



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Elve Üksik

**KURDLEHISE KIBUVITSA (*Rosa rugosa* Thunb.) VILJADE
KEEMILINE KOOSTIS SÕLTUVALT KASVUKOHAST**

CHEMICAL COMPOSITION OF ROSE HIPS (*Rosa rugosa*
Thunb.) DEPENDING ON THE HABITAT

Magistritöö
Aianduse õppekava

Juhendajad: professor Kadri Karp, *PhD*
teadur Tõnu Tõnutare, *PhD*

Tartu 2019

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Elve Üksik		Õppekava: Aiandus	
Pealkiri: Kurdlehise kibuvitsa (<i>Rosa rugosa</i> Thunb.) viljade keemiline koostis sõltuvalt kasvukohast			
Lehekülgi: 38	Jooniseid: 7	Tabeleid: 7	Lisasid: 1
Osakond / Õppetool: Aiandus ETIS-e teadusvaldkond ja CERCS-i kood: 1. Bio- ja keskkonnateadused 1.6. Põllumajandusteadus ja 4. Biomeditsiin B390 Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused Juhendaja(d): Kadri Karp <i>PhD</i> , Tõnu Tõnutare <i>PhD</i> Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2019			
<p>Kibuvitsade viljad on hästi tuntud oma tervistavate omaduste poolest ning neid kasutatakse laialdaselt toiduainete- ja farmaatsiatööstuses. Kurdlehist kibuvitsa (<i>Rosa rugosa</i> Thunb.) kasutatakse lisaks eelpoolmainitule sageli haljastuses tema hästi lõhnava õite ja vähese pretensioonikuse tõttu keskkonnatingimustele. Kibuvitsade viljad sisaldavad inimtervisele vajalikke anorgaanilisi ja kasulikke orgaanilisi ühendeid, millest mitmeid, nagu näiteks askorbiinhapet (C-vitamiini) ja polüfenoole loetakse tugevateks antioksüdantideks.</p> <p>Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada kasvukoha mõju kurdlehise kibuvitsa viljade askorbiinhappe, polüfenoolide, makro- ja mikroelementide sisaldusele ning antioksüdatiivsele aktiivsusele erinevates asupaikades Eestis. Askorbiinhappe sisalduse määramiseks kasutati DPI-meetodit, polüfenoolide sisaldus määrati Folin-Ciocalteu meetodiga, antioksüdatiivne aktiivsus amperomeetrisel ning mineraalelementide sisaldus aatomemissioonspektrometriselt HNO₃-ga mineraliseeritud proovidest. Sõltuvalt kasvukohast sisaldasid kurdlehise kibuvitsa viljad askorbiinhapet 4,1...7,7 mg/g, polüfenoole 2,0...4,0 mg GA/g ja nende antioksüdatiivne aktiivsus jäi vahemikku 2,6...7,6 mg kvartsetiini/100g. Mineraalelementide K, Ca, Mg, P, Zn, Fe, Mn sisaldus viljades erinevates kasvukohtades varieerus laias ulatuses.</p>			

Antud töö tulemustest saab järeldada, et kasvukoht omab mõju kurdlehise kibuvitsa bioaktiivsete ühendite ja mineraalelementide sisaldusele. Looduslikest kasvukohtadest on kõrgem askorbiinhappe ja polüfenoolide sisaldus ning antioksüdatiivne aktiivsus veepiirile lähemal kasvavate põõsaste viljadel võrreldes metsas kasvavate põõsaste viljadega. Kõrge kasulike ühendite sisaldus on ka koduaias heades tingimustes kasvavate kurdlehise kibuvitsa põõsaste viljadel.

Märksõnad: askorbiinhape, polüfenoolid, antioksüdatiivne aktiivsus, mineraalelemendid taimedes

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Elve Üksik		Curriculum: Horticulture	
Title: Chemical Composition of rose hips (<i>Rosa rugosa</i> Thunb.) depending on the habitat			
Pages: 38	Figures: 7	Tables: 7	Appendixes: 1
<p>Department / Chair: Horticulture</p> <p>Field of research (ETIS) and (CERCS) code: 1. Biosciences and Environment 1.6. Agricultural Sciences and 4. Biomedical Sciences B390 Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology</p> <p>Supervisors: Kadri Karp <i>PhD</i>, Tõnu Tõnutare <i>PhD</i></p> <p>Place and date: Tartu 2019</p>			
<p>Rose hips are well known for their health benefits and widely used in the food and pharmaceutical industry. <i>Rosa rugosa</i> Thunb. is often used as an ornamental plant or in the landscaping, because of its fragrant blossoms and low requirements for the environmental conditions. Rose hips are abundant in required anorganic and beneficial organic compounds, i.e. ascorbic acid and phenolics, which are considered to be strong antioxidants.</p> <p>The aim of the research was to find out the content of ascorbic acid, phenolic compounds and mineral nutrients in the rose hips grown in different habitats in Estonia, and their antioxidant activity. The ascorbic acid content was determined by the DPI method, the polyphenols by the Folin-Ciocalteu method, the antioxidative activity by the amperometric method, and the mineral content by the atomic emission spectrometry of the samples mineralized with HNO₃. Depending on the habitat, the rose hips' content of different parameters was as follows: ascorbic acid 4.1 to 7.7 mg/g, polyphenols 2.0 to 4.0 mg GA/g. Antioxidant activity ranged from 2.6 to 7.6 mg quercetin/100g. Content of K, Ca, Mg, P, Zn, Fe, Mn in the rose hips varied in wide range depending on the habitat.</p> <p>The results of the research show that the habitat has an influence on the content of bioactive compounds and mineral elements in the rose hips. The higher levels of ascorbic</p>			

acid, total phenolic content and antioxidant activity in the rose hips can be found near the seashore, compared to fruits collected from the shrubs grown in the forest. The home garden good conditions are also beneficial for the health promoting constituents in the fruits of *Rugosa rose*.

Keywords: ascorbic acid, phenolic compounds, antioxidant activity, plant mineral nutrients

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	7
1. KURDLEHISE KIBUVITSA LEVIK JA KASVUNÕUDED.....	9
2. KIBUVITSA VILJADE KEEMILINE KOOSTIS.....	12
2.1. Bioaktiivsed ühendid.....	12
2.1.1. Vitamiinid.....	13
2.1.2. Polüfenoolid.....	14
2.2. Mineraalelemendid.....	15
3. MATERJAL JA METOODIKA.....	17
3.1. Kasvukohtade kirjeldus.....	17
3.2. Laboratoorsed analüüsid.....	20
3.3. Statistiline analüüs.....	21
4. TULEMUSED JA ARUTELU.....	22
4.1. Askorbiinhappe sisaldus.....	22
4.2. Polüfenoolide sisaldus.....	24
4.3. Antioksidatiivne aktiivsus. Selle seos viljade askorbiinhappe ja polüfenoolide sisaldusega.....	25
4.4. Mineraalelementide sisaldus.....	26
KOKKUVÕTE.....	29
KASUTATUD KIRJANDUS.....	31
LISAD.....	37
Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.....	38

SISSEJUHATUS

Maailmas on üha kasvav huvi niinimetatud funktsionaalsete toiduainete osas, mis kaitseksid inimesi haiguste eest, mille on põhjustanud oksüdatiivne stress keharakkudes (Valenzuela *et al.* 2003). Taimedes on tuvastatud suur hulk antioksidantseid ühendeid (Weber *et al.* 2014). Neist olulisemateks peetakse vitamiine C (askorbiinhape) ja E (tokoferoolid ja tokotrioolid), samuti mitmeid fenoolseid ühendeid ja karotenoide (Xu *et al.* 2017).

Rosaceae perekonda, Rosoideae alam perekonda kuuluv kurdlehine kibuvits (*Rosa rugosa* Thunb.) on huvitav uuringuobjekt – sellest on saanud invasiivne liik mitmel pool Euroopas ja Põhja-Ameerikas, kuid ohustatud liik oma looduslikus elupaigas Hiinas (Yang *et al.* 2009). Eestis kasvab kurdlehine kibuvits vabalt looduses. Teda kasutatakse meeldiva lõhnaga õite, haiguskindluse ja soolataluvuse tõttu sageli haljastuses ning koduaedades ilutaimena või hekina, teada on mõningad tootmisstandikud.

Kibuvitsa viljad sisaldavad rikkalikult inimtervisele kasulikke bioaktiivseid ühendeid, millest peamisteks on vitamiinid A, E, C, K, karotenoidid, orgaanilised happed ning polüfenoolid (Andersson *et al.* 2012; Ercisli 2007; Fromm *et al.* 2012; Koczka *et al.* 2018; Patel 2013). Mõnede liikide vilju peetakse iseäranis väärtuslikeks polüfenoolide ja C-vitamiini allikaks (Ercisli 2007). Kibuvitsa viljade keemiline koostis erineb sõltuvalt sordist, kasvamise piirkonnast, kliimast, mullast, küpsusastmest, viljelustavast ja säilitustingimustest (Ercisli 2007; Koczka *et al.* 2018; Roman *et al.* 2013). Erinevates teadusuuringutes on aastate jooksul kirjeldatud olulisi erinevusi orgaaniliste hapete, fenoolsete ühendite, suhkrute, veeslahustuvate vitamiinide ning makro- ja mikroelementide sisalduse kohta kibuvitsa viljades (Al-Yafeai *et al.* 2018; Andersson *et al.* 2012; DTU Fødevarer instituttet 2019; Ercisli 2007; Fromm *et al.* 2012; Kizil *et al.* 2018; Koczka *et al.* 2018; Özrenk *et al.* 2018; Patel 2013; Um *et al.* 2017; Widén *et al.* 2012 jpt). Kirjandusest ei õnnestunud aga leida infot kurdlehise kibuvitsa viljade põhjalikuma uurimise ja keemilise analüüsi teostamise kohta Eestis.

