rapsile sobivad kõige paremini keskmised liivsavi- ja saviliivmullad, mille pH on üle 6,5. Raps ei talu põuda ega liigniiskust (Ilumäe, Hansson ja Kaarli, 2004). Kõige sobivamad mullad on hea vee läbilaskvusega sügavamad toitainete- ja huumusrikkad mullad. Parim saak tuleb leostunud kamar-karbonaatmuldadel, kamarleetmuldadel ja kamargleimuldadel. Taliraps on mulla niiskuse suhtes nõudlikum kui suviraps (Maamajandus, 2012b).

Rapsi saagikus on aastati väga erinev. Saagikus sõltub väga palju ilmastikuoludest, sademete hulgast, soojusest (Uku, 2012). Keskmise rapsisaak hektari kohta on 1,5 t/ha (Raudla, 2011). Talirapsi saak võib olla kaks korda väiksem kui suvirapsi oma. Rapsi koristatakse siis, kui põld on hallika jumega, seemnete niiskus on 15–20% piires ja seemned on pruunikasmustad (Maamajandus, 2012b). Suvirapsi koristatakse septembris, talirapsi augustis (Narits, 2006).

Rapsi põhilised kahjurid on maakirp (*Phyllotreta spp*), hiilamardikad (*Meligethes aeneus*, *M. viridescens*), varre-peitkärsakas (*Ceuthorrhynchus pallidactylus*), kõdra-peitkärsakas (*Ceuthorrhynchus assimilis*) kapsakoi (*Plutella xylostella*) ning peedi-kiduuss (*Heterodera schachtii*). Rapsi seemnesaagile kõige rohkem kahjutekitav haigus on ristõieliste kuivlaikus (*Alternaria brassicae*). Tuntumad rapsil esinevad haigused on vertitsilloos (närbumistõbi) (*Verticillium longisporum*), valgemädanik (*Sclerotinia sclerotiorum*), tõusmepõletik (*Phyitium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Phoma lingam*) ja nuuter (*Plasmodiophora brassicae*) (Kaarli, 2003).

### 3. TEADUSLIKUD TEOORIAID

#### 3.1. KONKURENTS

Konkurents on ühe taime negatiivne mõju teisele, kui nad kasutavad samu ressursse, mida on keskkonnas kindel hulk. Konkurents on üks kõige tähtsamatest faktoritest taimede omavahelise suhtlemise korral (Keddy, 2012). Konkurentsi alla kuulub ka allelopaatia, mis on eri liikide taimede vastastikune mõjutamine keemiliste ühenditega (Masing, 1992). Arvatakse, et naabrite tiheduse suurenedes hakkavad taimed agressiivselt konkureerima ja naabritega konkureerimisse investeeritakse ressursse paljunemise arvelt.

Käesolevas töös räägitakse võsu- ja juurekonkurentsist. Juurekonkurents on taimede juurtevaheline võistlus toitainete omastamise pärast. Võsukonkurents on taimede võitlus valguse ja ruumi pärast. Juurtevaheline võitlus on taimede vahel suurema mõjuga kui valguse pärast võistlemine. Taimede konkureerimine valguse ja ruumi pärast on intensiivsem

põllukultuuride seas (Wilson, 1988). Kuna juurte kaudu võtavad taimed mullast toitaineid ning konkureerivad omavahel nende pärast, siis võib tekkida ühisomanditragöödia.

Ühisomanditragöödia on olukord, kus mitu isendit (siin: taime) kasutavad kindlat hulka ühiseid toitaineid. Sellises olukorras saadav kasu on individuaalne, kahju (toitainete otsalõppemine) jaguneb aga kõigi osalejate vahel ära (Hardin, 1968). Kõik taimed kasutavad samu ressursse, ent kui toitained otsa saavad, ei jätku neid enam kellelegi.

### 3.2. SUGULASTE ÄRATUNDMINE

Naabrite ja sugulaste äratundmismehhanismi ei ole veel leitud, kuid taimed võivad oma kaaslasi juureeritiste kaudu ära tunda (Biedrzycki, Jilany, Dudley, Bais, 2010). Juured eritavad süsinikuühendeid, vett, hapnikku ja orgaanilisi anioone (White ja Hammond, 2008). Juureeritised jaotatakse madala molekulmassiga ühenditeks ja suure molekulmassiga ühenditeks. Madala molekulmassiga ühendid on aminohapped, suhkrud, orgaanilised happed. Suure molekulmassiga ühendid on valgud ja polüsahhariidid (Sugiyama ja Yazaki, 2012).

Taimedevahelist äratundmist on näidatud mitmel liigil. Osad taimed tunnevad ära, kas nende kõrval esineb sugulane või mittesugulane, võõras taim. Rapsi sugulane (samuti ristõieliste sugukonnast) merisinep (*Cakile*) suudab eristada enda sugulasi ja neid liigikaaslasi, kes tema sugulased ei ole. Merisinep ei tunne neid mitte ainult ära, vaid ka kohtleb neid võrreldes võõraste taimedega paremini. Kui taim tajub enda ümber mittesugulast, siis ta muutub agressiivsemaks ning hakkab kasvatama selliseid juuri, mis omastavad rohkem toitaineid. Ent kui taim avastab enda läheduses oma sugulase, siis ta ei hakka sugulasega konkureerima (Yoon, 2008). Kui müürlooga taimed asetati vesilahusesse, mis sisaldas sugulaste juurtest pärit eritisi, ei kasvatanud nad nii palju juuri, kui võõraste taimede juureeritiste lahuses olles (Tarkade klubi, 2009). Arvan, et kui taimed, kes on sugulased, ei konkureeri omavahel, siis taimed, kes pole omavahel sugulased, konkureerivad üksteise suhtes rohkem.

Juureeritiste funktsioonid on veel hõõrdumise vähendamine, juure kaitsmine ning füüsilise kontakti hoidmine mullaga, lisaks kaitsevad need ka toksiinide eest ning suruvad alla kahjulike mikroobide elutegevust (Sugiyama ja Yazaki, 2012). Juureeritised võivad mõjutada ka toitainete kättesaadavust, mis on eriti oluline toitainetevaeses mullas.

### 3.3. NIŠITEOORIA

Sugulaste äratundmisel on probleem see, et erinevus taimede fenotüübis sugulaste ja mittesugulaste gruppides võib olla põhjustatud nii äratundmisest kui ka ökoloogiliste nišside

erinevusest (Saar, 2012). Erinevate nišsidega taimed võivad üksteisest erineda ressursside omastamise viisi poolest, hoidudes niiviisi konkurentsist.

