

Farmatseudi õppekava

Diana Ermilova, Darja Timofejeva

AEDSALVEI DROOGIDES JA -TEEDES SISALDUVATE PESTITSIIDIJÄÄKIDE
KVANTITATIIVNE ANALÜÜS JA VÕRDLUS

Lõputöö

Tallinn 2026

Oleme koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödest, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Luban Tallinna Tervishoiu Kõrgkoolil avalikustada oma lõputöö PDF-versiooni raamatukoguprogrammis.

Lõputöö autorite allkirjad:

Diana Ermilova

/allkirjastatud digitaalselt/

/kuupäev digitaalallkirjas/

Darja Timofejeva

/allkirjastatud digitaalselt/

/kuupäev digitaalallkirjas/

Lubatud kaitsmisele.

Juhendaja Laine Parts, MSc

/allkirjastatud digitaalselt/

/kuupäev digitaalallkirjas/

Juhendaja Catri Valner, MSc

/allkirjastatud digitaalselt/

/kuupäev digitaalallkirjas/

KOKKUVÕTE

Diana Ermilova ja Darja Timofejeva (2026). Tallinna Tervishoiu Kõrgkool, farmatseudi õppekava. Aedsalvei droogides ja -teedes sisalduvate pestitsiidijääkide kvantitatiivne analüüs ja võrdlus. Lõputöö, 48 lehekülge. Kasutatud 67 kirjandusallikat, 5 tabelit ja 7 joonist.

Lõputöö eesmärgiks on kindlaks teha Eestis müüdavate aedsalvei droogide ohutus ja kvaliteet, analüüsides pestitsiidijääkide sisaldust ning võrreldes tulemusi kehtestatud Euroopa Liidu piirnormidega.

Töö on koostatud empiirilise uuringuna, mille teoreetiline osa põhineb tõenduspõhisel kirjanduse ülevaatel. Empiirilises osas viidi Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli instrumentaalanalüüsi laboris läbi laboratoorne uuring, mille käigus analüüsiti seitsme tootja aedsalveid sisaldavaid droogiproove, millest osa olid müügil apteegis droogina ja osa jaekaubanduses taimeteena. Pestitsiidijääkide kvantitatiivseks määramiseks kasutati gaasikromatograafia-massispektromeetria (GC-MS) meetodit. Lõputöös kasutati standardset metoodikat EVS-EN 15662:2018.

Aedsalveid kasutatakse laialdaselt meditsiinilistel eesmärkidel, kuid selle kasvatamisel kasutatavate pestitsiidijäägid võivad sattuda lõpptootesse, nagu teed ja droogid. Pestitsiidid on kahjurite tõrjeks kasutatavad kemikaalid, mille jäägid võivad avaldada kahjulikku mõju inimese tervisele.

Uuringu tulemused näitasid, et ainult ühes analüüsitud aedsalvei proovis tuvastati pestitsiidijäägina kloropürifoss. Apteegis ja jaekaubanduses müüdavate toodete võrdluses ei ilmnenud uuritud proovide põhjal selget erinevust pestitsiidijääkide esinemises.

Uuringu tulemuste põhjal ei ületanud analüüsitud proovides tuvastatud pestitsiidijääkide sisaldus Euroopa Liidu kehtestatud piirnorme, kuigi leitud kloropürifoss ei ole Euroopa Liidus taimekaitsevahendite toimeainena heaks kiidetud. Seetõttu võib uuritud proovide põhjal hinnata nende vastavust pestitsiidijääkide piirnormidele, kuid tulemusi ei saa üldistada kõigile Eestis müüdavatele aedsalveitoodetele.

Võtmesõnad: aedsalvei, droog, taimeteed, pestitsiidijäägid, piirnormid, gaasikromatograafia-massispektromeetria.

SUMMARY

Diana Ermilova ja Darja Timofejeva (2026). Tallinn Health University of Applied Sciences, Medical Technology Education Centre, Assistant Pharmacist Curriculum. Quantitative analysis and comparison of pesticide residues in sage herbs and teas. The thesis consists of 48 pages, 67 references, 5 tables, 7 figures.

The aim of the thesis was to assess the safety and quality of sage products sold in Estonia by analyzing their pesticide residue content and comparing the results with the maximum residue levels established in the European Union.

The thesis was conducted as an empirical study. The theoretical part is based on an evidence-based literature review. In the empirical section, a laboratory study was carried out at the Instrumental Analysis Laboratory of Tallinn Health Care College, during which herbal drug samples containing sage from seven manufacturers were analyzed. Some of the samples were sold in pharmacies as herbal drugs, while others were available in retail stores as herbal teas. Gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) was used for the quantitative determination of pesticide residues. The standard methodology EVS-EN 15662:2018 was applied in this thesis.

Sage is widely used for medicinal purposes; however, pesticide residues originating from its cultivation may enter final products such as herbal teas and drugs. Pesticides are chemicals used for pest control, and their residues may have harmful effects on human health.

The study results showed that pesticide residues were detected in only one of the analyzed sage samples, where chlorpyrifos was identified. Based on the comparison of products sold in pharmacies and retail stores, no clear differences were observed in the occurrence of pesticide residues among the analyzed samples.

Based on the study findings, the detected pesticide residue levels in the analyzed samples did not exceed the limits established by the European Union. However, the detected chlorpyrifos is not approved as an active substance for plant protection products in the European Union. Therefore, the investigated samples can be considered compliant with pesticide residue regulations; however, the results cannot be generalized to all sage products sold in Estonia.

Keywords: sage, herbal drug, herbal teas, pesticide residues, limit values, gas chromatography-mass spectrometry.

SISUKORD

KOKKUVÕTE.....	3
SUMMARY.....	4
SISSEJUHATUS.....	7
1. AEDSALVEI.....	10
1.1. Botaaniline kirjeldus.....	10
1.2. Keemiline koostis.....	11
1.3. Meditsiiniline kasutus.....	13
1.4. Salvei koostoime ravimitega.....	15
2. PESTITSIIDID.....	17
2.1. Pestitsiidide olemus.....	17
2.2. Pestitsiidide klassifikatsioon.....	17
2.3. Pestitsiidide toksikoloogiline mõju.....	19
2.4. Pestitsiidijääkide piirnormid Euroopa Liidus.....	20
3. METOODIKA.....	22
3.1. Uurimuse meetoodika.....	22
3.2. Kasutatud materjali moodustamise põhimõtted.....	25
3.3. Proovide ettevalmistamine.....	27
3.4. Usaldusväarsus ja eetika.....	28
4. TULEMUSED.....	30
4.1. Apteegiteede tulemused.....	30
4.2. Jaekaubanduse teede tulemused.....	33
5. ARUTELU.....	36
JÄRELDUSED.....	38
KASUTATUD KIRJANDUS.....	40

SISSEJUHATUS

Aedsalvei (*Salvia officinalis*) on ravimtaim, millel on pikk kasutusajalugu nii traditsioonilises kui ka tänapäevases meditsiinis (Ghorbani et al., 2017, lk 433-440). Tänu oma rikkalikule fütokeemilisele koostisele, sealhulgas fenoolühenditele, eeterlikele õlidele ja flavonoididele, on salvei tuntud mitmekülgsete terapeutiliste omaduste poolest, näiteks põletikuvastase, antibakteriaalse, antiseptilise ja spasmolüütilise toime poolest (Beheshti-Rouy et al., 2015, lk 173–177; Lopresti, 2017). Kaasaegsed teadusuuringud on kinnitanud, et salvei preparaadid võivad olla tõhusad nii suuõõne haiguste, seedetrakti häirete, liigse higistamise kui ka menopausiga seotud sümptomite leevendamisel (Beheshti-Rouy et al., 2015, lk 173–177; Tober et al., 2019).

Salvia perekond on üks liigirikkamaid selles sugukonnas, hõlmates ligikaudu 960 rohtset ja puitunud liiki (Poulios et al., 2020, lk 224–238). Taim on pärit Vahemere piirkonnast, kuid on tänapäeval laialdaselt levinud ka Kesk-Euroopas ja mujal parasvöötmes, sealhulgas Eestis. Salvei droog on hallikasroheline, kootav, tugeva lõhna ja mörkjja maitsega. (Raal, 2016, lk 230).

Kahjurite tõrjeks kasutatakse salvei kasvatamisel samuti pestitsiide (European Commission, n.d.). Pestitsiidid on põllumajanduses, metsanduses ja maastikuhoolduses kasutatavad ained kahjurite, haiguste ja umbrohtude tõrjeks (About Pesticides ..., 2017). Teatud pestitsiidid võivad sõltuvalt toimeainest, annusest ja kokkupuute kestusest olla seotud neurotoksiliste, endokriinsüsteemi häirivate või oksüdatiivset stressi soodustavate mõjudega (Lushchak et al., 2018). Pestitsiidijääkide sisaldus kuivatatud ravimtaimedes ja ürditeedes, sealhulgas aedsalveis, on Euroopa Liidus reguleeritud määrusega (EL) nr 396/2005.

Eelnevate Tallinna Tervishoiu kõrgkooli lõputööde analüüsid, mis käsitlevad pestitsiidijääkide analüüsimist taimedes, teedes ja droogides, näitasid, et kohalikes poodides ja lettidel müüdavates toodetes on pestitsiidijääkide sisaldus lubatud piirides. Samuti näitas Golub (2020, lk 27-28) saialille ürdist tehtud analüüs, et isiklikult kasvatatud ürdid sisaldasid vähem pestitsiidijääke kui poes müüdavad. Laura-Liisa Vulf (2020) avastas musta tee analüüsis, et neljas tees esinesid Euroopa Liidus keelatud pestitsiidijäägid: bifentriin, heksaklorobenseen, alakoor ja permetriin.

Lõputöö probleemiks on pestitsiidijääkide võimalik esinemine Eestis müüdavates aedsalvei preparaatides, mida kasutatakse toiduks ja meditsiinilisel otstarbel, sest Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli üliõpilaste varasemad uurimistööd on näidanud pestitsiidijääkide esinemist analüüsitud droogides (Golub, 2020; Kruus, 2017). Kuna pestitsiidid võivad olla seotud tõsiste terviseriskidega, sealhulgas endokriinsüsteemi häirete ja vähkkasvajatega, on vajalik hinnata nende sisaldust droogides ning võrrelda tulemusi kehtivate Euroopa Liidu piirnormidega (Chandra et al., 2021, lk 4-6).