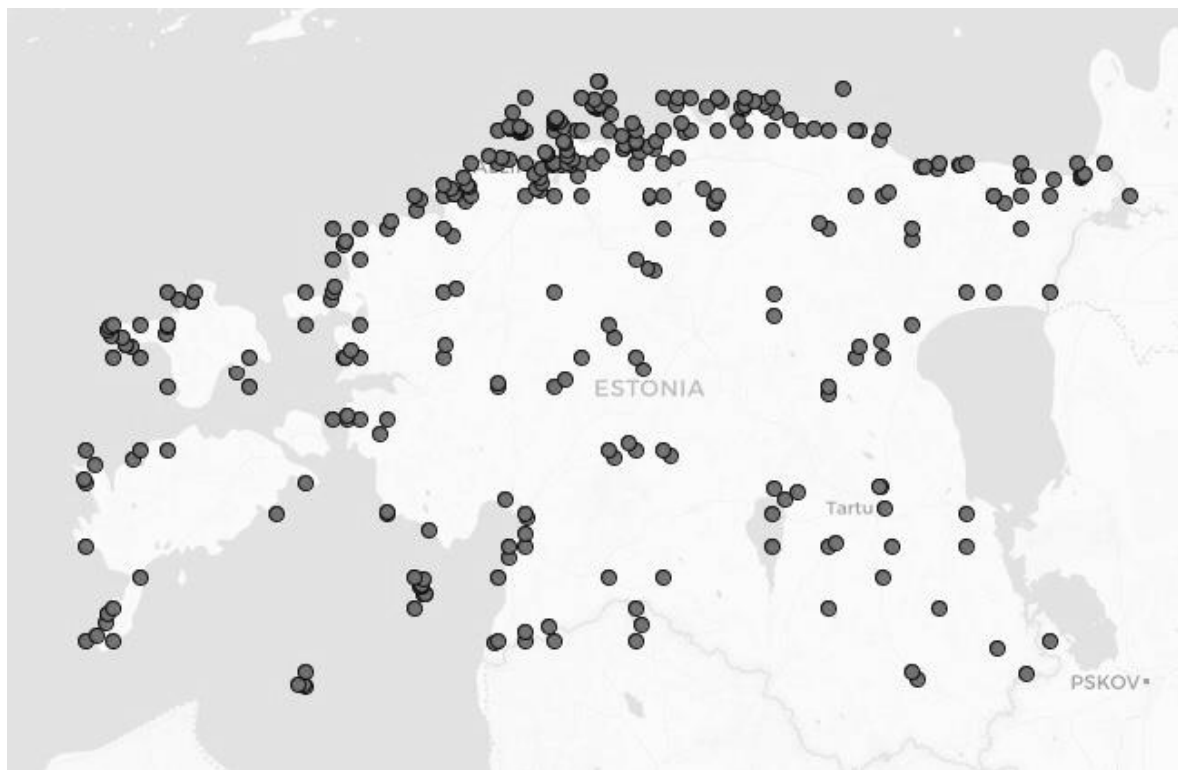
Lähtudes eelnevast püstitati hüpotees: kurdlehise kibuvitsa viljad on kõrge bioaktiivsete ühendite sisaldusega, kuid viljade väärtus võib sõltuda kasvukohast. Käesoleva uurimistöö eesmärk oli välja selgitada kasvukoha seos kurdlehise kibuvitsa viljade askorbiinhappe, üldfenoolide ning makro- ja mikroelementide sisaldusega ning antioksidatiivse aktiivsusega.

Magistritöö autor tänab juhendajaid professor Kadri Karpi ja teadur Tõnu Tõnutaret, kes aitasid heade nõuannetega uurimistöö planeerimisel, teostamisel ja koostamisel ning Eesti Maaülikooli Mullateaduse õppetooli laboratooriumi kasutamise eest. Tänuõnad kuuluvad ka *PhD* Nataliya Choupakhinale ja *PhD* Pavel Feduraevile ning Immanuel Kant'i nimelisele Balti Föderaalsele Ülikoolile Kaliningradis Looduslike antioksidantide laboratooriumi kasutamise eest.

Õpirännet Venemaale finantseeris Sihtasutus Archimedes Euroopa Regionaalarengu Fondist.

1. KURDLEHISE KIBUVITSA LEVIK JA KASVUNÕUDED

Kurdlehine kibuvits (*Rosa rugosa* Thunb.) on pärit Kaug-Idast (Kangur *et al.* 2005). Ta on üks põhilisi ja tähtsamaid põõsaliike Põhja-Hiinas asuvatel jõgede suudmealadel, kuid elupaikade seisundi halvenemise ning kadumise tõttu on tema levikuala, populatsioonide arv ja suurus kiiresti vähenenud (Yang *et al.* 2009). Seevastu mõnel pool Ameerika Ühendriikides, Kanadas, Rootsis, Saksamaal, Soomes, Suurbritannias ja Taanis on temast saanud invasiivne ja tülikas võõrliik (Bruun 2005; Garbary *et al.* 2010; Invasive Plant Atlas of the United States 2018; Isermann 2008; Kunttu P, Kunttu S-M 2017; Tyler *et al.* 2017; Weidema *et al.* 2007). Eestis leidub kurdlehist kibuvitsa looduslikult kasvamas hajusalt liivastes männikutes ja liivastel mererandadel, haljastuses kasutatuna teede ääres ja parkides (Eesti Samblike Infosüsteem 2019) ning koduaedades (joonis 1).



Joonis 1. Kurdlehise kibuvitsa kasvukohad Eestis (eElurikkus 2019).

Kurdlehine kibuvits eelistab jahedat või mõõdukat, sageli kõrgema õhuniiskusega kliimat ja kasvab peamiselt rannikul (CABI 2019). Kurdlehise kibuvitsa jaoks on soodsam hea

veeläbilaskvusega kasvukoht nagu liivaluited ning kiviklibu. Sisemaale, kus ta ei näita aga üles erilist elujõulisust, võib kurdlehine kibuvits olla sattunud koduaedadest. Teda pole kunagi kohatud kasvamas mäestikes (Bruun 2005; Isermann 2008; Weidema 2006). Muldadest eelistab kurdlehine kibuvits kasvada liivasel või kruusasel, vahetevahel ka teistel hea dreneažiga substraatidel, mis ei ole väga happelised. Ometigi on Taanis leitud teda kasvamas muldadel, mille pH on 4,7...7,7 ja Jaapanis pH 5,1...7,6 (Bruun 2005). Taanis, liivaluitedel kasvanud kurdlehise kibuvitsa kasvu ja mulla pH vahel on leitud seoseid, kus madalama pH-ga muldadel kasvasid kõrgemad taimed (Weidema 2006).

Kurdlehine kibuvits on vähenõudlik ja talub hästi karme ilmastikutingimusi nagu külm, soe, põud, päikesepõletus, meretuuled ja mulla soolsus ning ajutine mattumine liivkatte alla ning jääb ellu vaatamata ebasoodsatele tingimustele (CABI 2019; Yang *et al.* 2009). Paljud putukad ja väikesed imetajad toituvad kurdlehise kibuvitsa õietolmust, nektarist, viljadest, juurtest, vartest ja lehtedest. Seetõttu on liik oluline mitte ainult kohalike ökosüsteemide toiduahelas vaid ka liivaluitede stabiliseerimisel ja bioloogilise mitmekesisuse säilitamisel (Yang *et al.* 2009).

Kurdlehine kibuvits on sobilik kultuur ravimite valmistamiseks, toiduainetetööstuse tooraineks, dekoratiivsetel eesmärkidel kasutamiseks ja mulla erosiooni vähendamiseks (Solomentseva 2018). Kasutada saab kõiki taimeosi, mis teeb temast tähtsa põllumajanduses kasutatava tootmiskultuuri Hiinas (Xing *et al.* 2014). Looduslike kibuvitsade tootmisistandikke leidub mujalgi – mõningad elektrooniliselt leitavad on näiteks Suurbritannias, Lesothos, Taanis, USA-s paiknevate istanduste koduleheküljed. Kanadas on leitud, et kibuvitsa kasutamine viljade tootmiseks alternatiivse põllukultuurina omab suurt potentsiaali (Sanderson, Fillmore 2013). Kuid nendes istandikes ei viljeleta kurdlehist kibuvitsa. Selle põhjuseks ei ole tõenäoliselt taime invasiivsus, vaid asjaolu, et kurdlehine kibuvits õitseb kogu vegetatsiooniperioodi jooksul, mistõttu valmivad tema viljad erineval ajal. See omakorda muudab tema korjamise kulukamaks võrreldes nende liikidega, mille viljad valmivad üheaegselt.

Hobiistanduse rajamisel, kus käsitsi korjamine ei heiduta, on soovitatav optimaalseks kasvuks kasutada samu võtteid nagu teiste liikidegi puhul. Sanderson, Fillmore (2012) 5-aastase katse põhjal võib järeldada, et kibuvitsa istandiku rajamise algusaastatel võiks taimekasvu soodustamiseks kasutada väetiseid ning multšiks kuivatatud heina või musta

kilet. Taimede vilja kandma hakkamisel võib keemilise väetise asendada kvaliteetkompostiga ja ridade vahel kasutada murumättaid (Sanderson, Fillmore 2013). Kibuvitsa istandiku tootlikkuse suurendamiseks on soovitatav iga-aastane maapealse süsteemi uuendamine ehk okste tagasilõikamine (Strelets 2000).

Eestis on teada vaid mõni kurdlehise kibuvitsa istandus (Eesti Maaülikooli professor Kadri Karp personaalne kommentaar 2019). 2017. aastal arvati kurdlehine kibuvits PRIA „Keskkonnasõbraliku puuvilja- ja marjakasvatuse toetusega“ toetusõiguslike kultuuride hulka (Riigi Teataja 2017a). Vaatamata asjaolule, et tootmisistandikest taimede levimine loodusesse on ebatõenäoline viljade koristamise ja tootmisistandike sisemaal paiknemise tõttu, saavutas Keskkonnaamet 2018. aasta jaanuaris jõustunud Maaeluministri määruste muutmise määrusega kurdlehise kibuvitsa eemaldamise PRIA toetusõiguslike kultuuride hulgast (Riigi Teataja 2017b). Alates 2018. aastast kuni aastani 2025. võtab Keskkonnaamet osa Eesti-Soome ühisprojektist LIFE („Läänemere rannikuelupaikade võrgustike taastamine“), mille raames tõrjutakse 13 hektaril kurdlehist kibuvitsa Paljassaares ja Aegnal (Keskkonnaamet 2019).

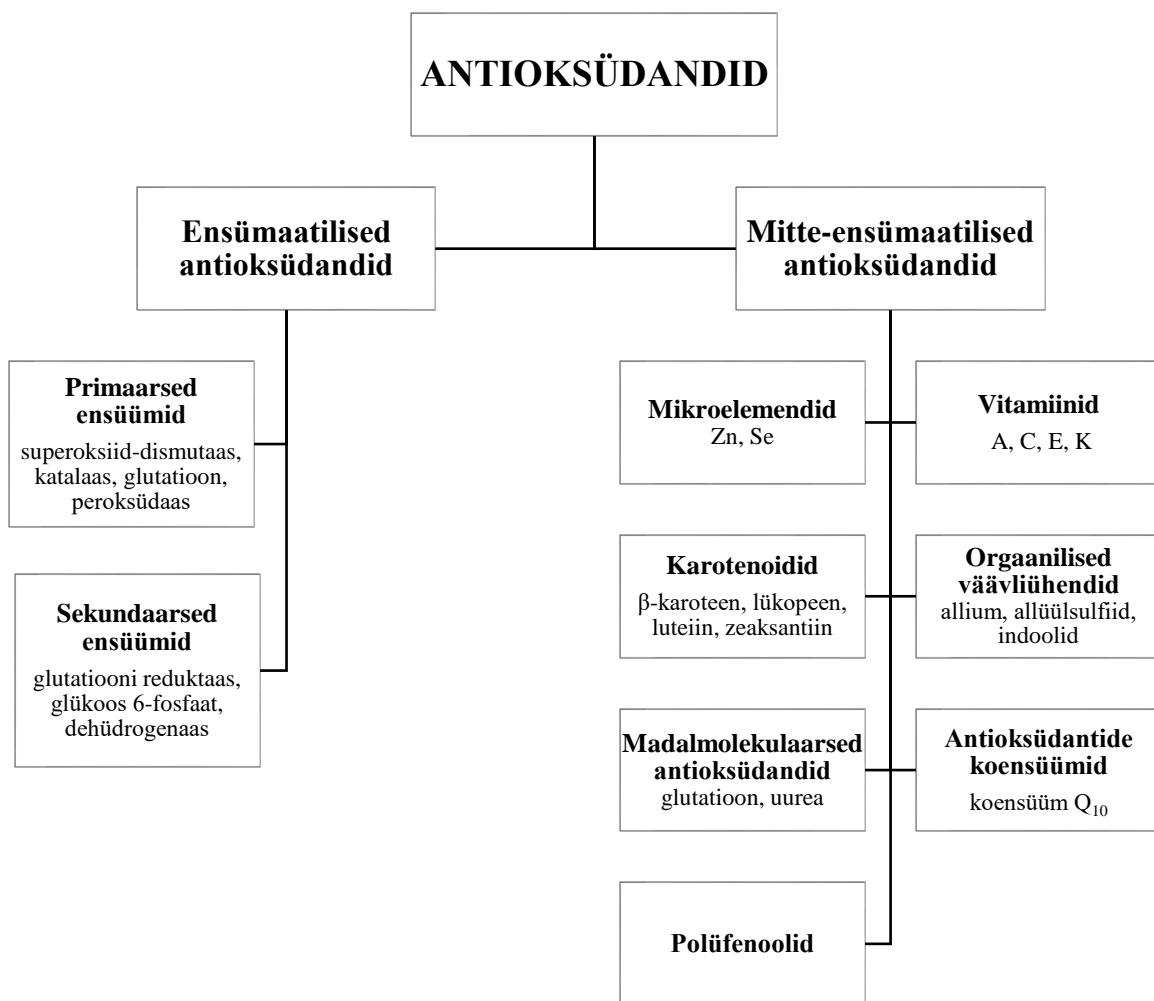
CABI (2019) andmetel ei ole kurdlehine kibuvits Eestis invasiivne. Vastavasisulised teadusuuringud taime ohtlikkuse kohta kohalikku päritolu taimestikule on teostatud näiteks Taanis (Weidema 2006) ja Saksamaal (Isermann 2008). Keskkonnaministeriumi (2005) väljaandes on kurdlehine kibuvits küll nimetatud invasiivsete liikide hulka, kuid puudub viide teadusuuringule, mis seda tõestaks.

