

EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Mairi Tikk

**KÜÜSLAUGU SORDIOMADUSTE MÕJU SAAGIKUSELE
JA SAAGI KVALITEEDILE**

INFLUENCE OF GENOTYPE ON THE YIELD AND QUALITY OF GARLIC

Magistritöö
Aianduse õppekava

Juhendaja: lektor Priit Põldma

Tartu 2015

Lühikokkuvõte

Viimase kahekümne aasta jooksul on Eestis küüslaugu kasvatamise vastu huvi üha suurenenud. Seda näitab kasvupindade suurenemine. Kuid saagikus on hakanud langema ning nõudlus on turul suur. Eesti statistikaameti andmetel on küüslaugu isevarustatavuse tase 42%. Puudu olev toodang kompenseeritakse impordiga Hiinast ja Lõuna-Euroopa riikidest. Selleks, et leida Eesti kliimatingimustesse sobivat istutusmaterjali viidi läbi katse. Töö eesmärgiks oli välja selgitada erinevate Kesk- ja Lõuna-Euroopast pärit tali- ja suviküüslaugu sortide biokeemiline koostis ja saagikus Eesti kliimatingimustes kasvatamisel. Istutusmaterjalina kasutati Inglismaalt, Prantsusmaalt, Poolast, Leedust ja Ukrainast pärit 16 erinevat sorti taliküüslauku. Võrdluseks kasutati Eestis enim kasvatatavat taliküüslaugu kohalikku kloonit. Taliküüslaugu sordid: 'Chesnok', 'Early Purple', 'Lautrec', 'Iberian' (Inglismaa); 'Therador', 'Thermidrome', 'Messidrome', 'Germidour', 'Messidor', 'Primor' (Prantsumaa); 'Arkus', 'Harnas', 'Ornak' (Poola); 'Ziemiai' (Leedu) ja 'Liubasha' (Ukraina). Suviküüslaukude katses kasutati Prantsusmaalt pärit 3 erinevat sorti küüslauku. Küüslaugu sordid: 'Printanor', 'Flavor' ja 'Cledor'. Sobivate sortide leidmiseks uuriti kasvuaegseid parameetreid, saagikust ja biokeemilist koostist.

Kohalikust kloonist olid suurema saagikusega 5 sorti: 'Messidor' (1119 g/m²), 'Therador' (974 g/m²), 'Messidrome' (892 g/m²), 'Ornak' (882 g/m²) ja 'Liubasha' (915 g/m²). Suviküüslaugud olid kõrgema kuivaine ja mahlakuivaine sisaldusega, kuid madalama fenoolsete ühendite, püruuvhappe, allitsiini ja väavli sisaldusega ning madalama saagikusega kui taliküüslaugud.

Märksõnad: taliküüslauk, suviküüslauk, sort, saagikus, biokeemiline koostis

Resume

In the last twenty years, interest in growing garlic has increased in Estonia. This is shown by the increase in growing area. However, garlic production yields have decreased and the demand on the market is high. According to Statistics Estonia, the self-provision level of garlic is 42%. The missing produce is compensated by imports from China and Southern European countries. In order to find planting material that would be suitable for the Estonian climate, a test was conducted.

The planting material used included 16 different cultivars of winter garlic from England, France, Poland, Lithuania and Ukraine. For comparison, the local winter garlic clone that is most popular in Estonia was used. Winter garlic cultivars: 'Chesnok', 'Early Purple', 'Lautrec', 'Iberian' (England); 'Therador', 'Thermidrome', 'Messidrome', 'Germidour', 'Messidor', 'Primor' (France); 'Arkus', 'Harnas', 'Ornak' (Poland); 'Ziemiai' (Lithuania) and 'Liubasha' (Ukraine). In the summer garlic test, 3 different varieties of garlic from France were used. Garlic cultivars: 'Printanor', 'Flavor' and 'Cledor'. In order to find the suitable cultivars, the growth period parameters, yield and biochemical composition were studied.

Five varieties had a higher yield than the local clone used for comparison: 'Messidor' (1119 g/m²), 'Therador' (974 g/m²), 'Messidrome' (892 g/m²), 'Ornak' (882 g/m²) and 'Liubasha' (915 g/m²). Summer garlics had a higher soluble solids and dry matter content, but a lower content of total phenolics, pyruvic acid, allicine, sulphur and lower yield than winter garlics.

Keywords: winter garlic, summer garlic, cultivar, yield, biochemical composition

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1 Botaaniline iseloomustus.....	7
1.2 Kasvukeskkond.....	8
1.3 Säilitamine.....	9
1.4 Kүүs-laugu biokeemiline koostis.....	10
1.4.1 Kuivaine sisaldus.....	10
1.4.2 Mahla kuivaine.....	11
1.4.3 Vitamiinid, mikro- ja makroelemendid kүүs-laugus.....	12
1.4.4 Allinaas, alliin ja allitsiin.....	12
1.4.5 Pūruuvhappe sisaldus.....	14
1.4.6 Üldfenoolide sisaldus.....	14
1.5 Kүүs-laugu kasvupind ning saak Eestis ja maailmas.....	15
2. UURIMISTÖÖ TINGIMUSED JA METOODIKA.....	17
2.1 Meteoroloogilised ja agronoomilised tingimused katseaastatel.....	17
2.2 Metoodika.....	18
3. KATSETULEMUSED.....	21
3.1 Kүүs-laugutaimede kasvuaegsed parameetrid.....	21
3.2 Kүүs-laugu saagikus.....	24
3.3 Biokeemiline koostis.....	26
3.3.1 Kuivaine sisaldus liitsibulas.....	26
3.3.2 Mahla kuivaine sisaldus liitsibulas.....	27
3.3.3 Makroelemendid.....	28
3.3.4 Fenoolsete ühendite sisaldus liitsibulas.....	29
3.3.5 C-vitamiini sisaldus liitsibulas.....	30
3.3.6 Pūruuvhappe sisaldus liitsibulas.....	31
3.3.7 Allitsiini sisaldus liitsibulas.....	32
3.4 Korrelatsioonanalüüs.....	33
4. ARUTELU.....	36
KOKKUVÖTE.....	40
KASUTATUD KIRJANDUS.....	42
SUMMARY AND CONCLUSIONS.....	47

SISSEJUHATUS

Küüslauk on üks populaarsemaid maitse- ja ravimtaimi maailmas. Seda võib pidada ka üheks vanimaks kultuurtaimeks, mida on kultiveeritud juba üle 5000 aasta (Medina, Garcia, 2007). Arvatakse, et küüslauk on pärit Kesk-Aasiast (Block, 1985).

Läbi ajaloo on kirja pandud palju erinevaid viiteid küüslaugu kasutamise kohta. On kirjutatud, et küüslauku pakuti söögiks püramiidi ehitajatele, selleks et vältida erinevaid epideemiaid (Harris jt, 2001). Samuti on leitud nii Egiptuses Saqqara hauakambrites kui ka Tutanhmoni hauakambri küüslauguküüsi. Arvatakse, et vaaraode arvates pidi toit ka peale surma olema hästi maitsestatud (Lanzotti, 2006). Küüslaugu tervislikest omadustest on kirjutatud *Eber*'i papüürusel, mis sisaldab meditsiinilisi teadmisi taimedest aastast 1550 eKr. Seal on kirjas üle 800 erineva preparaadi ning 22 neist sisaldab ka küüslauku (Block, 1985). Küüslaugu kasutusest on viiteid esimesest ja teisest maailmasõjast, mil seda kasutati antiseptilise toime tõttu.

Nüüdisajal on välja selgitatud, et küüslauk sisaldab rikkalikult fütotoitaineid (bioaktiivsed ained), mis aitavad ravida ja ennetada erinevaid haigusi nagu vähk, ülekaalulisus, kardiovaskulaarsed haigused, diabeet, hüpertoonia, veresoonkonna haigused jne (Lanzotti, 2006). Samuti on küüslaugu fungitsiidset, antibakteriaalset ja viirusevastast toimet palju uuritud. Selle tõttu on väga levinud erinevad toidulisandid küüslaukudest.

Lisaks maitsetaimena ja tervislikele omadustele kasutatakse küüslauku ka taimekaitsetes. On leitud, et küüslaugus olev antimikroobne ühend allitsiin aitab tõrjuda hallitusseent (*Phytophthora infestans*) tomatitel (Portz jt, 2008). Küüslauku on võimalik kasutada maheviljeluses.

Tänapäeval kasvatatakse küüslauku kogu maailmas mõõduka ja subtroopilise kliimaga piirkondades. Laialdasemalt alustati küüslaugu kasvatamisega 1980. aastal, kui hakati tegelema sordiaretusega. Maailmas kasvatatakse umbes 300 erinevat küüslaugu sorti (Medina, Garcia, 2007). Küüslauk on kahekümne tähtsaima köögivilja seas maailmas. Food

and Agriculture Organization (2014) andmetel oli 2013. aastal küüslaugu maailmatoodang 24,2 miljonit tonni, suurimaks tootjamaaks Hiina. Küüslaugu üldist suurt populaarsust näitavad ka erinevad küüslaugufestivalid, mida korraldatakse Suurbritannias, Prantsusmaal, Ameerika Ühendriikides ja teisteski riikides. Samuti korraldatakse alates 2007. aastast küüslaugufestivali ka Eestis Jõgeval.

Viimase kahekümne aasta jooksul on Eestis küüslaugu kasvatamise vastu huvi üha suurenenud. Seda näitab kasvupindade suurenemine, mis 1994. aastal oli 50 ha ning 2013. aastal 115 ha (PM031, 2015). Saagikus on hakanud vähenema. 2004. aastal oli küüslaugu kogutoodang 369 tonni, kuid 2013. aastal 206 tonni. Nõudlus on turul suur. Eesti statistikaameti andmetel on küüslagu isevarustatavuse tase 42% (Puura, Valdvee, 2015). Puudu olev toodang kompenseeritakse impordiga Hiinast ja Lõuna-Euroopa riikidest.

Seni on Eestis peamiselt kasvatatud nõukogude ajast säilinud Vene või Ukraina päritolu violetse koorega putkuvaid taliküüslaugusorte. Kuna paljundusmaterjali ei ole uuendatud, siis aja jooksul on see segunenud ning ei anna ühtlase kvaliteediga toodangut. Saagi suurenemist takistavaks teguriks on ühtlase ja kvaliteetse istutusmaterjali puudumine.

Töö eesmärgiks on välja selgitada erinevate Kesk- ja Lõuna-Euroopast pärit tali- ja suviküüslaugu sortide biokeemiline koostis ja saagikus Eesti kliimatingimustes kasvatamisel. Võrdlusena kasutatakse Eestis levinud taliküüslaugu kohalikku kloon.

Hüpotees: Kesk- ja Lõuna-Euroopa küüslaugu sordid on võrreldes Eesti klooniga saagikamad ning suurema mineraalelementide ja biokeemiliste ühendite sisaldusega.

Lõputöö koostamisel on kasutatud Eesti Vabariigi Põllumajandusministeeriumi rahastatud rakendusuuringu „Aiakultuuride kasvatus- ning taimekaitsetehnoloogiate täiustamine toodangu kvaliteedi ja konkurentsivõime suurendamise eesmärgil“ raames läbi viidud katsete andmeid.

Töö koostamisel saadud juhiste eest soovin väga tänada oma juhendajat Priit Põldmad, samuti kõiki teisi, kes töö valmimisele kaasa aitasid.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Botaaniline iseloomustus

Küüslauk (*Allium sativum*) on mitmeaastane taim kuulub sugukonda liilialised (*Liliaceae*) ja lauguliste (*Allium*) perekonda. Küüslaugud jagatakse botaaniliselt kahte alamliiki: putkuv küüslauk (*Allium sativum* var *ophioscorodon*) ja putkumatu küüslauk (*Allium sativum* var *sativum*) (Alonso, 1998). Samuti eristatakse veel tali- ja suvivorme. Saagikus sõltub sordist, kasvutingimustest, kliimast, agrotehnilistest võtetest ja istutuskeemist. Keskmine saagikus võib jääda vahemikku 6–12 tonni hektarilt (Alonso, 1998), Eesti Maaülikoolis tehtud katses saadi keskmiseks taliküüslaugusortide saagikuseks 7,3 t/ha (734g/m²) (Põldma jt, 2013), kuid Bangladeshis on saadud keskmiseks saagikuseks 3,82 t/ha (Zaman jt, 2011). Euroopa Liidu sortide andmebaasis on 115 ametlikult registreeritud küüslaugusorti (European Commission, 2015). Küüslaugu paljundamiseks kasutatakse küüsi või putkuvatel sortidel varrel tekkinud sigisibulaid.

Putkuvatel küüslaukudel areneb välja õisikuvars ning selle tippu kerajas õisik, kuhu moodustuvad väljaarenemata õied ja väikesed sigisibulad. Liitsibul koosneb 3-14 künest mis paiknevad kontsentriselt (Engeland, 1991;1995) (joonis 1). Putkuvate küüslaukude keskmine mass on 68 g ning läbimõõt 2,8 cm (Organic Garlic..., 2012). Saagi suurendamiseks soovitatakse õisikubarrel eemaldada õisikud. Kuid arvatakse, et õisikute eemaldamine võib põhjustada küüslaukude kehvemat säilimist (Engeland, 1991). Rosen ja Tong (2001) tehtud putkuvate küüslaukude katses lõigati ära õisikud õienupu alt, kui nad olid keerdunud. Õisikute eemaldamise tulemuseks saadi, et see annab suurema saagi võrreldes taimedega, millelt õisikuid ei eemaldatud. Kuid sellise tegevuse korral tuleb arvestada lisakuludega tööjõule. Ühel inimesel kulub õisikuvarte lõikamiseks ühel hektaril umbes 40–50 tundi eeldusel, et õisikud jäetakse põllule. Poole rohkem aega kulub juhul, kui õisikud korjatakse põllult ka ära (Põldma jt, 2011). Külmema kliimaga piirkondades kasvatatakse enamasti putkuvaid küüslaugusorte (Engeland, 1991).

Mitteputkuvatel küüslaugusortidel on enamasti 12–20 küünt, mis asetsevad liitsibulas 3–6 ringina (Engeland, 1991; 1995) (joonis 1). Liitsibula keskmine mass on 51 g ning läbimõõt keskmiselt 4,6 cm (Organic Garlic..., 2012). Putkumatud sordid on eelistatud kaubanduslikult, kuna on suurema saagikusega (Engeland, 1991).



Joonis 1. Putkumatu ja putkuv küüslauk. Allikas: (Peaceful Valley, 2011)

Putkumatud sordid võivad ebasoodsates kasvutingimustes kasvades moodustada varre ja osaliselt putkuda (Engeland, 1991; 1995). Enamasti mõjutab liitsibula ja õisikuarre moodustumist temperatuur ja päevapikkus (Takagi, 1990). Sellisel juhul nimetatakse neid poolputkuvateks küüslaukudeks (Engeland, 1991; 1995).

1.2 Kasvukeskkond

Küüslauk on väga vastupidav taim erinevatele kliimatingimustele. Taime kasvutemperatuurid jäävad 5–35 °C vahele. Küüslaugu taim talub hästi külma, kuni -10 °C (Alonso, 1998). Eesti tingimustes võivad talvekahjustused esineda lumevaesel talvel, tuultele avatud põldudel (Põldma jt, 2011). Liitsibula moodustamiseks optimaalne temperatuur on 15–18 °C (Meensalu jt, 1988). Enne küüntest istutamist on vajalik teha mullaanalüüs, et selgitada välja, milline on mulla toitainete sisaldus (Alonso, 1998). Saadud tulemuste põhjal tuleks väetada küüslauku kas orgaaniliste väetistega või mineraalväetistega. Mulla happesus võiks jääda vahemikku 6,2–6,8 (Medina, Garcia, 2007). Liialt happelisi muldi võiks eelnevalt lubjata. Küüslauk on tolerantne erinevate mullatüüpide suhtes, kuid enam eelistab saviliivmuldasid, mis on kõrge orgaanilise aine sisaldusega ja hea dreneažiga (Alonso, 1998).

Mulla niiskus on oluline tegur, mis mõjutab küüslaugu kasvu, arengut ja saagikust (Bhuiya jt, 2003). Küüslaugul on hõre juurekava, mis mullas areneb kuni 0,6 m sügavusele (Brewster, Rabinowitch, 1990). Mulla niiskuse sisalduse parandamiseks võib kasutada ka multšimist. Multšina võib kasutada erinevaid taimseid materjale nagu õled, muruniide ning erinevaid kilesid. (Bhuiya jt, 2003).

Enamikel juhtudel katab vihmavesi küüslaugutaimede veevajaduse esimestes kasvufaasides (Alonso, 1998). Kui kasutada lisaks vihmaveele lisaniisutusüsteeme, on soovitatav kastmine lõpetada kolm nädalat enne saagikoristust, kuna kasvuperioodi lõpul niiskusevajadus väheneb (Brewster, Rabinowitch, 1990). Liiginiiskus aeglustab liitsibula valmimist ja mõjutab nende säilivust hoidlas. Säilitusperioodil võivad tekkida liiginiiskuse tagajärjel erinevad säilituskaod, mida tekitavad enamasti rohe- ja hahkhallitus (Alonso, 1998). Hispaanias Albacete piirkonnas tehtud katses leiti, et piisav veekogus kasvuperioodiks on 460 mm koos vihmavee ja lisaniisutusega (Cortes jt, 2003). Niiskema kliimaga aladel (sh Eestis) lisaniisutusüsteeme küüslaugu kasvatamisel ei kasutata.