Lõputöö hüpotees: Vähemalt ühes analüüsitud aedsalvei droogiproovis tuvastatakse pestitsiidijääk.

Lõputöö eesmärgiks on kindlaks teha Eestis müüdavate aedsalvei droogide ohutus ja kvaliteet, analüüsides pestitsiidijääkide sisaldust ning võrreldes tulemusi kehtestatud Euroopa Liidu piirnormidega. Selle eesmärgi raames on püstitatud järgmised uurimistöö ülesanded:

- Anda ülevaade aedsalvei keemilisest koostisest, farmakoloogilisest toimest ja võimalikest koostoimetest ravimitega;
- Selgitada pestitsiidide olemust, toksikoloogilist mõju ja Euroopa Liidu pestitsiidijääkide piirnormide rakendamist ravimtaimedes;
- Määrata valitud aedsalvei droogides ja taimeteedes pestitsiidijääkide sisaldus GC-MS/GC-MS/MS meetodil;
- Võrrelda tuvastatud pestitsiidijääkide sisaldust Euroopa Liidu kehtivate piirnormidega;
- Võrrelda apteekides ja jaekaubanduses müüdavate uuritud proovide tulemusi.

MÕISTED JA LÜHENDID

Droog (*Herb*) - meditsiinilisel eesmärgil kasutatav taimset või loomset päritolu aine, millel on farmakoloogiline toime (Raal, 2010, lk 444).

Gaasikromatograafia (*Gas Chromatography*) - kromatograafiline lahutusmeetod, mille puhul lenduvad ühendid jaotuvad kandegaasi ja kolonnis paikneva statsionaarse faasi vahel ning eralduvad sõltuvalt nende füüsikalise-keemilistest omadustest (Medical Dictionary ..., n.d.).

LD₅₀ (*Lethal Dose 50*) - mürgise või toksilise aine annus või ioniseeriva kiirguse doos, mis on vajalik 50% katsepopulatsiooni surmamiseks (Medical Dictionary ..., n.d.).

Massispektromeetria (*Mass Spectrometry*) - analüüsimeetod, mille abil identifitseeritakse ja/või kvantifitseeritakse ühendeid nende massi-laengu suhte alusel (Medical Dictionary ..., n.d.).

Pestitsiidid (*Pesticides*) - keemilised või bioloogilised toimeained või preparaadid, mida kasutatakse kahjulike organismide tõrjumiseks, hävitamiseks või nende arengu pidurdamiseks. Mõiste hõlmab fungitsiide (tööstuslikud seenetõrjevahendid), insektitsiide (putukamürgid), rodentitsiide (näriliste tõrjevahendid) jne. (Medical Dictionary ..., n.d.).

Sisestandard (*Internal standard*) - keemiline ühend, mis lisatakse uuritavale proovile või prooviekstraktile kindlas koguses analüüsi kindlal etapil, et korrigeerida analüüsi käigus analüütide kadusid ja kõikumisi ning toimida näitajana meetodi teostamise korrektsuse hindamisel (Technical Guide ..., 2018).

1. AEDSALVEI

1.1. Botaaniline kirjeldus

Aedsalvei (*Salvia officinalis* L.) on mitmeaastane poolpöösas, mille kõrgus jääb tavaliselt 30 – 80 sentimeetri vahele. Tema noored varred ja lehed on kaetud hallika karvastikuga. Lehed kasvavad vastakuti, on piklikud kuni ovaalsed, pisut karvased, servast sakilised, pealt kortsulised ning hallikasrohelise nahkja pinnaga. Õied on kahehuulelised, enamasti helesinised kuni lillakassinised, vahel ka valkjad, ja asuvad varre tipus kobaratena. Aedsalvei pärineb Vahemere maadest, kuid on levinud ka Kesk-Euroopasse ja Väike-Aiasse ning teda kasvatatakse ka Eestis. (Raal, 2016, lk 230). Salvei (*Salvia*) perekonda arvatakse umbes 960 liiki nii rohtseid kui ka puitunud taimi (Poulios et al., 2020, lk 224–238).



Joonis 1. Aedsalvei, W. Müller'i joonistus, 1887 (Raal, 2016).

Aedsalvei kasvab tõhusalt niisutatud muldadel, mille viljakus on kõrge. Optimaalsed seemnete külviajad on sügis ja varakevad. Esimesel aastal seemnetest kasvatades õisi ei teki.

Taimede säilivus hooaja lõpuks on kõrge - umbes 70-80%. (Akhmedov et al., 2020, lk 311-313).

Salvei lehtede korjamine toimub nii õitsemise alguses kui ka õitsemise ajal. Suve jooksul võib neid korjata kuni kolm korda. Salvei droog on hallikasroheline, kootav, tugeva lõhna ja mörkjaja maitsega. (Raal, 2016, lk 230).

1.2. Keemiline koostis

Aedsalvei (*Salvia officinalis L.*) on tuntud oma meditsiinilise väärtuse poolest. Nimi tuleneb ladinakeelsest sõnast *salvia* (salvei), mis tuleneb sõnast *salvus* (turvaline, kindel, terve), omadussõna omakorda seotud sõnaga *salūs* (tervis, heaolu, õitseng või pääsemine) ja *salvēre* (ennast tervena tundma, paranema) (Origin and ..., n.d.). Salveid on juba ammustest aegadest kasutatud väärtusliku ravimtaimena, eriti seedetrakti vaevuste, hingamisteede haiguste, põletike, liigse higistamise ning kurgu- ja suupõletike leevendamiseks, samuti mälu ja keskendumisvõime toetamiseks. Ka tänapäevased teadusuuringud on neid traditsioonilisi teadmisi kinnitanud, seostades salvei tervist soodustava toime tema rikkaliku keemilise koostisega. (Lopresti, 2017).

Salvia perekonna taimed paistavad silma oma rikkaliku keemilise koostise poolest, sisaldades laia valikut bioaktiivseid aineid, mis jagunevad mitmeks oluliseks rühmaks. Salvei liikides on tuvastatud üle 160 polüfenoolse ühendi, mis kuuluvad tähtsamate bioaktiivsete koostisosade hulka. Olulisemate fenoolühendite seas on kofeiinhape ja selle derivaadid, rosmariinhape, salvianoolhapped, salveikumariin, litospermiinhapped, sagerniinhape ja yunnanhapped. Flavonoididest on sagedasemad luteoliin, apigeniin, hispiduliin, kaempferool ja kvartsetiin. Lisaks on *Salvia* liigid olulised eeterlike õlide allikad, mis koosnevad mitmesugustest terpenoididest, näiteks α - ja β -tujoon, kamper, 1,8-tsineool, α -humuleen, β -kariofüllen ja viridiflorool. Samuti on nad rikkad diterpeenide ja triterpeenide, näiteks karnosiinhape, ursoolhappe, karnosooli ja tansinoonide allikad. (Lopresti, 2017). Peamised bioaktiivsed ühendid on toodud tabelis 1.

Tabel 1. *Salvia* liikides tuvastatud bioaktiivsed ühendid (Lopresti, 2017, lk 53-60, kohandatud).

Ühendi tüüp	Peamised ühendid
Fenoolhapped	kofeiinhape, rosmariinhape, salvianoolhapped, salveikumariin, litospermiinhape, sagerniinhape, yunnanhapped
Flavonoidid	luteoliin, apigeniin, hispiduliin, kaempferool, kvartsetiin
Terpenoidid	α - ja β -tujoon, kamper, 1,8-tsineool, α -humuleen, β -karüofülleen, viridiflorool, karnosiinhape, ursoolhape, karnosool, tansinoon
Polüsahhariidid	arabinogalaktaanid, pektiin

Rosmariinhape on antioksidant, millel on tugev vabade radikaalide sidumisvõime. See kaitseb neuroneid oksüdatiivse stressi eest ja võib parandada mälu ning õppimisvõimet. Salvianoolhapped on tugeva antioksidantse toimega ühendid, need neutraliseerivad superoksiid- ja hüdroksüülradikaale ja toetavad veresoonte ning aju tervist. Kofeiinhape ja selle derivaadid omavad nii antioksidantset kui ka põletikuvastast toimet. Flavonoidid (näiteks luteoliin, apigeniin, hispiduliin, kaempferool ja kvartsetiin) mõjutavad mitmeid närvisüsteemi protsesse: luteoliin soodustab neurotroofsete faktorite (sh BDNF ehk *Brain-derived neurotrophic factor*) tootmist, apigeniin ja hispiduliin seonduvad bensodiasepiini retseptoritega ning võivad avaldada ärevust leevendavat toimet. BDNF ehk tserebraalne neurotroofne faktor on valk, mis mängib olulist rolli aju arengus, reguleerib närvirakkude kasvu ja toetab sünaptilist plastilisust. See mängib kesksel rollil õppimises ning mäluprotsessides. (Bathina et al., 2015, lk 1164-1165). α - ja β -tujoon on olulised ühendid salvei iseloomuliku lõhna kujunemisel, kuid samas omavad ka antimikroobset toimet, samas suurtes annustes võivad olla neurotoksilised, kuna pärsvivad gamma-aminovõihape A ehk GABA A- retseptorite aktiivsust. Kamper ja 1,8-tsineool parandavad hingamisteede seisundit, soodustavad vereringet ning osalevad ka antioksidantsetes protsessides. β -karüofülleen ja α -humuleen on põletikuvastase toimega seskviterpeenid. Karnosiinhape ja karnosool on ka tugevad antioksidandid, mis kaitsevad neuroneid oksüdatiivsete kahjustuste eest, soodustavad närvirakkude kasvufaktori tootmist ja parandavad mäluprotsesse. Ursoolhape on tuntud oma

põletikuvastase ja neuroprotektiivse toime poolest. Tansinoonid vähendavad põletikku, kaitsevad ajurakke beeta-amüloid toksilisuse eest ning pärsivad atsetüülkoliinesteraasi aktiivsust. (Lopresti, 2017, lk 53-60).