2. KIBUVITSA VILJADE KEEMILINE KOOSTIS

2.1. Bioaktiivsed ühendid

Bioaktiivsed ühendid on tervisele kasulikud taime sekundaarsed metaboliidid (näiteks vitamiinid ja fütokemikaalid) (Jain *et al.* 2019; Martin-Ortega, Segura-Campos 2019). Tavaliselt esineb bioaktiivseid ühendeid toidus väikestes kogustes ning need varieeruvad taimses materjalis suuresti oma keemilise struktuuri ja funktsioonide poolest ning jaotatakse sellele vastavalt (Kris-Etherton *et al.* 2002). Paljud bioaktiivsed ühendid on muuhulgas ka tugevad antioksidandid (Reis-Ballard, Marostica 2019). Mõned bioaktiivsed ühendid käituvad kui antioksidandid, samal ajal kui teised stimuleerivad kaitsemehhanisme, mis suurendavad reaktsiooni oksüdatiivsele stressile, mis hoiab ära laiaulatusliku kahju või soodustab paranemist (Halliwell, Gutteridge 2007).

Antioksidandid on naturaalsed või inimese poolt loodud sünteetilised ühendid, mis võivad ära hoida või edasi lükata mitut tüüpi rakukahjustusi (Halliwell 1995). Antioksidandid, reageerides vabade radikaalidega, „kustutavad“ nende reaktsioonivõime ja sellega väldivad kahju tekkimise elusorganismi rakkudes (Azzi *et al.* 2004). Kõige paremateks antioksidantide allikateks peetakse marju, puuvilju, seemneid, köögivilju ja vürtse (Blomhoff 2005). Antioksidandid saab jaotada kahte suurde gruppi – ensümaatilised ja mitte-ensümaatilised antioksidandid (joonis 2). Paljud mitte-ensümaatilised antioksidandid on omastatavad vaid toiduga (Bunaciu *et al.* 2012).



Joonis 2. Antioksidantide klassifikatsioon (Bunaciu *et al.* 2012).

Taimeosade antioksidantide tase sõltub nende vitamiinide C, E, karotenoidide ja polüfenoolide sisaldusest (Saura-Calixto, Goñi 2006). Kibuvitsa viljade füsioloogilisi funktsioone võib seostada nende erinevate fenoolsete ühendite ja kõrge askorbiinhappe sisaldusega (Fan *et al.* 2014).

2.1.1. Vitamiinid

Vitamiinid on tervise seisukohalt olulised orgaanilised ühendid, mis enamjaolt omandatakse toiduga. Vitamiinid klassifitseeritakse rasvlahustuvateks (A, D, E ja K) ning

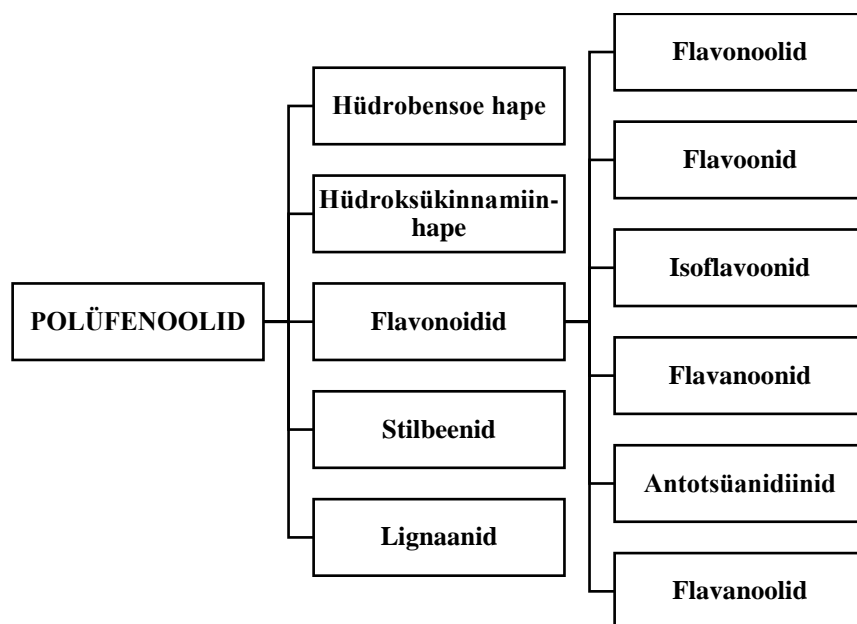
vesilahustuvateks (B ja C) (Blanco A, Blanco G 2017). Kibuvitsade viljad sisaldavad vitamiine A, E, C, B1, B2, B3, B6 ja K (Andersson *et al.* 2012; DTU Fødevareinstituttet 2019; Ercisli 2007; Fromm *et al.* 2012; Koczka *et al.* 2018; Patel 2013; Petrova, Ivkova 2014; Üksik *et al.* 2019).

Askorbiinhape (C-vitamiin) on kõige võimsam antioksüdant inimese vereplasmas (Frei *et al.* 1989). On leitud, et kibuvitsa viljade askorbiinhappe sisaldus kõikide liikide keskmisena on vahemikus 2,7...22,0 mg/g (Kazaz *et al.* 2009; Oprica *et al.* 2015), kurdlehisel kibuvitsal 3,1...9,7 mg/g (DTU Fødevareinstituttet 2019; Um *et al.* 2017; Najda, Buczkowska 2013; Widén *et al.* 2012). Kibuvitsa vilju peetakse üheks kõrgeima askorbiinhappe sisaldusega viljaks (The Natural Food Hub 2019) tervistava terminaalia (Kakadu ploom - autori tõlge) (*Terminalia ferdinandiana* Exell.) ja kirssmalpiigia ehk niinimetatud Acerola-kirsi (*Malpighia emarginata* DC.) järel. Lisaks otsesele antioksüdatiivsele toimele on askorbiinhape ka lähteaineks antioksüdandi ensüümi askorbaatperoksidaasile, mis on eriti oluline taimede stressiresistentsuse seisukohast (Shigeoka *et al.* 2002).

E-vitamiin (tokoferoolid ja tokotrioolid) on rasvlahustuv antioksüdant, mida leidub rohkesti mõnede taimede seemnetes (Institute of Medicine 2000). Kurdlehise kibuvitsa viljad sisaldavad alfa-tokoferoole 14...17 µmol/100g (Al-Yafeai *et al.* 2018). A-vitamiin esineb taimedes provitamiinina (näiteks beeta-karoteen) (Engelking 2015). Karotenoididest, millel on A-vitamiini aktiivsus, sisaldavad kurdlehise kibuvitsa viljad näiteks beeta-karoteeni ja beeta-krüptoksantiini (Al-Yafeai *et al.* 2018).

2.1.2. Polüfenoolid

Polüfenoolideks ehk fenoolseteks ühenditeks nimetatakse taimede sekundaarseid metaboliite, mis on mitmekesised biokeemiliste omaduste, sealhulgas antioksüdantsuse poolest (Dimitrios 2006; Lin *et al.* 2016; Saura-Calixto, Goñi, 2006). Neid loetakse inimeste toidus kõige sagedamini esinevateks fütokemikaalideks (Valavanidis, Vlachogianni 2013). Taimed toodavad neid metaboliite põhiliselt kaitseks biotiliste ja abiotiliste stressifaktorite (näiteks UV-kiirgus, haavad, haigused, kahjurid jms) vastu (Rejeb *et al.* 2014). Polüfenoolid klassifitseeritakse vastavalt nende struktuurielementidele (Manach *et al.* 2004). Allpool toodud joonisel on polüfenoolide jaotus klassidesse (joonis 3).

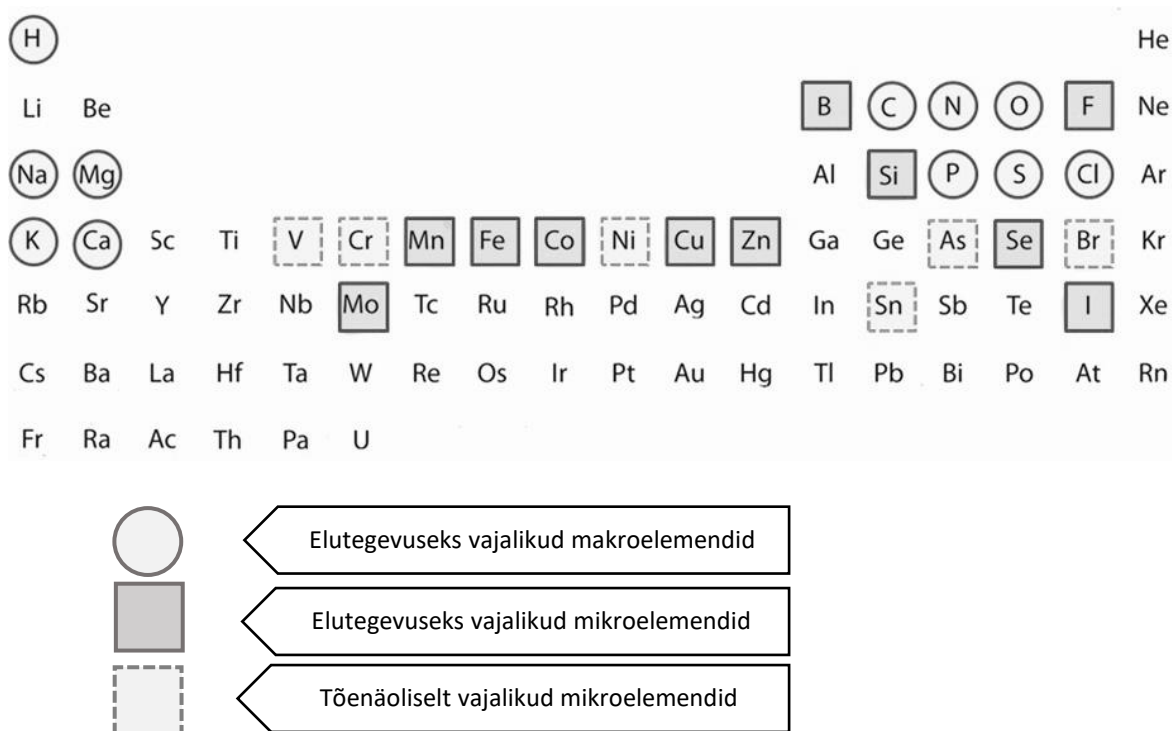


Joonis 3. Polüfenoolide klassifikatsioon (Hardman 2014).