1.3 Säilitamine

Küüslaugu säilitamisel esineb palju probleeme: kasvamaminek, kaalukadu, sordile omase värvuse kadu. Eriti hästi ei säili taliküüslaugud. Oluline on tagada võimalikult head säilitustingimused pikaajaliseks säilitamiseks. Kirjanduse andmetel tuleks küüslauku säilitada -1 kuni $+1^{\circ}\text{C}$ juures 70–75% relatiivse õhuniiskusega. Sellistes tingimustes tarbimiseks mõeldud küüslauk peaks säilima 6–8 kuud (Alonso, 1998). Cantwell (2000) on välja toonud, et küüslauku võib hoida toatemperatuuril ($20\text{--}30^{\circ}\text{C}$). Sellisel juhul säilib küüslauk 1–2 kuud, kuid küüslauk kaotab ruttu oma tugevuse ja muutub käsnjaks. Paljundusmaterjalil peaks säilima hoiustamisel idanemisvõime, vajadusel tuleb seenhaiguste vältimiseks töödelda fungitsiididega (Alonso, 1998). Cantwell jt (2003) kirjutab, et küüslaugu pikaajaliseks säilitamiseks võib kasutada ka kontrollitud atmosfääriga hoidlaid. CO_2 sisaldus 5-15% ja O_2 0,5% pidurdab liitsibula lagunemist ja aeglustab idanema minemist temperatuuril $0\text{--}5^{\circ}\text{C}$. Nii peaksid küüslaugud säilima 6 kuud. Küüslaukude keemilise koostise muutusi kontrollitud atmosfääri tingimustes mõjutab ka sordi eripära

Mehhikos tehtud uurimustöös pandi 190 päevaks säilima 360 küüslauku, sordiks 'Perla'. Säilitustingimused olid 0 °C (RH = 84%), 0 °C (RH = 70%), 5 °C (RH = 74%), 20 °C (RH = 55%), 30 °C (RH = 46%) ja toatemperatuuril 17,7 °C. Proove võeti iga kümne päeva järel. Kõige paremini säilisid küüslaugud 0 °C juures kuni 150 päeva. Sellistes tingimustes säilinud küüslaukudel oli väikseim idanevusindeks ja kaalukadu ning hea tugevus ja värvus. Suurima kaalukaotusega olid küüslaugud, mis pandi säilima 30 °C-ga, neil tekkisid ka küünte värvimuutused (Vazquez-Barrios jt, 2006).

Pöldma jt (2012) läbiviidud Eesti Maaülikooli katses säilitati küüslauke kontrollitud atmosfääris. Säilitustingimused olid 1% O₂ ja 5% CO₂ ning temperatuur 2±1 °C, õhuniiskus jäi vahemikku 62–87%. Võrdluseks kasutati tavaatmosfääri tingimusi, õhutemperatuur 2±1 °C ja õhuniiskus 58–75%. Küüslaugu sordiks oli 'Ziemiai'. Tulemuseks saadi, et kontrollitud atmosfääri tingimustes on säilituskadu väiksem ja küüslaugud säilivad pikemat aega kui tavatingimustes.

1.4 Küüslaugu biokeemiline koostis

1.4.1 Kuivaine sisaldus

Küüslaugu liitsibul koosneb peamiselt veest, mis moodustab keskmiselt 66% massist (Hacıseferogulları jt, 2005). Kuivainet on küüslaugus ligikaudu 40%, millest suurima osa moodustavad süsivesikukompleksid fruktaanist ja väiksemad osakesed vabadest suhkrutest (Cantwell jt, 2003). Lisaks sisaldab küüslaugu kuivaine veel valke, kiudaineid ning orgaanilisi happeid (Pedastsaar jt, 2013). Küüslaugu keskmine toiteväärtus 100 g kohta on 410,7 kcal (Hacıseferogulları jt, 2005), kuid USDA National Nutrient..., (2015) andmetel 149 kcal/100g.

Gonzalez'e jt (2009) läbiviidud katsetes Argentiinas, uuriti üheksa erineva küüslaugu sordi keemilist koostist. Liitsibula keskmiseks kuivaine sisalduseks saadi 36%, suurimaks kuivaine sisalduseks 42% ja väiksemaks 33%. Tulemused näitavad, et kuivaine sisaldus sortide vahel on varieeruv.

1.4.2 Mahla kuivaine

Mahla kuivaine moodustavad eelkõige rakumahlas lahustunud suhkrud. Diriba-Shiferaw jt (2013) Etioopias tehtud katses selgus, et mahla kuivaine sisaldust mõjutab nii mulla tüüp kui ka mineraalelementide sisaldus mullas. Katses väetati normidega: 92 kg N + 40 kg P + 30 kg S ha (22,27% Brix) ja 138 kg N + 40 kg P + 60 kg S ha (23,39% Brix). Mõlema väetusnormiga tõusis liitsibulas mahla kuivaine sisaldus võrreldes kontrollvariandiga (väetamata 14,27% Brix).

Grégrová jt (2013) poolt tehtud katsetes Tšehhis, kus kasutati kolme Tšehhi sorti, nelja Euroopa sorti ja kolme sorti väljaspool Euroopat. Tulemuseks saadi mahla kuivaine sisaldus vahemikus 31,6–38,7% Brix, keskmine sisaldus 36% Brix.

Argentiinas läbi viidud katses üheksa erineva küüslaugusordiga saadi keskmiseks mahla kuivaine sisalduseks 33,61% Brix, väikseim sisaldus oli 29,22% Brix, kõrgeim 39,3% Brix (Gonzalez jt, 2009).

Hispaanias tehti katse küüslaukudega, kus määrati nende füüsikalisi-keemilisi omadusi. Katses oli neliteist erinevat sorti küüslauku, neist viis lillat tüüpi, seitse valget ja kaks Hiina küüslauku. Suurim mahla kuivaine oli valget tüüpi küüslaugus (29,75% Brix), kuid see ei erinenud palju lillat tüüpi küüslaugust (29,35% Brix) ning Hiina tüüpi küüslauk oli madalaima mahla kuivaine sisaldusega (25,15% Brix). Katse keskmine mahla kuivaine sisaldus oli 27,67% Brix. Tulemustest järeldati, et mahla kuivainel ei ole seost küüslaugu liitsibula värviga (Pardo jt, 2007).

Kõigis neljas katses oli keskmine mahla kuivaine sisaldus erinev: Etioopias 22,27% Brix, 23,39% Brix, Tšehhis 36% Brix, Argentiinas 33,61% Brix, Hispaanias 27,67% Brix. Tulemustest võib järeldada, et mahla kuivaine sisaldust liitsibulas mõjutavad erinevad faktorid.

1.4.3 Vitamiinid, mikro- ja makroelemendid küüslaugus

Küüslauk, tänu oma rikkalikule keemilisele koostisele, on väga tervislik köögivili. Liitsibul sisaldab palju vitamiin C-d, lisaks veel vitamiine E, B1, B2, ja B3 ning samuti makro- ja mikroelemente: Ca, K, P, Na Mg, Cu, Fe, Zn ja Se (Rekowska, Skupien, 2009). Küüslauk sisaldab keskmiselt C-vitamiini 31,2 mg/100g (USDA National Nutrient..., 2015). Peale liitsibula on vitamiinirikkad ka värsked taimelised (Rekowska, Skupien, 2009).

Haciseferogullari jt (2005) läbiviidud katses koristati küüslaugutaimed septembris Põhja-Türgist, liitsibulad säilitati jahedas ning seejärel määrati makro- ja mikroelementide sisaldused. Tulemusteks saadi: Ca 363,61 ppm, K 21 378,84 ppm, P 6009,37 ppm, Mg 1056,15 ppm, Na 532,78 ppm, Fe 52,91 ppm ja Zn 27,42 ppm.

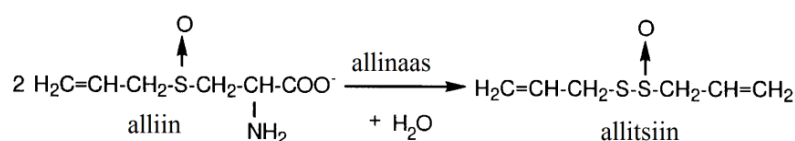
Otunola jt (2010) tehtud katses määrati turult ostetud küüslaugus makro- ja mikroelementide sisaldused. Tulemused olid: Ca 26,30 mg/100g (263 ppm), K 54,00 mg/100g (540 ppm), P 10,19 mg/100g (101,9 ppm), Mg 4,10 mg/100g (41 ppm), Na 4,10 mg/100g (41 ppm), Fe 5,29 mg/100g (52,9 ppm) ja Zn 0,34 mg/100g (3,4 ppm). Saadud tulemused näitavad, et küüslaugus on kõrge makro- ja mikroelementide sisaldus, mis on oluline tervisliku toitumise seisukohast.

Azzini jt (2014) Itaalias läbiviidud katses, määrati küüslaugu fütokemikaalide sisaldused. Katses kasutati nelja enim levinud küüslaugusorti Itaalias, mida kasvatati kahes erinevas piirkonnas. Askorbiinhappe sisaldus jäi vahemikku 11,01–21,59 mg/100g. Tulemused sõltusid nii sordist kui ka kasvupiirkonnast. Alvito piirkonnas saadi samade sortidega kõrgemad C-vitamiini sisaldused kui Viterbos. Küüslaugu C-vitamiini sisaldus sõltub nii genotüübist kui ka keskkonnatingimustest.

1.4.4 Allinaas, alliin ja allitsiin

Purustamata küüslauguküüs sisaldab aminohapet alliin, mis peale küüne muljumist või purustamist muutub ensüüm allinaasi toimele allitsiiniks (Clemente jt, 2011) (joonis 2). Alliin ja allinaas paiknevad küüslaugus üksteisest eraldi. Alliin on eeterlik õli, mida on küüslaugus 0,1–0,2% kaalust (Alonso, 1998). Allitsiin on üks bioloogiliselt aktiivseim

ühend värskes purustatud küüslaugus. Ainel on antibakteriaalsed, parasiitidevastased ja viirusevastased omadused (Oommen jt, 2004). Allitsiin on ebastabiilne ühend ning muutub kergesti stabiilsemateks ühenditeks nagu diallüülsulfiid, dialüül disulfiid, dialüül trisulfiid. Alliin on lõhnatu ühend, kuid allitsiin ja sulfiidühend annavad küüslaugule iseloomulik lõhna ja maitse (Macpherson jt, 2005). Paljud küüslaugus olevad ühendid sisaldavad väävlit, väetamine väävlit sisaldavate väetistega on andnud küüslaugu kasvatamisel häid tulemusi (Surendra, 2008).



Joonis 2. Allitsiini moodustumine küüslaugus. *Allikas:* (Ankri, Mirelman, 1999)

Allitsiini peetakse tähtsaimaks tervistavaks ühendiks küüslaugus. Ühendi sisaldus värskes küüslaugus on väga varieeruv. See võib olla tingitud taime geneetikast, kasvukohast, kliimast ja agrotehnilistest võtetest. Farmaatsias müüdavad küüslauku sisaldavad preparaadid peaksid sisaldama vähemalt 4,5 mg/g allitsiini, et säiliks küüslaugu tervistavad omadused (Baghaliana jt, 2005).

Austraalias läbi viidud katses oli suurim allitsiini sisaldus küüslaukudes 9,0 mg/g, pooltes proovides oli sisaldus kõrgem kui 4,5 mg/g, mis on piisav farmaatsiatööstusele (Sterling, Eagling, 2001).

Vargas jt (2010) poolt Argentiinas läbiviidud uuringus selgus, et allitsiini sisaldus sõltub nii genotüübist kui ka kliimast. Katses oli kolm eri piirkonda ja neli erinevat sorti. Keskmised temperatuurid kasvuajal olid Ushuaia 6,2 °C, Esquel 8,6 °C ja La Consulta 15,5 °C. Piirkonnas Ushuaia oli sortide keskmine allitsiini sisaldus 11,7 mg/g, Esquelis 5,4 mg/g ja La Consultas 7,3 mg/g. Suurem allitsiini sisaldus võib-olla tingitud madalamast temperatuurist regioonis Ushuaia. Neljast erinevast sordist oli sordil 'Lican INTA' kõigis piirkondades kasvades madalaim allitsiini sisaldus, madalaim sisaldus 2,9 ± 0,3 mg/g.

1.4.5 Püruuvhappe sisaldus

Küüslaugu kibedus ja maitseerinevused sõltuvad sordist, keskkonnatingimustest, kasvukeskkonnast ja ajast mil seda tarbitakse. Küüslaugu maitse tekib peale kudede purustamist, mil kiiresti katabolismi toimetel moodustub S-alküül-l-tsüsteiin sulfoksiid, mis on maitse lähteaine ning see lagundatakse ensüümi allinaas toimetel, et toota püruvaati ja väävlühendeid, mis annavadki küüslaugule iseloomuliku lõhna ja maitse (Whitaker, 1976). Püruuvhappesisaldus on korrelatsioonis kibedusega, mida suurem püruuvhappesisaldus seda kibedam maitse (Wall, Corgan, 1992). Nii tavaatmosfääris kui ka kontrollitud atmosfääris säilitamisel küüslaugu püruuvhappe sisaldus suureneb (Cantwell jt, 2003; Põldma jt, 2012). Väävliga väetamine ja veestress võivad mõjutada küüslaugu maitset, eriti kibedust. Samuti kõrged temperatuurid enne küüslaugu koristamist võivad suurendada kibedat maitset (Dickerson, Wall, 1997).

Iraanis Abedi jt (2013) poolt viidi läbi katse 10 erineva klooni ja kahe sordiga, kus määrati püruuvhappe sisaldus. Tulemusteks saadi, et keskmine püruuvhappe sisaldus oli 71,2 $\mu\text{mol/g}$, kõrgeim sisaldus oli 84,0 $\mu\text{mol/g}$ ja madalaim sisaldus 60,0 $\mu\text{mol/g}$. Liitsibulad, mis sisaldavad rohkem püruuvhapet omavad rohkem maitset ja on kibedamad.

Grégrová jt (2013) poolt tehtud katsetes Tšehhis, kus kasutati kolme Tšehhi sorti, nelja Euroopa sorti ja kolme sorti väljaspool Euroopat saadi püruuvhappe sisaldus vahemikus 7,6 $\mu\text{mol/g}$ kuni 78,4 $\mu\text{mol/g}$, katse keskmine sisaldus 39 $\mu\text{mol/g}$. Keskmine Tšehhi sortide püruuvhappe sisaldus oli 47,0 $\mu\text{mol/g}$, Euroopa sortide keskmine 39,5 $\mu\text{mol/g}$ ja mitte Euroopa sortide keskmine 25,8 $\mu\text{mol/g}$. Saadud tulemused näitavad, et püruuvhappe sisaldus on sorditi väga erinev.

1.4.6 Üldfenoolide sisaldus

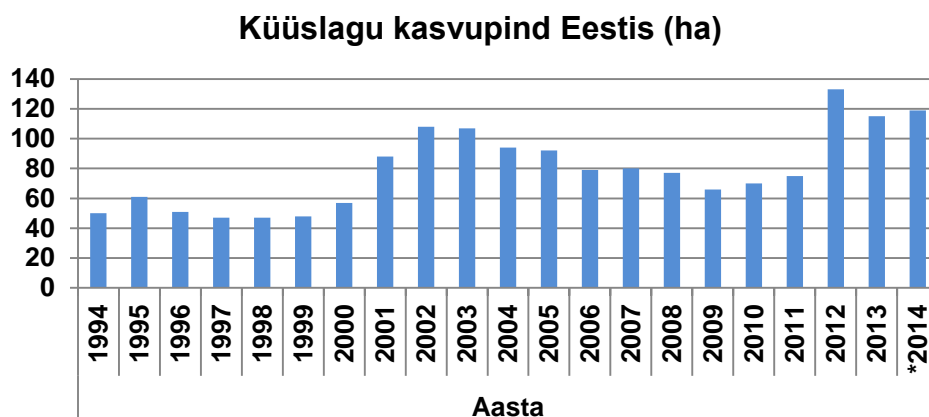
Fenoolsete ühendite rikka toidu tarbimine aitab vähendada haigestumist erinevatesse südamehaigustesse (Landbo, Meyer, 2001). Nii väävlühendid kui ka fenoolsed ühendid on bioaktiivsed komponendid, mis aitavad kaasa antioksidatiivsele aktiivsusele (Bozi jt, 2008).

Kaur ja Kapoor (2002) katses, kus analüüsiti 33 erinevat Indias enim tarbitavat köögivilja, saadi küüslaugu keskmiseks fenoolsete ühendite sisalduseks 145,0 mg/100g (1450 ppm). Samas katses oli sibula keskmine fenoolsete ühendite sisaldus 56,8 mg/100g. Fenoolsete ühendite sisaldus oli positiivses korrelatsioonis antioksidatiivse aktiivsusega.