Nišiteooriat on kasutatud, et seletada, kuidas taimeliigid saavad koos elada, kuigi nad vajavad samu toitaineid ning nende omastamise võimalused on piiratud. Siin kehtib ökoloogiline seaduspärasus – Gause reegel –, mille järgi kaks liiki, kel on identne ökoloogiline nišš, ei saa püsivalt koos eksisteerida. Võrdseist konkurentidest üks sureb välja (Masing, 1992).

Ka liigisiselt võivad eri genotüüpide vahel ilmnedu nišierinevused. Sugulaste (geneetiliselt lähedased taimed) ressursinišid võivad kattuda rohkem kui mittesugulaste nišid, seega sugulased võivad konkureerida omavahel rohkem kui mittesugulased. Kui sugulaste äratundmine peaks mõjutama taime kasvu positiivselt, siis suurem nišside kattumine võib taimetele mõjuda hoopis negatiivselt, alandades taime kohasust (File, Murphy ja Dudley, 2011).

Samas, kui võrrelda samasuguse mulla ruumalaga potti, kus kasvab kaks omavahel konkureerivat taime ning potti, kus on ainult üks taim (ilma konkurendita), siis konkurendiga potis väheneb taimetele kättesaadav mulla ruumala naabri arvelt poole võrra. Seega suurenenud juurte kasv naabri olemasolul võib olla hoopis põhjustatud vähenenud ruumalast naabriga töötluses, võrreldes selle töötlusega, kus taim kasvab üksi (Gersani, Brown, O'Brien, Maina ja Abramsky, 2001). Arvatakse, et naabri äratundmise asemel võib juurekasvu mõjutada hoopis kasutada olev mullaruumala.

## **4. MATERJAL JA METOODIKA**

### **4.1. TAIMEDE KASVATAMINE**

Katse viidi läbi Tartu Ülikooli ökoloogia- ja maateaduste instituudi kasvahoones, kus katse iganädalase hooldamisega (kastmine, tolmeldamine, kahjuritõrje) tegeles uurimistöö juhendaja. Uurimistöö autor viis läbi olulisemaid etappe nagu istutamine ja mõõtmine ning andmete analüüs, aga abistas võimalusel ka tavapärase hoolduse juures (kastmine, tolmeldamine).

Valiti nelja erineva emataime seemned ja need külvati karpidesse niiske liiva sisse. Kolmepäevased idandid istutati pottidesse (kokku 48 potti ja 80 taime). Pottidesse pandi 1 liiter mullasegu (1 osa liiva, 3 osa looduslikku Tartumaa mulda). Pooltesse pottidesse lisati ka 20 ml aktiivsütt, mis seob taimede võimalikud keemilised signaalid (vt Lisa 1: Foto 1). Taimi

kasteti esimesel neljal nädalal üle ühe päeva, hiljem üle kahe päeva 200 ml veega. Taimi väetati alates 3. kasvunädalast üks kord nädalas Substrali universaalse toalillede väetisega (6 % - N; 3 % - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 6 % - K<sub>2</sub>O) kontsentratsiooniga 1 korgitais 6 l vee kohta. Iga taim sai 200 ml saadud lahust. Päeva pikkus taimelampidel 16 tundi, temperatuur kasvuhoones on ~20 °C. Taimi tolmeldati üle ühe päeva vatipulgaga. Taimedel esines kasvuhoonekarilasi (*Trialeurodes vaporariorum*), ja punaseid kedriklesti (*Tetranychus urticae*), neid tõrjuti kahel korral putukamürgiga Actara (toimeaine tiametoksaam). Taimede kohale on riputatud kollased liimpüünised (Temo-o-cid) (vt Lisa1: Foto 2).

#### 4.2. JUHUSLIKUSTAMINE

Kord nädalas tõsteti potid lavatsil ümber MS Excelis tehtud juhuslike arvude tabeli järgi. Taimede asetuse muutmise on vajalik sellepärast, et võib-olla on neil taimedel, kes kasvavad serva lähedal, natuke teised tingimused (vähem valgust, jahedam, paremini kahjuritele nähtav) kui neil, kes lavatsi keskel kasvavad. Et iga taim saaks kasvada sarnastes tingimusi, tõsteti neid ringi, et iga taim ei oleks kogu aeg sama koha peal või samade pottide kõrval.

#### 4.3. TÖÖTLUSED

Süsi – aktiivsütt lisati pooltesse pottidesse 20 ml/l mulla kohta. Süsi peaks blokeerima võimaliku taimedevahelise keemilise signaliseerimise. Aktiivsüsi seob endaga paljusid bioaktiivseid (süsiniku) ühendeid, muuhulgas ka aineid, mida taimed enda juurte kaudu eritavad. Seega ei jõua ühe taime eritatud ained teise taimeni.

Söega ja söeta pottidest kombineeriti järgmised töötused (vt joonis 1).

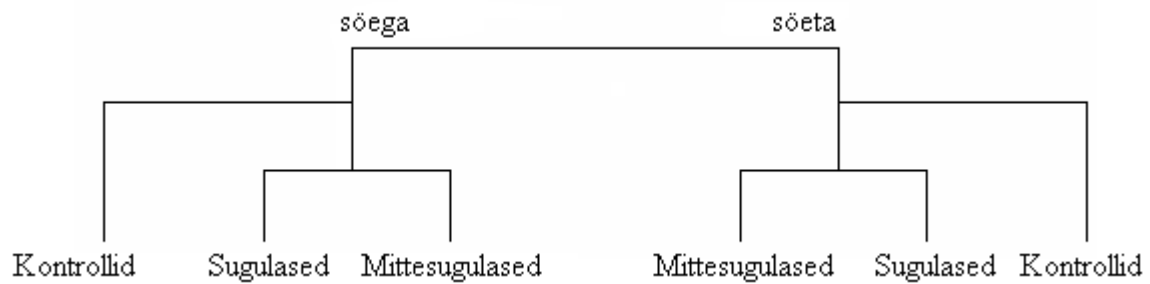
1. Sugulased – samas potis kasvavad samalt emataimelt pärit seemnetest taimed (vt Lisa 1: Foto 3).

2. Mittesugulased – samas potis kasvavad eri emataimede järglaste kombinatsioonid. Uurime, kas nad kasvavad paremini või halvemini kui sugulased.

3. Kontroll – taim kasvab potis üksinda. Mõõdame seda, mismoodi ta kasvab siis, kui konkurentsi üldse ei ole (vt Lisa 1: Foto 4).