1.3. Meditsiiniline kasutus

Meditsiinilises kasutuses on salvei (*Salvia officinalis*) tuntud oma mitmekülgete terapeutiliste omaduste poolest. See taim on traditsiooniliselt kasutusel mitmete erinevate haiguste ja seisundite raviks ning toetuseks. (Ghorbani et al., 2017, lk 433-440).

Salvei on tuntud oma põletikuvastase ja antibakteriaalse toime poolest, mistõttu saab seda efektiivselt kasutada igemehaiguste korral. Uuringud on näidanud, et salvei ekstrakt suudab vähendada suuõõne mikroorganismide (*Streptococcus mutans*) hulka, mis on peamine parodontiidi ja gingiviidi põhjustaja. Uuringus osales 70 last vanuses 11-14 aastat, kes jaotati kaheks rühmaks: salveipõhist suuvett kasutatavaks rühmaks ning platseeborühmaks. Pärast 21 päeva kasutamist vähenes salvei rühmas märkimisväärselt bakterite arv hammaste pinnal võrreldes platseeboga ($P=0.001$). Tulemused kinnitasid salvei suuvee efektiivsust suuõõne antibakteriaalses kaitses, haiguste süvenemisel ja hambakatu vähendamisel. (Beheshti-Rouy et al., 2015, lk 173–177). Üsna sarnane uuring (Mohamed-Ali et al., 2024, lk 93–100) viidi läbi salvei ja kloorheksidiiniga suuveega. Uuringus osales 48 last vanuses 8-10, kes samamoodi jagunesid kaheks rühmaks- üks grupp kasutas salvei suuvett, teine suuvett kloorheksidiiniga. Mõlemas rühmas täheldati igemepõletiku sümptomite olulist leevendamist 7. ja 14. päeva järel. Kuigi kloorheksidiin avaldas tugevamat põletikuvastast toimet, aktsepteerisid lapsed rohkem salvei suuvett selle meeldivama maitse ja väheste kõrvaltoimete tõttu. Uuring rõhutab, et salvei suuvesi võib olla looduslik ja hästi talutav alternatiiv igemepõletiku leevendamisel (eriti lastel), pakkudes võimalust vähendada põletiku nähte ja toetada suu tervist ilma tugevate kõrvaltoimeteta. (Mohamed-Ali et al., 2024, lk 93–100). Salvei antiseptilised ning põletikuvastased omadused aitavad vähendada igemete veritsust ja turset, mis on igemepõletiku ja parodontiidi peamised tunnused. Randomiseeritud kontrollitud uuring näitas, et salvei geeli kasutamine parodontiidi korral kuue nädala jooksul vähendas oluliselt igemete veritsust (BOP), parandas tasku sügavust (PPD) ja suhtelist kinnitusastet

(RAL) võrreldes kontrollrühmaga. Tulemused kinnitavad, et salvei omadused parandavad igemete tervist ja toetavad parodontiidi ravi efektiivsust. (Aljuboori et al., 2024, lk 1–15).

Salveid kasutatakse liigse higistamise (hüperhüdroosi) ja menopausi ajal esinevate tugevate higistamishoogude (öine higistamine, kuumahood) ravimisel. Mitmed uuringud kinnitavad, et salveis sisalduvad komponendid võivad mõjuda erinevatele närvisüsteemi retseptoritele, mis osalevad termoregulatsioonis ja higistamises. Leiti, et salvei ekstrakt mõjutab higinäärmete tööd, mõjutades muskariini M3, adrenergilisi alfa-2A, opioidi μ ja serotoniini retseptoreid, mis seletab selle võimet reguleerida higistamist ja leevendada menopausiga seotud kuumahooge. (Tober et al., 2019). Teise kliinilise uuringu raames uuriti 66 postmenopausis naist. Selle eesmärgiks oli hinnata salvei (*Salvia officinalis*) ekstrakti mõju menopausi sümptomitele, nagu kuumahood, öine higistamine, unehäired ja mäluprobleemid. Ühele grupile anti kolm korda päevas 100 mg salvei ekstrakti ja teisele platseebot. Salvei grupis täheldati 10. ja 12. nädala järel kuumahoogude ning öise higistamise sageduse ja raskusaste selget vähenemist võrreldes platseebo grupiga. Samuti parenes unekvaliteet ning leevenesid mitmed menopausiga seotud sümptomid nagu südamepekslemine, lihas- ja liigesevalu, depressioon ning ärevus. Mäluprobleemide skoor parenes samuti salveid saanud grupis, kuid erinevus platseebo rühmaga ei osutunud statistiliselt oluliseks. Uuringu põhjal võib järeldada, et salvei aitab oluliselt leevendada menopausiga kaasnevaid unehäireid ja higistamisprobleeme. (Zeidabadi et al., 2020, lk 1086-1092). Analoogne kliiniline uuring hõlmas 100 postmenopausaalset naist, kes kogesid kuumahooge ja liigset higistamist. Lisaks salvei mõjule postmenopausaalsetele sümptomitele uuriti ka selle mõju östradioli tasemele. Selle uuringu tulemused kinnitasid samuti, et salvei mängib märkimisväärset rolli menopausiga seotud sümptomite leevendamisel. Östradioli tasemes kahe rühma vahel olulisi erinevusi ei täheldatud, kuigi rühma sees kasvas östradioli tase salvei grupis statistiliselt oluliselt. Saab järeldada, et salvei tabletid on tõhus looduslik vahend menopausi sümptomite leevendamisel, parandades seeläbi elukvaliteeti menopausijärgses eas naistel. (Rad et al., 2016, lk 257-263).

Salveid saab efektiivselt kasutada deodorantides ja antiperspirantides. Salvei antimikroobne toime pärsib bakterite kasvu, mis lagundavad higi ja tekitavad ebameeldivat lõhna, näiteks *Staphylococcus meetaureus* ja *Corynebacterium*. Selle toime oli kinnitatud kliinilise uuringu raames, milles osales 45 naist, kes said silikooni baasil deodoranti, mis sisaldas erinevas

kontsentratsioonid salvei ekstrakti (200, 400, 600 µg/mL). Efektiivsust hinnati lõhna vähenemise osas kahe, nelja ja kaheksa tunni järel ning kõik kolme kontsentratsiooniga salvei deodorandid vähendasid oluliselt higilõhna võrreldes platseebo deodorandiga. Kõige tugevam kontsentratsioon andis pikema ja tugevama toime. Autorid on ka rõhutanud, et salvei baasil valmistatud deodorant ei ärritanud nahka ning selle kasutamine on ohutu. Võrreldes tavapärase deodorantides leiduvate koostisainetega, näiteks alumiiniumisooladega, mida mõnes allikas on seostatud dermatiidi ning teiste võimalike terviseriskidega, võib salvei ekstrakt olla ohutum alternatiiv. (Shahtalebi et al., 2013, lk 833-839).

Salvei on ravimtaim, mida on traditsiooniliselt kasutatud erinevate seedetrakti häirete leevendamisel. Tänapäeva teaduslikud uuringud annavad ülevaate sellest, kuidas salvei ekstraktid mõjutavad seedimist, sapiieritust ja seedetrakti mikrobioota tasakaalu. Ühe uuringu raames leiti, et salvei lõdvestab soole silelihaseid, aktiveerides kaaliumkanaleid (K⁺), mis põhjustab hüperpolarisatsiooni ja vähendab kontraktsioone. See mehhanism leevendab kõhulahtisust ja spasme efektiivselt, sarnaselt loperamiidiga, kuid mõju on selektiivsem, normaalses annustes ilma toksilisuseta. (Khan et al., 2011, lk 111-116). Samuti toetavad salvei omadused seedetrakti tervist ja tasakaalustavad soolestiku mikrobioota. Salvei pärsib patogeenseid baktereid, samal ajal soodustades kasulike mikroobide kasvu, parandades niimoodi seedimist ning vähendades seedetrakti põletikulisi seisundeid. (Kompoura et al., 2024).

1.4. Salvei koostoime ravimitega

Aedsalvei (*Salvia officinalis*) sisaldab mitmeid bioloogiliselt aktiivseid ühendeid, mis mõjutavad ravimite metabolismi ja organismi reaktsiooni nende toimele (Ghorbani et al., 2017, lk 124–126). Uuringud on näidanud, et salvei mõjub mitmete ravimite toimele kas sünergiliselt (toime suureneb) või antagonistlikult (üks toimeaine pärsib ehk vähendab teise toimet) (Hamidpour et al., 2014, lk 255–258). Aedsalvei (*Salvia officinalis*) võib avaldada mõju diabeediravimitele, vererõhku alandavatele ravimitele, krambivastastele ravimitele, rahustitele ja uinutitele, Alzheimeri tõve ravimitele, hormonaalsetele preparaatidele, antikolinergilistele ravimitele ning maksaensüümide vahendusel lagundatavatele ravimitele (Ghorbani et al., 2017, lk 124–126).

Salvei (*Salvia officinalis*) ekstrakti kasutamisel antibiootikumidega kombineeritult võib suurendada bakterivastast toimet, mis võib kliiniliselt parandada ravimi efektiivsust (Posadzki et al., 2013, lk 410–412). On leitud, et salveis sisalduv tujoon võib mõjutada kesknärvisüsteemi ning nõrgendada krambivastaste (nt valproaat, gabapentiin, topiramaat) ravimite toimet (Alsanosi, 2024, lk 468–469).

Salvei mõjutab maksaensüüme CYP2E1 ja CYP3A4, mis mängivad olulist rolli ravimite metabolismi protsessis (Lima et al., 2007, lk 87-90). Uuring näitas, et salvei tee suurendab CYP2E1 valgu aktiivsust, mis võib tugevdada või muuta ravimite lagundamist maksas, suurendada hepatotoksilisust. Uuringust tuleb samuti välja, et salvei, tänu oma tugevale antioksidantsele toimele, võib mõnes kontekstis maksa kaitsta, kuid samas võib see ensüümide aktiivsus suurendada ravimitega kaasnevate koostoimete riski. (Lima et al., 2007, lk 87-90). Uuemad uuringud on näidanud, et *Salvia officinalis* eeterlikel õlidel võib lisaks ensüümide kaudu vahendatud toimele olla ka märkimisväärne hepatoprotektiivne potentsiaal. *In vivo* (uuring, mis tehakse terves elusas kehas) ja *in vitro* (katse, mis tehakse katseklaasis ning kasutatakse rakke, ensüüme, kudede fragmente) mudelites on täheldatud, et salvei eeterlikud õlid vähendavad maksakahjustuse markereid (ALT, AST, ALP), suurendavad antioksidantset võimekust ning vähendavad lipiidide peroksüdatsiooni taset. Samuti on leitud, et toime sõltub oluliselt taime töötlemise viisist, see võib avaldada nii hepatoprotektiivset kui ka tsütotoksilist toimet, mis viitab toime kahepoolsele iseloomule. (Mohammed et al., 2021, lk 3-17).