Ameerika Ühendriikides läbi viidud katses uuriti neljas osariigis (Washington, Oregon, California ja New York) kasvatatud küüslaugu fenoolsete ühendite sisaldust. Californias saadi keskmiseks tulemuseks 15,6 mg/g, Oregonis 16,2 mg/g, Washingtonis 19,7 mg/g, New Yorgis 17,4 mg/g (17400 ppm) (Lu jt, 2011). Tulemused näitavad, et kasvukoht mõjutab küüslaugu üldfenoolide sisaldust.

1.5 Küüslaugu kasvupind ning saak Eestis ja maailmas

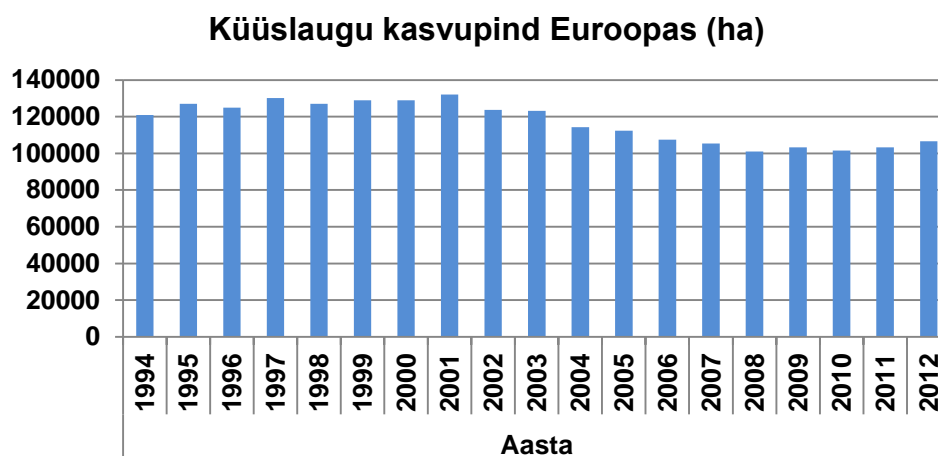
Kokku kasvatati avamaaköögivilja (kapsas, kurk, tomat, peet, porgand, sibul, küüslauk, hernes, kaalikas jms) Eestis 2013. aastal 2813 hektaril (PM031, 2015). Küüslauku kasvatati 115 hektaril, mis moodustab kogu köögivilja kasvupinnast 4,2% (PM031, 2015). Teadaolevalt kasvatatakse enim küüslauku Jõgeva maakonnas. Küüslaugu kasvupind Eestis on võrreldes 1994. aastaga kasvanud (joonis 3). 1994. aastal oli küüslaugu kasvupind 50 ha, 2004. aastal 94 ha, ning 2014. aastal 119 ha.



Joonis 3. Küüslaugu kasvupind Eestis (* tähistatud esialgsed andmed). Allikas: (PM031, 2015)

Küüslaugu saagikus on kahanenud, kui võrrelda 2014. aastat ja 1994. aastat. 1994. aastal oli küüslaugu saagikus 7000 kg/ha, 2013. aastal 1791 kg/ha (PM040, 2015). Samuti on vähenenud ka kogusaak, mis oli 2004. aastal 369 tonni ning 2013. aastal 206 tonni (PM042, 2015). Küüslaugu kasvupind on aastate jooksul kasvanud, kuid üldine kogusaak on langenud. Üheks põhjuseks võib-olla korraliku paljundusmaterjali puudus.

2012. aastal olid kõige suurema küüslaugu kasvupinnaga maad maailmas Hiina (850 000 ha), India (202 000 ha) ja Bangladesh (44 284 ha). 2012. aastal olid Euroopas suurima küüslaugu kasvupinnaga maad Venemaa (27 700 ha), Ukraina (22 500 ha) ja Hispaania (16 900 ha). Üldine kasvupind Euroopas on võrreldes aastaid 1994 ja 2012 vähenenud 12% (joonis 4). 1994.aastal oli kasvupind 120 863 ha, 2012. aastal 106 587 ha (FAO, 2014).



Joonis 4. Küüslaugu kasvupind Euroopas (ha). *Allikas:* (FAO, 2014)

Suurima hektarisaagiga maad maailmas olid 2012. aastal Usbekistan (24 800 kg/ha), Egiptus (24 342 kg/ha) ja Hiina (23 529 kg/ha). 2012. aastal olid Euroopas suurima küüslaugu saagikusega maad Horvaatia (11 222 kg/ha, Valgevene 9259 kg/ha ja Albaania 9235 kg/ha). Balti riikidest oli Eestil 2012. aasta hektari saagikus kõige väikesem (1932 kg/ha). Leedul oli see 3400 kg/ha ja Lätil 2243 kg/ha (FAO, 2014).

Kogutoodangult olid suurimad maad 2012. aastal maailmas Hiina (20 miljonit tonni), India (1,15 miljonit tonni) ja Korea (339 113 tonni). Euroopas olid suurimad küüslaugu kogutoodanguga maad Venemaa (239 312 tonni), Ukraina (171 400 tonni) ja Hispaania (151 900 tonni) (FAO, 2014).

2. UURIMISTÖÖ TINGIMUSED JA METOODIKA

2.1 Meteoroloogilised ja agronoomilised tingimused katseaastatel

Katseaasta temperatuuride andmed on saadud Eesti Loodusuurijate Seltsi Jõgeva ilmahuvikeskuse (L.Keppart) ja Alatskivi ilmavaatluspunktist (E. Laretei). Paljude aastate keskmised on esitatud Alatskivi ilmavaatluspunkti 1981–2010. aastatel kogutud andmete põhjal. Katseala õhutemperatuur oli novembris ja detsembris kõrgem kui paljude aastate keskmine temperatuur (tabel 1). Jaanuaris aga külmem kui paljude aastate keskmine. Veebruarist maini oli katseala õhutemperatuur soojem, juuni jahedam ja juuli soojem kui paljude aastate keskmine. Sademeterohked kuud olid november, mai ja juuni. Vähem sademeid aga augustis, oktoobris, aprillis ja juulis. Sademete hulk on piisav küüslaugu kasvuks ja arenguks. Kuigi lumekatte paksus oli katseaasta talvel vaid kuni 9 cm, oli see piisav tagamaks küüslaugu taimede talvitumise.

Tabel 1. Katseaasta ilmastikuandmed (2013–2014), võrdlusena paljude aastate keskmine (1981–2010).

Kuu	Keskmine õhutemp. °C, 2013–2014	Keskmine õhutemp. °C, 1981–2010	Sademed, mm 2013–2014	Keskmine sademed mm, 1981–2010
Oktoober	7,1	6,2	49	70
November	3,7	0,3	87	59
Detsember	1,2	-3,5	55	54
Jaanuar	-8,1	-4,8	46	49
Veebruar	-0,6	-5,7	40	38
Märts	2,0	-1,3	35	40
Aprill	5,7	5,3	9	33
Mai	12,0	11,3	81	50
Juuni	13,5	15,3	146	85
Juuli	19,6	17,9	34	75

Kuna Alatskivi ilmavaatluspunkt asub 10 km kaugusel katsealast, siis aktiivse kasvuperioodi sademete andmed on kogutud katsealal asuva sademete mõõtjaga. Sademete hulga erinevus oli kõige suurem juunis. Ilmavaatluspunktis mõõdeti juuni kuus sademeid 146 mm, kuid katsealal 100 mm.

Katseala mullaproovide analüüsid tehti Eesti Maaülkooli Taimebiokeemia laboris. Määrati mulla happesus ja olulisemate elementide sisaldus. Mulla tingimused olid küüslaugu kasvatamiseks sobivad. Mulla pH_{KCl} oli 5,8, fosfori sisaldus 198 mg/kg, kaaliumi sisaldus 152 mg/kg, kaltsiumi sisaldus 561,2 mg/kg, magneesiumi sisaldus 67,97 mg/kg, lämmastiku sisaldus 1700 mg/kg, väävli sisaldus 8 mg/kg ja süsiniku sisaldus 1,7%.

2.2 Metoodika

Põldkatse erinevate küüslaugu sortidega viidi läbi Jõgevamaal Pala vallas Tooma talu tootmispõllul. Taliküüslaukude katse rajati 2013. aasta sügisel ja suviküüslaukudega 2014. aasta kevadel.

Istutusmaterjalina kasutati Inglismaalt, Prantsusmaalt, Poolast, Leedust ja Ukrainast pärit 16 erinevat sorti taliküüslauku. Võrdluseks kasutati Eestis enim kasvatatavat taliküüslauku kohalikku klooni (putkuv). Taliküüslaugu sordid: ‘Chesnok’ (putkuv), ‘Early Purple’ (poolputkuv), ‘Lautrec’ (poolputkuv), ‘Iberian’ (poolputkuv) (Inglismaa); ‘Therador’ (poolputkuv), ‘Thermidrome’ (poolputkuv), ‘Messidrome’ (poolputkuv), ‘Germidour’ (poolputkuv), ‘Messidor’ (poolputkuv), ‘Primor’ (putkuv) (Prantsumaa); ‘Arkus’ (putkuv), ‘Harnas’ (putkuv), ‘Ornak’ (putkuv) (Poola); ‘Ziemiai’ (putkuv) (Leedu) ja ‘Liubasha’ (putkuv) (Ukraina). Suviküüslaukude katses kasutati kolme erinevat sorti Prantsusmaalt pärit küüslauku. Küüslaugu sordid: ‘Printanor’, ‘Flavor’ ja ‘Cledor’ (mitteputkuvad). Sordid olid valitud katsesse kättesaadavuse alusel.

Taliküüslaugud istutati 6. oktoobril 2013 ning suviküüslaugud 16. aprill 2014. Küüslaugud istutati käsitsi 5 cm sügavusele, üherealiselt vagudesse kүүne vahega 12 cm ning reavahega 70 cm. Ühe katselapi pindala oli 7 m² ja vao pikkus 10 meetrit. Katse rajati nelja kordusena. Ühe vao peale istutati neli erinevat taliküüslaugu sorti juhusliku paigutuse

alusel. Suviküüslaukude vagu jagati neljaks ja küüslaugud istutati sortidena juhusliku paigutusega.

Sügisel väetati katsepõld mineraalväetisega 300 kg/ha, selleks kasutati väetist YaraMila Cropcare 3-11-24. Kevadine väetamine toimus 28.03.2014. Kasutati väetist YaraMila Cropcare 11-11-21, normiga 550 kg/ha. Taimede kasvuajal väetati küüslaugu taimi ammooniumsalpeetriga, normiga 175 kg/ha. Väetamine toimus 11.05.2014. Umbrohutõrje herbitsiidiga Stomp tehti katsealal 16.05.2014, kulunormiga 3 l/ha. Mehaanilist umbrohutõrjet tehti neli korda kasvuperioodi ajal.

Küüslaugutaimede kasvuaegne mõõtmine toimus 27.06.2014. Loendati taimede lehti, mõõdeti joonlauaga nende kõrgust mullapinnast kuni kõrgeima lehe tipuni ning mõõdeti varre diameetrit nihkkaliiberiga 2 cm kõrguselt mulla pinnast.

Katses olevaid taliküüslauke koristati valikuliselt 11.07–25.07.2014, olenevalt sordist. Suviküüslaugud koristati 06.08.2014. Saak koristati koristusküpsuse faasis ning selleks kasutati aiaharki. Seejärel lõigati küüslaukudel ära varred, alles jättes umbes 3 cm pikkuse varretüüka, ning juured.

Küüslaugud kuivatati teravilja kastkuivatis temperatuuril 30–32°C 2–4 päeva ning järelkuivatamine toimus 2–3 nädalat hästi ventileeritud kuivas ruumis. Pärast kuivatamist sorteeriti küüslaugud läbimõõdu alusel 6 suurusrühma, ning iga katsevariandi saak kaaluti eraldi. Igast sordist pandi osad küüslaugud säilituskambrisse, selleks et neist hiljem teha laboris analüüse. Kaalumisel saadud andmete põhjal arvutati küüslaugusortide kogusaak (kg/m^2).

Biokeemilise koostise määramiseks valiti juhuslikult igast katsevariandist liitsibulad, ning neist eraldati küüned vastavalt analüüsile. Lämmastiku kontsentratsioon liitsibulas määrati absoluutkuivast proovist Kjeldahli meetodiga. Fosfor, magneesium ja kaltsium mõõdeti spektromeetriselt. Kaalium määrati leekfotomeetriga ning väävel Dumas-i põletamismeetodiga (Põldma jt, 2011). Mahla kuivaine määramiseks pressiti kooritud küüslaugu küüs läbi küüslaugupressi. Eraldunud vedelik tilgutati digitaalsele refraktomeetrile. Tulemuseks saadi mahla kuivaine sisaldus (% Brix). Orgaaniliste ühendite määramiseks küüslaugu küüned kooriti ning lõigati väikesteks tükkideks, peale

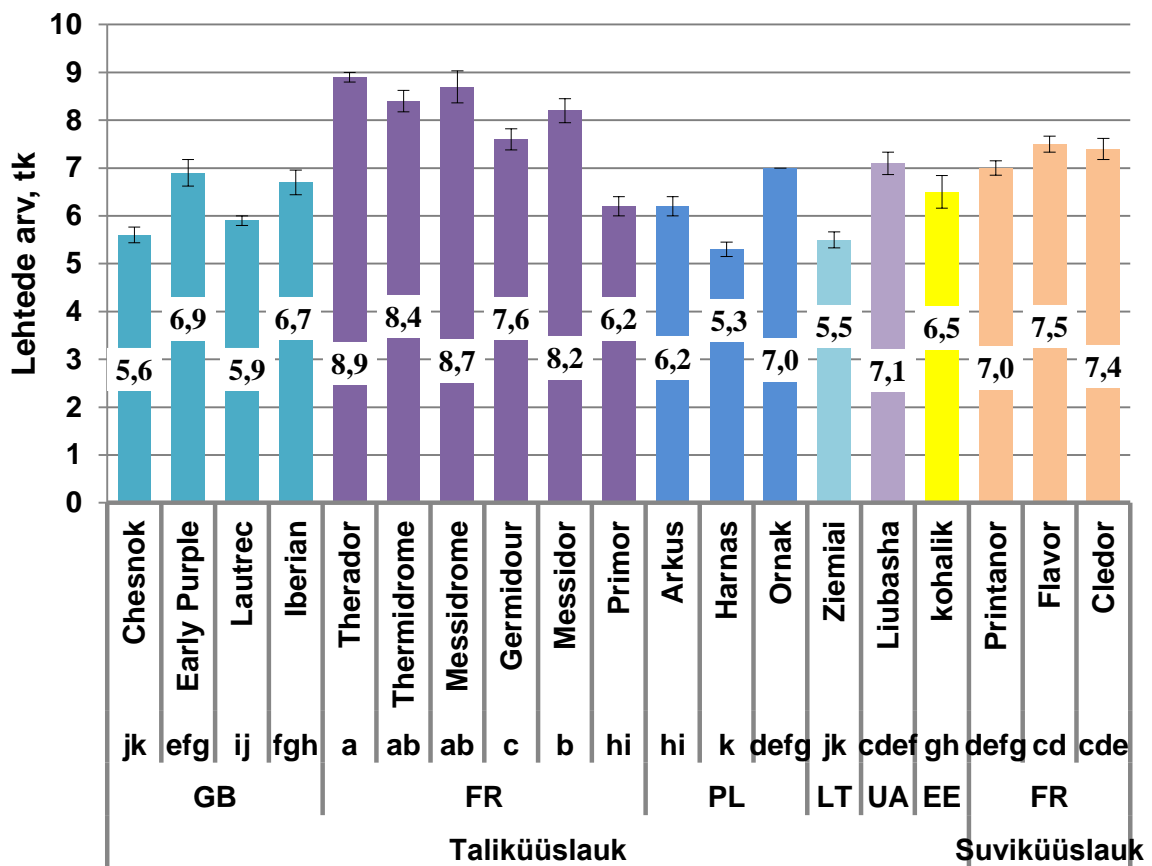
seda lisati vastav ekstraheerimis lahus. Fenoolsete ühendite sisaldus määrati mõnede kohandustega Folini-Ciocalteau meetodi järgi (Pöldma jt, 2011). Püruuvhappe sisaldus määrati Schwimmer and Weston (1961) meetodi järgi, kasutades Thermo Helios β -spektromeetrit. Askorbiinhappe sisaldus määrati DPI meetodi järgi, määramiseks kasutati Mettler Toledo DL50 (Mettler-Toledo AG, Schwerzenbach, Switzerland), kalibreeriti puhta askorbiinhappega (Pöldma jt, 2011).

Katseandmed töödeldi ühefaktorilise dispersioonanalüüsiga ja variantide vaheliste erinevuste võrdlemiseks töödeldi andmeid post-hoc testiga, millest kasutati enimlevinumat Fisheri LSD testi, piirdiferentsiks 95% usutavuse tasemel. Andmetevaheliste seoste uurimiseks kasutati korrelatsioonanalüüsi. Andmeanalüüsiks kasutati vabavaralist statistika programmi *R* (*RStudio 0.98.1103*). Joonistel ja tabelites ei ole ühesuguste tähtedega tähistatud väärtused statistiliselt oluliselt erinevad.