Erinevate fenoolsete ühendite sisaldus taimedes varieerub väga laias ulatuses ja esinemine sõltub liigist ja sordist (Nagasako-Akazome 2014). Kibuvitsade viljade polüfenoolide kogusisaldusi on leitud vahemikus 2,6...8,6 mg GA/g (Koczka *et al.* 2018; Widén *et al.* 2012), kurdlehisel kibuvitsal 2,2...13,3 mg GA/g (Najda, Buczkowska 2013; Um *et al.* 2017). Need arvud näitavad, et kibuvitsa viljad on väga rikkad fenoolsete ühendite allikad kõikide puuvilja- ja marjakultuuride hulgas (Halvorsen *et al.* 2002).

2.2. Mineraalelemendid

Mineraalelemendid ehk keemilised elemendid on organismi elutegevuseks vajalikud anorgaanilised toitained, mis toimivad ensüümide, hormoonide ja vitamiinide koostisosana ning esinevad kombinatsioonis teiste kemikaalidega (Berdanier *et al.* 2013). Mineraalelemendid jagunevad makro- ja mikroelementideks ning nende vajadus on vastavalt suuremates, väiksemates või väga väikestes kogustes (Zoroddu *et al.* 2019) (joonis 4).



Joonis 4. Elutegevuseks vajalike keemiliste elementide perioodilisuse tabel (Zoroddu *et al.* 2019).

Taimed ei sünteesi mineraalelemente ise – need tuleb omastada juurte kaudu mullast (Marschner 1995). Kibuvitsa viljade makro- ja mikroelementide sisaldus erinevates liikides on keskmiselt (mg/kg): P 101...673; K 266...1455; Ca 196...1116; Mg 114...550; Fe 10...12; Zn 10...20; Mn 10...14; Al 10 (Demir, Özcan 2001; Ercisli 2007; Kazaz *et al.* 2009; Kizil *et al.* 2018; Özrenk *et al.* 2018). Kurdlehise kibuvitsa viljades on makro- ja mikroelementidest (mg/kg): P 350; K 4100; Ca 1840; Mg 280; Fe 2; Zn 9; Mn 12 (DTU Fødevarainstituttet 2019).

3. MATERJAL JA METOODIKA

3.1. Kasvukohtade kirjeldus

Prooviobjektideks olid kurdlehise kibuvitsa viljad, mis korjati Eestis erinevates kohtades kasvavatelt kibuvitsa põõsastelt. Uurimistöös kasutatud proovide korjekohtade koordinaadid on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Proovideks valitud kurdlehise kibuvitsa põõsaste kasvukohtade koordinaadid ja kõrgus merepinnast

Asukoht	Kasvukoht	Koordinaadid	Kõrgus merepinnast*, m
Kloogaranna	Mets	59° 20' 50'' N 24° 14' 49'' E	1
	Rand	59° 20' 49'' N 24° 14' 42'' E	2,5
Kõpu poolsaar	Mets	58° 54' 12'' N 22° 11' 19'' E	27
	Rand	58° 56' 30'' N 22° 3' 1'' E	3
Eerika	Haljasala	58° 21' 56'' N 26° 40' 10'' E	68,5

*Maa-ameti Geoportaali kaardiserver 2019

Proovid valiti kolmest erinevast maakonnast Eestis – Hiiumaalt, Kõpu poolsaarelt ja Harjumaalt, Kloogarannast korjati proovid jaotusega mets ja rand ning Tartumaalt, Eerikalt haljastuses kasvanud põõsast. Kõpu poolsaarel rannas kasvanud põõsa looduslikud tingimused on ehk kõige karmimad – Ristna rand on tuntud kui surfarite paradiis. Seal on taimed pidevalt looduse meelevaldas – vastavalt aastaajale karmide tuulte, jää ja põletava päikese käes. Kõpu poolsaare metsas kasvanud kurdlehise kibuvitsa põõsad kasvavad suure osa päevast suurte puude, eriti mändide varjus. Kloogaranna rannas kasvav kurdlehise kibuvitsa põõsas on kaitstud külmade tuulte ja jää eest, sest täpselt mere poole jääb kaitsev küngas. Kloogaranna metsas kasvav kurdlehise kibuvitsa põõsas jääb suure osa päevast suurte puude, eriti kaskede varju. Eerikal haljastuses kasvava kurdlehise kibuvitsa põõsa taha, loodesuunda jääb hoone, mis kaitseb teda külmade tuulte eest. Selline asupaik on igati soodne taimede kasvuks, sest hoone vari hakkab põõsale varju heitma alles õhtul.

Kasvukohtade meteoroloogilisi tingimusi kirjeldavad andmed valiti korjekohtadele kõige lähemal asuvatest Riigi Ilmateenistuse meteoroloogilise seirevõrgu ilmajaamadest Ristnas,

Tallinn-Harkus ja Tartu-Tõraveres. Andmed on kättesaadavad Keskkonnaagentuuri Riigi ilmateenistuse kodulehelt (tabel 2).

Tabel 2. Kuu keskmised õhutemperatuurid ja sademete hulk Ristna, Tallinn-Harku ja Tartu-Tõravere ilmavaatlusjaamades katseaastal (2018), kogu 2018. aasta kasvuperioodi keskmised ning kasvuperioodi paljuaastased keskmised (Keskkonnaagentuur 2019)

Kuu	Õhutemperatuur °C			Sademed mm		
	Ristna	Tallinn-Harku	Tartu-Tõravere	Ristna	Tallinn-Harku	Tartu-Tõravere
Aprill	4,4	5,6	7,2	39	36	93
Mai	13,3	14,4	15,2	17	12	10
Juuni	13,6	14,9	15,5	24	52	66
Juuli	19,2	20,2	20,2	28	9	23
August	15,9	18,2	18,5	104	67	80
September	12,3	14,0	14,0	84	117	99
Keskmine 2018	13,1	14,6	15,1	49	49	62
PA keskmine 1981-2010	12,0	12,2	12,8	49,8	59,2	62,2

Tabelist 2 nähtub, et 2018. aasta õhutemperatuurid olid kõikides kasvukohtades paljuaastastest keskmistest kõrgemad. Sademete hulga poolest jäid Kõpu poolsaare ja Eerika kurdlehise kibuvitsa põõsaste kasvukohad paljuaastaste keskmiste poolest sarnasele tasemele, Kloogarannas oli kasvuperioodi sademete hulk 2018. aastal väiksem kui paljuaastaste keskmine.

Kasvukohtade mullastikku kirjeldavad andmed saadi Maa-ameti Geoportaali kaardiserverist (tabel 3).

Tabel 3. Kurdlehise kibuvitsa kasvukohtade mullastik (Maa-ameti Geoportaali kaardiserver 2019)

Asukoht	Kasvukoht	Tähis	Mullatüüp
Kloogaranna	Mets	AG; AG1	Lammi- gleimuld; Lammi-turvastunud muld
	Rand	Ar	Sooldunud primitiivne muld
Kõpu poolsaar	Mets	Ko; Lk1	Leostunud muld; Nõrgalt leetunud muld
	Rand	Ar	Sooldunud primitiivne muld
Eerika	Haljasala	LP	Kahkjäs leetunud muld

Kloogaranna rannas ja Kõpu poolsaare rannas kasvasid kurdlehise kibuvitsa põõsad liivas. Kloogaranna metsaservas olid põõsa juured ka liivas, kuid pinnakihis esines kõdu ja möödalookleva tee tõttu lubjakivikillustikku. Kõpu poolsaare metsas ja Eerika haljasalal kasvasid proovideks valitud põõsad rohkem kui 1,7%-se huumusesisaldusega mullas, mis

erinesid teineteisest mullatüübi poolest. Kõpu poolsaare metsa leostunud mulda peetakse hästi vett ja õhku läbilaskvaks hea loodusliku drenaažiga parasniiskeks saviliiv- ja liivsavimullaks, millel on taimekasvatuse seisukohalt väga head omadused (Maa-ameti Geoportaal 2019). Eerikal haljastuses kasvas kurdlehise kibuvitsa põõsas kahkjalt leetunud mullas, mida peetakse kultuurmaadena kasutamise seisukohalt üle keskmise viljakusega mullaks (Astover 2005).

Kurdlehise kibuvitsa kasvukohtade mulla keemilised omadused määrati laboratoorsete analüüsidega. Tulemusi kajastab tabel 4.

Tabel 4. Mulla pH, süsiniku ja lämmastiku ning taimedele omastatavate makro- ja mikroelementide sisaldus uuringus kasutatud kurdlehise kibuvitsa kasvukohtade mullas, Sarnaste tähtedega tähistatud väärtused ei ole statistiliselt oluliselt erinevad

Asukoht	Kasvukoht	pH	C	N	P	Mg	Ca	K	Fe	Zn	Mn	Al
			%		ppm							
Kloogaranna	Mets	8,1a	2,0b	0,14b	6c	142b	14734a	26c	37c	1c	13c	0c
	Rand	6,1c	0,1d	0,00	43b	53d	268c	14d	26d	1c	1e	34c
Kõpu ps	Mets	6,1c	1,0c	0,07c	44b	98c	1337c	47b	77b	7b	18b	538a
	Rand	8,0a	0,1d	0,00	2c	67d	2148c	18d	20d	1c	4d	25c
Eerika	Haljasala	7,1b	4,0a	0,19a	119a	331a	5008b	210a	86a	74a	39a	420b
PD95%		0,7	0,8	0,03	7	21	2379	5	7	2	2	54

Käesoleva katse mullad kuuluvad erinevatesse happelisuse klassidesse – nõrgalt happelisest leeliseliseni (tabel 5).

Tabel 5. Muldade klassifikatsioon happesuse, huumuse sisalduse ja väetamistarbe järgi (Põllumajandusuuringute Keskus 2019)

Asukoht	Kasvukoht	pH klass	Huumuse sisalduse klass	P	Mg	K	Zn	Mn
Kloogaranna	Mets	leeliseline	suur	väga suur	keskmine	väga suur	suur	suur
	Rand	nõrgalt happeline	väike	suur	suur	väga suur	suur	suur
Kõpu ps	Mets	nõrgalt happeline	väike	suur	suur	väga suur	suur	suur
	Rand	leeliseline	väike	väga suur	suur	väga suur	suur	suur
Eerika	Haljasala	neutraalne	suur	väike	väga väike	keskmine	väike	suur

Huumusesisalduse poolest eristusid kurdlehise kibuvitsa kasvukohtade muldadest Kloogaranna mets ja Eerika haljasala, kus oli huumusesisaldus suur. Fosforisisalduse poolest

on proovideks valitud kasvukohtade mullad enamasti vaesed, välja arvatud kurdlehise kibuvitsa kasvukohas Eerika haljasalal. Magneesiumisisalduse poolest on proovikohtadest vaesed mullad Kloogaranna rannas, Kõpu poolsaare metsas ja rannas. Kaaliumisisalduse poolest eristub kasvukohtadest vaid Eerika haljasala, kus see on keskmine. Tsingisisalduse poolest on vaesed kõikide uuringusse valitud katsekohtade mullad, välja arvatud Eerika haljasala kasvukohas. Mangaanisisalduse poolest on vaesed kõik katsekohtade mullad.