2. PESTITSIIDID

2.1. Pestitsiidide olemus

Pestitsiidid on vajalikud ained, mida kasutatakse kahjulike ja invasiivsete organismide tõrjeks põllumajanduses, metsanduses ja maastikuhoolduses. Need võivad olla kemikaalid või looduslikud ained, mis hävitavad, peletavad või piiravad kahjureid. (About Pesticides ..., 2017). Ligikaudu üks kolmandik kogu põllumajandustoodangust saadakse tänu pestitsiidide kasutamisele. Nende kasutamisest loobumise korral võiksid saagikaod ulatuda 78%-ni puuviljade, 54%-ni köögiviljade ja 32%-ni teraviljakultuuride puhul. Seega on pestitsiididel otsustav roll haiguste leviku piiramisel ja saagikuse suurendamisel kogu maailmas. (Tudi et al., 2021).

Pestitsiide toodetakse erinevates preparatiivsetes vormides, nagu emulsioonikonsentraadid, pulbrid, graanulid, voolavad suspensioonid, söödapreparaadid ja aerosoolid. Preparaadi vorm määrab selle kasutusviisi, töötlemise tõhususe ning operaatori kokkupuute taseme. Mõned vormid vajavad veega lahjendamist ja segamist, teised kantakse otse pinnasesse või kasutatakse suletud ruumides. (Johnson et al., n.d.).

Pestitsiidid koosnevad aktiivsetest ja inaktiivsetest (inertsetest) koostisosadest. Aktiivsed ained on need, mis otseselt hävitavad või tõrjuvad kahjureid, ning neid liigitatakse vastavalt sihtorganismidele, näiteks insektitsiidid toimivad putukatele ja herbitsiidid taimedele. Inertsetel ainetel puudub otsene pestitsiidne toime, kuid need on olulised toote säilivuse ja kasutusmugavuse tagamiseks. (Kraus et al., 2024).

2.2. Pestitsiidide klassifikatsioon

Pestitsiidide klassifitseerimisel kasutatakse kõige sagedamini järgmisi kriteeriume: toimemehhanism ehk organismi sisenemise viis, keemiline koostis ja sihtorganism, mida need hävitavad (Pathak et al., 2022). Toimemehhanism määrab, kuidas aine mõjutab sihtorganismi ja on oluline resistentsuse vältimiseks (Kraus et al., 2024). Kontaktpestitsiidid toimivad kahjuritega otsesel kokkupuutel, näiteks püretriidid häirivad putukate närvisüsteemi (Kraus et al., 2024; Pathak et al., 2022). Suu kaudu toimivad mürgid peavad sattuma kahjuri seedesüsteemi ning on tõhusad närivate kahjurite vastu, sageli kombineerituna

kontakttoimeliste pestitsiididega (nt spinosad). Süstemaatilised pestitsiidid imenduvad taime koesse ja jõuavad kahjurini, kes taime sööb, näiteks neonikotinoidid. Fumigandid aurustuvad ja on toksilised kahjuritele, sobides suletud ruumidesse, mullatöötamiseks või säilitustoodete kaitseks (nt fosfiingaas teravilja kaitseks). (About Pesticides ..., 2017).

Keemilise koostise järgi jagunevad need anorgaanilisteks ja orgaanilisteks ühenditeks (Comprehensive Classification ..., 2023). Neid pestitsiide klassifitseeritakse insektitsiidideks, herbitsiidideks, fungitsiidideks, rodentitsiidideks, mollusksiidideks, nematitsiidideks ning taimede kasvu reguleerivateks aineteks. Anorgaanilised pestitsiidid, nagu tina, kaadmium, elavhõbe, vask- ja väävelühendid, on ajaloolised mineraalsed ained, mis on seentele toksilised. (Garud et al., 2024). Orgaanilised pestitsiidid sisaldavad süsinikku ja jagunevad looduslikeks (nt *Bacillus thuringiensis*) ning sünteetilisteks (nt karbarüül) ühenditeks. Looduslike pestitsiide toodavad elusorganismid, nagu taimed, bakterid ja seened. Enamik sünteetilisi pestitsiide kuuluvad nelja põhiklassi: fosfororgaanilised, kloororgaanilised pestitsiidid, karbamaadid ja püretroidid. (Pathak et al., 2022). Sünteetiliste orgaaniliste pestitsiidide hulka kuuluvate neonikotinoidide kasutamine on Euroopa Liidus üks näide pestitsiidide kasutamise piirangutest, mis on seotud nende tolmeldajatele avalduva mõju tõttu (Commission Implementing ..., 2018).

Sihtorganismipõhine klassifikatsioon eristab järgmisi peamisi gruppe: insektitsiidid (putukate vastu), herbitsiidid (umbrohtude vastu), fungitsiidid (seenhaiguste vastu) ja akaritsiidid (lestade ja puukide tõrjeks) (Garud et al., 2024). Lisaks on olemas spetsiaalsed pestitsiidid, näiteks rodentitsiidid närilistele, nematitsiidid mullas elavatele ümarussidele, mollustitsiidid tigudele ja nälkjatele ning bakteritsiidid taimede bakterhaiguste tõrjeks (Comprehensive Classification ..., 2023).

Maailma Terviseorganisatsioon (*World Health Organization*) on välja töötanud pestitsiidide klassifikatsiooni (Tabel 2), mis põhineb nende ägedal toksilisusel rottidele, kuna see on toksikoloogias standardne hindamismeetod (The WHO ..., 2020).

Tabel 2. Pestitsiidide klassifikatsioon ohtlikkuse järgi: LD₅₀ väärtused rotil (mg/kg kehakaalu kohta) (WHO, 2020, kohandatud).

Klass	Suukaudne LD ₅₀ (mg/kg kehamassi kohta)	Naha kaudu LD ₅₀ (mg/kg kehamassi kohta)
Ia Äärmiselt ohtlik	< 5	<50
Iib Väga ohtlik	5 - 50	50 - 200
II Mõõdukalt ohtlik	50 - 2000	200 - 2000
III Väheselt ohtlikkusega	Üle 2000	Üle 2000
U Tõenäoliselt ei põhjusta ägedat ohtu	5000 ja rohkem	5000 ja rohkem

Klassifikatsioon arvestab nii suukaudset kui ka naha kaudu avalduvat toksilisust (LD₅₀), kusjuures juhul, kui dermaalne LD₅₀ näitab suuremat ohtu kui suukaudne, paigutatakse aine alati rangemasse ohuklassi (The WHO ..., 2020).

2.3. Pestitsiidide toksikoloogiline mõju

Pestitsiidid satuvad inimese organismi peamiselt naha, hingamisteede ja seedesüsteemi kaudu. WHO ja UNEP-i andmetel toimub igal aastal maailmas ligikaudu kolm miljonit pestitsiidimürgistuse juhtu, millest umbes 200 000 lõpevad surmaga. (Tudi et al., 2022). Pestitsiidi toksilisust määravad peamiselt selle doos ja kokkupuute kestus. Ohtlikkus avaldub lühiajalise kokkupuute korral ja võib olla surmav isegi väikese koguse korral. (Pathak et al., 2022).

Pestitsiidide toksilise toime mehhanismid on mitmekesised. Fosfororgaanilised ühendid põhjustavad tugevat neurotoksisust, kuna nad blokeerivad pöördumatult ensüümi atsetüülkoliinesteraasi, mis häirib närviimpulsside ülekannet. Ditiokarbamaadid võivad tekitada neuronites oksüdatiivset stressi: lagunemisel eralduvad metallioonid soodustavad vabade radikaalide teket, mis kahjustab organismi lipiide, valke ja ensüüme. Paljud pestitsiidid avaldavad endokriinset toimet, häirides hormoonide sünteesi, transporti ja

metabolismi. Lisaks võivad need suurendada vabade radikaalide teket ja nõrgendada antioksidantseid kaitsesüsteeme. Kõrgendatud vabade radikaalide tase võib kahjustada DNA-d ning viia genotoksilisuse ja mutatsioonideni. (Lushchak et al., 2018).

Pestitsiidid, jõudes organismi, töödeldakse esmalt maksas, kus need muudetakse väljutamiseks vees lahustuvateks produktideks. Samal ajal võib maks kahjustuda teatud ainete toksiliste metaboliitide tõttu. Ka neerud osalevad detoksifikatsioonis ja võivad pestitsiidide mõjul kahjustuda. (Lushchak et al., 2018). Samuti viidi läbi uuring pestitsiidide mõju kohta põllumajanduspiirkondade elanike hingamissüsteemile. Osalejad täitsid küsimustikke sümptomite kohta ja läbisid hingamistestid enne ja pärast seda, kui põldudel oli tehtud pestitsiidide töötlemine. Tulemused näitasid, et pärast pestitsiidide kasutamist esines osalejatel sagedamini hingamisprobleeme ning nende kopsud töötasid halvemini. (Sak et al., 2018).

Pestitsiidid avaldavad ökosüsteemidele laialdast negatiivset mõju, kahjustades kõiki mittesihtorganismide grupe. Need vähendavad taimede ja loomade kasvu ning paljunemist, põhjustavad käitumuslikke muutusi ning häirivad ainevahetuslikke ja füsioloogilisi protsesse. Pidev pestitsiidide kasutamine võib põhjustada ökosüsteemide struktuuri ja funktsioonide häireid, vähendada elurikkust ning nõrgendada ökosüsteemide stabiilsust. Täiendavat riski kujutavad endast erinevate pestitsiidide aditiivsed ja sünergistlikud mõjud ning nende jääkide akumulatsioon keskkonnas. (Wan et al., 2025).