3. KATSETULEMUSED

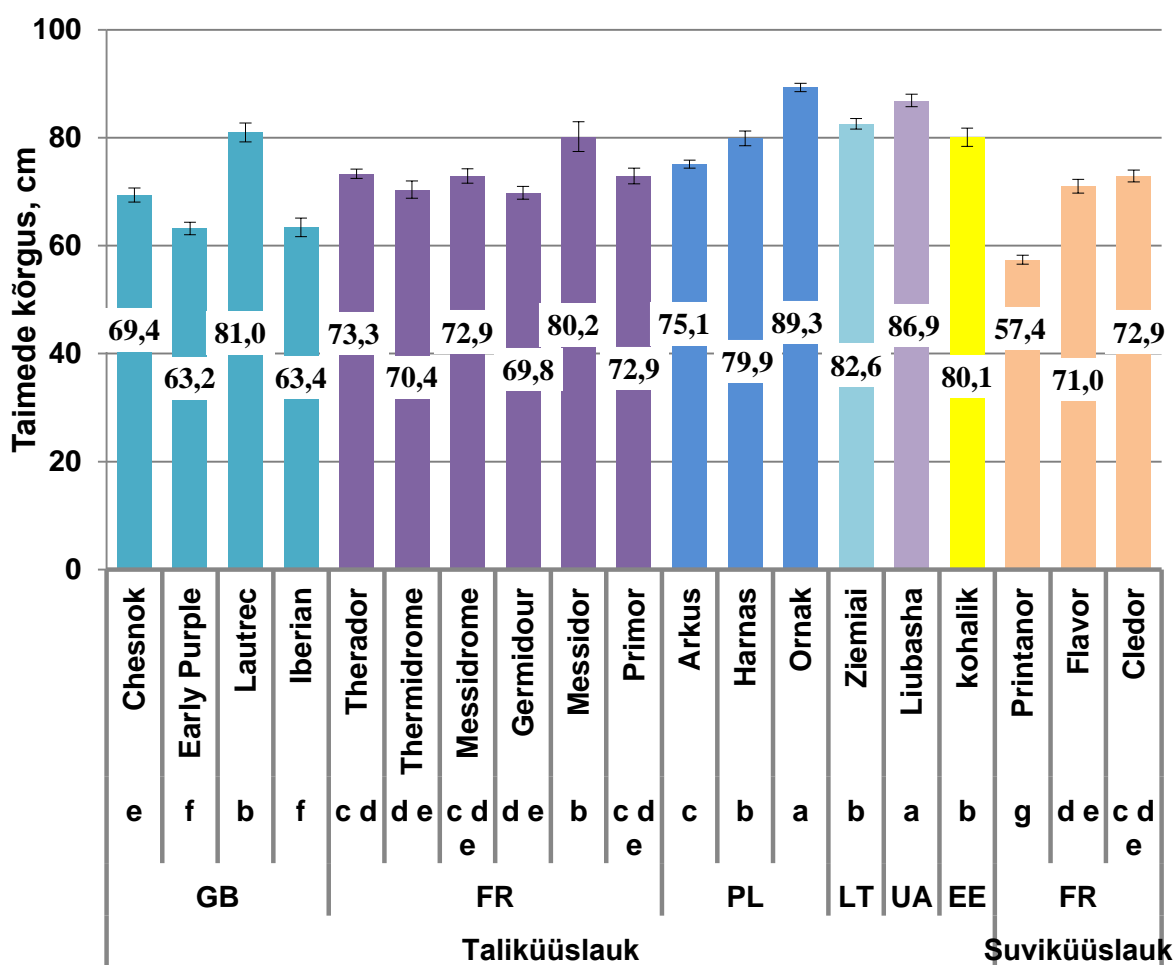
3.1 Küüslaugutaimede kasvuaegsed parameetrid

Küüslaugutaimede keskmine lehtede arv oli 7,0 (joonis 5). Suviküüslaukude keskmine lehtede arv oli 7,3 ning taliküüslaukude keskmine lehtede arv oli 6,9. Võrdlusena kasutatud klooni kohalik keskmine lehtede arv oli 6,5. Kõige rohkem lehti oli Prantsusmaalt pärit taliküüslaukudel, suurim sortidel ‘Therador’, ‘Thermidrome’ ja ‘Messidrome’. Vähim lehti aga sortidel ‘Harnas’, ‘Ziemiai’ ja ‘Chesnok’.



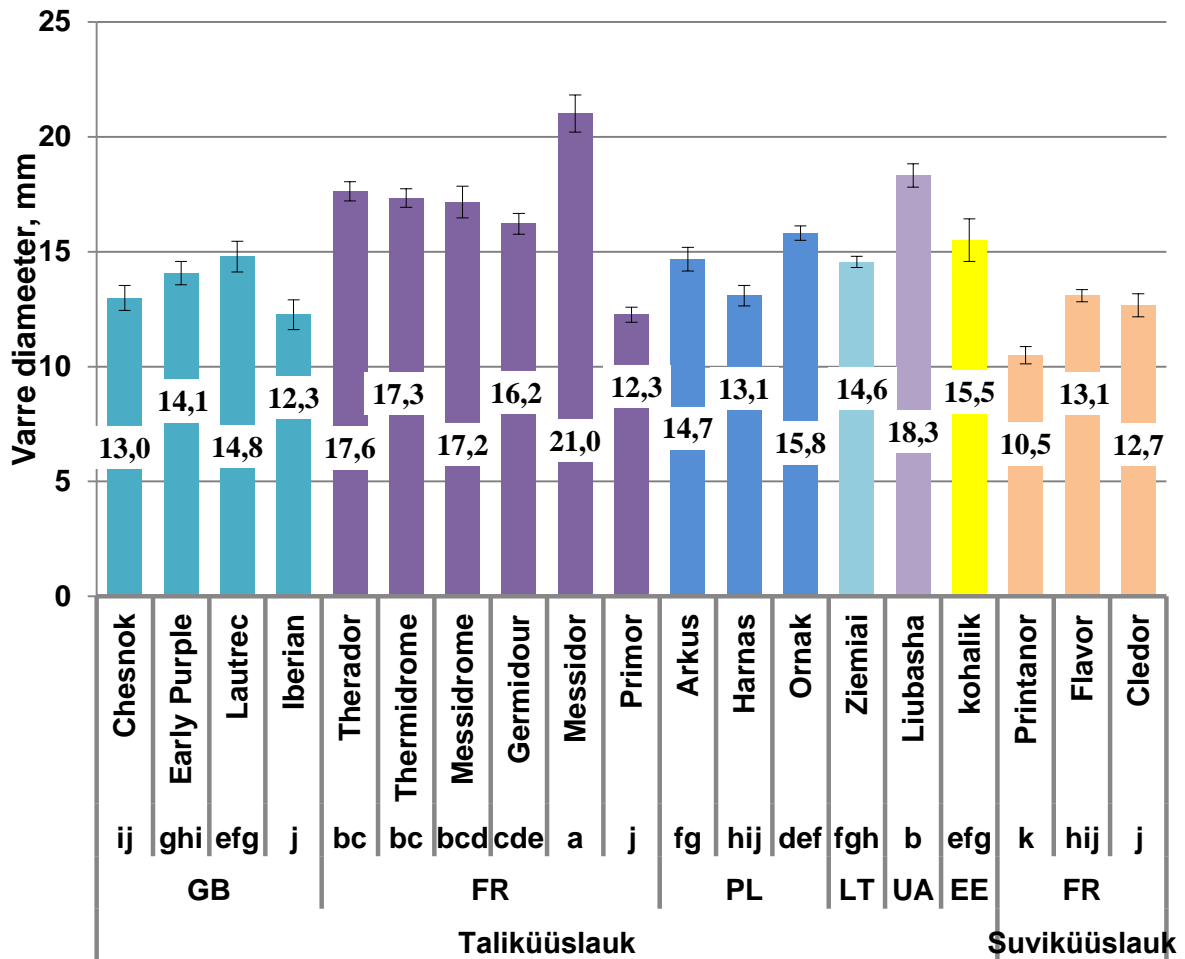
Joonis 5. Tali- ja suviküüslaukude lehtede arv (tk, +- Std.viga, Fisher LSD). Loendatud 27.06.2014. GB – Inglismaa, FR – Prantsusmaa, PL – Poola, LT – Leedu, UA – Ukraina, EE – Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

Kõikide katsevariandis olnud küüslaugutaimede keskmine kõrgus oli 74,4 cm (joonis 6). Suviküüslaukude keskmine taime kõrgus 67,1 cm ning taliküüslaukude keskmine taime kõrgus oli 75,5 cm. Võrdlusena kasutatud kohaliku klooni keskmine taime kõrgus 80,1 cm. Suurima kõrgusega küüslaugu taimed olid Poolast pärit sordil 'Ornak' 89,3 ja Ukrainast pärit sordil 'Liubasha' 86,9 cm. Väikseim taimede kõrgus suviküüslaugul 'Printanor' 57,4 cm.



Joonis 6. Tali- ja suviküüslaugu sortide kõrgus (cm, +- Std.viga, Fisher LSD). Mõõdetud 27.06.2014. GB – Inglismaa, FR – Prantsusmaa, PL – Poola, LT – Leedu, UA – Ukraina, EE – Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

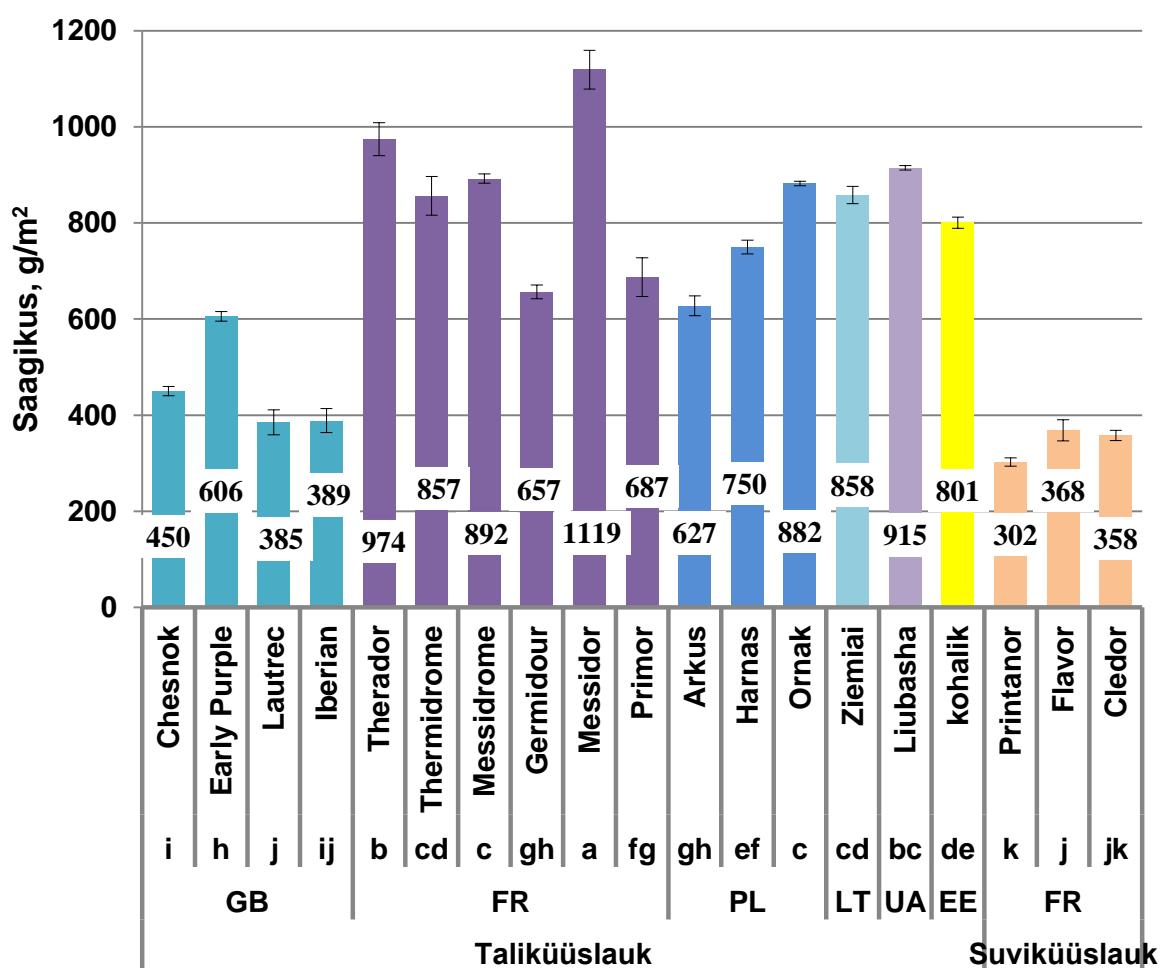
Katses olnud küüslaugutaimede keskmine varre diameeter oli 14,9 mm (joonis 7). Suviküüslaukude keskmine taimede diameeter oli 12,0 mm ning taliküüslaukude keskmine taimede varre diameeter 15,6 mm. Võrdlusena kasutatud kohaliku klooni keskmine taime varre diameeter 15,5 mm. Suurima varre diameetriga oli Prantsusmaa sort ‘Messidor’, 21,0 mm, ning väikseima varre diameetriga suviküüslaugu sort ‘Printanor’.



Joonis 7. Tali- ja suviküüslaugu sortide varre diameeter (mm, +- Std.viga, Fisher LSD). Mõõdetud 27.06.2014. GB-Inglismaa, FR- Prantsusmaa, PL-Poola, LT-Leedu, UA-Ukraina, EE-Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

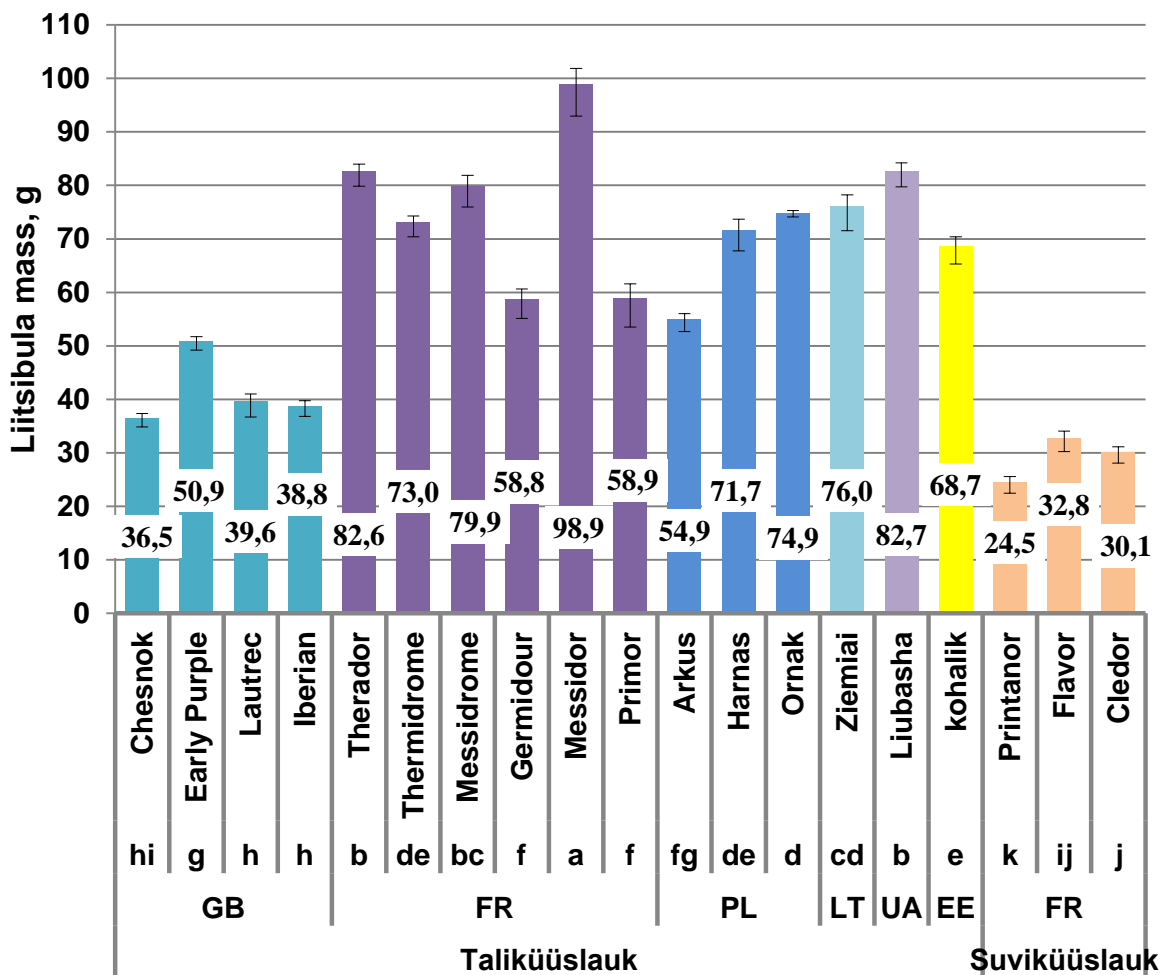
3.2 KÜÜSLAUGU SAAGIKUS

Kõigi katses olnud küüslaugu sortide keskmine saak kokku oli 678 g/m² (joonis 8). Taliküüslaukude keskmine saak oli 740 g/m² ning suviküüslaukude keskmine saak 427 g/m². Kohaliku kloni keskmine saak oli 801 g/m². Suurima saagiga oli Prantsusmaalt pärit taliküüslauk 'Messidor', 1119 g/m². Kontrollvariandist suurema saagikusega olid veel sordid 'Therador', 'Messidrome', 'Ornak', ja 'Liubasha'. Väikseima saagikusega olid suviküüslaugu sordid 'Printanor', 302 g/m² ja 'Cledor' 358 g/m².