3.2. Laboratoorsed analüüsid

Laboratoorsete analüüside käigus määrati kasvukohtade mullast taimedele omastatavate makro- ja mikroelementide sisaldus ning pH. Kurdlehise kibuvitsa viljadest määrati askorbiinhappe, üldfenoolide, makro- ja mikroelementide üldsisaldus ning antioksidatiivne aktiivsus.

Mulla analüüs. Mullaproovid võeti 2018. aasta maikuus ja kuivatati vahetult peale proovide võtmist ning sõeluti läbi 2 mm avadega sõela. Mulla pH määrati mulla ja 1M KCl suspensioonist pH meetriga METLER TOLEDO Seven Easy kasutades elektroodi Inlab ExpertPro. Mulla liikuvate elementide sisalduse määramiseks kasutati Mehlich 3 meetodit (Mehlich, 1984). Mehlich 3 meetodil saadud ekstraktist määrati MP-AES spektromeetriga Agilent MP4200 kaltsiumi, magneesiumi, kaaliumi, fosfori, raua, vase, mangaani ja tsingi sisaldused, mis esitati ppm kuiva mulla kohta. Mulla lämmastiku ja süsiniku sisaldused määrati Dumas' meetodil (Chatterjee *et al.* 2009) kasutades elementanalüsaatorit Elementar Max ja tulemused esitati % sisaldusena kuivas mullas.

Viljade analüüs. Kurdlehise kibuvitsa viljad koguti 2018. aasta septembris, külmutati ja säilitati kuni analüüside teostamiseni -23 °C juures. Proovide ettevalmistamisel viljad sulatati, puhastati seemnetest, õie tuppeldest ja vartest. Saadud materjal homogeniseeriti seadmega Polytron 1200 ühtlaseks pastaks. Saadud pastat kasutati analüüsideks. Kõik analüüsid teostati kolmes korduses.

Askorbiinhappe sisaldus määrati proovidest Eesti Maaülikooli Mullateaduse õppetooli laboratooriumis vahetult peale homogeniseerimist redoks-tiitrimetriliselt. Kasutati DPI (diklorofenoolindofenool) meetodit (Aichert, Spiru 1996) titraatoril Mettler-Toledo DL50

(Mettler Toledo AG, Šveits). Tiitrimisprotsessi juhtimiseks ja analüüsiandmete kogumiseks kasutati programmi LabX (Mettler Toledo AG, Šveits). Askorbiinhappe analüüsi tulemused väljendati askorbiinhappe sisaldusena mg/g värskel materjali kohta.

Fenoolsete ühendite üldsisaldus määrati Immanuel Kant BFU Looduslike antioksüdantide laboratooriumis Kaliningradis. Analüüs teostati homogeniseeritud proovist Folin-Ciocalteu meetodiga (Sanchez-Rangel *et al.* 2013). Analüüsitavate proovide optiline tihedus mõõdeti spektromeetriselt lainepikkusel 765 nm. Selle alusel arvutati fenoolsete ühendite üldsisaldus uuritavas materjalis ja tulemused esitati gallushappe sisaldusena mg/g värskel materjali kohta.

Antioksidatiivne aktiivsus amperomeetrisel meetodil (Yashin 2009) määrati seadmel TsvetYauza-01-AA Immanuel Kant'i nimelise Balti Föderaalse Ülikooli Looduslike antioksüdantide laboratooriumis Kaliningradis. Amperomeetrisel meetodil mõõdetakse uuritavate ainete oksüdeeritavust elektrivoolu muutuse järgi detektori tööelektroodil ning selle alusel arvutatakse antioksüdatiivsus. Tulemused esitati kvartsetiini sisaldusena. Amperomeetiline meetod on ainus otseselt kõigi proovis sisalduvate antioksüdantide sisalduse mõõtmise meetod. Teised meetodid on kaudsed, mõõdavad teatud reaktsioonide käigus tekkinud reaktsioonisegude (eriti vabade radikaalide) inhibeerimist (Yashin 2004).

Mineraalelemendid viljades. Viljade makro- ja mikroelementide sisalduse määramiseks mineraliseeriti homogeniseeritud proov HNO_3 keskkonnas kasutades mikrolaine mineralisatsiooni seadet Berghof Speedway Entry. Mineraliseeritud proovidest määrati fosfori, kaaliumi kaltsiumi, magneesiumi, raua, tsingi, mangaani ja alumiiniumi sisaldused MP-AES spektromeetriga Agilent MP4200. Tulemused esitati elementide sisaldusena mg/kg värskel materjali kohta.

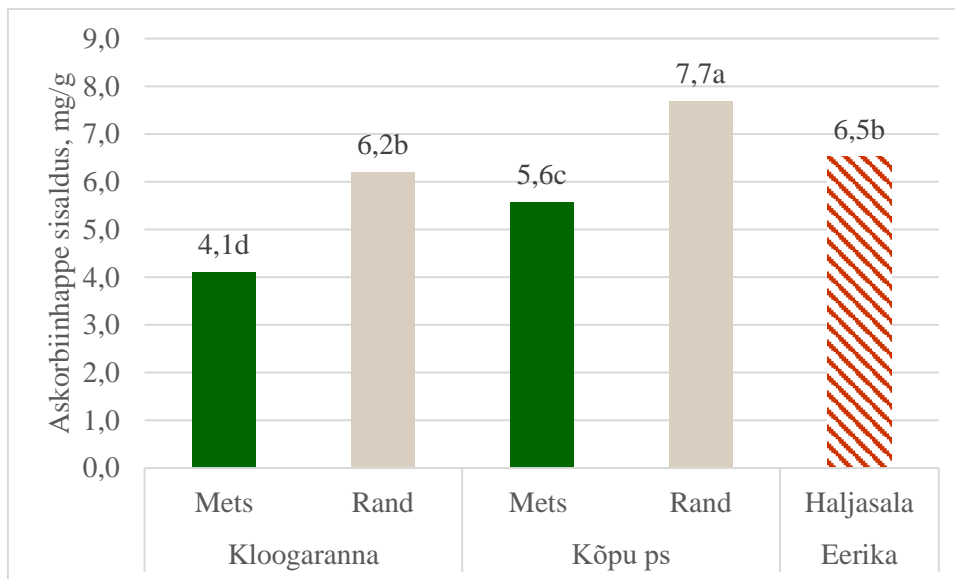
3.3. Statistiline analüüs

andmete töötlemiseks kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi programmiga MS Excel. Korrelatsioonimaatriks koostati vabavaraga R. Joonistel ühesuguste tähtedega tähistatud väärtused ei ole statistiliselt oluliselt erinevad.

4. TULEMUSED JA ARUTELU

4.1. Askorbiinhappe sisaldus

Käesolevas katses jäi kurdlehise kibuvitsa viljade askorbiinhappe sisaldus erinevates kasvukohtades vahemikku 4,1...7,7 mg/g kohta, sealjuures kõrgeim askorbiinhappe sisaldus oli Kõpu poolsaare rannas kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljades (joonis 5). Varem tehtud uuringutest, kus kasutati sarnast meetodikat, on selgunud, et kurdlehise kibuvitsa viljad sisaldavad askorbiinhapet vahemikus 8,0...10,9 mg/g (Al-Yafeai *et al.* 2018; Najda, Buczkowska 2013; Olech *et al.* 2017), mis on kõrgem kui käesoleva töö tulemused. Eelkõige võib selline vahe olla tingitud geograafilisest paiknemisest ja päikesekiirguse hulgast. Tõenäoliselt olid katsekohtades Saksamaal ja Poolas vegetatsiooniperioodi keskmised õhutemperatuurid kõrgemad ja päikesekiirguse hulk suurem kui antud töö puhul.



Joonis 5. Kurdlehise kibuvitsa viljade askorbiinhappe sisaldus (mg/g) sõltuvalt kasvukohast. Sarnaste tähtedega tähistatud väärtused ei ole statistiliselt oluliselt erinevad. PD95% variandile = 0,4.

Askorbiinhappe sisaldus kurdlehise kibuvitsa viljades sõltub küpsusastmest, säilitustehnoloogiast ja määramismeetodist (Al-Yafeai *et al.* 2018; Hallmann *et al.* 2011; Najda, Buczkowska 2013; Olech *et al.* 2017; Um *et al.* 2017). Kõrgem askorbiinhappe

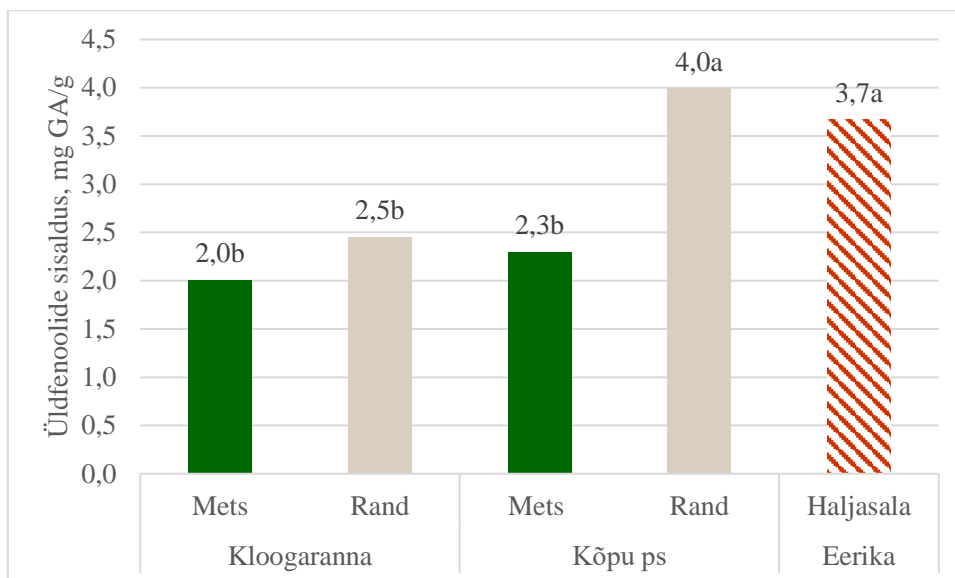
sisaldus on küpsevates viljades (Al-Yafeai *et al.* 2018). Viidatud uurimistööde põhjal võib järeldada, et enne analüüside teostamist külmutatud viljades on askorbiinhappe sisaldus kõrgem kui kuivatatud viljades.

Kasvukoha mõju kurdlehise kibuvitsa viljade askorbiinhappe sisaldusele ei ole varem uuritud või ei ole andmed erinevatest elektroonilistest andmebaasidest kättesaadavad. Selle uurimistöö tulemused näitavad (joonis 5), et kasvukoht mõjutab kurdlehise kibuvitsa viljade askorbiinhappe sisaldust. Askorbiinhappe sisaldus on kõrgem kasvukohtades, mis on rohkem avatud päikesele (näiteks Kõpu poolsaare ja Kloogaranna rannas ning Eerika haljasalal kasvavad kurdlehise kibuvitsa põõsad), kus puudub kogu päeva jooksul vari. Lisaks võib päikesepaistelises mereäärsetes kasvukohtades käia taimedest üle rüsiää (Kõpu poolsaare rannas kasvanud kurdlehise kibuvitsa põõsas), mis purustab võrseid ja paneb taime noori võrseid kasvatama, mille otsa tekib vaid üks vili. Noortes võrsetes liiguvad toitained paremini kui vanemates, puitunud osades. Lisaks puudub konkurents viljade moodustumiseks samale võrsele.