2.4. Pestitsiidijääkide piirnormid Euroopa Liidus

Regulatsioon (EL) nr 1107/2009 sätestab reeglid taimekaitsevahendite lubamiseks, turule toomiseks, kasutamiseks ja kontrolliks, et kaitsta inimeste tervist ja keskkonda ning ühtlustada reegleid EL-i sees. Regulatsioon määratleb, millised ained ja preparaadid kuuluvad taimekaitsevahendite alla, ning kehtestab toimeainete heakskiidu kriteeriumid, arvestades nende tõhusust, toksilisust, kantserogeensust, endokriinset mõju, püsivust ja bioakumuleerumist. (European Parliament ..., 2009).

Maksimaalne jääkide piirnorm (MRL) on pestitsiidijäägi kõrgeim kontsentratsioon (väljendatuna mg/kg), mis on seaduslikult lubatud toidus ja loomasöödas (Maximum Residue ..., n.d.). Euroopa Liidus on kehtestatud pestitsiidijääkide lubatud piirnormid kuivatatud

ravimtaimede ja ürditeede, sealhulgas aedsalvei jaoks, vastavalt määrusele (EU) nr 396/2005 ning Euroopa Komisjoni EU Pesticides Database andmetele. Konkreetne piirnorm sõltub toimeainest. Mõnede salveile rakendatavate pestitsiidide puhul on lubatud jääkide piirmäär 0,01-0,02 mg/kg, samas kui teiste toimeainete puhul on lubatud kõrgemad piirmäärad- kuni kümnete milligrammideni ühe kilogrammi kuivatatud tooraine kohta. Näiteks on tees pestitsiidi kloropüriifossi maksimaalne jääkide piirnorm (MRL) Euroopa Komisjoni andmetel 0,01 mg/kg. (European Commission, n.d.). Kloropüriifossi kasutamine Euroopa Liidus keelati Komisjoni rakendusmäärusega (EL) 2020/18, mis võeti vastu 10. jaanuaril 2020. Määrusega otsustati kloropüriifossi heakskiitu mitte pikendada, kuna Euroopa Toiduohutusamet (EFSA) leidis, et aine võib kahjustada inimese tervist, eriti laste neuroloogilist arengut. Määrus jõustus 16. jaanuaril 2020. (Euroopa Komisjon, 2020).

NTMDI (riiklik teoreetiline maksimaalne päevane tarbimine) näitab teoreetiliselt maksimaalset pestitsiidijääkide kogust, mida inimene võiks igapäevaselt tarbida, kui kõik toidud sisaldaksid pestitsiidi MRL-i tasemel. Tegelikuses on selline tarbimine väga ebatõenäoline, seega NTMDI annab oluliselt ülespoole kaldunud hinnangu tegelikule riskile. Kui arvutatud NTMDI jääb alla lubatud päevadoosi (ADI), näitab see, et tarbija terviserisk on äärmiselt madal ja täiendavat hindamist tavaliselt ei nõuta. (Dietary risk ..., n.d.).

Poolas viidi läbi uuring, kus kontrolliti salveid 90 toimeaine suhtes, sealhulgas kõikide Poolas selle taimede kaitseks registreeritud toimeainete osas. Leiti viis pestitsiidijääke: üks fungitsiid-boskaliid, ja neli insektitsiidi- kloropüriifoss, pp'-DDT, dimetooat (jääkide tase ületas maksimaalselt lubatud jääkide piirmäära, MRL) ning indoksakarb. Samal ajal jäi nende jääkide krooniline ja äge tarbimisest tulenev mõju tarbijale väga madalaks. (Szpyrka et al., 2019).

3. METOODIKA

3.1. Uurimuse meetoodika

Lõputöö on koostatud empiirilise uuringuna. Empiiriline uuring on teaduslik uurimisviis, mis põhineb vahetult kogutud andmetel ja nende analüüsil, kasutades meetodeid nagu vaatlus, eksperimendid või küsimused, eesmärgiga teha põhjendatud järeldusi uuritava nähtuse kohta (Lagerspetz, 2017).

Lõputöö teoreetilise tausta koostamiseks on tehtud tõenduspõhine erialase kirjanduse ülevaade. Lõputöö kirjandusallikate leidmiseks on kasutatud Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli raamatukogu, interneti otsingumootoreid Google ja Google Scholar ning teaduslikke andmebaase, sealhulgas PubMed ja ScienceDirect. Nende andmebaaside abil on võimalik leida erinevaid teadusajakirju, uuringuid ja eelretsensenseeritud artikleid. Otsimisel kasutati järgnevaid eesti- ja inglisekeelseid otsingusõnu: salvei (*sage*), pestitsiidid (*pesticides*), pestitsiidijäägid (*pesticide residues*), pestitsiidide piirnormid (*pesticide maximum levels*), taimekaitsevahendid (*plant protection products*), taimekaitsevahendite kasutamine (*use of plant protection products*), gaasikromatograafia (*gas chromatography*), massispektromeetria (*mass spectrometry*). Kirjandusallikate kriteeriumiks oli allikate tõenduspõhisus, ilmumisaasta ja vastavus töö teemale. Töös kasutatud materjalid ilmusid aastatel 2005-2025. Lõputöös on kasutatud lisaks uuematele teadusallikatele ka vanemaid kui kümne aasta vanuseid publikatsioone. Selle põhjuseks on asjaolu, et vanemad allikad pakuvad olulist taustainfot, mis on endiselt asjakohane, kuna informatsioon ei ole aja jooksul muutunud ning põhiteadmised on ajas stabiilsed. Lõputöö koostamisel ja vormistamisel jälgiti juhendit “Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli kirjalike tööde koostamise ja vormistamise juhend” (uuendatud versioon 2025).

Lõputöö koostamisel kasutati tehisintellektil põhinevaid tööriistu (ChatGPT; Perplexity) piiratud ulatuses. Tehisintellekti kasutati eelkõige teksti keeleliseks toimetamiseks, sealhulgas õigekirja ja grammatika parandamiseks, sõnastuse sujuvamaks muutmiseks ning sobivate sünonüümide leidmiseks. Tehisintellektil põhinevaid vahendeid ei kasutatud töö sisulise analüüsi läbiviimiseks, tulemuste tõlgendamiseks ega järelduste formuleerimiseks.

Pestitsiidijääkide kvantitatiivne analüüs viidi läbi Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli instrumentaalanalüüsi laboris. Pestitsiidijääkide kvantitatiivse sisalduse tuvastamiseks kasutati viite erinevat salvei droogi ja kahte erinevat salveiteed, mis on toodetud erinevate ettevõtete poolt. Materjalide valikul oli eesmärgiks tagada lai ülevaade turul olevate salveitoodete pestitsiidijääkide sisaldusest, hõlmates erinevaid tootjaid ja tooteliike. Esimeseks valikuks olid apteegis kättesaadavad tooted, kuna need on laialdaselt kasutusel. Droogid ja teed on ostetud apteekidest ja jaekaubandusest. Pestitsiidijääkide analüüsiks kasutati gaasikromatograafilist-massispektromeetrilist (GC-MS) meetodit. Kinnitava analüüside tegemiseks kasutati gaasikromatograafilist-tandem-massispektromeetrilist (GC-MS/MS) meetodit.

Gaasikromatograafia-massispektrometria (GC-MS) on väga võimas ja mitmekülgne analüütiline meetod, mida kasutatakse laialdaselt rakendusteadustes ja tehnoloogiates (Ranjan Maji et al., 2023). GC-MS koosneb kahest põhilisest osast: gaasikromatograafia ühendatud massispektromeetrist (Lakshmi HimaBindu et al., 2013). See meetod ühendab gaasikromatograafia lahutusvõime massispektrometria identifitseerimisvõimega, võimaldades proove analüüsida märksa tõhusamalt (Hassan et al., 2024).

Gaasikromatograafia protsess hõlmab mitut etappi, mis algavad proovi sisestamisega proovisisestisse (injektor), kus see aurustatakse klaasist sisendis. Lubatud süstimismahu ületamine halvendab kvantitatiivset analüüsi ja põhjustab injektori saastumist, kuna aurustumismaht suureneb oluliselt ning sõltub rõhust, temperatuurist ja lahusti omadusest. (Sugita et al., 2020). Pärast sisestamist jõuab proov kuumutatud injeksioonipordini, kus see täielikult gaasistub ja seguneb kandegaasiga, mis tagab selle ühtlase liikumise läbi kolonni. Eraldamise efektiivsus sõltub doseerimise täpsusest, komponentide lenduvusest ja nende vastastikusest mõjust statsionaarsele faasile. (Romanello, 2025). Kui PTV-injektorit (*Programmed Temperature Vaporizing* ehk programmeeritava temperatuuriga aurustamise injektor) kasutatakse lahusti väljatõmbe režiimis, eemaldab kandegaas suurema osa lahustit, samal ajal kui vähem lenduvad analüüdid jäävad klaasümbrise (*liner*) seintele. Nii saab süstida suuri mahtusid ilma, et vedelik satuks kolonni. Kuid kõrgem algtemperatuur võib põhjustada analüütide, eriti kergemate ühendite, kadu. (Wei et al., 2010). Kui proov aurustub ja liigub läbi kolonni, eralduvad selle komponendid erineva koostoime tõttu statsionaarse faasiga ning liiguvad seetõttu eri kiirustel. Need erinevused registreeritakse

kromatogrammina-graafilise kujutisena piikidest, millest iga piik vastab kindlale ainele. (What is ..., n.d.).

Süstitud proovi jõudmine detektorini (retentsiooniaeg) on igale komponendile iseloomulik väärtus. Retentsioonaja uurimine kindlatel analüüsitingimustel võimaldab kindlaks teha, mis ainega on tegu, ning see on kvalitatiivse analüüsi põhialuseks. Kvantitatiivse analüüsi jaoks võimaldab määrata aine kogust tundmatus proovis, kasutades tuntud kontsentratsiooniga standardlahust kalibreerimiskõvera koostamiseks. (Analysis Results ..., n.d.). Sisestandardite meetod võimaldab vähendada instrumentaalse signaali kõikumise, proovietötlusest tulenevate kadude mõju ning seeläbi parandada kvantitatiivse analüüsi kvaliteeti (Wu et al., 2020). Ambrus et al. (2023) rõhutavad, et pestitsiidijääkide kvantitatiivse analüüsi täpsus sõltub muu hulgas standardlahuste õigsusest, kuid ka korrektselt valmistatud standardlahused ei välista kõiki võimalikke veaallikaid. Siiski on täpsemaks tulemuste saamiseks, eriti jälgkoguste määramisel, otstarbekas kasutada sisestandardi meetodit, mis kompenseerib süstide mahu erinevusi ja proovi ettevalmistamise kaotusi (Capoun et al., 2020).