Igas suguluse töötuses oli 16 potti, 8 neist söega ja 8 ilma. Igas potis kasvas kaks taime, välja arvatud kontrollid, kus oli igas potis üks taim.





**Joonis. 1.** Töötluste skeem

#### 4.4. MÕÕTMISED

Taimedel loendati õite ja valmivate kõtrade arv, surnud õisi ja ebaõnnestunud (viljastumata) vilju ei arvestatud (vt Lisa 1: Foto 5). Taimedel mõõdeti pikkust mullapinnast õisiku aluseni – esimese viljani. Taimedel, kellel ei olnud õisikut veel moodustunud, mõõdeti pikkust mullapinnast kasvupungani (vt Lisa 1: Foto 6). Lehtedega varre pikkuse mõõtmine on oluline, sest lehtedega seotakse süsinikku, millest taim enda koed ning ka seemned moodustab. Seetõttu on võimalik taime pikkuse põhjal teha hinnanguid tema biomassi ning kohasuse kohta. Tulemuste saamiseks arvutati mõõdetud tunnuste keskväärtused (vt Lisa 2).

Töös uuriti taimede biomassi (varte kuivmassi), mis peaks näitama, kui palju panustab taim konkurentsi ja süsiniku sidumisse. Kuivmassi mõõdeti nii, et vars lõigati ära maapinnalt, pandi nummerdatud paberkottidesse ning kuivatisse 48 tunniks 70 °C juurde. Lehed kukkusid seemnete valmimise ajaks küljest ära, mistõttu nende massi mõõta ei saanud. Küll aga sai mõõta varre biomassi – selle mõõtmine näitab otsest allokatsiooni tugikudedesse. Pärast kuivatamist kaaluti kuivatatud varred (0,01 g täpsusega).

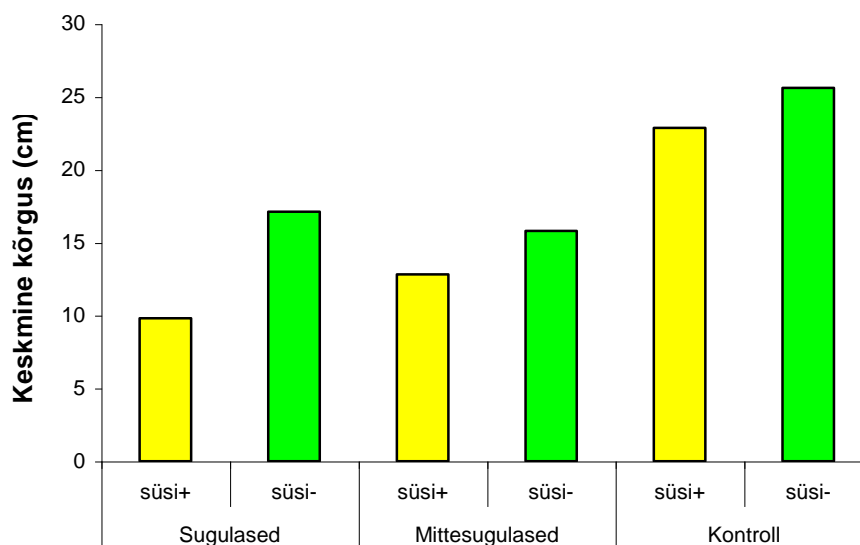
Mõõdeti ka juurte kuivmassi, mille jaoks pesti juured mullast välja, eemaldati juurte vahel kivikesed (kuna kivid on rasked), sorteeriti ning kuivatati kuivatis 48 tundi 70 °C juures. Pärast kuivatamist kaaluti kuivatatud juured (0,01 g täpsusega). Kuna taimede seemned olid väga väikesed ning neid oli raske kõtradeest eemaldada, siis mõõdeti kogu kõtrade, seemnete ja neid kandvate varte kuivmass. Neid kuivatati toatemperatuuril ning kaaluti (taime kaupa 0,001 g täpsusega).

Kõikidel mõõtmistel arvestati standardviga (SV) ehk millistes piirides võib keskmine biomass tegelikult leitud keskmisest erineda.

## 5. TULEMUSED

### 5.1. SÕE MÕJU TAIMEDE KÕRGUSELE

Leidsime, et taimed, kelle potti oli lisatud 20 ml aktiivsütt, olid lühemad kui taimed, kelle potis polnud sütt. Sugulaste keskmine kõrgus söega (9,8 cm) oli tunduvalt madalam kui kõrgus söeta (17,1 cm). Mittesugulaste kõrgus söega (12,8 cm) oli natuke madalam kui kõrgus söeta (15,8 cm). Kontrolltöötluste taimede kõrgus söega (22,8 cm) oli samuti väiksem kui kõrgus söeta (25,6 cm) (vt joonis 2). Seega saab väita, et söe lisamine vähendas taimede kasvu. Arvatavasti põhjustas niisuguse tulemuse see, et süsi sidus mullast kasvuks vajalikke toitaineid.

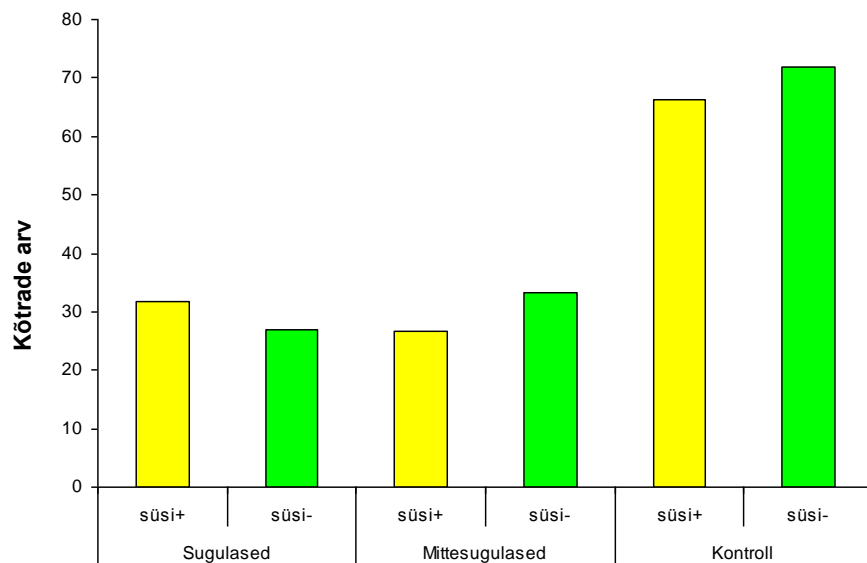


**Joonis 2.** Taimede keskmised kõrgused (cm) töötluste kaupa.

Taimed perekonnast 1 kasvasid kõige kiiremini, aga kuna neid on kõigis töötlustes sama palju, siis ei mõjuta see eri töötluste keskmisi erinevalt.