Varjulistes paikades kasvanud kurdlehise kibuvitsa askorbiinhappe sisaldust võib mõjutada muld. Antud katses on madalaim askorbiinhappe sisaldus kurdlehise kibuvitsa viljades sellel põõsal, mis kasvas mullas, kus olid nähtavad lubjakivikillustiku osakesed ja analüüside tulemused näitavad oluliselt kõrgemat kaltsiumisisaldust võrreldes teiste kasvukohtade muldadega (tabel 4).

4.2. Polüfenoolide sisaldus

Käesolevas katses saadud kurdlehise kibuvitsa viljade kogu polüfenoolide sisaldus erinevates kasvukohtades jäi vahemikku 2,0...4,0 mg GA/g, olles sealjuures kõrgeim Kõpu poolsaare rannas kasvanud põõsalt korjatud viljades (joonis 6). Statistiliselt samale tasemele jäid polüfenoolide üldsisalduse poolest ka Eerikal haljastuses kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljad. Poola teadlased leidsid, et sealsete kurdlehiste kibuvitsade viljade kogu polüfenoolide sisaldus oli vahemikus 1,8...2,2 mg GA/g (Hallmann *et al.* 2011; Najda, Buczkowska 2013), Ungaris aga 1,5...3,0 mg GA/g (Koczka *et al.* 2018).



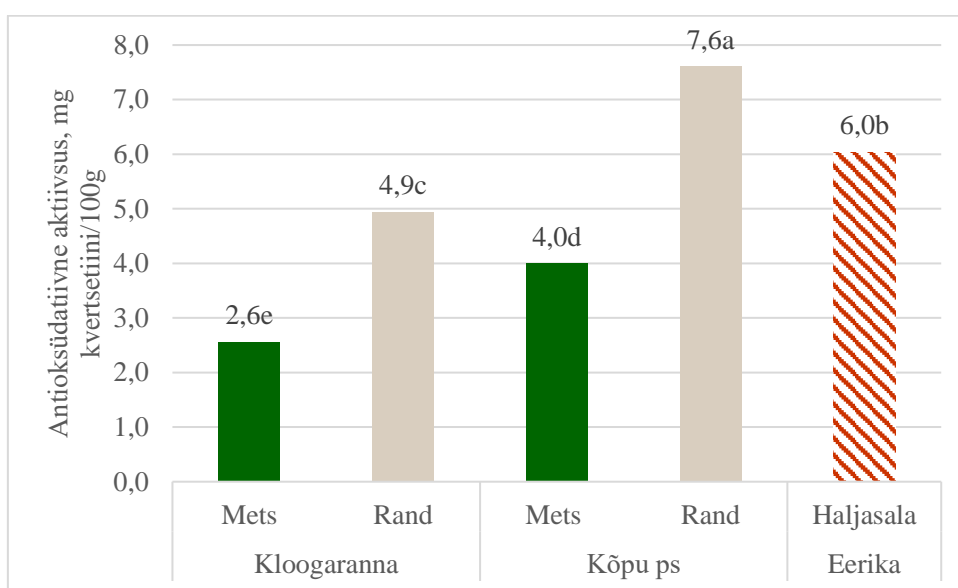
Joonis 6. Kurdlehise kibuvitsa viljade kogu polüfenoolide sisaldus (mg GA/g) sõltuvalt kasvukohast, Sarnaste tähtedega tähistatud väärtused ei ole statistiliselt oluliselt erinevad. PD95% variandile = 0,8.

Eesti andmed (joonis 6) sarnanevad Poolas ja Ungaris tehtud katsete tulemustega. Polüfenoolide sisaldust kurdlehise kibuvitsa viljades mõjutab küpsusaste (Al-Yafeai *et al.* 2018). Polüfenoolide sisaldus taimedes võib olla mõjutatud ka geneetilistest faktoritest, keskkonnatingimustest ja stressist (Parr, Bolwell 2000). Käesolevas katses ei olnud näiteks päikesest tingitud stress põhiline faktor polüfenoolide kujunemisel, mida võiks arvata, kui vaatleks vaid statistiliselt kõrgeimale tasemele jäävat sisaldust Kloogaranna rannas ja Eerika haljastuses kasvanud põõsaste viljades. Kuid ühtegi varjuheitvat taime ei esinenud ka Kloogaranna rannas kasvanud põõsal. Ometigi selgus analüüsides, et selle põõsa viljades leidunud kogu polüfenoolide sisaldus oli statistiliselt madalam ja jäi hoopis samale tasemele nii Kloogaranna kui ka Kõpu poolsaare metsadest korjatud viljade kogu polüfenoolide sisalduse poolest. Samas, Kloogaranna rannas kasvanud põõsas jäi mere poolt künka taha, mis välistab rüsi jää võimaluse. Rüsi jää ei ole aga välistatud Kõpu poolsaare rannas kasvanud põõsa võimaliku stressifaktorina.

Selles uurimuses saadud tulemused näitavad, et kogu polüfenoolide sisaldus viljades sõltub taime kasvukohast, kuid selleks, et saada teada, milliste faktorite koosmõju täpselt nende taset mõjutab, tuleks teha põhjalikumad uuringud.

4.3. Antioksidatiivne aktiivsus. Selle seos viljade askorbiinhappe ja polüfenoolide sisaldusega

Erinevatest kasvukohtadest korjatud kurdlehise kibuvitsa viljade antioksidatiivne aktiivsus jäi vahemikku 2,6...7,6 mg kvartsetiini/100g (joonis 7). Antioksidatiivse aktiivsuse määramiseks kasutatakse mitmeid erinevaid meetodeid. See muudab tulemuste omavahelise võrdlemise raskeks, kuna kurdlehise kibuvitsa viljade antioksidatiivsete omaduste kohta on tehtud antud meetodit kasutades väga vähe uuringuid või ei ole need andmed elektrooniliselt kättesaadavad.



Joonis 7. Kurdlehise kibuvitsa viljade antioksidatiivne aktiivsus (mg kvartsetiini/100g) sõltuvalt kasvukohast. Sarnaste tähtedega tähistatud väärtused ei ole statistiliselt oluliselt erinevad. PD95% variandile = 0,5.

Antud meetodi korral ilmneb statistiline erinevus kasvukohtade mets – rand – haljasala ja ka geograafiliste asukohtade vahel. Kõrgeim antioksidatiivne aktiivsus, 7,6 mg kvartsetiini/100g leiti Kõpu poolsaarel rannas kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljadest (joonis 7). Enamikes viljades moodustab antioksidatiivse aktiivsuse tasemest põhiosa polüfenoolide hulk, sealjuures askorbiinhappe panus on väike (Gao *et al.* 2000, Müller *et al.* 2010). Seda ei kinnita käesoleva töö tulemused, mida illustreerib korrelatsioonimaatriks nende seoste kohta, sest antioksidatiivse aktiivsuse tasemele avaldas väga olulist mõju ka askorbiinhappe sisaldus (tabel 6).

Tabel 6. Askorbiinhappe, üldfenoolide sisalduse ja antioksidatiivse aktiivsuse vaheliste seoste korrelatsioonimaatriks

	Askorbiinhape	Üldfenoolid	Antioksidatiivne aktiivsus
Askorbiinhape	-	0,88*	0,98*
Üldfenoolid	0,88*	-	0,95*
Antioksidatiivne aktiivsus	0,98*	0,95*	-

* $p < 0,05$

Kurdlehise kibuvitsa viljade askorbiinhappe sisalduse ja antioksidatiivse aktiivsuse vahel oli statistiliselt usutav ($p < 0,05$) väga tugev positiivne korrelatsioon. Väga tugev statistiliselt usutav positiivne korrelatsioon ($p < 0,05$) oli ka üldfenoolide ja antioksidatiivse aktiivsuse vahel. Askorbiinhappe ja üldfenoolide sisalduste vahel oli statistiliselt usutav ($p < 0,05$) tugev positiivne korrelatsioon.

Käesoleva uurimuse tulemused näitavad, et kasvukoht avaldas statistiliselt olulist mõju kõikide kurdlehise kibuvitsa viljade antioksidatiivsele aktiivsusele (joonis 7). Kõrgem antioksidatiivne aktiivsus oli nende taimede viljades, millele avaldasid ilmselt mõju samad faktorid, mis askorbiinhappe ja polüfenoolide sisalduse tasemelegi ehk keskkonnastress, eelkõige päikesekiirgus.

4.4. Mineraalelementide sisaldus viljades

Kurdlehise kibuvitsa viljadest teostati 9 elemendi sisalduse analüüs (tabel 7). Kuna vase sisaldus viljades oli madal ja jäi allapoole määramispiiri, siis selle sisalduse kohta numbrilised väärtused töös puuduvad.

Kõrgeim fosforisisaldus 678 mg/kg leiti Kloogaranna rannas kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljades (tabel 7). See tulemus on kõrgem kui viidatud Taani Tehnikaülikooli Rahvusliku Toiduinstituudi kurdlehise kibuvitsa viljade fosforisisalduse tulemus (DTU Fødevareinstituttet 2019). Madalaim fosforisisaldus 339 mg/kg oli Kõpu poolsaare rannas kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljades, jäädes alla viidatud andmetele. Kaaliumisisaldus

kurdlehise kibuvitsa viljades varieerus vahemikus 3043...4885 mg/kg, olles kõrgeim Eerikal kasvanud haljastuse põõsa viljades (tabel 7). Statistiliselt samale tasemele jäävad kaaliumisisalduselt ka Kõpu poolsaare metsas kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljad ning Kõpu poolsaare rannas kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljad. Kaaliumisisaldus kurdlehise kibuvitsa viljades Taani Tehnikaülikooli Rahvusliku Toiduinstituudi andmetel on 4100 mg/kg (DTU Fødevareinstituttet 2019), mis jääb käesolevas töös saadud andmete piirkonda. Kurdlehise kibuvitsa viljade kaltsiumisisaldus jäi vahemikku 1898...3001 mg/kg (tabel 7). Kõrgeim kaltsiumisisaldus 3001 mg/kg oli Kõpu poolsaare metsas kasvanud põõsaste viljades. Taani Tehnikaülikooli Rahvusliku Toiduinstituudi andmed kurdlehise kibuvitsa viljade kaltsiumisisalduse kohta jäävad käesoleva töö tulemustele veidi alla (DTU Fødevareinstituttet 2019). Magneesiumisisaldus oli analüüsi tulemuste järgi vahemikus 323...469 mg/kg, olles kõrgeim Eerikal haljastuses kasutatud põõsa viljades (tabel 7). Viidatud andmed jäid Eesti andmetele veel omakorda alla (DTU Fødevareinstituttet 2019). Rauda leidis katsevariantide viljades 5...17 mg/kg, kõrgeima sisaldusega Eerikal haljastuses kasutatud kurdlehise kibuvitsa põõsa viljades (tabel 7). Taani andmed (2 mg/kg) kibuvitsa viljade raua sisalduse kohta on Eestis saadud tulemustest madalamad (DTU Fødevareinstituttet 2019). Tsinki leiti töö käigus analüüsitud kibuvitsa viljades vahemikus 1...32 mg/kg (tabel 7). Suurim tsingisisaldus 32 mg/kg oli Kõpu poolsaare metsas kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljades. Taanis saadud tsingi sisaldused jäid Eesti andmete vahemikku (DTU Fødevareinstituttet 2019). Kurdlehise kibuvitsa viljade mangaanisisaldus oli kõrgeim Kõpu poolsaare metsas kasvanud viljades (tabel 7). Mangaanisisaldus erinevates kasvukohtades varieerus vahemikus 1...8 mg/kg. Taani andmetel on kurdlehise kibuvitsa viljade keskmine mangaanisisaldus 12 mg/kg, mis on kõrgem kui käesoleva töö tulemustes (DTU Fødevareinstituttet 2019). Alumiiniumisisaldust kurdlehise kibuvitsa viljades ei ole viimasel ajal uuritud. Käesoleva magistr töö raames saadi teada, et alumiiniumisisaldus jääb Eestis erinevates kasvukohtades kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljades vahemikku 4...14 mg/kg, olles katsevariantidest kõrgeim Eerikal haljastuse põõsal kasvanud viljades (tabel 7).