Avastamispiir (LOD) ja kvantifitseerimispiir (LOQ) määratakse signaali ja müra suhte (S/N) alusel. LOD-iks võeti madalaim analüüdi kontsentratsioon, mille juures piigi $S/N = 3$ ja LOQ-ks kontsentratsioon, mille juures $S/N = 10$, mis tagab võimaluse määrata aine kogust usaldusväärselt. (Hamadamin et al., 2020).

Meetodi kasutamisel võivad tekkida aja jooksul vead, mis on seotud kolonni ja instrumendi seisundi muutuste, ionallika ja optika saastumise ning detektori tundlikkuse vähenemisega (Han et al., 2017). Matriksefektid võivad ilmneda analüüsi igal etapil ning võivad põhjustada analüütide kontsentratsiooni nii üle- kui alahindamist (Tarakhovskaya et al., 2023).

Lõputöö meetodi valikul oli ülaltoodud teave võtmetähtsusega, kuna GC-MS võimaldab erinevatesse klassidesse kuuluvate pestitsiidide samaaegset identifitseerimist ja täpset kvantifitseerimist ühe analüütilise käigu jooksul (Meaker et al., 2007). Meetod ühendab gaasikromatograafia kõrge eraldusvõime ja massispektromeetri tundlikkuse ning tagab komponentide hea lahutuse isegi keerulistes proovides (Radowan, 2024). Peamised platvormid pestitsiidide tuvastamiseks on GC-MS ja LC-MS (vedelikkromatograafia-massispektromeetria). GC-MS kasutatakse lenduvate ja

poollenduvate pestitsiidide analüüsimiseks, samas kui LC-MS polaarse ja termolabiilsete ühendite puhul. (Radowan, 2024).

Analüüsi teostamiseks gaaskromatograafiliselt kasutati *Agilent Technologies 7890B* gaasikromatograafi koos mass-selektiivse detektoriga *Agilent Technologies 5977A*, kasutades kapillaarkoloni *HP-5MS* (30 m x 0,250 mm). Kandegaasina kasutati heeliumit. Ahju temperatuuri programm seadisti nii, et algtemperatuuriks oli 80°C ning seejärel tõusis temperatuur astmeliselt kuni maksimaalse väärtuseni 320°C. Piikide tuvastamiseks kasutati andmebaasi *NIST MS Search 2.2* ehk „*The National Institute of Standards and Technology Mass Spectral Search*”. Andmekogumise käigus saadud piike analüüsiti programmiga *Agilent MassHunter Qualitative Analysis 7.0*, mis võimaldab aineid tuvastada ja klassifitseerida. Seejärel andmeid võrreldi omavahel ning hinnati, kas pestitsiidijägid vastavad Euroopa Liidu kehtestatud piirnormidele. Kinnitavad analüüsid tehti Eesti Keskkonnauuringute Keskuses.

3.2. Kasutatud materjali moodustamise põhimõtted

Analüüsiks valiti salvei droogid ja teed, mida oli võimalik leida Tallinna apteekides ja ökopoodides. Kokku leiti 7 toodet (Joonis 2). Neist 5 olid saadaval apteekides- ŠVF salveilehed taimeteed, Livsane salvei tee, Kubja salvei lehed, Apotheke tee salvei lehed, MK Loodusravi salvei lehed ning 2 ökopoes- APM Grupp salvei fütotee ja Lekrasel salvei. Droogid osteti Apotheke apteegist, Benu apteegist, Euroapteek apteegist, Looduse Abi tervisepoest ning Vitateka tervisepoest.



Joonis 2. Analüüsitud salvei droogid ja teed.

Toote valikul olid peamisteks faktoriteks ainult salveilehtede olemasolu pakendis ja erinev tootja. Käesolevas töös on esindatud salvei droogid ja teed järgmistelt tootjatelt: PXG PHARMA Tamro Eesti OÜ, MK Loodusravi OÜ, Farmgrupp, OÜ Kubja Ürt, UAB „Švenčionių Vaistažolės“, Lekra-set. Seitsme analüüsitava tee seast olid vaid kahel (Apotheka tee salvei lehed ja MK Loodusravi salvei lehed) sama tootja- MK Loodusravi OÜ. Üldanalüüsis on esitatud nelja riigi tooted- Saksamaa (1), Eesti (3), Venemaa (2) ja Leedu (1).

Salvei lehtede droogide valimisel jälgiti pakendil olevat koostisosade nimekirja ning kontrolliti, kas pakendis sisalduv droog vastab salvei droogi kirjeldusele. Kvaliteetne salvei droog peab olema hallikasrohelist värvi, iseloomuliku tugeva aroomiga ning kuiv ja puhas, ilma kõrvaliste lisanditeta.

Tabel 3. Analüüsivad droogid.

Tootja	Partii	Parim enne	Kogus pakendis	Tootjariik
PXG PHARMA Tamro Eesti OÜ	L22052024	22.08.2026	1,8g N20	Saksamaa
MK Loodusravi OÜ	0725250910	31.07.2027	20g	Eesti
Farmgrupp	010724/07	01.07.2026	50g	Venemaa
MK Loodusravi OÜ	0725250910	07.2027	20g	Eesti
OÜ Kubja Ürt	240801	17.08.2026	20g	Eesti
UAB „Švenčionių Vaistažolės“	L2072402	31.01.2026	2g N24	Leedu
Lekra-set	TP TC021/2011	05.05.2027	50g	Venemaa

Kõik tabelis 3 esitatud salvei teed ja droogid olid ostetud 2025. aasta novembris vahetult enne analüüsi. Kaks eksemplari olid pakendatud teekottidesse, ülejäänud spetsiaalsesse plastpakendisse.

Tootja poolt tootepakendil esitatud informatsiooni järgi tuleb antud teesid ja drooge valmistada kuumas vees. Peamiselt kasutatakse neid hingamisteede vaevuste korral, samuti

seedetrakti normaalse talitluse toetamiseks ja higistamise reguleerimiseks. Enamiku analüüsitud preparaatide puhul on märgitud, et need on mõeldud kasutamiseks ainult täiskasvanutele. Märkustes on samuti kirjas, et neid ei soovitata kasutada rasedatel ega rinnaga toitvatel emadel.

Ostetud salvei droogid on hoitud kuivas kohas, päikese eest kaitstult, et säilitada nende kvaliteet, lõhn ja toimeained. Otsene päikesevalgus ja liigne niiskus võivad vähendada kvaliteeti, lagundades eeterlikke õlisid ja soodustades hallituse teket.

3.3. Proovide ettevalmistamine

Proovide ettevalmistamine viidi läbi vastavalt standardile EVS-EN 15662:2018 (Estonian Centre ..., 2018). Analüüsitavate teedega viidi läbi neli katseseeriat- 13.10.2025, 20.10.2025, 14.11.2025 ja 17.11.2025.

Kõik droogid homogeniseeriti ükshaaval uhmris, iga proov paigutati eraldi anumasse. Seejärel kaaluti 2,0 g iga proovi tsentrifuugituubi. Kaalumise viidi läbi analüütilise kaaluga Sartorius täpsusega 0,0001g. Proovide kvantifitseerimiseks kasutati deutereeritud sisestandardit- kloropüriifoss-d10 (Sigma-Aldrich, partii BCCG6701, kõlblik kuni 30.09.2026). Iga 2,0 g droogi proovile lisati enne ekstraktsiooni automaatpipetiga 1,0 ml sisestandardi lahust kontsentratsiooniga 100 µg/l.

Ekstraktsiooniks lisati proovile 20 ml atsetonitriili (ACN) ning Phenomenex QuEChERS (KSO-8909) ekstaheerimissoola segu, mis sisaldas MgSO₄ (4,0 g), NaCl (1,0 g) ning kahte erinevat naatriumtsitraadi vormi: kolmealuselist dihidraati (1,0 g) ja kahealuselist sekviidraati (0,5 g). Käesolevas analüüsis ei arvestatud lahjendustegurit, sest kvantifitseerimisel kasutati sisestandardit. Selle segamise tulemusena tekib tahke-vedelik ekstraktsioonisüsteem. Segu loksutati vastavalt tootja juhendile käsitsi täpselt ühe minuti jooksul.

Saadud ekstrakti tsentrifuugiti 5 minutit kiirusel 4000 p/min. Pärast tsentrifuugimist eraldati selge ekstraktikiht edasiseks analüüsiks. Automaatpipeti abil võeti 1,5 ml selget ekstrakti ning pipeteeriti puhastustuubi Phenomenex QuEChERS KSO-8923, mis eemaldab efektiivselt klorofüllid ja muud värvained proovist (Leung et al., 2014). Puhastustuubi loksutati tugevalt

täpselt 30 sekundit. Kontrolliti kõigi puhastustuubide kaalu ning vajadusel korrigeeriti seda, lisades ACN, et need saaks uuesti tsentrifugida. Tsentrifugiti 5 minutit kiirusel 4000 p/min. Pealmine vedelikukiht valati puhtasse keeduklaasi. Ekstrakt oli erkroheline.

Ekstrakti puhastamiseks valmistati ette puhastuskolonn (Joonis 3). Statsionaarse faasina lisati kolonni 3,0 g alumiiniumoksiidi, kasutades lehtrit ühtlaseks täitmiseks. Läbi puhastuskolonna elueeriti 5 ml heksaani. Kolonnist läbi voolanud eluenti koguti orgaaniliste jäätmete anumasse. Seejärel paigutati kolonna väljavoolu alla rotatsiooniaurusti kolbi.



Joonis 3. Ekstrakti puhastamine kolonnkromatograafia abil.

Saadud droogi ekstrakt kanti Pasteur'i pipetiga alumiiniumoksiidi kolonni ja lasti sellel läbi täidise imbuda, seejärel elueeriti 20 ml heksaani. Saadud puhastatud ekstrakti kontsentreeriti rotatsiooniaurustil umbes 1 ml-ni, see kanti Pasteur'i pipetiga 1,5 ml vialli ja suleti korgiga.