Joonis 8. Tali- ja suviküüslaukude kogusaak (g/m², +- Std.viga, Fisher LSD). GB – Inglismaa, FR – Prantsusmaa, PL – Poola, LT – Leedu, UA– Ukraina, EE – Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

Küüslaugu sortide keskmine liitsibula mass oli 59,7 g (joonis 9). Taliküüslagu sordid olid suurema liitsibula massiga (keskmine 65,4 g) kui suviküüslagu sordid (keskmine 29,1 g). Suurima keskmise liitsibula massiga oli Prantsusmaa sort 'Messidor' (98,9 g). Kohaliku klooni keskmine liitsibula mass oli 68,7 g. Väikseima keskmise liitsibula massiga küüslaugud olid suviküüslagu sordil 'Printanor'.

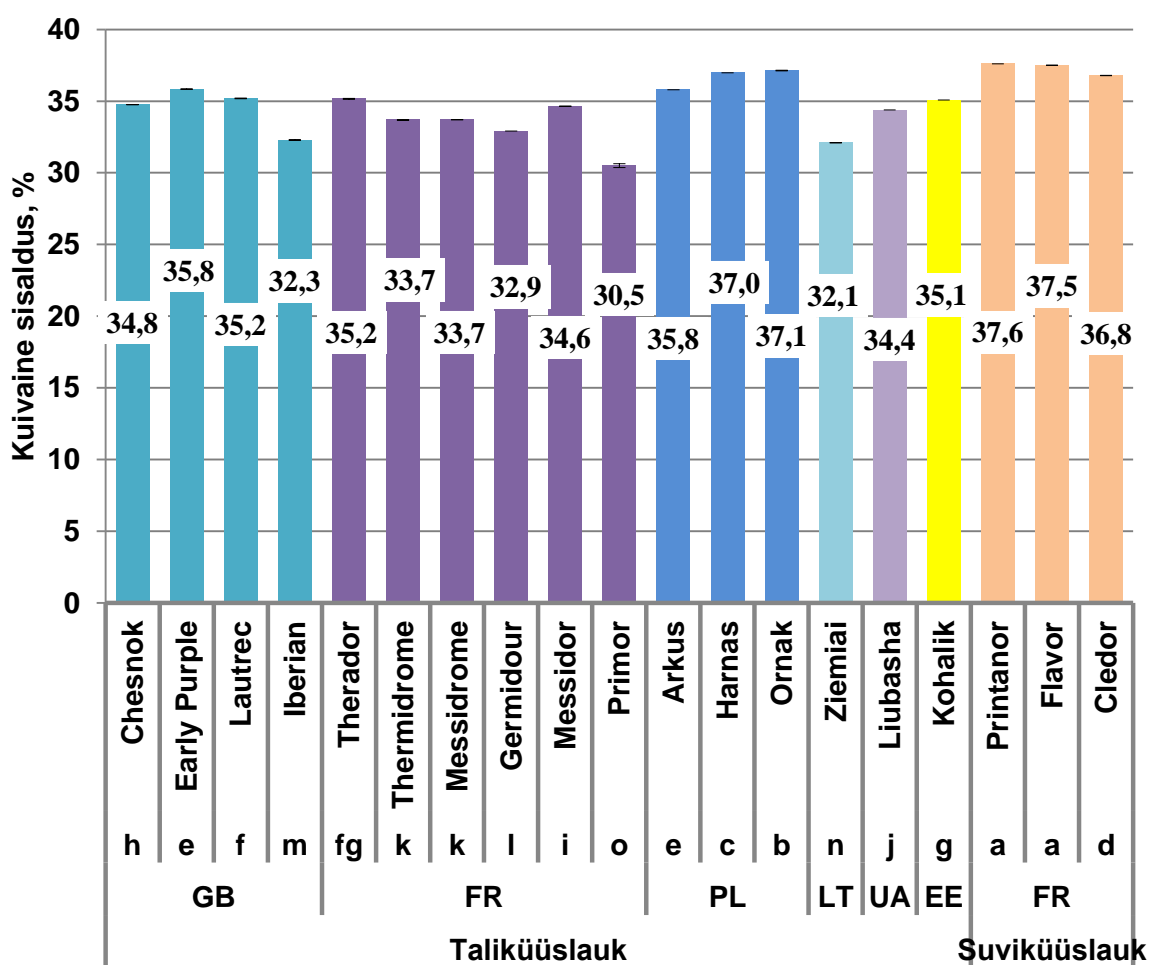


Joonis 9. Tali- ja suviküüslagu sortide liitsibula mass (g, +- Std.viga, Fisher LSD). GB – Inglismaa, FR – Prantsusmaa, PL – Poola, LT – Leedu, UA – Ukraina, EE – Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

3.3 Biokeemiline koostis

3.3.1 Kuivaine sisaldus liitsibulas

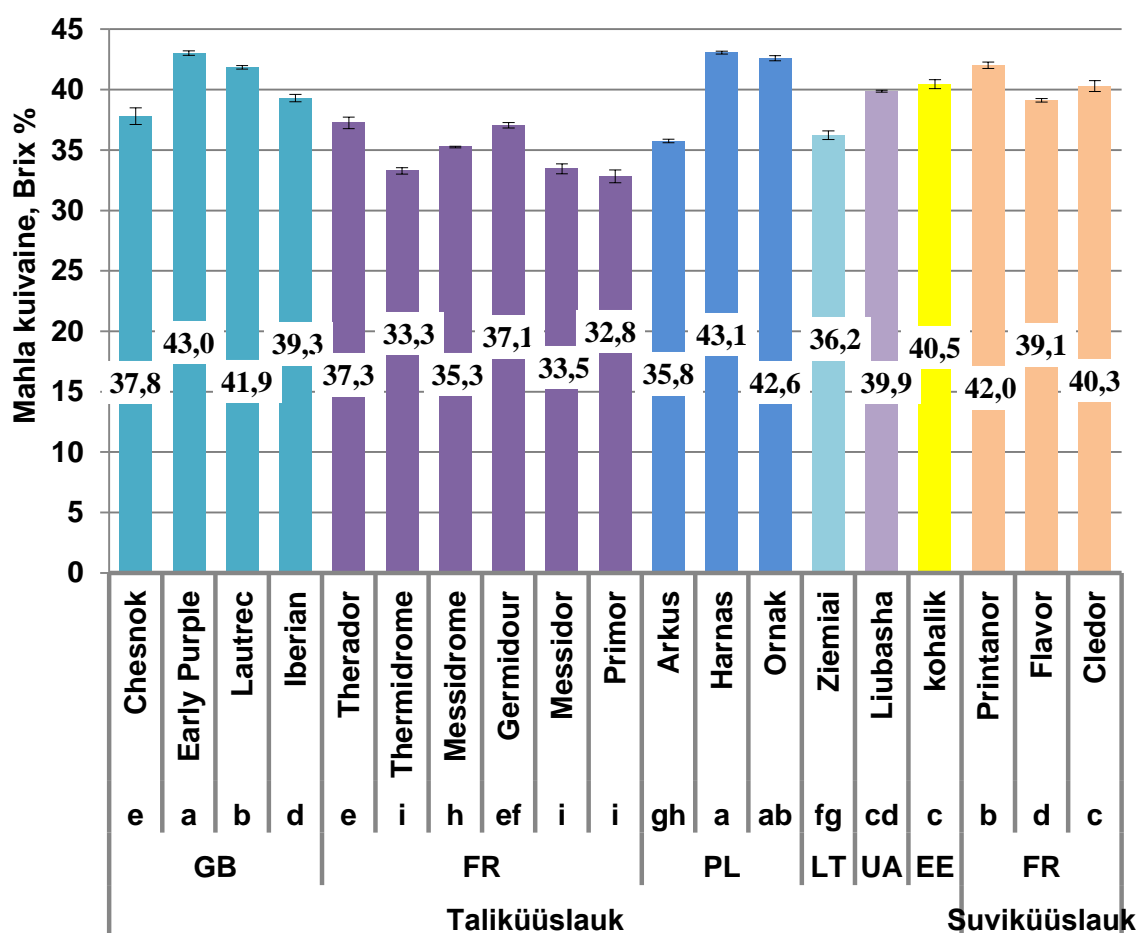
Küüslaukude kuivaine sisaldus oli suhteliselt ühtlane, varieerudes vahemikus 30,5–37,1% (joonis 10). Taliküüslaukude keskmine kuivaine sisaldus oli 34,4% ja suviküüslaukudel 37,3%. Kohalik klooni keskmine kuivaine sisaldus oli 35,1%. Suurima kuivaine sisaldusega sordid olid ‘Printanor’ 37,6% ja ‘Flavor’ 37,5%. Väikseima kuivaine sisaldusega oli Prantsusmaa sort ‘Primor’ 30,5%.



Joonis 10. Tali- ja suviküüslaugu sortide kuivaine sisaldus (%,+/- Std.viga, Fisher LSD). GB – Inglismaa, FR – Prantsusmaa, PL – Poola, LT – Leedu, UA – Ukraina, EE – Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

3.3.2 Mahla kuivaine sisaldus liitsibulas

Suurima mahla kuivaine sisaldusega olid sordid: ‘Early Purple’ (43,0% Brix), ‘Harnas’ (43,1% Brix) ja ‘Ornak’ (42,6% Brix) (joonis 11). Väikseim sisaldus Prantsusmaa taliküüslaugu sortidel ‘Thermidrome’ (33,3% Brix), ‘Messidor’ (33,5% Brix) ja ‘Primor’ (32,8% Brix). Katse keskmine mahla kuivaine sisaldus oli 38,4% Brix, sellest suviküüslaukudel 40,5% Brix ning taliküüslaukudel 38,1% Brix. Kloonil kohalik keskmine mahla kuivaine sisaldus 40,5% Brix.



Joonis 11. Tali- ja suviküüslaugu sortide mahla kuivaine sisaldus (Brix%, +- Std.viga, Fisher LSD). GB – Inglismaa, FR – Prantsusmaa, PL – Poola, LT – Leedu, UA – Ukraina, EE – Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad

3.3.3 Makroelemendid

Küüslaugu sortide keskmised mineraalelementide sisaldused olid: P 0,44%, Ca 0,03%, K 1,18%, Mg 0,08%, N 3,31%, C 39,74%, S 0,85% (tabel 2). Suurima fosfori sisaldusega oli sort 'Flavor' (0,51%), väikseim sordil 'Ziemiai' (0,38%). Kaltsiumi sisaldus oli suurim sordil 'Cledor' (0,07%). Suurima kaaliumi sisaldusega oli sort 'Messidrome' (1,49%), väikseim sortidel 'Chesnok' (0,94%) ja 'Arkus' (0,92%). Suurima magneesiumi sisaldusega sordid olid 'Primor' (0,10%), 'Early Purple' (0,09%), 'Messidor' (0,09%) ja 'Liubasha' (0,09%). Lämmastiku sisaldus oli kõrgeim sortidel 'Ornak' (4,25%) ja 'Liubasha'. Süsiniku sisaldus ei erinenud statistiliselt sortide vahel. Suurima väevli sisaldusega oli sort 'Liubasha' (1,33%), väikseimaga suviküüslaugud.

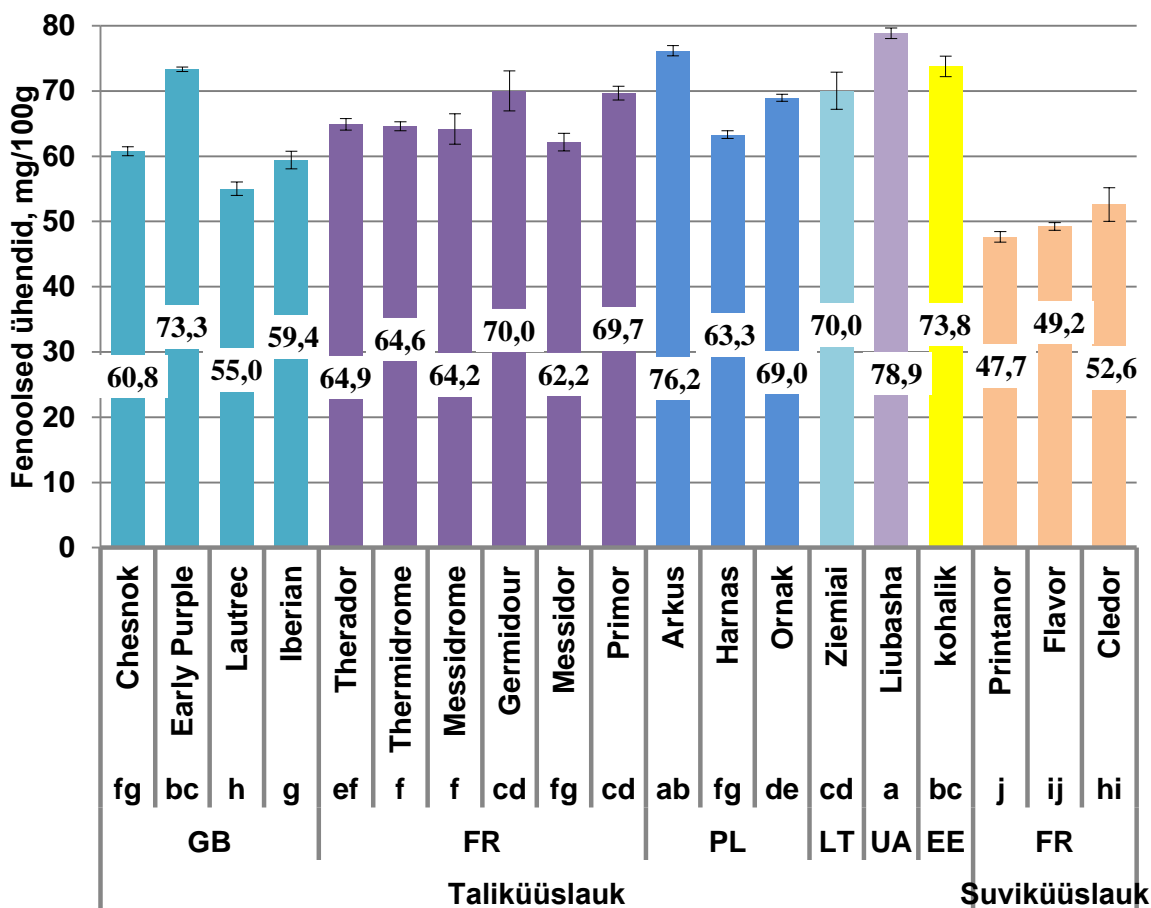
Tabel 2. Tali- ja suviküüslaukude makroelementide sisaldused (%), Fisher LSD). Jämedamas kirjas suurim mineraalne sisaldus. GB – Inglismaa, FR – Prantsusmaa, PL – Poola, LT – Leedu, UA – Ukraina, EE – Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

Riik	Sort	P (%)	Ca (%)	K (%)	Mg (%)	N (%)	C (%)	S (%)
TALIKÜÜSLAUK								
GB	1.Chesnok	0,42 ^g	0,02 ^d	0,94 ^f	0,07 ^{fg}	3,31 ^{def}	40,38 ^{ab}	0,90 ^{def}
	2.Early Purple	0,44 ^f	0,03 ^d	1,36 ^b	0,09^{ab}	3,13 ^{ij}	38,91 ^{abc}	0,81 ^{fg}
	3.Lautrec	0,40 ^h	0,03 ^d	1,15 ^c	0,08 ^{bcdefg}	3,29 ^{efg}	37,63 ^{bc}	0,86 ^{ef}
	4.Iberian	0,47 ^{cd}	0,02 ^d	1,38 ^b	0,07 ^g	3,17 ^{hij}	40,98 ^a	0,97 ^{cd}
	5.Therador	0,46 ^d	0,02 ^d	1,37 ^b	0,08 ^{bcd}	3,21 ^{ghi}	41,09 ^a	0,97 ^{cd}
	6.Thermidrome	0,45 ^e	0,02 ^d	1,16 ^c	0,08 ^{bcdef}	2,76 ^m	39,23 ^{abc}	0,86 ^{ef}
FR	7.Messidrome	0,40 ^h	0,04 ^c	1,49^a	0,07 ^{efg}	2,88 ^l	41,24 ^a	0,86 ^{ef}
	8.Germidour	0,48 ^c	0,06 ^b	1,39 ^b	0,08 ^{bcd}	3,58 ^c	41,10 ^a	0,97 ^{cd}
	9.Messidor	0,46 ^d	0,03 ^d	1,39 ^b	0,09^{abc}	3,10 ^{jk}	39,73 ^{abc}	0,93 ^{de}
PL	10.Primor	0,45 ^e	0,05 ^b	1,36 ^b	0,10^a	3,32 ^{de}	40,35 ^{ab}	0,92 ^{de}
	11.Arkus	0,40 ^h	0,04 ^c	0,92 ^f	0,07 ^g	3,23 ^{fgh}	38,55 ^{abc}	0,96 ^{cd}
	12.Harnas	0,39 ⁱ	0,02 ^d	1,01 ^e	0,07 ^{fg}	3,29 ^{efg}	37,45 ^c	0,74 ^g
	13.Ornak	0,49 ^b	0,03 ^d	1,02 ^e	0,08 ^{bcdef}	4,25^a	40,54 ^a	1,04 ^{bc}
LT	14.Ziemiai	0,38 ^j	0,03 ^d	1,07 ^d	0,07 ^g	3,73 ^b	38,88 ^{abc}	1,12 ^b
UA	15.Liubasha	0,47 ^{cd}	0,02 ^d	1,00 ^e	0,09^{abc}	4,22^a	40,66 ^a	1,33^a
EE	16.kohalik	0,43 ^g	0,03 ^d	0,99 ^e	0,08 ^{cdefg}	3,39 ^d	40,07 ^a	0,99 ^{cd}