Tabel 7. Keskmise makro- ja mikroelementide sisaldus kurdlehise kibuvitsa viljades sõltuvalt kasvukohast

		P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Al
Asukoht	Kasvukoht	mg/kg							
Kloogaranna	Mets	530b	3043b	2142b	355bc	6c	6d	2c	7c
	Rand	678a	3208b	1580d	350c	14b	1e	1c	5cd
Kõpu ps	Mets	487c	4637a	3001a	323d	5c	32a	8a	4d
	Rand	339e	4582a	1898c	379b	7c	9c	2c	11b
Eerika	Haljasala	392d	4885a	2133b	469a	17a	19b	6b	14a
PD95%		35	688	160	26	2	2	1	2

Makro- ja mikroelementide sisaldusele kibuvitsa viljades avaldavad mõju kasvutingimused nagu kõrgus merepinnast, kliima ja mullastruktuur (Ercisli 2007). Demir, Özcan (2001) leidsid, et mineraalsete elementide sisaldus kibuvitsa viljades sõltub ökoloogilistest teguritest ja vilja suurusel. Kazaz *et al.* (2009) leidsid, et lisaks võiks ka saagikoristusae ja kõrgus merepinnast mõjutada viljade mineraalset koostist. Käesoleva töö kõrgeimad mineraalelementide sisaldused tabelis 7 on tähistatud tähega a ja rasvases trükis. Siit nähtub, et mineraalelementide sisalduse taseme poolest rikkamad on nende kibuvitsa põõsaste viljad, mis kasvavad toitainerikkas mullas (Kõpu poolsaare mets, Eerika haljasala) ja mitte toitainetevaeses liivas.

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli teha kindlaks, kas kurdlehise kibuvitsa viljade askorbiinhappe, polüfenoolide ja mineraalelementide sisaldus ning antioksüdatiivne aktiivsus sõltub kasvukohast ja kui, siis milline see on. Püstitati järgnev hüpotees: kurdlehise kibuvitsa viljad on kõrge bioaktiivsete ühendite sisaldusega, kuid viljade väärtus võib sõltuda kasvukohast.

Uurimistöös kasutatud viljad koguti Eestis erinevates kohtades kasvavatelt kurdlehise kibuvitsa põõsastelt. Vilju analüüsiti Eesti Maaülikooli Mullateaduse õppetooli laboratooriumis ja Immanuel Kant'i nimelise Balti Föderaalse Ülikooli Looduslike antioksüdantide laboratooriumis.

Kasvukohast tuleneva mõju saab kokku võtta järgmiselt:

- Suurim askorbiinhappe sisaldus, 7,7 mg/g oli Kõpu poolsaare rannast korjatud proovides. Kasvukoht avaldas märkimisväärset mõju kibuvitsa viljade askorbiinhappe sisaldusele – rannas ja haljasalal kasvanud taimedelt korjatud viljad olid oluliselt vitamiinirikkamad kui metsas kasvanud taimedelt korjatud viljad.
- Polüfenoolide sisaldus kurdlehise kibuvitsa viljades jäi vahemikku 2,0...4,0 mg GA/g ja oluline oli kasvukoha mõju. Kõrgeim polüfenoolide sisaldus leiti viljadest, mis kasvasid Kõpu poolsaare rannas ja Eerika haljasalal. Mõlemate vaatluskohtade metsades kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljade polüfenoolide sisaldus jäi statistiliselt samale tasemele võrreldes Kloogaranna rannaga.
- Antioksüdatiivne aktiivsus oli varieeruv ja jäi vahemikku 2,6...7,6 mg kvartsetiini/100g, olles kõrgeim Kõpu poolsaare rannas kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljades, millele järgnesid antioksüdatiivse aktiivsuse taseme poolest Eerika haljasalal kasvanud põõsa viljad. Antioksüdatiivsel aktiivsusel oli tugev positiivne seos askorbiinhappe ja polüfenoolide sisaldusega.

- Kurdlehise kibuvitsa viljade mineraalelementide sisaldus varieerus kasvukohast sõltuvalt. Kõrgem mineraalelementide sisaldus oli nende taimede viljades, mis kasvasid toitainerikkas mullas.

Kurdlehise kibuvitsa viljade bioaktiivsete ühendite sisaldus võib olla ühtviisi kõrge nii vabalt looduses kasvanud põõsastelt korjatud viljades kui ka koduaias kasvavate põõsaste viljades. Metsas, puude varjus kasvavate kurdlehise kibuvitsa põõsaste viljade bioaktiivsete ühendite sisaldus on madalam kui päikesele avatumates kasvukohtades. Uurimistööks püstitatud hüpotees leidis kinnitust – kurdlehise kibuvitsa viljade väärtus sõltub kasvukohast. Lähtudes tulemustest võib järeldada, et mere ääres ja koduaias kasvava kurdlehise kibuvitsa viljades on kõrgem askorbiinhappe ja polüfenoolide sisaldus ning antioksüdatiivne aktiivsus võrreldes metsas kasvanud kurdlehise kibuvitsa viljadega.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aichert, A., Spuru, N.** (1996). Ascorbic acid (Vitamin C): voltametric determination/M569 M570.
- Al-Yafeai, A., Bellstedt, P., Böhm, V.** (2018). Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of *Rosa rugosa* Depending on Degree of Ripeness. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*. 7(10), p. 134.
- Andersson, S.C., Olsson, M.E., Gustavsson, K.E., Johansson, E., Rumpunen, K.** (2012). Tocopherols in rosehips (*Rosa* spp.) during ripening. *J Sci Food Agric*. 92, pp. 2116-2121
- Astover A.** (2005). Eesti mullastik ja muldade kasutussobivus. Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut, Mullateaduse ja agrokeemia osakond. 5 lk.
- Azzi A., Davies K.J., Kelly F.** (2004). Free radical biology – Terminology and critical thinking. *FEBS Lett*. 558, pp. 3-6.
- Berdanier, C. D., Dwyer, J. T., Heber, D.** (2013). Handbook of Nutrition and Food (3rd ed.). CRC Press, p. 199.
- Bernhoft, A.** (2010). A brief review on bioactive compounds in plants. Bioactive compounds in plants- benefits and risks for man and animals, pp. 11-17.
- Blanco, A., Blanco, G.** (2017). Chapter 27 – Vitamins. Medical Biochemistry, Academic Press, pp. 645-687.
- Blomhoff, R.** (2005). Dietary antioxidants and cardiovascular disease. *Current opinion in lipidology*. 16, pp. 47-54.
- Bruun, H. H.** (2005). Biological Flora of the British Isles. No. 239. *Rosa rugosa* Thunb. ex Murray. *Journal of Ecology*. 93(2), pp. 441-470.
- Bunaciu, A. A., Aboul-Enein, H., Fleschin, S.** (2012). FTIR Spectrophotometric Methods Used for Antioxidant Activity Assay in Medicinal Plants. *Applied Spectroscopy Reviews*. 47:4, pp. 245-255.
- CABI** (2019). *Rosa rugosa*. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. [veebileht] www.cabi.org/ISC/datasheet/47835 (24.05.2019).
- Chatterjee, A., Lal, R., Welopolski, L., Martin, M. Z., Ebinger, M. H.** (2009). Evaluation of Different Soil Carbon Determination Methods. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28:3, pp. 164-178.
- Cory, H., Passarelli, S., Szeto, J., Tamez, M., Mattei, J.** (2018). The Role of Polyphenols in Human Health and Food Systems: A Mini-Review. *Frontiers in nutrition*. 5, p. 87.

- Dimitrios, B.** (2006). Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science, Technology*. 17 (9), pp. 505-512.
- DTU Fødevareinstituttet** (2019). [veebileht] <https://frida.fooddata.dk/food/27?lang=en> (26.05.2019).
- eElurikkus** (2019). [veebileht] <https://elurikkus.ee/generic-hub/occurrences/search?q=lsid:6931&lang=et#map> (26.05.2019).
- Engelking, L. R.** (2015). Chapter 44 - Vitamin A, *Textbook of Veterinary Physiological Chemistry* (Third Edition), Academic Press, pp. 282-287.
- Epstein, E.** (1965). Mineral metabolism. *Plant Biochemistry*, pp. 438-466.
- Ercisli, S.** (2007). Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa spp.*) species. *Food Chem.* 104, pp. 1379–1384.
- eSEIS – Eesti Samblike Infosüsteem** (2019). [veebileht] <http://www.eseis.ut.ee> (22.05.2019).
- Fan, C., Pacier, C., Martirosyan, D.M.** (2014). Rose hip (*Rosa canina L.*): A functional food perspective. *Functional Foods in Health and Disease*. 4(11), pp. 493-509.
- Fernandes-Paseto, R. P., Trindade, M. A., Melo, M. P.** (2018). Chapter 2 - Natural Antioxidants and Food Applications: Healthy Perspectives. In *Handbook of Food Bioengineering. Alternative and Replacement Foods*. Academic Press, pp. 31-64.
- Frei, B., England, L., Ames, B. N.** (1989). Ascorbate is an outstanding antioxidant in human blood plasma. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 86(16), pp. 6377-6381.
- Fromm, M., Bayha, S., Kammerer, D. R., Carle, R.** (2012). Identification and quantitation of carotenoids and tocopherols in seed oils recovered from different Rosaceae species. *J. Agric. Food Chem.* 60, 10733-10742.
- Gao, X., Bjork, L., Trajkovski, V., Ugglä, M.** (2000). Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80, pp. 2021-2027.
- Gutteridge, M.C., Halliwell, B.** (2000). Free Radicals and Antioxidants in the Year 2000: A Historical Look to the Future. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 899, pp. 136-147.
- Halliwell, B.** (1996). Antioxidants in Human Health and Disease. *Annual review of nutrition*. 16, pp. 33-50.
- Hallmann, E., Orpel, E., Rembialkowska, E.** (2011). The Content of Biologically Active Compounds in Some Fruits from Natural State. *Vegetable Crops Research Bulletin*. p. 75.
- Halvorsen, B. L., Holte, K., Myhrstad, M. C. W., Barikmo, I., Hvattum, E., Remberg, S. F.** (2002). A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J Nutr* 132, pp. 461-471.
- Hardman, E. W.** (2014). Diet components can suppress inflammation and reduce cancer risk. *Nutrition research and practice*. 8, pp. 233-240.