3.4. Usaldusväarsus ja eetika

Lõputöö usaldusväarsuse tagamiseks on kasutatud tõenduspõhiseid kirjandusallikad, mis on valdavalt ilmunud viimase kümne aasta jooksul. Lõputöös on lisaks uuematele

teadusallikatele kasutatud ka üle kümne aasta vanuseid publikatsiooni seoses sellega, et mitmed aedsalvei (*Salvia officinalis*) keemilist koostist, farmakoloogilisi omadusi, pestitsiidide analüüsi aluspõhimõtteid ning gaasikromatograafia-massispektromeetria meetodit käsitlevad uuringud ja teadustööd on kujunenud valdkonna fundamentaalseks alustöödeks. Need allikad on laialdaselt tunnustatud ning moodustavad tugeva aluse hilisemale teaduslikule arengule. Allikad pärinevad rahvusvahelistest ja erialastest andmebaasidest. Kõik kasutatud allikad on tekstis korrektselt viidatud Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli juhendi kohase APA7 stiili järgi ning toodud kasutatud kirjanduse loetelus. Uurimistöö metoodika on kirjeldatud piisava detailsusega, et võimaldada uuringu kordamist ja tulemuste kontrollitavust. Andmete kogumise, töötlemise ja analüüsi etapid on dokumenteeritud ning tulemused on esitatud objektiivselt, neid ei ole muudetud ega varjatud uurimistulemuste sobitamiseks eelnevate oletustega, hüpoteesiga.

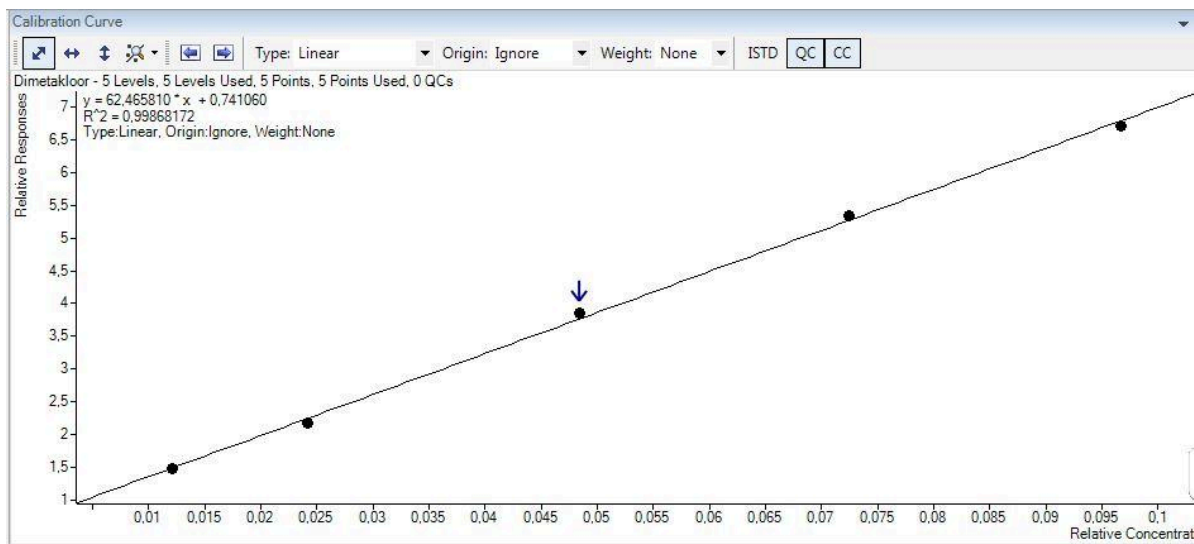
Lõputöö koostamisel on järgitud akadeemilise eetika põhimõtteid ja head teadustava. Töös ei ole kasutatud plagiaati. Kõik teiste autorite mõtted, ideed, tekstilõigud, tabelid on kas ümbersõnastatud ja refereeritud oma sõnadega või tsiteeritud, samuti kõik on varustatud korrektselt vormistatud viidetega.

Kõik katsed ja mõõtmised viidi läbi standardiseeritud metoodika alusel, järgides laboriohutuse nõudeid. Tulemuste kvaliteedi tagamiseks kasutati sisestandardit ning katsed tehti mitme paralleelproovina. Saadud tulemusi on lõputöös esitatud ausalt ja läbipaistvalt, autorid on hoidunud järelduste liigsetest üldistamisest.

4. TULEMUSED

4.1. Apteegiteede tulemused

Metoodika abil analüüsiti 14 gaasikromatograafia määratava enimkasutatud pestitsiidi (sh kvintoseen, dimetakloor, fenpropidiin, metüül-pinimifoss, fenpropimorf, kloropüriifoss, metasakloor, 2,4-D 2-EHE, kinoksüfeen, tebukonasool, epoksikonasool, bifentriin, permetriin, boskaliid). Dimetakloori kalibreerimisgraafik (Joonis 4) kirjeldab signaali ja kontsentratsiooni vahelist lineaarset seost ning võimaldab määrata aine sisaldust proovis. Apteegist ostetud salveiproovide analüüsitulemused on esitatud tabelis 4.



Joonis 4. Dimetakloori kalibreerimisgraafik.

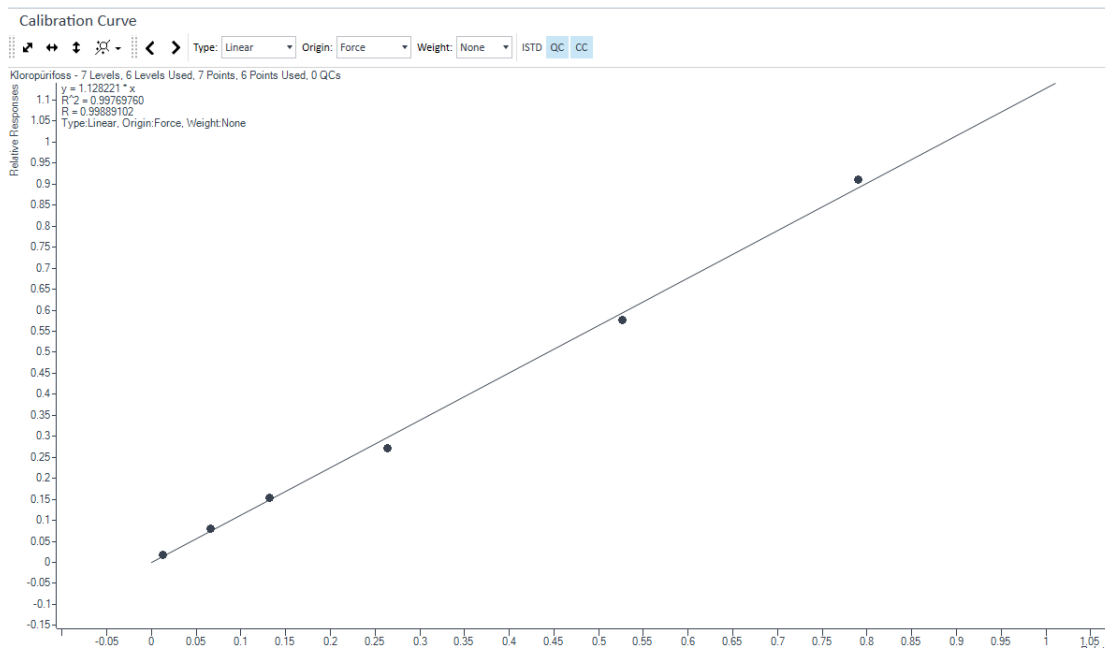
ŠVF salveilehed taimete teepakist võetud droogis tuvastati kloropüriifossi jääkide signaal. Kõik kolm samast proovist teostatud analüüsi kinnitasid selle tee puhul kloropüriifossi esinemist proovis. 13.10.2025 tehtud analüüsis oli tulemus 147,6 ng/kg, 20.10.2025 analüüsis 94,1 ng/kg ning 14.11.2025 analüüsis 93,0 ng/kg. Keskmise sisaldus oli 111 ng/kg ehk 0,11 µg/kg. Kõigis ülejäänud proovides ei ületanud pestitsiidijääkide sisaldus määramispiiri.

Tabel 4. Kvantitatiivse analüüsi tulemused (droogiproovid apteekidest).