SUVIKÜÜSLAUK		P (%)	Ca (%)	K (%)	Mg (%)	N (%)	C (%)	S (%)
	17.Printanor	0,47 ^{cd}	0,06 ^b	1,08 ^d	0,07 ^{defg}	2,77 ^m	39,39 ^{abc}	0,27 ^h
FR	18.Flavor	0,51^a	0,04 ^c	1,16 ^c	0,08 ^{bcd}	3,03 ^k	38,73 ^{abc}	0,32 ^h
	19.Cledor	0,47 ^{cd}	0,07^a	1,18 ^c	0,08 ^{bcd}	3,25 ^{efg}	40,12 ^{abc}	0,33 ^h

3.3.4 Fenoolsete ühendite sisaldus liitsibulas

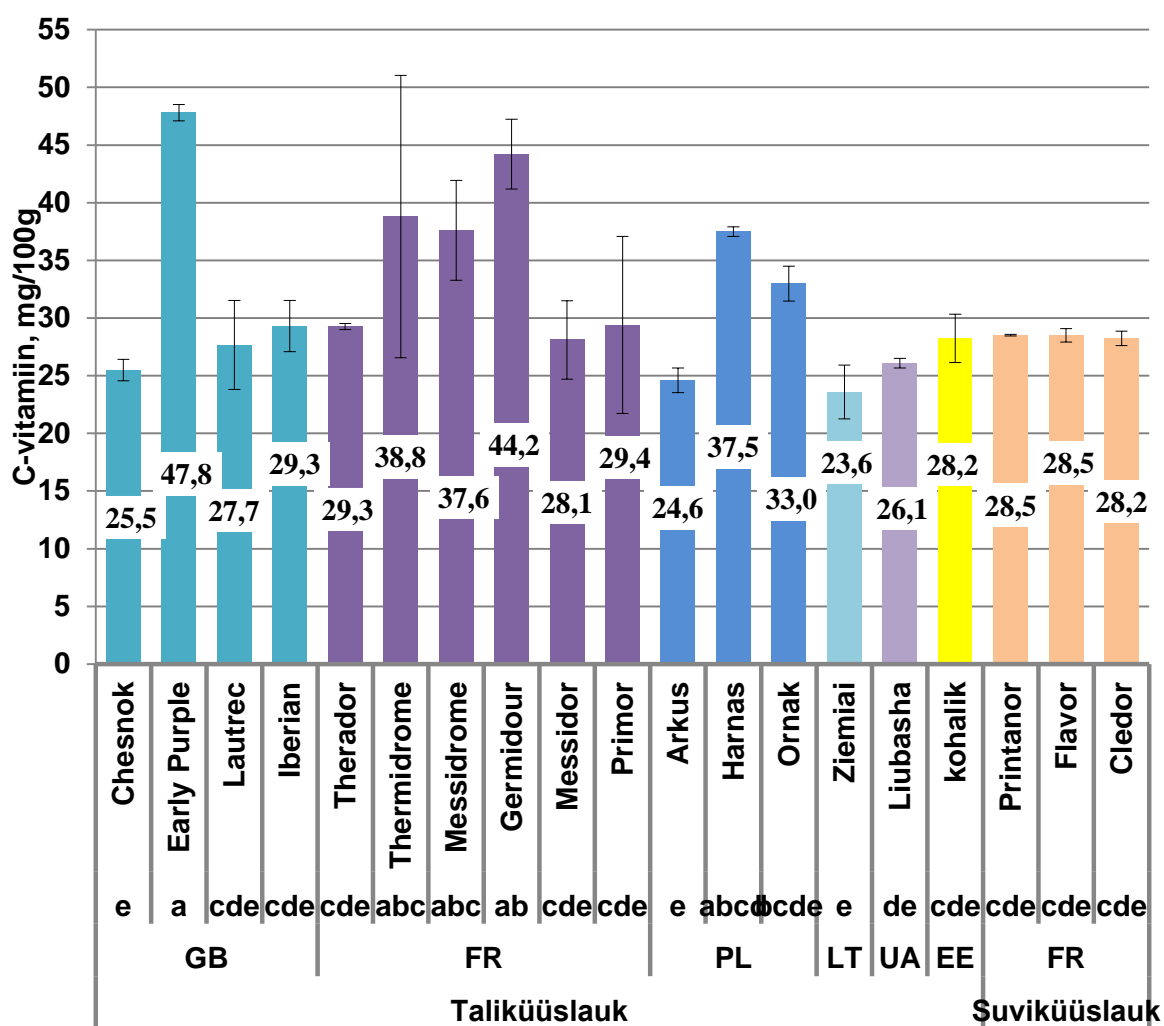
Katses olnud küüslaugusortide keskmine fenoolsete ühendite sisaldus oli 64,5 mg GA/100g (joonis 12), sellest taliküüslaukude keskmine sisaldus 67,2 mg/100g ning suviküüslaukudel 49,8 mg/100g. Suurima fenoolsete ühendite sisaldusega olid sordid: 'Liubasha' ja 'Arkus'. Vähim sisaldasid fenoolseid ühendeid sordid: 'Flavor' ja 'Printanor'. Kohaliku klooni keskmine fenoolsete ühendite sisaldus oli 73,8 mg/100g.



Joonis 12. Tali- ja suviküüslaugu sortide fenoolsete ühendite sisaldus (mg/100g, +-Std.viga, Fisher LSD). GB – Inglismaa, FR – Prantsusmaa, PL – Poola, LT – Leedu, UA – Ukraina, EE – Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

3.3.5 C-vitamiini sisaldus liitsibulas

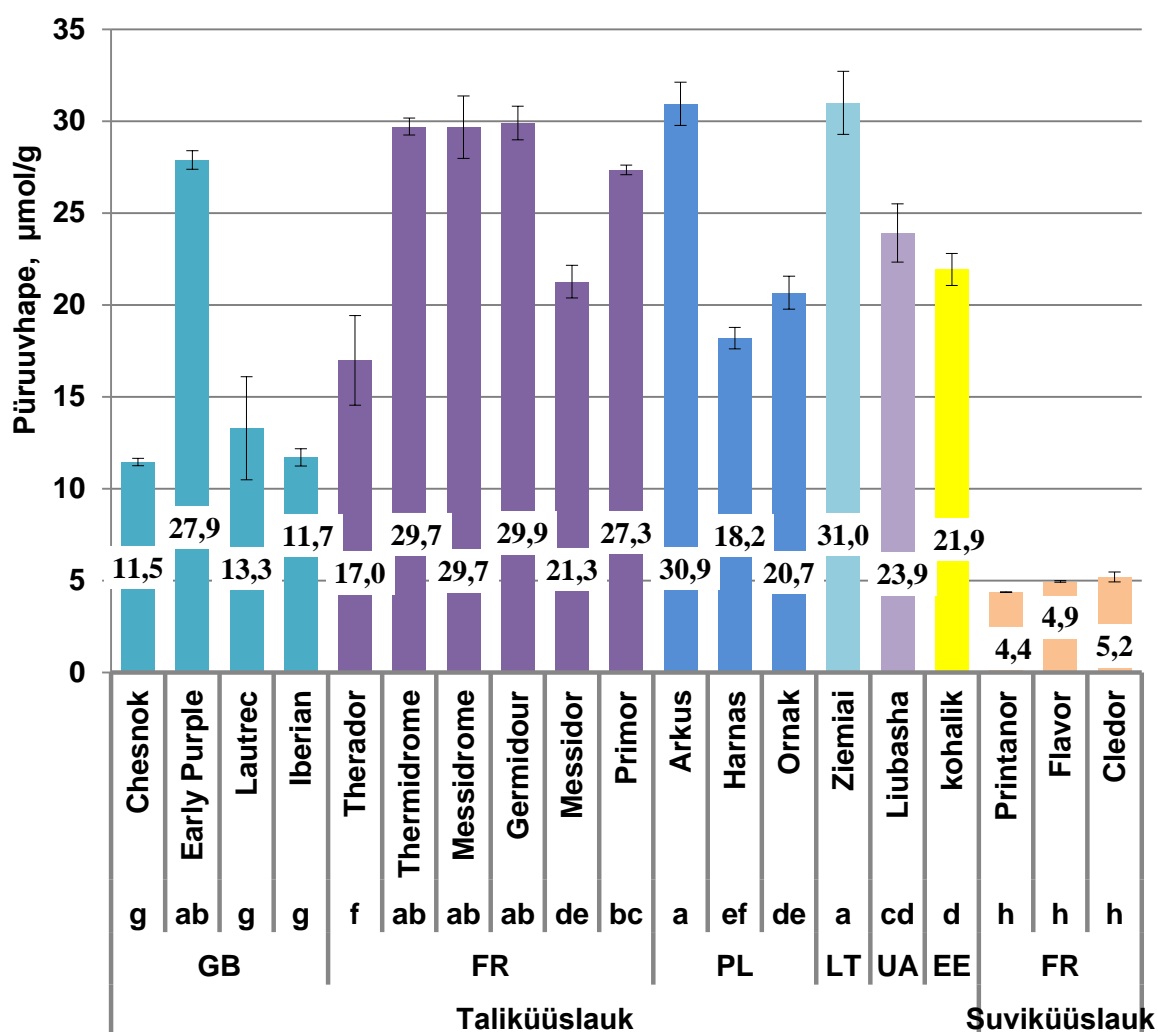
Küüslaugusortide keskmine C-vitamiini sisaldus oli katses 31,4 mg/100g (joonis 13). Keskmine C-vitamiini sisaldus taliküüslaukudes oli 31,9 mg/100g ning suviküüslaukudes 28,4 mg/100g. Kohaliku klooni keskmine C-vitamiini sisaldus oli 28,2 mg/100g. Suurima sisaldusega olid sordid: 'Early Purple', 'Thermidrome', 'Messidrome', 'Germidour' ja 'Harnas'. Väikseim sisaldus sordil 'Chesnok' 25,5 mg/100g.



Joonis 13. Tali- ja suviküüslaugu sortide C-vitamiini sisaldus (mg/100g,+/- Std.viga, Fisher LSD). GB- Inglismaa, FR- Prantsusmaa, PL-Poola, LT-Leedu, UA-Ukraina, EE-Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

3.3.6 Püruuvhappe sisaldus liitsibulas

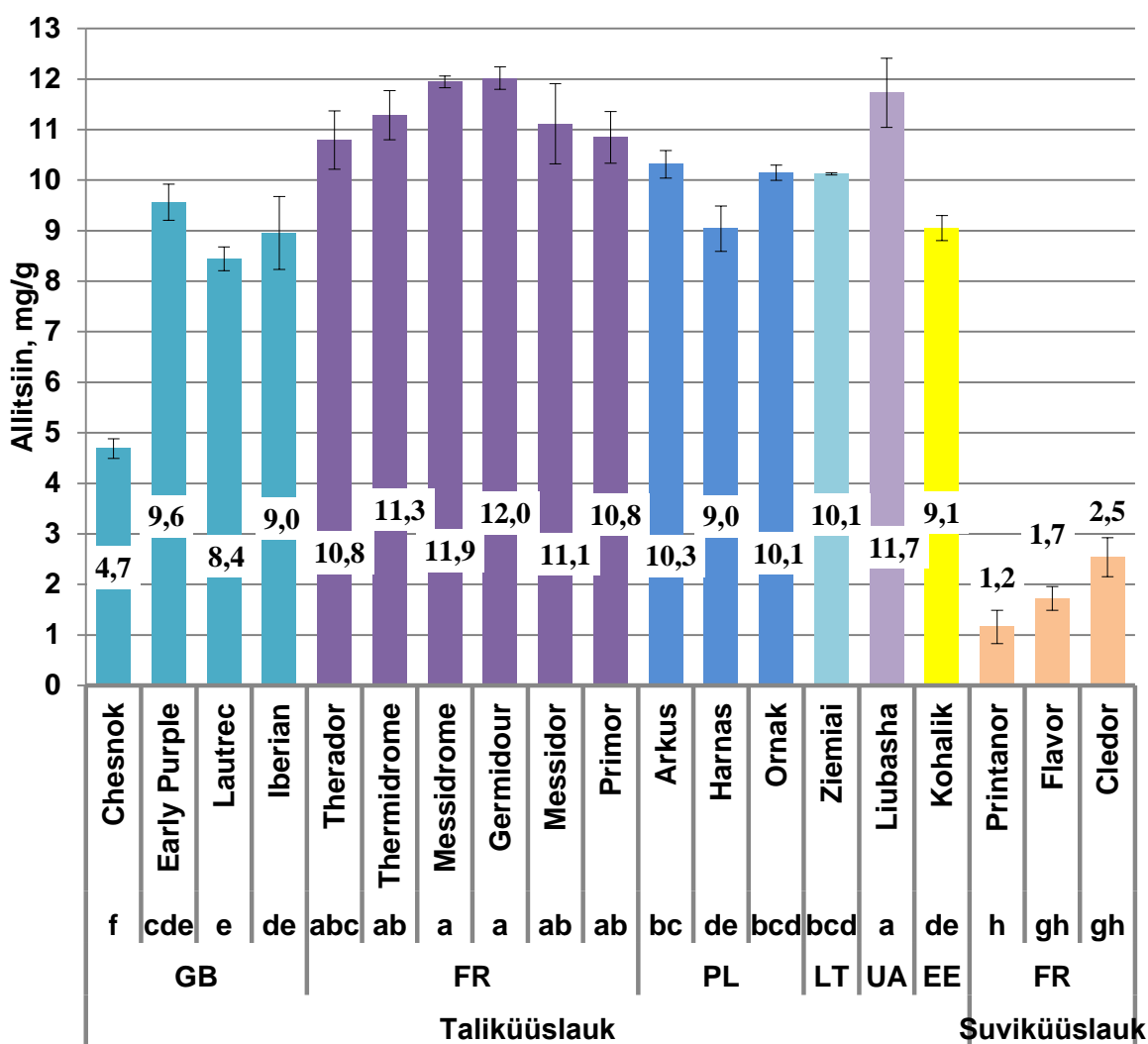
Katses olevate sortide keskmine püruuvhappe sisaldus oli 20,0 $\mu\text{mol/g}$ (joonis 14). Taliküüslaugusortide keskmine sisaldus 22,9 $\mu\text{mol/g}$, suviküüslaukudel 4,8 $\mu\text{mol/g}$. Klooni kohalik keskmine püruuvhappe sisaldus 21,9 $\mu\text{mol/g}$. Suurima püruuvhappe sisaldusega olid sordid: ‘Arkus’, ‘Ziemiai’, ‘Early Purple’, ‘Thermidrome’, ‘Messidrome’, ‘Germidour’, ‘Messidor’. Väikseima sisaldusega suviküüslaugu sordid.



Joonis 14. Tali- ja suviküüslaugu sortide püruuvhappe sisaldus ($\mu\text{mol/g}$, \pm Std.viga, Fisher LSD). GB – Inglismaa, FR – Prantsusmaa, PL – Poola, LT – Leedu, UA – Ukraina, EE – Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

3.3.7 Allitsiini sisaldus liitsibulas

Keskmine liitsibula allitsiini sisaldus oli 8,7 mg/g (joonis 15). Taliküüslaukude keskmine allitsiini 10 mg/g sisaldus ning suviküüslaukudel vaid 1,8 mg/g. Kohaliku klooni allitsiini sisaldus oli 9,1 mg/g. Suurima allitsiini sisaldusega olid Prantsusmaa taliküüslaugu sordid ‘Therador’ 10,8 mg/g, ‘Thermidrome’ 11,2 mg/g, ‘Messidrome’ 11,9 mg/g, ‘Germidour’ 12,0 mg/g, ‘Messidor’ 11,1 mg/g, ‘Primor’ 10,8 mg/g ja Ukraina taliküüslaugu sort ‘Liubasha’ 11,7 mg/g. Väikseima sisaldusega olid suviküüslaugu sordid ‘Printanor’ 1,2 mg/g, ‘Flavor’ 1,7 mg/g ja ‘Cledor’ 2,5 mg/g.