## 5.2. SÖE MÕJU VILJADE ARVULE

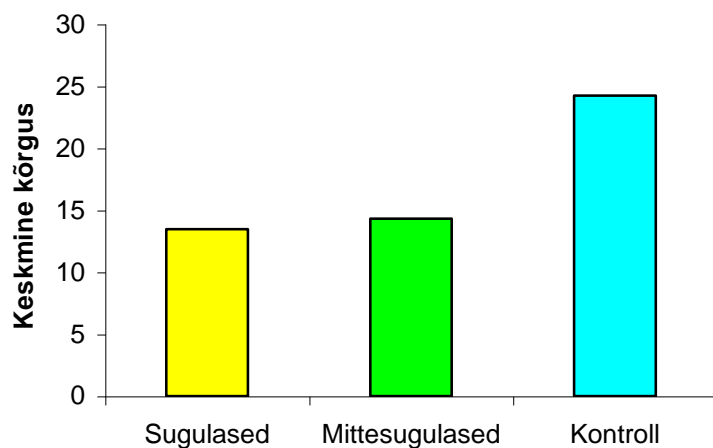
Saime teada, et sugulased, kelle potti oli lisatud 20 ml aktiivsütt, kandsid keskmiselt 31,8 kõtra. Söeta pottides kasvanud sugulased kandsid veidike vähem, keskmiselt 26,9 kõtra. Mittesugulased, kelle potis oli süsi, kandsid 26,7 kõtra, ent söeta potis kandsid nad natuke rohkem, keskmiselt 33,2 kõtra. Kontrolltaimed, kellele oli potti lisatud sütt, kandsid keskmiselt 66,3 kõtra. Söeta mullaga kasvatatud taimedel oli keskmiselt 71,8 kõtra (vt joonis 3). Ilma söeta taimede ja söega taimede kõtrade arvus ei olnud olulist erinevust. Seega saab väita, et söel ei olnud erilist mõju.



**Joonis 3.** Taimede keskmine kõtrade arv töötluste kaupa

### 5.3. KONKURENTSI MÕJU KÕRGUSELE

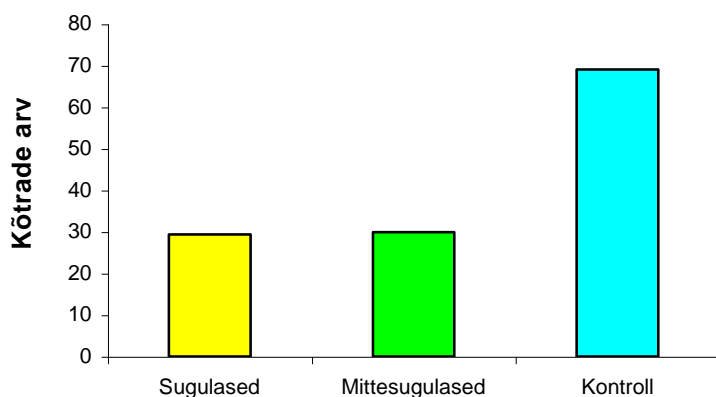
Leidsime, et sugulaste (13,5 cm) ja mittesugulaste pikkuste (14,3 cm) vahel ei ole suuri erinevusi, küll aga olid üksi kasvavad taimed (kontrolltöötlus) neist märkimisväärselt kõrgemad (24,3 cm) (vt joonis 4). Saab väita, et sugulased ja mittesugulased konkureerisid omavahel, ent kontrolltaimed, kes kasvasid üksi, ei konkureerinud, seega kasvasid kõrgemaks.



**Joonis 4.** Taimede keskmine kõrgus (cm) töötluste kaupa: kollane sugulaste kõrval, roheline mittesugulaste kõrval, kontrollgrupp kasvas üksinda

### 5.4. KONKURENTSI MÕJU VILJADE ARVULE

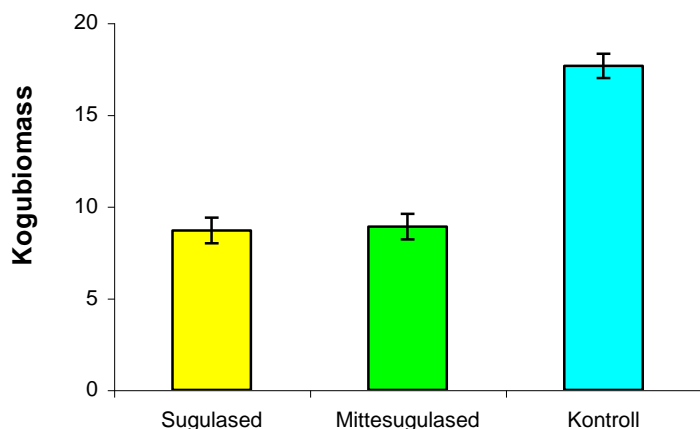
Sütt arvesse võtmata oli sugulaste keskmine kõtrade arv 29,4. Mittesugulaste keskmine kõtrade arv oli 30,0. Kontrolltaimede keskmine kõtrade arv oli 69,0 (joonis 5). Seega saab väita, et kontrolltaimedel on kõige suurem kõtrade arv. Selline tulemus tuli arvatavasti sellest, et kontrolltaimed kasvasid üksi, ei konkureerinud kellegagi ning ei pidanud oma ressursse naabritega jagama.