- Institute of Medicine** (2000). Vitamin E. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Washington, DC: The National Academies Press, pp. 186-283.
- Invasive Plant Atlas of the United States** (2018). [on-line] <https://www.invasiveplantatlas.org/subject.html?sub=11582> (26.05.2019).
- Isermann, M.** (2007). Impact of *Rosa rugosa* on dune ecosystems at the German North Sea coast - in comparison with *Hippophaë rhamnoides*. *Flora* 2008 v.203 no.4, pp. 273-280.
- Jain, C., Khatana, S., Vijayvergia, R.** (2019). Bioactivity of secondary metabolites of various plants: a review. *Int J Pharm Sci Res* 2019. 10(2), pp. 494-04.
- Kangur, M., Kotta, J., Kukk, T., Kull, T., Lilleht, V., Luig, J., Ojaveer, H., Paaver, T., Vetemaa, M.** (2005). Invasiivsed võõrliigid Eestis. Keskkonnaministeerium, Tallinn, lk 20-21.
- Kasote, D. M., Katyare, S. S., Hegde, M. V., Bae, H.** (2015). Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications. *International journal of biological sciences*. 11(8), pp. 982-991.
- Kazaz, S., Baydar, H., Erbaş, S.** (2009). Variations in chemical compositions of *Rosa damascena* Mill. And *Rosa canina* L. fruits. *Czech J. Food Sci.* 27(3), pp. 178-184.
- Keskkonnaagentuur** (2019). [veebileht] <https://www.keskkonnaagentuur.ee/et/search/node/ilm> (26.05.2019).
- Keskkonnaamet** (2019). [veebileht] <https://www.keskkonnaamet.ee/et/eesmargid-tegevused/rahvusvahelised-projektid/laanemere-rannikuelupaikade-vorgustike-taastamine> (26.05.2019).
- Kizil, S., Toncer, O., Sogut, T.** (2018). Mineral Content and Fatty Acid compositions of Wild and Cultivated Rose Hip (*Rosa canina* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*. p. 27.
- Koczka, N., Stefanovits-Bányai, É., Ombódi, A.** (2018). Total Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Rosehips of Some *Rosa* Species. *Medicines (Basel, Switzerland)*, 5(3), p. 84.
- Li, Y., Schellhorn, H.E.** (2007). New Developments and Novel Therapeutic Perspectives for Vitamin C. *J Nutr*, 137(10), pp. 2171-2184.
- Lin, D., Xiao, M., Zhao, J., Li, Z., Xing, B., Li, X., Chen, S.** (2016). An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 21(10), p. 1374.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., Jimenez, L.** (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr*, 79, pp. 727-747.
- Marschner, H.** (1995). 1 - Introduction, Definition, and Classification of Mineral Nutrients. Mineral Nutrition of Higher Plants (Second Edition), Academic Press, pp. 3-5.
- Mehlich, A.** (1984). Mehlich 3 soil extractant: A modification of the Mehlich 2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 15, pp. 1409-1416.
- Martín-Ortega, A., Segura-Campos, M. R.** (2019). Bioactive Compounds as Therapeutic Alternatives. *Bioactive Compounds*, Woodhead Publishing, pp. 247-264.

- Moor, U., Põldma, P., Tõnutare, T., Karp, K., Starast, M., Vool, E.** (2009). Effect of phosphite fertilization on growth, yield and fruit composition of strawberries. *Scientia Horticulturae*, 119, pp. 264-269.
- Müller, L., Gnoyke, S., Popken, A., Böhm, V.** (2010). Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. *LWT—Food Sci. Technol.* 43, pp. 992-999.
- Nagasako-Akazome, Y.** (2014). Chapter 58 - Safety of High and Long-term Intake of Polyphenols. *Polyphenols in Human Health and Disease*. Academic Press, pp. 747-756.
- Najda, A., Buczkowska, H.** (2013). Morphological and chemical characteristics of fruits of selected *Rosa* sp. *Mod. Phytomorph.* 3, pp. 99–103.
- Oprica, L., Bucsa, C., Zamfirache, M. M.** (2015). Ascorbic Acid Content of Rose Hip Fruit Depending on Altitude. *Iranian journal of public health*, 44(1), pp. 138-139.
- Özrenk, K., Gündogdu, M., Dogan, A.** (2012). Organic Acid, Sugar and Mineral Matter Contents in Rosehip (*Rosa canina* L.) Fruits of Erzincan Region. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 22 (1), pp. 20-25. (türki keeles)
- Parr, A. J., Bolwell, G. P.** (2000). Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *J. Sci. Food Agric.*, 80, pp. 985-1012.
- Patel, S.** (2013). Rose hips as complementary and alternative medicine: Overview of the present status and prospects. *Mediterr. J. Nutr. Metab.* 6, p. 89.
- Petrova, S. N., Ivkova, A. V.** (2014). Himitcheskij sostav i antioksidantnije svoystva vidov roda *Rosa* L. (obzor). *Himija rastitelnogo sijrja*, 2, pp. 13-19. (vene keeles)
- Põllumajandusuringute Keskus** (2019). [veebileht] http://pmk.agri.ee/wp-content/uploads/2016/09/GRADATSIOON_2015.pdf (26.05.2019).
- Rangel, J. C., Benavides-Lozano, J., Heredia, J, Cisneros-Zevallos, L., Jacobo-Velázquez, D.** (2013). The Folin-Ciocalteu assay revisited: Improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*. 5, p. 5990.
- Reis-Ballard, C., Maróstica, M. R.** (2019). Health Benefits of Flavonoids. *Bioactive Compounds*. Woodhead Publishing, pp. 185-201.
- Rejeb, I. B., Pastor, V., Mauch-Mani, B.** (2014). Plant Responses to Simultaneous Biotic and Abiotic Stress: Molecular Mechanisms. *Plants (Basel, Switzerland)*, 3(4), pp. 458–475.
- Riigi Teataja** (2019). Keskkonnasõbraliku puuvilja- ja marjakasvatuse toetus. Võrdlevad redaktsioonid: RT I 25.04.2017a vs RT I, 04.01.2018b. [veebileht] https://www.riigiteataja.ee/redaktsioonide_vordlus.html?grupiId=1029405&vasakAktId=125042017013 (26.05.2019).
- Roche, J. R.** (2016). *Feed Ingredients: Feed Supplements: Macrominerals, Reference Module in Food Science*, Elsevier, ISBN 9780081005965.

- Roman, I., Stănilă, A., Stănilă, S.** (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania. *Chemistry Central journal*, 7(1), p. 73.
- Santos-Sanchez, N., Salas-Coronado, R., Hernandez-Carlos, B., Villanueva-Canongo, C.** (2018). Shikimic Acid Pathway in Biosynthesis of Phenolic Compounds [Online First], IntechOpen. [on-line] <https://www.intechopen.com/online-first/shikimic-acid-pathway-in-biosynthesis-of-phenolic-compounds> (26.05.2019)
- Saura-Calixto, F., Goñi, I.** (2006). Antioxidant Capacity of the Spanish Mediterranean Diet. *Food Chemistry*, 94, pp. 442-447.
- Solomentseva, A. S.** (2018). Generativnaya y reproduktivnaya sposobnost introducirovannih shipovnikov v uslovijah kashtanovijh potchv. Agroekologija, melioracija y zachtnoje lesorazvedenje: materijalij mezhdunar. nauchno-praktičeskoy konferencij, Volgograd, FNTC agroekologij RAN, pp. 317-321. (vene keeles)
- Strelets, V. D.** (2000). Biologičeskije osobennosty promijshlennijh sortov shipovnika y razrabotka tehnologij ih vjirachivanija. Doktoritöö. Moskovkij selskohozijajstvennaja akademija im K. A. Timirjazeva. (vene keeles)
- The Natural Food Hub** (2019). [on-line] www.naturalhub.com (26.05.2019)
- Tyler, T., Karlsson, T., Milberg, P., Sahlin, U., Sundberg, S.** (2015). Invasive plant species in the Swedish flora: developing criteria and definitions and assessing the invasiveness of individual taxa. *Nordic Journal of Botany*, 33, pp. 300-317.
- Um, M., Han, T. H., Lee, J. W.** (2017). Ultrasound-assisted extraction and antioxidant activity of phenolic and flavonoid compounds and ascorbic acid from rugosa rose (*Rosa rugosa* Thunb.) fruit. *Food science and biotechnology*, 27(2), pp. 375–382.
- USDA-NRCS** (2019). The PLANTS Database. Baton Rouge, USA: National Plant Data Center. [on-line] <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=RORU> (26.05.2019).
- Valavanidis, A., Vlachogianni, T.** (2013). Chapter 8 - Plant Polyphenols: Recent Advances in Epidemiological Research and Other Studies on Cancer Prevention. *Studies in Natural Products Chemistry*, Elsevier, Volume 39, pp. 269-295.
- Valenzuela, B. A., Sanhueza, J., Nieto, S.** (2003). Natural antioxidants in functional foods: from food safety to health benefits. *Grasas y Aceites*, [S.l.], v. 54, n. 3, pp. 295-303.
- Weber, F., Schulze-Kaysers, N., Schieber, A.** (2014). Characterization and quantification of polyphenols in fruits Polyphenols in Plants, Elsevier, pp. 293-304.
- Weidema, I., Ravn, H. P., Vestergaard, P., Johnsen, I., Svart, H. E.** (2007). Rynket rose (*Rosa rugosa*) i Danmark: rapport fra workshop på Biologisk Institut, Københavns Universitet, 5.-6. september 2006. København: Københavns Universitet og Skov- og Naturstyrelsen. (taani keeles)

- Widén, C., Ekholm, A., Coleman, M. D., Renvert, S., Rumpunen, K.** (2012). Erythrocyte antioxidant protection of rose hips (*Rosa* spp.). *Oxidative medicine and cellular longevity*, 621579.
- Xing, Wen, Wang, Zhen, Wang, Xiuqing, Bao, Manzhu, Ning, Guogui** (2014). Over-expression of an FT homolog from *Prunus mume* reduces juvenile phase and induces early flowering in rugosa rose. *Scientia Horticulturae*, 172, pp. 68–72.
- Xu, D. P., Li, Y., Meng, X., Zhou, T., Zhou, Y., Zheng, J., ... Li, H. B.** (2017). Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources. *International journal of molecular sciences*, 18(1), p. 96.
- Yang, Ji-Hong, Zhang, Shuping, Liu, Jian, Zhai, Wen, Wang, Renqing.** (2009). Genetic diversity of the endangered species *Rosa rugosa* Thunb. in China and implications for conservation strategies. *Journal of Systematics and Evolution*, 47, pp. 515-524.
- Yashin, A.** (2009). Natural antioxidants. Their content in food products and their impact on health and ageing process. Moscow: TransLit, p. 212.
- Yashin, A., Yashin, Ya., Pahomov, V., Tchernousova, N.** (2004). Novij ekspresnij amperometričeskij sposob opredelenija antioksidantnoj aktivnosti rastitelnih lekarstvennih preparatov, biologičeskij aktivnih dobavok y napitkov. "MIS-RT". Sbornik N. 34-2-2.
- Zoroddu, M. A., Aaseth, J., Crisponi, G., Medici, S., Peana, M., Nurchi, V. M.** (2019). The essential metals for humans: a brief overview, *Journal of Inorganic Biochemistry*. Volume 195, pp. 120-129.

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

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

Mina, _____,
(*autori nimi*)

sünniaeg _____,

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

_____,

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on _____,
(*juhendaja(te) nimi*)

- 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 _____
(*allkiri*)

Tartu, _____
(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(*juhendaja nimi ja allkiri*) _____ (*kuupäev*)

(*juhendaja nimi ja allkiri*) _____ (*kuupäev*)