Joonis 15. Tali- ja suviküüslaugu sortide allitsiini sisaldus (mg/g, +/- Std.viga, Fisher LSD). GB – Inglismaa, FR – Prantsusmaa, PL – Poola, LT – Leedu, UA – Ukraina, EE – Eesti. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei ole statistiliselt erinevad.

3.4 Korrelatsioonanalüüs

Korrelatsioonanalüüsis võrreldi küüslaugu kasvuaegseid näitajaid ja biokeemilist koostist (tabel 3). Tulemusteks saadi: Kogusaagi ja liitsibula massi vahel on väga tugev positiivne seos ($r=0,99$, $p<0,05$). Lehtede kõrguse ja kogusaagi vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,50$, $p<0,05$), ning kogusaagi ja varre diameetri vahel on tugev positiivne seos ($r=0,83$, $p<0,05$). Biokeemilisest koostisest on kogusaagi ja allitsiini sisalduse vahel tugev positiivne seos ($r=0,77$, $p<0,05$), fenoolsete ühendite ja kogusaagi vahel keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,62$, $p<0,05$). Püruuvhappe ja kogusaagi vahel on keskmine positiivne seos ($r=0,66$, $p<0,05$) ning väavli sisalduse ja kogusaagivahel on keskmine positiivne seos ($r=0,65$, $p<0,05$).

Liitsibula massi ja lehtede kõrguse vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,53$, $p<0,05$), liitsibula massi ja varre diameetri vahel esineb tugev positiivne seos ($r=0,84$, $p<0,05$). Liitsibula massi ja allitsiini sisalduse vahel tugev positiivne seos ($r=0,80$, $p<0,05$), fenoolsete ühendite ja liitsibula massi vahel keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,61$, $p<0,05$). Püruuvhappe ja liitsibula massi vahel on keskmine positiivne seos ($r=0,66$, $p<0,05$) ning väavli sisalduse ja liitsibula massi vahel on keskmine positiivne seos ($r=0,67$, $p<0,05$).

Lehtede arvu ja varre diameetri vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,57$, $p<0,05$).

Lehtede kõrgusel ja väavli sisalduse vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,55$, $p<0,05$). Varre diameetri ja allitsiini sisalduse vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,67$, $p<0,05$). Samuti ka varre diameetri ja püruuvhappe sisalduse vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,49$, $p<0,05$) ning varre diameetri ja väavli sisalduse vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,56$, $p<0,05$).

Allitsiini ja fenoolsete ühendite sisalduse vahel on tugev positiivne seos ($r=0,78$, $p<0,05$). Püruuvhappe ja allitsiini sisalduse vahel on tugev positiivne seos ($r=0,86$, $p<0,05$). Allitsiini ja kuivaine sisalduse vahel on keskmise tugevusega negatiivne seos ($r=-0,59$, $p<0,05$) ning allitsiini ja väavli sisalduse vahel on tugev positiivne seos ($r=0,85$, $p<0,05$).

Fenoolsete ühendite ja püruuvhappe sisalduse vahel on tugev positiivne seos ($r=0,83$, $p<0,05$) ning fenoolsete ühendite ja väävli sisalduse vahel on tugev positiivne seos ($r=0,82$, $p<0,05$). Mahla kuivaine ja püruuvhappe sisalduse vahel on negatiivne keskmise tugevusega seos ($r=-0,48$, $p<0,05$). Kuivaine ja mahla kuivaine sisalduse vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,66$, $p<0,05$).

Kuivaine ja püruuvhappe sisalduse vahel on keskmise tugevusega negatiivne seos ($r=-0,55$, $p<0,05$). Püruuvhappe ja väävli sisalduse vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,69$, $p<0,05$). Kuivaine ja väävli sisalduse vahel küsilaugus on negatiivne keskmise tugevusega seos ($r=-0,57$, $p<0,05$).

Tabel 3. Korrelatsioonanalüüsi tulemused. Paksus kirjas on statistiliselt oluline soes.

	<i>Kogusaak (g/m²)</i>	<i>Liitsibula mass (g)</i>	<i>Lehtede arv (tk)</i>	<i>Lehtede kõrgus (cm)</i>	<i>Varre diameeter (mm)</i>	<i>Allitsiin (mg/g)</i>	<i>Fenoolsed ühendid mg/100g</i>	<i>C- vitamiin (mg/100g)</i>	<i>Mahla kuivaine (Brix%)</i>	<i>Püruuvhape (µmol/g)</i>	<i>Kuivaine (%)</i>	<i>S (%)</i>
Kogusaak (g/m²)	1,00											
Liitsibula mass (g)	0,99	1,00										
Lehtede arv (tk)	0,37	0,33	1,00									
Lehtede kõrgus (cm)	0,50	0,53	-0,23	1,00								
Varre diameeter (mm)	0,83	0,84	0,57	0,40	1,00							
Allitsiin (mg/g)	0,77	0,80	0,18	0,40	0,67	1,00						
Fenoolsed ühendid mg/100g	0,62	0,61	-0,11	0,46	0,44	0,78	1,00					
C-vitamiin (mg/100g)	0,11	0,11	0,30	-0,28	0,10	0,31	0,17	1,00				
Mahla kuivaine (Brix %)	-0,42	-0,40	-0,35	0,09	-0,41	-0,41	-0,19	0,14	1,00			
Püruuvhape (µmol/g)	0,66	0,66	0,06	0,29	0,49	0,86	0,83	0,36	-0,48	1,00		
Kuivaine (%)	-0,27	-0,29	0,03	0,01	-0,16	-0,59	-0,40	0,00	0,66	-0,55	1,00	
S (%)	0,65	0,67	-0,10	0,55	0,56	0,84	0,82	-0,05	-0,26	0,69	-0,57	1,00

4. ARUTELU

Kasvuaegsetes mõõtmisparameetrites sortide vahel suuri erinevusi ei olnud. Küüslaugutaimede kõrgus varieerus sõltuvalt sordist vahemikus 57,4–89,3 cm, katse keskmine oli 74,4 cm. Taimede keskmine varre diameeter oli 14,9 mm ning varieeruvus vahemikus 10,5–21,0 mm. Suurima varre diameetriga oli ka suurima saagikusega sort 'Messidor'. Keskmine taime lehtede arv oli 7,0, varieerudes vahemikus 5,3– 8,9. Katsesest selgus, et üldiselt oli putkuvatel sortidel vähem lehti. Korrelatsioonanalüüsi tulemustest selgus, et varre diameetril ja lehtede kõrgusel on positiivne seos saagikusega. Mida kõrgemate lehtede ja jämedama varrega on taim, seda suurem on tema liitsibul.

Saagikusel ja liitsibula massil oli sortide vahel suuri erinevusi. Nii saagikusest kui liitsibula massi poolest olid väiksemad suviküüslaugud. Keskmine saagikus taliküüslaukudel oli 740 g/m² ja liitsibula mass 65,4 g, suviküüslaukudel vastavalt 427 g/m² ja 29,1 g. Suurima kogusaagiga oli Prantsusmaalt pärit taliküüslaugu 'Messidor' 1119 g/m², väikseima saagikusega Prantsusmaa suviküüslaugusort 'Printanor' 302 g/m². Kontrollvariandi kohaliku klooniga, kogusaak 801 g/m², võrreldes oli sordi 'Messidor' kogusaak 28% võrra suurem. Kontrollvariandist olid veel suurema saagikusega Prantsusmaa sordid 'Therador' (17%) ja 'Messidrome' (10%), Poola sort 'Ornak' (9%) ja Ukraina sort 'Liubasha' (12%). Aastatel 2011–2012 läbiviidud samalaadses katses olid suurima kogusaagiga sordid 'Liubasha' (1161 g/m²) ja 'Messidor' (1158 g/m²) (Suits, 2013) ning aastatel 2012–2013 katses suurima saagikusega sort 'Liubasha' (1004 g/m²) (Köörna, 2014). Kuna 2012–2013 katseaastal ei kasutatud uut istutusmaterjali Prantsusmaa sortidel vaid võeti eelneva aasta saagist, siis nende kogusaak oli tunduvalt väiksem, keskmine kogusaak 310 g/m² (Köörna, 2014). 2011–2012 katseaastal oli nende keskmine saagikus 833 g/m² (Suits, 2013) ning 2013–2014 keskmine kogusaak 899 g/m². Samuti ei uuendatud ka Inglismaalt pärit sortide istutusmaterjali, vaid kasutati eelneva aasta saaki. Selle tulemusena on nende sortide saagikused iga aastaga langenud. 2012–2013 katseaasta tagasihoidlikumate saakide põhjuseks võib olla katseaastal sademete puudus liitsibula intensiivsel kasvuperioodil maist juulini (Köörna, 2014).

Biokeemilisest koostisest oli liitsibula kuivaine sisaldus sortide vahel küllaltki sarnane, jäädes vahemikku 30,5–37,6%. Suviküüslaukude kuivaine sisaldus oli kõrgem kui taliküüslaukudel. Cantwell jt (2003) andmetel küüslaugu liitsibul sisaldab kuivainet keskmiselt 40%. Argentiinas tehtud katses saadi kuivaine sisaldus vahemikus 33–42% (Gonzalez jt, 2009). Uurimustöö katses olevad küüslaugud sisaldasid vähem kuivainet, kui võrrelda kirjanduse andmetega. Sarnaselt sisaldas aastatel 2012–2013 tehtud katse küüslaugud, kuivaine sisalduse vahemik 33,4–39,1% (Köörna, 2014). Korrelatsioonanalüüsist selgus, et mida suurem kuivaine sisaldus liitsibulas seda suurem on ka mahla kuivaine sisaldus, aga väiksem allitsiini ja püruuvhappe sisaldus. Katses olevad suviküüslaugu sordid olid kõrgema kuivaine sisaldusega ja madalama allitsiini ning püruuvhappe sisaldusega, sellest tulenevalt ka mahedama maitsega.

Ülejäänud katses analüüsitud biokeemiline koostis erines sortide vahel märgatavalt. Sellest võib järeldada, et sordiomadused mõjutavad küüslaukude liitsibula biokeemilist koostist. Katses olnud küüslaukude allitsiini sisaldus oli vahemikus 1,2–12,0 mg/g. Allitsiini sisaldus taliküüslaukudes oli tunduvalt kõrgem, keskmine 10 mg/g, kui suviküüslaukudes, keskmine 1,8 mg/g. Kirjanduse andmetel peaks farmaatsiatööstusele pakutav küüslauk sisaldama allitsiini 4,5 mg/g (Baghaliana jt, 2005). Sellisel juhul sobiksid katses olevad taliküüslaugu sortide liitsibulad farmaatsiatööstuse materjaliks. Aastatel 2012–2013 samalaadses katses oli allitsiini sisaldus vahemikus 1,3–12,4 mg/g (Köörna, 2014), mis on sarnane käesoleva töö allitsiini sisaldusega. Korrelatsioonanalüüsi tulemusel sisaldavad suurema liitsibula ja varre diameetriga küüslaugud rohkem allitsiini.

Püruuvhappe sisaldus katses olevates küüslaukudes oli varieeruv, jäädes vahemikku 4,37–31,0 $\mu\text{mol/g}$. Tunduvalt madalama sisaldusega olid suviküüslaugu sordid, keskmine 4,8 $\mu\text{mol/g}$, taliküüslaukude keskmine 21,9 $\mu\text{mol/g}$. Iraanis läbiviidud katses saadi kõrgeimaks püruuvhappe sisalduseks 84,0 $\mu\text{mol/g}$ ja madalaimaks 60,0 $\mu\text{mol/g}$ (Abedi jt, 2013). Tšehhis läbiviidud katses erinevate küüslaugu sortidega saadi püruuvhappe sisaldus vahemikus 7,6–78,4 $\mu\text{mol/g}$ (Grégrová jt, 2013). Nii käesoleva töö katse tulemused, kui ka kirjanduse andmed näitavad, et püruuvhappe sisaldust mõjutavad sordi omadused. Korrelatsioonanalüüsi tulemusel liitsibulad, mis sisaldavad rohkem püruuvhapet sisaldavad ka rohkem fenoolseid ühendeid, allitsiini ning sammuti väävlit. Kui väetada väävlit sisaldavate väetistega siis võib saada väärtuslikuma saagi (Surendra, 2008).

Katses olnud küüslaukude liitsibula makroelementide sisaldus oli sarnane kirjanduse andmetega: katses olnud Ca keskmine sisaldus oli 0,03%, Otunola jt (2010) katses 0,03% ja Hacıseferogulları jt (2005) 0,04%; liitsibulate keskmine K sisaldus oli 1,18%, Otunola jt (2010) katses 0,05% ja Hacıseferogulları jt (2005) 2,14%; katse keskmine P sisaldus oli 0,44%, Otunola jt (2010) 0,01% ja Hacıseferogulları jt (2005) 0,60%; ning keskmine Mg sisaldus oli 0,08%, Otunola jt (2010) 0,004% ja Hacıseferogulları jt (2005) 0,10%. Üks võimalus neid elemente saada, on tarbida regulaarselt küüslauku. Soovitatav makro- ja mikroelementide keskmine päevane kogus: Ca 800- 900 mg, Mg 350 mg, P 600–700 mg, Na 2000–2500 mg, K 3000–3500 mg, Fe 10–15 mg, Zn 7–9 mg (Deikina, Jöeleht, 2010). On leitud, et mineraalelemendid nagu naatrium, kaalium, kaltsium ja magneesium reguleerivad inimese vererõhku (Karppanen ,1991).

Katses olevate küüslaugu sortide fenoolsete ühendite sisaldus oli vahemikus 47,7–78,9 mg/100g. Kaur ja Kapoor (2002) läbiviidud katses saadi keskmiseks fenoolsete ühendite sisalduseks 145,0 mg/100g, mis on tunduvalt kõrgem, kui käesoleva töö fenoolsete ühendite sisaldus. Korrelatsioonanalüüsi tulemusel suurema liitsibulaga küüslaugud sisalavad rohkem fenoolseid ühendeid.

Küüslaugusortide keskmine C-vitamiini sisaldus katses jäi vahemikku 23,6–47,8 mg/100g, keskmine 31,4 mg/100g, mis ühtib kirjanduse andmetega. Kirjanduse andmetel sisaldab küüslauk keskmiselt C-vitamiini 31,2 mg/100g (USDA National Nutrient..., 2015). Itaalias läbiviidud katses nelja küüslaugu sordiga saadi C-vitamiini sisaldus vahemikus 11,0–21,6 mg/100g, mis on madalam käesoleva töö keskmisest C-vitamiini sisaldusest (Azzini jt, 2014). Deekshika jt (2015) Indias tehtud katses saadi keskmiseks küüslaugu C-vitamiini sisalduseks 13,1 mg/100g. Tulemustest võib järeldada, et põhjapoolsetel aladel on suurem küüslaukude C-vitamiini sisaldus.

Katses olnud suurim küüslaugu liitsibula mahla kuivaine oli 43,1% Brix, väikseim 32,8% Brix. Sordil 'Thermidrome' oli samuti üks katse madalamaid kuivaine sisaldusi, 33,3% Brix. Pardo jt (2007) Hispaanias läbiviidud katses oli ka sort 'Thermidrome', ning mahla kuivaine sisaldus 27,9% Brix, mis on madalam kui käesoleva töö sordi 'Thermidrome' mahla kuivaine sisaldus. Käesoleva töö katse keskmine mahla kuivaine sisaldus oli 38,4% Brix, mis on kõrgem kui kirjanduse andmed. Kirjanduse andmetel erinevate katsetulemustes on saadud keskmiseks mahla kuivaine sisalduseks: Etioopias 22,3–23,4%

Brix, Tšehhis 36% Brix, Argentiinas 33,6% Brix, Hispaanias 27,7% Brix. (Diriba-Shiferaw jt, 2013; Grégrová jt, 2013; Gonzalez jt , 2009; Pardo jt, 2007).

KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada erinevate Kesk- ja Lõuna-Euroopast pärit tali- ja suviküüslaugu sortide biokeemiline koostis ja saagikus Eesti kliimatingimustes kasvatamisel. Võrdlusena kasutati Eestis levinud taliküüslaugu kohalikku kloonit. Hüpoteesiks oli, et katses olevad sordid on võrreldes Eesti klooniga saagikamad ning suurema mineraalelementide ja biokeemiliste ühendite sisaldusega. Hüpotees leidis osaliselt kinnitust.