**Joonis 5.** Taimede kõtrade arv töötluste kaupa

#### 5.5. KOGUBIOMASS

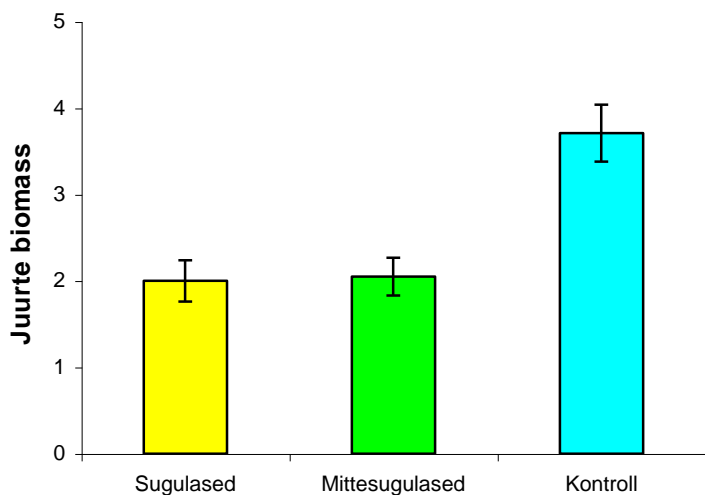
Sugulaste keskmine kogubiomass (kõdrad, seemned, varred, juured) oli 8,69 g, kusjuures standardviga (edaspidi: SV) oli  $\pm 0,7$  g. Mittesugulaste biomass oli 8,9 g, SV oli  $\pm 0,7$  g. Kontrolltaimede biomass oli 17,66 g, SV oli  $\pm 0,66$  g. Mõõtmiste põhjal võib järeldada, et kontrolltaimed, kellel polnud potis naabertaimet, kasvasid ligi kaks korda suuremaks kui taimed, kes jagasid potti naabertaimetega. Sugulaste ja mittesugulaste kogubiomass oli peaaegu võrdne, seega saab väita, et sugulaste ja mittesugulaste kasvus erinevusi ei olnud – sugulastevaheline ja mittesugulastevaheline konkurents on võrdne.



**Joonis 6.** Taimede kogubiomass (g) töötluste kaupa, arvestades standardviga

### 5.6. JUURTE BIOMASS

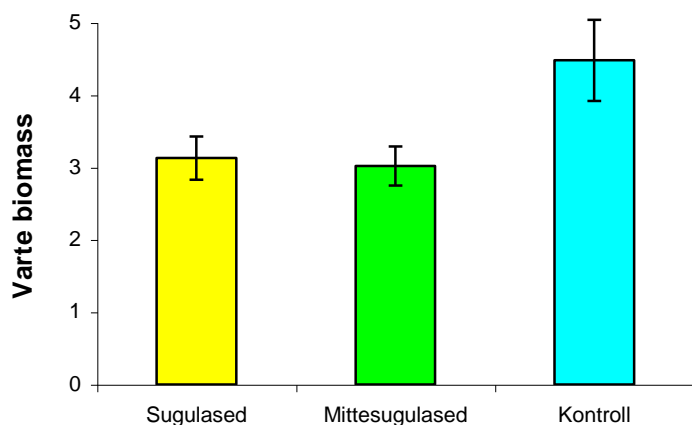
Sugulaste juurte keskmine biomass oli 2 g, SV oli  $\pm 0,24$  g. Mittesugulaste juurte biomass oli 2,05 g, SV oli  $\pm 0,22$  g. Kontrolltaimede juurte biomass oli 3,71 g, SV oli  $\pm 0,33$ . Võib samuti järeldada, et kontrolltaimed, kes kasvasid üksi, kasvasid rohkem juuri – juurte kaudu panustasid nad rohkem ressursse vartesse ja teistesse taimekudedesse. Samas sugulaste ja mittesugulaste juurte biomass oli võrdne, mis tähendab, et nende allokatsioon teistesse taimekudedesse oli samuti võrdne.



**Joonis 7.** Taimede juurte biomass (g) töötluste kaupa standardveaga

## 5.7. VARTE BIOMASS

Sugulaste varte biomass oli 3,13 g, SV oli  $\pm 0,3$  g. Mittesugulaste biomass oli 3,02 g, SV oli  $\pm 0,27$ . Kontrolltaimede varte biomass oli aga keskmiselt 4,48 g, SV oli  $\pm 0,56$  g. Mõõtmistest järeldus, et kontrolltaimede allokatsioon tugikudedesse oli kõige suurem, ent sugulastel ja mittesugulastel oli see märkimisväärselt väiksem ning võrdne.

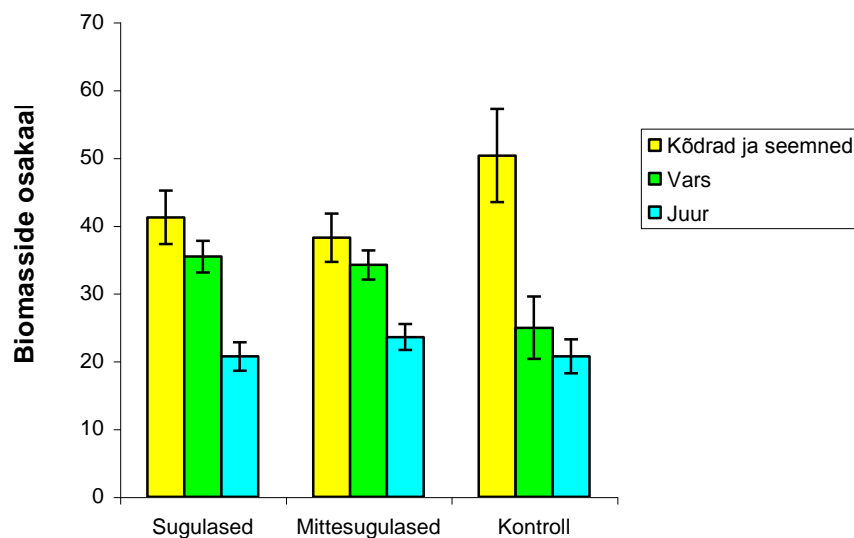


**Joonis 8.** Taimede varte biomass (g) töötluste kaupa standardveaga

## 5.8. BIOMASSIDE OSAKAALUD TÖÖTLUSTE KAUPA

Pärast taimede kaalumist mõõdeti biomasside osakaalud (protsendid) töötluste kaupa. Kui liita kõtrade-seemnete, varte ja juurte protsendid kokku, saab ligikaudu 100% ehk kogu taime. Arvutamisel saadi järgmised tulemused: Sugulaste kõtrade-seemnete osakaal oli 41,22% (SV  $\pm 3,95\%$ ), varre osakaal oli 35,43% (SV  $\pm 2,34\%$ ), juurte osakaal oli 23,33% (SV  $\pm 2,09$ ). Mittesugulaste kõtrade-seemnete osakaal oli 38,21% (SV  $\pm 3,56\%$ ), varre osakaal oli 34,2% (SV  $\pm 2,13\%$ ), juurte osakaal oli 23,57% (SV  $\pm 1,9\%$ ). Kontrolltaimede kõtrade-seemnete osakaal oli 50,34% (SV  $\pm 6,85\%$ ), varre osakaal oli 24,93% (SV  $\pm 4,6\%$ ), juurte osakaal oli 20,71% (SV  $\pm 2,51\%$ ).