Käesoleva uurimustöö tulemusena võib järeldada järgmist:

- Kõik kuusteist katses olnud taliküüslaugu sorti talvitusid hästi, ning andsid siinsetes kasvutingimustes märkimisväärse koguse saaki (keskmine kogusaak 740 g/m^2).
- Katses olnud kolme suviküüslaugu sordi keskmine kogusaak oli 427 g/m^2 , mis on 42% väiksem kui taliküüslaukude keskmine saagikus.
- Võrdlusena kasutatud kohalikust kloonist olid suurema saagikusega viis sorti: 'Messidor', 'Therador', 'Messidrome', 'Ornak', ja 'Liubasha'.
- Suviküüslaugud olid kõrgema kuivaine ja mahlakuivaine sisaldusega, kuid võrreldes taliküüslaukudega madalama fenoolsete ühendite, püruuvhappe, allitsiini ja väävli sisaldusega. Kuna viimased on kibeduse kaudsed näitajad, siis sellest tulevalt on suviküüslaugud mahedama maitsega.
- Suurima väävli sisaldusega oli sort 'Liubasha' 1,33%, kloonil kohalik keskmine sisaldus 0,99%
- Kohalikust kloonist suurema või võrdse fenoolsete ühendite sisaldusega olid sordid: 'Liubasha', 'Arkus', 'Early Purple'.
- Keskmine C-vitamiini sisaldus liitsibulas oli küllaltki sarnane: taliküüslaukudes $31,9 \text{ mg/100g}$ ning suviküüslaukudes $28,4 \text{ mg/100g}$. Kohalikus kloonis $28,2 \text{ mg/100g}$ C-vitamiini.
- Suurima mahla kuivaine sisaldusega olid sordid: 'Early Purple' (43,0% Brix), 'Harnas' (43,1% Brix) ja 'Ornak' (42,6% Brix). Kloonil kohalik keskmine mahla kuivaine sisaldus 40,5% Brix.

- Katses olevate sortide püruuvhappe sisaldus oli väga varieeruv, jäädes vahemikku 4,4–31,0 $\mu\text{mol/g}$. Klooni kohalik keskmine püruuvhappe sisaldus 21,9 $\mu\text{mol/g}$, sellest suurema püruuvhappe sisaldusega olid sordid: ‘Arkus’, ‘Ziemiai’, ‘Early Purple’, ‘Thermidrome’, ‘Messidrome’, ‘Germidour’, ‘Messidor’ ja ‘Primor’.

Katsetulemuste põhjal võib soovitada Eesti küüslaugukasvatajatele suurema saagi andnud Prantsusmaa päritolu sorte ‘Messidor’, ‘Therador’ ja ‘Messidrome’ ning Poola sorti ‘Ornak’ ja Ukraina sorti ‘Liubasha’. Kuid Prantsusmaa sortide puhul tuleks kasutada iga aasta uut sertifitseeritud istutusmaterjali.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Abedi M., Biat F., Nosrati A.E.** (2013). Evaluation of agronomical traits and pyruvic acid content in Hamedan garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. – *European Journal of Experimental Biology*, 3:541-544.
- Alonso G.C.** (1998). El ajo. Cultivo y aprovechamiento. Mundi-Prensa, 205 lk.
- Azzini A., Durazzo A., Foddai M.S., Temperini O., Eugenia Venneria E., Valentini S., Maiani G.** (2014). Phytochemicals content in italian garlic bulb (*Allium sativum* L.) varieties. – *Journal of Food Research*, 3:26–32.
- Baghaliana K., Ziaib S., Naghavic M., Badib H., Khalighia A.** (2005). Evaluation of allicin content and botanical traits in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. – *Scientia Horticulturae*, 103:155–166.
- Bhuiya M.A.K., Rahim M.A., Chowdhury M. N.A.** (2003). Effect of planting time, mulch and irrigation on the growth and yield of garlic. – *Asian Journal of Plant Sciences*, 2:639–643.
- Block E.** (1985). The chemistry of garlic and onions. – *Scientific American*, 252:114–119.
- Bozi B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Goran A., Igc R.** (2008). Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., *Alliaceae*). – *Food Chemistry*, 111:925–929.
- Brewster J.L., Rabinowitch H.D.** (1990). Garlic agronomy. in: onions and allied crops: biochemistry. – *Food Science, and Minor Crops*, 3.
- Cantwell M.I., Hong G., Kang J., Nie X.** (2003). Controlled atmospheres retard sprout growth, affect compositional changes, and maintain visual quality attributes of garlic. – *Acta Horticulturae*, 600:791–794.
- Cantwell M.I.** (2000). Garlic: Recommendations for maintaining postharvest quality. [WWW] <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/Garlic/> (14.02.2015).
- Clemente G.J., Williams D.J., Cross M., Chambers C.C.** (2011). Analysis of garlic cultivars using head space solid phase microextraction/gas chromatography/mass spectroscopy. – *The Open Food Science Journal*, 6:1–4.
- Cortes C.F., Olalla F.M. S., Urrea R.L.** (2003). Production of garlic (*Allium sativum* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. – *Agriculture Water Management*, 59:155–167.
- Deekshika B., Praveena L.B, Singuluri H., Sukumaran M.K.** (2015). Estimation of ascorbic acid content in fruits & vegetables from Hyderabad, India – A theoretical assessment of Vitamin C activity. – *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 4:96–99.

- Deikina J., Jõeleht A.** (2010). Toitumis- ja toidusoovitused noortele. Tervise Arengu Instituut, 25–28.
- Dickerson G.W., Wall M.** (1997). Varietal evaluation of garlic in New Mexico. Agricultural experiment station. College of Agriculture and Home Economics. – *Research Report* 717:1–9.
- Diriba-Shiferaw G., Nigussie-Dechassa R., Woldetsadik K., Tabor G., Sharma J.J.** (2013). Bulb quality of Garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by the application of inorganic fertilizers. – *African Journal of Agricultural Research*, 8:5387–5398.
- Engeland R.L.** (1991). Growing great garlic: The definitive guide for organic gardeners and small farmers. Filaree Productions, Okanogan, WA.
- Engeland R.L.** (1995). Growing great garlic (suppl.). Filaree Productions, Okanogan, WA.
- European Commission Directorate General for Health & Consumers. [WWW] <http://ec.europa.eu/food/plant/propagation/catalogues/database/public/index.cfm?event=SearchForm&cat=H> (25.03.2015).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. [WWW] <http://faostat3.fao.org/home/E> (24.11.2014).
- Gonzalez R.E., Soto V.C., Sance M.M., Camargo A.B., Galmarini C.R.** (2009). Variability of solids, organosulfur compounds, pungency and health-enhancing traits in garlic (*Allium sativum* L.) cultivars belonging to different ecophysiological groups. – *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57:10282–10288.
- Grégrová A., Čížková H., Bulantová I., Rajchl A., Voldřich M.** (2013). Characteristics of Garlic of the Czech Origin. – *Czech Journal of Food Sciences*, 31:581–588.
- Hacıseferogulları H., Ozcan M., Demir F., Calısır S.** (2005). Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). – *Journal of Food Engineering*, 68:463–469.
- Harris J.C., Cottrell S., L., Plummer S., Lloyd D.** (2001). Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). – *Appl Microbiol Biotechnol*, 57:282–286.
- Karppanen H.** (1991). Minerals and blood pressure. – *Annals of Medicine*, 23:299–305.
- Kaur C., Kapoor H.C.** (2002). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. – *International Journal of Food Science and Technology*, 37:153–161.
- Landbo A.K., Meyer, A.S.** (2001). Ascorbic acid improves the antioxidant activity of European grape juices to inhibit lipid peroxidation of human LDL in vitro. – *International Journal of Food Science and Technology*, 36:727–736.
- Lanzotti V.** (2006). The analysis of onion and garlic. – *Journal of Chromatography A*, 1112:3–22.
- Lu X., Ross C.F., Powers J.R., Aston D.E., Rasco B.A.** (2011). Determination of total phenolic content and antioxidant activity of garlic (*Allium sativum*) and elephant garlic (*Allium ampeloprasum*) by attenuated total reflectance fourier transformed infrared spectroscopy. – *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59:5215–5221.

- Macpherson J.L., Geierstanger H.B., Viswanath V., Bandell M., Eid R.S., Hwang S., Patapoutian A.** (2005). The pungency of garlic: activation of TRPA1 and TRPV1 in response to allicin. – *Current Biology*, 15:929–934.
- Medina C., García H.S.** (2007). Garlic: post-harvest operations. [WWW] http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compndium_-_Garlic.pdf (21.01.2015).
- Meensalu L., Järvan M., Linnamägi A., Roosve G.-F., Virit V.** (1988). Kõõgiviljandus. Tallinn, 257-259 lk.
- Oommen S., Anto R.J., Srinivas G., Karunagaran D.** (2004). Allicin (from garlic) induces caspase- mediated apoptosis in cancer cells. – *European Journal of Pharmacology*, 485:97–103.
- Organic garlic variety evaluation. (2012). Timothy Coolong and Ty Cato, University of Kentucky department of horticulture, Lexington. – *Midwest Vegetable Trial Report*. [WWW] https://www2.ag.purdue.edu/hla/fruitveg/MidWest%20Trial%20Reports/2012/03_01_Coolong_Garlic.pdf (12.04.2015).
- Otunola G.A., Oloyede O.B., Oladiji A.T., Afolayan A.J.** (2010). Comparative analysis of the chemical composition of three spices – *Allium sativum* L. *Zingiber officinale* Rosc. and *Capsicum frutescens* L. commonly consumed in Nigeria. – *African Journal of Biotechnology*, 9:6927–6931.
- Pardo J.E., Escribano J., Gomez R., Alvarruiz A.** (2007). Physical-chemical and sensor quality evaluation of garlic cultivars. – *Journal of Food Quality*, 30:609–622.
- Peaceful Valley. (2011). Growing garlic—what’s the difference between softneck garlic and hardneck garlic varieties? [WWW] <http://www.groworganic.com/organic-gardening/articles/growing-garlic-whats-the-difference-between-softneck-and-hardneck-varieties> (04.02.2015).
- Pedastsaar P., Püssa T., Põldma P., Mark E.** (2013). Tervistav küüslauk - uuringud Eesti Maaülikoolis ning viimased teadustulemused maailmas. – *Konverentsi “Terve loom ja tervislik toit 2013” kogumik*. Tartu: Eesti Maaülikool, 127–134.
- PM031: Põllukultuuride kasvupind maakonna järgi. (andmed uuendatud 10.05.2015). – *Eesti Statistika andmebaas*. [WWW] <http://www.stat.ee> (01.03.2015).
- PM040: Põllukultuuride saak maakonna järgi. (andmed uuendatud 10.02.2015). – *Eesti Statistika andmebaas*. [WWW] <http://www.stat.ee> (01.03.2015).
- PM042: Põllukultuuride saagikus maakonna järgi. (andmed uuendatud 10.02.2015). – *Eesti Statistika andmebaas*. [WWW] <http://www.stat.ee> (01.03.2015).
- Portz D., Koch E., Slusarenko A.** (2008). Effects of garlic (*Allium sativum*) juice containing allicin on *Phytophthora infestans* and downy mildew of cucumber caused by *Pseudoperonospora cubensis*. – *European Journal of Plant Pathology*, 122:197–206.

- Puura E., Valdvee E.** (2015). Eesti aiasaaduste eksport-import, mahud ning isevarustatus. Statistika kogumise põhimõtted. – *Eesti Statistika andmebaas*. [WWW] http://epkk.ee/wp-content/uploads/2015/03/ESA_Esitlus_aiandusfoorumile2015.pdf (12.04.2015).
- Pöldma P., Tõnutare T., Viitak A., Luik A., Moor U.** 2011. Effect of selenium treatment on mineral nutrition, bulb size, and antioxidant properties of garlic (*Allium sativum* L.). – *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 5498–5503.
- Pöldma P., Moor U., Merivee A.** (2013). Genotüübi mõju küüslaugu saagile ja selle kvaliteedile. – *Agronoomia 2013*, 188–191.
- Pöldma P., Moor U., Merivee A., Tõnutare T.** (2012). Sibula (*Allium cepa*) ja küüslaugu (*Allium sativum*) säilivus kontrollitud atmosfääri hoidlas. *Agronoomia 2012*, 207–212.
- Pöldma P., Vahejõe K., Luik H., Karp K.** (2011). Aianduse valdkonna käsiraamat : (porgand, küüslauk, avamaakurk, maasikas, aedmustikas, must sõstar). Eesti Maaülikool, 12–18.
- Rekowska E., Skupien K.** (2009). The influence of selected agronomic practices on the yield and chemical composition of winter garlic. – *Vegetable crops research bulletin*, 70:173–182.
- Rosen C.J., Tong C.B.S.** (2001). Yield, dry matter partitioning, and storage quality of hardneck garlic as affected by soil amendments and scape removal. – *Hortscience*, 36:1235–1239.
- Schwimmer S., Weston W. J.** 1961. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. – *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 9:301–304.
- Sterling S.J., Eagling D.R.** (2001). Agronomics and allicin yield of australian grown garlic (*Allium sativum*). – *International Society for Horticultural Science*, 555:63–73.
- Surendra S.** (2008). Effect of sulphur on yields and S uptake by onion and garlic grown in acid alfisol of Ranchi. – *Agricultural Science Digest*, 28: 189-191.
- Zaman M.S., Hashem M.A., Jahiruddin M., Rahim M.A.** (2011). Effect of sulphur fertilization on the growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). – *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 36:647–656.
- Takagi, H.** (1990). Garlic (*Allium sativum* L.). Ref: J.L. Brewster and H.D. Rabinowitch. Onions and allied crops. CRC Press, Boca Raton, 109-146.
- USDA National nutrient database for standard. Full report (All Nutrients) 11215, Garlic, raw. [WWW] <http://ndb.nal.usda.gov/> (12.03.2015).
- Wall M.W., Corgan J.N.** (1992). Relationship between pyruvate analysis and flavor perception for onion pungency determination. – *HortScience*, 27:1029-1030.
- Vargas V., González R., Sance M., Burba J., Camargo A.** (2010). Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la expresión del contenido de alicina y ácido pirúvico en ajo (*Allium sativum* L.). – *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 42:15–22.
- Vazquez-Barrios M.E., Lopez-Echevarria G., Mercado-Silva E., Castano-Tostado E., Leon-Gonzalez F.** (2006). Study and prediction of quality changes in garlic cv. Perla (*Allium sativum* L.) stored at different temperatures. – *Scientia Horticulturae*, 108:127–132.

Whitaker J.R. (1976). Development of flavor, odor and pungency in onion and garlic. – *Advances in Food Research*, 22:73–133.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

In the last twenty years, interest in growing garlic has increased in Estonia. This is shown by the high growing of garlic in many zones. However, garlic production yields have decreased and the demand on the market is high. According to Statistics Estonia, the self-provision level of garlic is 42%. The missing produce is compensated by imports from China and Southern European countries.

Field experiment, where 19 winter garlic cultivars and local clone were used, was established in East Estonia in 6. October 2013. Following cultivars were planted: Polish cultivars – ‘Arkus’, ‘Harnas’, ‘Ornak’; Lithuanian cultivar – ‘Ziemiai’; English cultivars – ‘Chesnok’, ‘Early Purple’, ‘Lautrec’, ‘Iberian’; French cultivars – ‘Therador’, ‘Thermidrome’, ‘Messidrome’, ‘Germidour’, ‘Messidor’, ‘Primor’ and Ukrainian ‘Liubasha’. Local clone of winter garlic in Estonia was used as standard cultivar. Three summer garlic cultivars ‘Printanor’, ‘Flavor’ and ‘Cledor’ of French origin were planted on 16 April 2014. In order to find the suitable varieties, the growth period parameters, yield and biochemical composition were studied.

The hypothesis was that the cultivars tested have higher yields than the Estonian clone and a higher content of mineral elements and biochemical compounds. The hypothesis was partially confirmed.

As a result of this research, the following can be concluded:

- All sixteen varieties of winter garlic tested survived the winter well and had a significant yield in local growth conditions (average total yield 760 g/m²).
- The average total yield of the three varieties of summer garlic tested was 427 g/m², which is 42% less than the average yield of winter garlics.
- Five varieties had a higher yield than the local clone used for comparison: ‘Messidor’, ‘Therador’, ‘Messidrome’, ‘Ornak’, ja ‘Liubasha’.

- Summer garlics had a higher soluble solids and dry matter content, but a lower content of total phenolics, pyruvic acid, allicin and sulphur than winter garlics. As the latter are indirect indicators of pungency, then summer garlics have a milder taste.
- The cultivar with the highest sulphur content of 1,33% was 'Liubasha', the average sulphur content of the local clone was 0,99%.
- Varieties with a content of total phenolics higher than or equal to the local clone were: 'Liubasha', 'Arkus', 'Early Purple'.
- The average vitamin C content in the bulb was quite similar: 31,9 mg/100g in winter garlics and 28,4 mg/100g in summer garlics. The local clone had a vitamin C content of 28,2 mg/100 g.
- The varieties with the highest soluble solids content were: 'Early Purple' (43,0% Brix), 'Harnas' (43,1% Brix) ja 'Ornak' (42,6% Brix). The average soluble solids content of the local clone was 40,5% Brix.
- The pyruvic acid content of the tested varieties was highly variable and differed between 4,4–31,0 $\mu\text{mol/g}$. The average pyruvic acid content of the local clone was 21,9 $\mu\text{mol/g}$ and the varieties that had a higher pyruvic acid content were: 'Arkus', 'Ziemiai', 'Early Purple', 'Thermidrome', 'Messidrome', 'Germidour', 'Messidor' ja 'Primor'.

On the basis of the results, Estonian garlic growers may be recommended to adopt the highest yielding varieties, which were the French varieties 'Messidor', 'Therador' and 'Messidrome', the Polish cultivar 'Ornak' and the Ukrainian cultivar 'Liubasha'. However, in case of French varieties, a new certified planting material should be used every year.

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, _____,
sünniaeg _____,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

_____.

Mille juhendaja on _____,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

Tartu, _____

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.