Võib järeldada, et kontrolltaimed panustasid võrreldes teiste töötlustega väiksema protsendi oma kogubiomassist varde, ent rohkem paljunemisse. Samas juured moodustasid peaaegu samavõrdse protsendi kogu taimest kõigis töötlustes – kontrolltaimed panustasid varre arvelt paljunemisse. Varre kasvatamine näitab konkurentsi ja püüdu naabrilt toitaineid ära võtta, seda tegid nii sugulased kui ka mittesugulased.



**Joonis 9.** Taimede biomasside osakaalud (%) töötluste kaupa arvestades standardviga

## 6. ARUTELU

Uurisime rapsitaimede konkurentsi ja omavahelist äratundmist ning oma tulemuste põhjal väidame, et rapsi puhul ei ole vahet, kas taim kasvab koos sugulase või mittesugulasega. Hoolimata suurest geneetilisest varieeruvusest (eri perekondade taimed hakkasid õitsema erineval ajal ning olid ka kasvukuju poolest erinevad (vt Lisa 2), ei ole rapsil arvatavasti sugulaste ära tundmise võimet.

Süsi, mis oleks pidanud katkestama taimedevahelise suhtlemise, ei omanud sugulastevahelises äratundmises mingit erilist efekti, küll aga mõjutas söe olemasolu taimede kõrgust. Taimed, kelle potti oli lisatud sütt, jäid kasvult madalamaks kui taimed, kelle potis sütt ei olnud. Süsi võis siduda toitaineid, mistõttu taimed neid kätte ei saanud. Ilma söeta mullas kasvasid taimed kõrgemaks. Süsi mõjutas taimede kõrgust, kuid viljade arvule süsi erilist mõju ei omanud. Järelikult söe mõju on oluline ainult kõrgusele.

Taimed, kes kasvasid kahekesi ühes potis, konkureerisid omavahel suhteliselt tugevalt. Seda võis näha nende pikkuste erinevuses võrreldes üksi kasvanud kontrolltaimedega. Sugulaste ja mittesugulaste keskmine kõrgus ei erinenud üksteisest, ent kontrolltaimede kõrgus ületas teiste töötluste taimede kõrgust märkimisväärselt. Samas oli konkurents oluline saagikuse mõjutamisel – kui taimel on piisavalt ruumi ja toitaineid (kontrolltöötlustes),

kasvatab ta rohkem seemneid, ent kui isendite vahel toimub konkurents, investeerivad taimed oma ressursse eeldatavasti juurtesse, mitte niivõrd õite ja viljade kasvatamisele.

Töö alguses püstitatud hüpotees, et sugulastevaheline konkurents on nõrgem kui mittesugulastel, ei pidanud paika. Sugulastevaheline konkurents rapsil oli põhimõtteliselt sama tugev kui mittesugulastevaheline. Sugulaste kõrgus, kõtrade arv ja juurte biomass oli mittesugulastega võrreldes peaaegu samad. Seega sugulastevaheline konkurents ei ole leebem kui mittesugulastel. Samas arvan, et võib-olla panustasid konkureerijad rohkem juurtesse kui vartesse ning olid ka seetõttu lühemad.

Saades teada juurte, varte ja viljade massiandmed, võime järeldada, et töö alguses püstitatud hüpotees (sugulaste paaridel on poti kohta suurem kogubiomass kui mittesugulaste paaridel) ei pidanud paika. Sugulaste ja mittesugulaste biomass oli praktiliselt võrdne. Nende juurte ja varte biomass sama. Tuginedes taimede biomassi andmetele, võib öelda, et kõrvuti kasvavatel sugulastel ei ole mittesugulaste suhtes eeliseid.

Lähtuvalt saadud tulemustest nõustume (Kaarli, 2003) väitega, et hõredamalt kasvavad taimed (siin kontrolltöötlus) annavad rohkem saaki kui tihedamalt kasvavad taimed. Lisaks on ka taime välimuses näha erinevusi võrreldes omavahel kontrolltöötlusi ja sugulustöötlusi.

## 7. KOKKUVÕTE

Taimedevaheline äratundmine on olnud juba pikemat aega suhteliselt aktuaalne teema. Viimasel paaril aastal on läbi viidud mitmeid katseid äratundmise kohta. Susan A. Dudley on katsetanud müürlooga taimedel sugulastevahelist äratundmist ning on leidnud, et need taimed tõepoolest tunnevad oma sugulasi ära.

Käesoleva töö eesmärkideks oli (1) saada teada, kas raps tunneb oma sugulasi ära; (2) kas süsi omab mullas mingisugust tähtsust juureeritiste eritamisel ja taimedevahelises äratundmises; (3) kas sugulaste vahel ja mittesugulaste vahel oli konkurents ühesugune või erinev. Püüdsime oma eesmärkideni jõuda katse teel. Uurimistöö katse liigiks valiti raps (*Brassica napus*), mis on kiirekasvuline ning põllumajanduslikult oluline kultuurtaim (rapsist saab toota õli ning biodiisli). Uurisime, kas raps tunneb oma sugulasi ära ning kas sellest oleks põllumajanduslikku kasu. Sugulaste äratundmise uurimiseks tegime rapsiga katse, istutades taimed kahekaupa pottidesse (sugulased ja mittesugulased koos), millest pooltesse lisati aktiivsütt. Kontrolliks istutasime taimi ka üksikult pottidesse, millest pooltesse lisati samuti aktiivsütt. Süsi peaks blokeerima võimaliku taimedevahelise keemilise



signaliseerimise. Tulemustest järeldus, et söel oli mõju küll taime pikkusele (vähendas taimede kasvu), ent mitte taimedevahelisele suhtlemisele.

Taimed konkureerivad omavahel toitainete, valguse ja vee pärast. Käesolevas uurimistöös vaadati, kuidas käituvad taimed, kui nende kõrval kasvas sugulane või mittesugulane. Selgus, et sugulaste ning mittesugulaste (juurte) kasvatamisel ja viljade arvul erilist vahet ei olnud. Seega võib olemasolevate andmete põhjal öelda, et konkurents sugulaste ja mittesugulaste vahel oli ühesugune ning raps ei tunne oma sugulasi ära. Taimede sugulaste ja mittesugulaste kõrgus, kõtrade arv ning kogubiomass oli peaaegu sama.

Lisaks konkureerisid koos kasvavad taimed (siin sugulustöötused) omavahel tunduvalt ning jäid kasvult madalamaks ja andsid vähem vilju. Seega võib väita, et rapsi ei ole soovitatav külvata liiga tihedalt (üle 150 seemne 1 m<sup>2</sup> kohta), sest siis jääb viljade arv väikeseks. Optimaalne külvisenorm 1 m<sup>2</sup> kohta on keskel läbi 125–150 seemet. Taimed kasvaksid siis jõudsamalt ning annaksid rohkem saaki.

Kokkuvõttes saame uurimistööl põhjal öelda, et kuigi rapsil kultuurtaimena arvatavasti puudub sugulastevaheline äratundmine, siis söe olemasolu mullas mõjutab taimede kasvu toitainete sidumise kaudu.

## KIRJANDUS

- Biedrzycki, M. L., Jilany, T. A., Dudley, S. A., Bais, H. P., 2010.** Root exudates mediate kin recognition in plants. *Communicative & Integrative Biology*. jaan-veeb; 3(1): Lk 28–35.
- Eesti Entsüklopeedia 8, 2006.** Raps. Lk 35.
- Fletcher, N., 2005.** Õitsvad taimed. Varrak. Tallinn
- Gersani, M., Brown, J. S., O'Brien, E. E., Maina, G. M., Abramsky, Z., 2001.** Tragedy of the commons as a result of root competition. *Journal of ecology*. Lk 660–669.
- Ilumäe, E., Hansson A., Kaarli K., 2004.** Rapsi kasvatamine. Infoleht nr 119/2004. Eesti Maaviljeluse Instituut (EMVI) Põllukultuuride osakond
- Ilumäe, E., Hansson A., Kaarli K., 2004.** Rapsi tolmlamine ja mesilased. Infoleht nr 118/2004. Eesti Maaviljeluse Instituut (EMVI) Põllukultuuride osakond
- Kaarli, K., 2003.** Õlikultuuride kasvataja käsiraamat. Eesti Maaviljeluse Instituut, 6–70. Saku
- Masing, V. (koost), 1992.** Ökoloogialeksikon. Loodusteaduslik oskussõnastik. Eesti Entsüklopeediakirjastus. Tallinn
- Narits, L., 2010.** Talirüps on perspektiivikas. *Mahepõllumajanduse leht*, 52, 2/2010: lk 2–3.

**Saar, S., 2012.** Juureeritiste roll naabertaimede äratundmises. Magistritöö. Tartu Ülikool.  
Tartu

**Sugiyama, A., Yazaki, K., 2012.** Root Exudates of Legume Plants and Their Involvement in Interactions with Soil Microbes. Secretions and Exudates in Biological Systems. 12/2012. Lk 27–48

**Veromann, E., 2009.** Geneetiliselt muundatud taimede ökoloogilised riskid. Lk 1–10

White, P. J., Hammond, J. P., 2008. The Ecophysiology of Plant-Phosphorus. Springer. 292 lk.

**Wilson, J. B., 1988.** Shoot competition and root competition. Journal of Applied Ecology. Lk 279–296

## INTERNETIALLIKAD

**Cook, G., 2012.** Do plants think? Kättesaadav:

<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=do-plants-think-daniel-chamovitz>  
(03.01.13)

**File, A. L., Murphy, G. P., Dudley, S. A., 2011.** Fitness consequences of plants growing with siblings: reconciling kin selection, niche partitioning and competitive ability.

Kättesaadav:

<http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/early/2011/11/03/rspb.2011.1995.full>  
(18.01.13)

**GMO Compass, 2008.** Rapeseed. Kättesaadav: [http://www.gmo-](http://www.gmo-compass.org/eng/grocery_shopping/crops/21.genetically_modified_rapeseed.html)

[compass.org/eng/grocery\\_shopping/crops/21.genetically\\_modified\\_rapeseed.html](http://www.gmo-compass.org/eng/grocery_shopping/crops/21.genetically_modified_rapeseed.html) (03.01.13)

**Hardin, G., 1968.** The Tragedy of the Commons. Kättesaadav:

<http://www.sciencemag.org/content/162/3859/1243.full> (18.01.13)

**Keddy, P. A. 2012.** Competition in Plant Communities. Kättesaadav:

<http://www.drpaulkeddy.com/competitionreadings.html> (03.01.13).

**Lauk, E., Paivel, M., Sikk, V., 2009. (muudetud 2011).** Raps. Kättesaadav:

<http://entsyklopeedia.ee/artikkel/raps2> (15.12.12)

**Lipp, K., 2008.** Ökoloogiline jalajälg näitab tarbimise tegelikku mahtu. Kättesaadav:

[http://www.bioneer.ee/eluviis/ilu/article\\_id-847](http://www.bioneer.ee/eluviis/ilu/article_id-847) (28.12.12)

**Maamajandus, 2012a.** Suviraps. Kättesaadav:

[http://www.pikk.ee/valdkonnad/maattevotlus/mitmekesistamine/rapsi-](http://www.pikk.ee/valdkonnad/maattevotlus/mitmekesistamine/rapsi-kasvatamine/iseloomustus)  
[kasvatamine/iseloomustus](http://www.pikk.ee/valdkonnad/maattevotlus/mitmekesistamine/rapsi-kasvatamine/iseloomustus) (15.12.12)

**Maamajandus, 2012b.** Taliraps. Kättesaadav:

<http://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/olikultuurid-ja-kiukultuurid/taliraps> (15.12.12)

**Metspalu, L., 2010.** Roundup ja tema ohtlikud lähisugulased. Kättesaadav:

<http://www.aialeht.ee/news/aiaplaneerimine/roundup-ja-tema-ohtlikud-lahisugulased.d?id=32124909> (28.12.12)

**Narits, L., 2007.** Talirüps kui üks paremaid kultuure mahetingimustes. Kättesaadav:

[http://www.sordiaretus.ee/files/Nouanded/2007\\_03\\_28%20ryps.pdf](http://www.sordiaretus.ee/files/Nouanded/2007_03_28%20ryps.pdf) (15.12.12)

**Päärt, V., 2012.** Kas taimed on isekad? Kättesaadav: [http://novaator.ee/ET/tartu-ulikool/kas\\_taimed\\_on\\_isekad/](http://novaator.ee/ET/tartu-ulikool/kas_taimed_on_isekad/) (03.01.13)

**Raudla, H., 2011.** Käegakatsutav: 10 tonni nisu hektarilt. Kättesaadav:

<http://www.maaleht.ee/news/maamajandus/taimekasvatus/kaegakatsutav-10-tonni-nisu-hektarilt.d?id=62519300> (28.12.12)

**Targu Talita, 2009.** Külvikorra tähtsusest. Kättesaadav:

<http://www.maaleht.ee/news/uudised/eestiuudised/kulvikorra-tahtsusest.d?id=23968479> (15.12.12)

**Tarkade klubi, 2009.** Taimed tunnevad sugulasi juurte kaudu. Kättesaadav:

<http://forte.delfi.ee/news/teadus/taimed-tunnevad-sugulasi-juurte-kaudu.d?id=26774067> (03.01.13)

**Uku, H., 2012.** Teravilja saagikus on tänavu väga hea. Kättesaadav: <http://www.stat.ee/57623> (03.01.13)

**Yook, C. K., 2008.** Loyal to Its Root. Kättesaadav:

[http://www.nytimes.com/2008/06/10/science/10plant.html?\\_r=4&hp&oref=slogin&](http://www.nytimes.com/2008/06/10/science/10plant.html?_r=4&hp&oref=slogin&) (03.01.13)

## LISAD

### LISA 1



**Foto 1.** Autor taimedele mullasegu valmistamas



**Foto 2.** Taimed kasvulava peal, valgustite all. Taimede kohal ripuvad kollased liimpüünised



**Foto 3.** Sugulased perekonnast 4



**Foto 4.** Kontrolltöötuse taim õitsemas potis nr 41





**Foto 5.** Autor taimede õisi ja vilju loendamas



**Foto 6.** Autor taimede pikkusi mõõtnas

## LISA 2

Algandmete tabel

pott	taim	pere	süsi	töötlus	hypocotyl	naaber	kõrgus	kõdrad
1	1	1	jah	sugulased	3	jah	18	30
1	2	1	jah	sugulased	3	jah	18	48
2	3	1	jah	sugulased	4	jah	32	34
2	4	1	jah	sugulased	3.5	jah	29	43
3	5	2	jah	sugulased	2	jah	4	NA
3	6	2	jah	sugulased	2.5	jah	5	NA
4	7	2	jah	sugulased	2.5	jah	5	NA
4	8	2	jah	sugulased	3	jah	6	4
5	9	3	jah	sugulased	3	jah	6	NA
5	10	3	jah	sugulased	2	jah	4	NA
6	11	3	jah	sugulased	2.5	jah	5	NA
6	12	3	jah	sugulased	2.5	jah	4	NA
7	13	4	jah	sugulased	3.5	jah	4	NA
7	14	4	jah	sugulased	3	jah	5	NA
8	15	4	jah	sugulased	3	jah	7	NA
8	16	4	jah	sugulased	2	jah	5	NA
9	17	1	jah	mittesug	5	jah	25	70
9	18	2	jah	mittesug	3.5	jah	6	NA
10	19	1	jah	mittesug	4.5	jah	29	41
10	20	2	jah	mittesug	2	jah	5	NA
11	21	2	jah	mittesug	2.5	jah	10	31
11	22	3	jah	mittesug	1.5	jah	8	6
12	23	2	jah	mittesug	1.5	jah	9	4
12	24	3	jah	mittesug	2.5	jah	8	NA
13	25	3	jah	mittesug	2.5	jah	10	19
13	26	4	jah	mittesug	3	jah	11	17
14	27	3	jah	mittesug	3	jah	7	NA
14	28	4	jah	mittesug	3.5	jah	6	NA
15	29	4	jah	mittesug	2	jah	5	1
15	30	1	jah	mittesug	4	jah	31	40

16	31	4	jah	mittesug	3	jah	7	NA
16	32	1	jah	mittesug	3.5	jah	28	38
17	33	1	ei	sugulased	3.5	jah	29	27
17	34	1	ei	sugulased	4.5	jah	31	28
18	35	1	ei	sugulased	4	jah	31	25
18	36	1	ei	sugulased	3.5	jah	30	33
19	37	2	ei	sugulased	3.5	jah	19	32
19	38	2	ei	sugulased	2	jah	17	28
20	39	2	ei	sugulased	3.5	jah	10	NA
20	40	2	ei	sugulased	2.5	jah	8	NA
21	41	3	ei	sugulased	3.5	jah	11	33
21	42	3	ei	sugulased	2.5	jah	18	15
22	43	3	ei	sugulased	2.5	jah	5	NA
22	44	3	ei	sugulased	2.5	jah	7	NA
23	45	4	ei	sugulased	2.5	jah	12	2
23	46	4	ei	sugulased	2.5	jah	10	12
24	47	4	ei	sugulased	3	jah	24	29
24	48	4	ei	sugulased	3	jah	12	55
25	49	1	ei	mittesug	3	jah	31	33
25	50	2	ei	mittesug	2.8	jah	12	6
26	51	1	ei	mittesug	4	jah	25	33
26	52	2	ei	mittesug	3	jah	7	12
27	53	2	ei	mittesug	2	jah	11	11
27	54	3	ei	mittesug	2	jah	7	NA
28	55	2	ei	mittesug	2	jah	21	65
28	56	3	ei	mittesug	3	jah	14	63
29	57	3	ei	mittesug	3	jah	12	14
29	58	4	ei	mittesug	2.8	jah	9	NA
30	59	3	ei	mittesug	1.5	jah	28	79
30	60	4	ei	mittesug	1.5	jah	5	NA
31	61	4	ei	mittesug	4	jah	7	1
31	62	1	ei	mittesug	3	jah	28	29
32	63	4	ei	mittesug	2.5	jah	7	NA
32	64	1	ei	mittesug	4	jah	29	52
33	65	1	jah	KT	4	ei	26	71



<b>34</b>	<b>66</b>	1	jah	KT	3	ei	31	71
<b>35</b>	<b>67</b>	2	jah	KT	2	ei	33	85
<b>36</b>	<b>68</b>	2	jah	KT	2	ei	28	79
<b>37</b>	<b>69</b>	3	jah	KT	2.5	ei	20	62
<b>38</b>	<b>70</b>	3	jah	KT	2.5	ei	15	34
<b>39</b>	<b>71</b>	4	jah	KT	2	ei	24	62
<b>40</b>	<b>72</b>	4	jah	KT	3.5	ei	6	NA
<b>41</b>	<b>73</b>	1	ei	KT	3	ei	34	67
<b>42</b>	<b>74</b>	1	ei	KT	3.5	ei	31	83
<b>43</b>	<b>75</b>	2	ei	KT	2	ei	21	55
<b>44</b>	<b>76</b>	2	ei	KT	2	ei	23	67
<b>45</b>	<b>77</b>	3	ei	KT	2	ei	32	88
<b>46</b>	<b>78</b>	3	ei	KT	2.8	ei	38	106
<b>47</b>	<b>79</b>	4	ei	KT	3.5	ei	15	48
<b>48</b>	<b>80</b>	4	ei	KT	2.5	ei	11	60