Pestitsiid	Määramispiir (LOQ)	Proov
------------	--------------------	-------

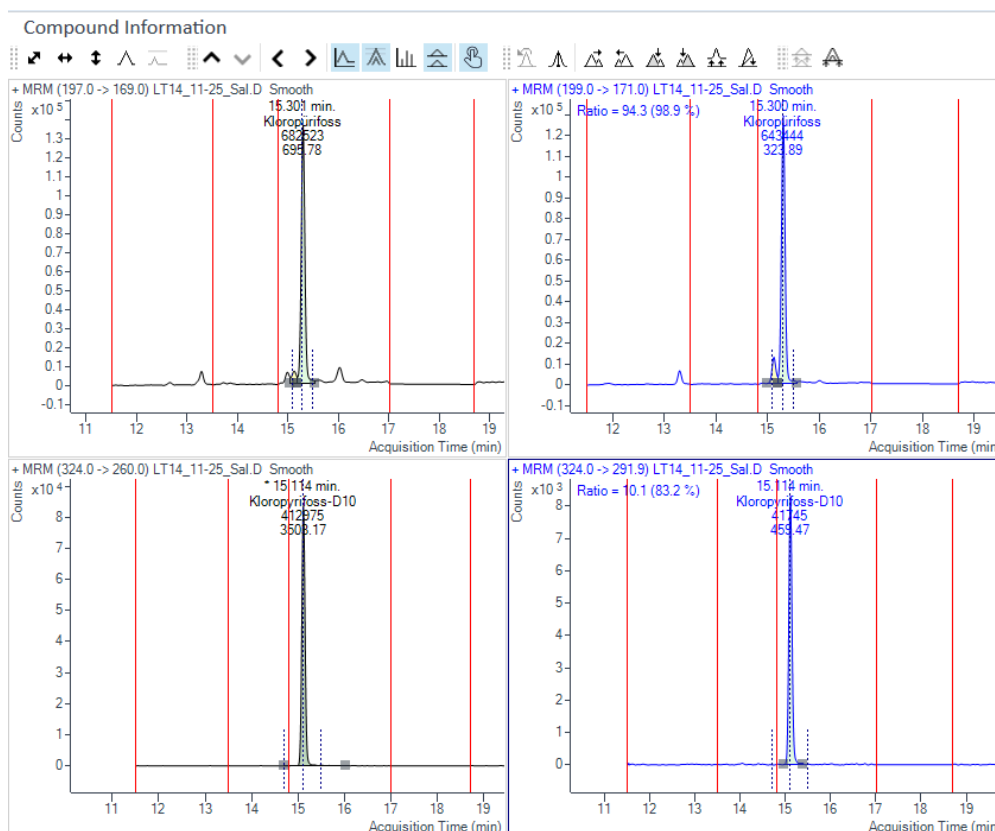
	(µg/kg)	Livsane Salvei (µg/kg)	UAB "Svencioniu Vastazoles" Salvei (µg/kg)	Kubja Salvei (µg/kg)	Apotheka Salvei (µg/kg)	MK Loodusravi Salvei (µg/kg)
Kvintoseen	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dimetakloor	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fenpropidiin	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Metüül-pinimifoss	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenpropimorf	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Kloropürifoss	0,01	<0,01	0,11	<0,01	<0,01	<0,01
Metasakloor	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
2,4-D 2-EHE	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Kinoksüfeen	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tebukonasool	0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Epoksikonasool	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Bifentriin	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Permetriin	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Boskaliid	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Kuna droogiproovis tuvastati kolmel korral kloropürifossi esinemist, otsustati UAB „Švencionių Vaistažolės“ taimeteed analüüsida tundlikuma meetodiga-gaasikromatograafia-tandem-massdetektoriga (GC-MS/MS). Analüüsis kasutati kolonni HP-5MS UI (20 m x 0.18 mm x 0.18 µm) ning kvantifitseerimiseks ja kinnitamiseks kahte massifragmenti. Kvantitatiivne määramine viidi läbi saagisestandardite meetodil (Joonis 5). GC-MS/MS analüüs teostati Eesti Keskkonnauuringute Keskuse keskkonnakeemia osakonna analüütilise keemia laboris.



Joonis 5. Kloropüriifossi kalibreerimisgraafik.

Analüüsi tulemusena kinnitati kloropüriifossi esinemine UAB „Švenčionių Vaistažolės“ salvei droogiproovis, mis oli valmistatud 14.11.2025 (Joonis 6). X-telg on retentsiooniaeg minutides ehk aeg, millal konkreetne ühend detektorini jõuab ning Y-telg näitab signaali intensiivsust.



Joonis 6. Kloropürifossi kromatogramm UAB „Švenčionių Vaistažolės“ salveitee proovis GC-MS/MS meetodil (X-telg on retentsiooniaeg (minutites), ja Y-telg on signaali intensiivsus).

Määratud sisaldus oli $0.077 \pm 0.039 \mu\text{g/kg}$, mis mõõtemääramatust arvestades vastab vahemikule 0.038-0.116 $\mu\text{g/kg}$ (Joonis 7). Võrdluseks saadi Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli laboris GC-MS meetodil tulemuseks $0.13 \pm 0.04 \mu\text{g/kg}$ (vahemik 0.09-0.17 $\mu\text{g/kg}$), mis kattub GC-MS/MS meetodil saadud tulemusega mõõtemääramatuse piires.

Batch Table													
Sample: LT14_11-25_Sal		Sample Type: <All>		Compound: Kloropürifoss		ISTD: Kloropürifoss-D10							
Sample							Kloropürif...		Kloropürifoss Results				
?	▼	Name	Data File	Type	Level	Acq. Date-Time	Dil.	Exp. Conc.	RT	Resp.	MI	Calc. Conc.	Final Conc.
!		Pmulti_L1	20260312_Pmulti_L1.D	Cal	1	3/12/2026 7:10 PM	1.00000	0.0013	1...	222...	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0015	0.0015
!		Pmulti_L2	20260312_Pmulti_L2.D	Cal	2	3/12/2026 8:13 PM	1.00000	0.0066	1...	721...	<input type="checkbox"/>	0.0071	0.0071
!		Pmulti_L3	20260312_Pmulti_L3.D	Cal	3	3/12/2026 9:16 PM	1.00000	0.0132	1...	133...	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0135	0.0135
!		Pmulti_L4	20260312_Pmulti_L4.D	Cal	4	3/12/2026 10:20 PM	1.00000	0.0264	1...	219...	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0241	0.0241
!		Pmulti_L5	20260312_Pmulti_L5.D	Cal	5	3/12/2026 11:23 PM	1.00000	0.0527	1...	344...	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0512	0.0512
!		Pmulti_L6	20260312_Pmulti_L6.D	Cal	6	3/13/2026 12:26 AM	1.00000	0.0790	1...	474...	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0807	0.0807
!		Pmulti_L7	20260312_Pmulti_L7.D	Cal	7	3/13/2026 1:30 AM	1.00000	0.1054	1...	477...	<input checked="" type="checkbox"/>	0.1380	0.1380
!		Pmulti_kal_kontr	20260312_Pmulti_kal_kontr.D	Sample		3/13/2026 2:33 AM	1.00000		1...	113...	<input type="checkbox"/>	0.0468	0.0468
!		Pestkontr	20260312_Pestkontr.D	Sample		3/13/2026 3:36 AM	1.00000		1...	734...	<input type="checkbox"/>	0.3492	0.3492
!		LT14_11-25_Sal	LT14_11-25_Sal.D	Sample		4/24/2026 8:23 AM	0.50000		1...	706...	<input checked="" type="checkbox"/>	0.1540	0.0770

Joonis 7. MC-MS/MS kloropürifossi tulemused UAB „Švenčionių Vaistažolės“ salveitee proovis.

UAB „Švenčionių Vaistažolės“ salveilehtedest valmistatud taimete soovitav annus on üks klaasitäis 2-3 korda päevas. Ühe portsjoni valmistamiseks võetakse üks teepakike (2 g), millele valatakse 150 ml kuuma, kuid mitte keeva vett. Seejärel lastakse teel tõmmata kaane all. Kloropürifossi sisaldus UAB „Švenčionių Vaistažolės“ salveilehtede tees on 0.11 $\mu\text{g/kg}$ ehk 0.11 μg 1000 g kohta. Ühes teepakkis on 2 g kuivatatud salveilehe, mis tähendab, et 2 g kohta on 0.00022 μg kloropürifossi ($0.11 \cdot 2 / 1000$). Inimene saab ühest UAB „Švenčionių Vaistažolės“ teepakist valmistatud teest umbes 0.00022 μg kloropürifossi. Oluline on märkida, et uuringus analüüsiti pestitsiidide sisaldust salvei droogis, mitte valmistatud teetõmmises.

4.2. Jaekaubanduse teede tulemused

Jaekaubandusest pärinevate droogide proovides analüüsiti samu pestitsiide nagu apteegiproovides, kasutades sama meetodikat. Analüüsitud tulemused on toodud tabelis 5.

Tabel 5. Kvalitatiivse uuringu tulemused (droogiproovid jaekaubandusest).

Pestitsiid	Määramispiir (LOQ) (µg/kg)	Proov	
		APM Grupp Salvei fütoote (µg/kg)	Lekraset Salvei (µg/kg)
Kvintoseen	0,01	<0,01	<0,01
Dimetakloor	0,02	<0,02	<0,02
Fenpropidiin	0,02	<0,02	<0,02
Metüül-pinimi foss	0,01	<0,01	<0,01
Fenpropimorf	0,02	<0,02	<0,02
Kloropüriifoss	0,01	<0,01	<0,01
Metasakloor	0,01	<0,01	<0,01
2,4-D 2-EHE	0,02	<0,02	<0,02
Kinoksüfeen	0,01	<0,01	<0,01
Tebukonasool	0,04	<0,04	<0,04
Epoksikonasool	0,03	<0,03	<0,03
Bifentriin	0,01	<0,01	<0,01
Permetriin	0,03	<0,03	<0,03
Boskaliid	0,02	<0,02	<0,02

Kõigi uuritud pestitsiidide sisaldused jäid mõlemas analüüsitud proovis alla meetodi määramispiiri (LOQ). Nelja paralleelse analüüsi käigus ei tuvastatud üheski proovis pestitsiidijääkidele viitavaid signaale. See tähendab, et uuritud proovides olid pestitsiidide sisaldused kas väga madalad või puudusid täielikult.

Analüütilise meetodi määramispiirid jäid sõltuvalt ühendist vahemikku 0,01-0,04 µg/kg, mis võimaldas hinnata proovide vastavust kehtivatele nõuetele suure tundlikkusega. Saadud tulemused viitavad sellele, et uuritud jaekaubanduse salvei droogide pestitsiidijääkide

sisaldused ehk nende puudumine ei kujuta tarbijale terviseriski. Siiski tuleb arvestada, et uuring hõlmas piiratud arvu proove, mistõttu ei ole võimalik teha üldistusi kõigi turul olevate toodete kohta.

5. ARUTELU

Poulios et al. (2020) rõhutavad, et aedsalvei (*Salvia officinalis*) farmakoloogiline potentsiaal tuleneb selle rikkalikust bioaktiivsete ühendite profiilist. Lopresti (2017) sõnul salvei liikides on tuvastatud üle 160 polüfenoolse ühendi sh fenoolsed ühendid (kofeiinhape, rosmariinhape, salvianoolhapped jt), flavonoidid (luteoliin, apigeniin, hispiduliin jt), eeterlikud õlid, terpenoidid (α - ja β -tujoon, kamper, 1,8-tsineool jt) ning samuti on need rikkad diterpeenide ja triterpeenide (karnosiinhape, ursolhappe jt) poolest. Gholbani et al. (2017) kinnitab, et taime on traditsiooniliselt kasutatud erinevate haiguste ja seisundite raviks ning toetuseks.

Wan et al. (2025) ja Lushchak et al. (2018) kirjeldavad oma töödes pestitsiidide kasutamise negatiivseid mõjusid keskkonnale ja inimese tervisele, käsitledes mutatsioone ja muid füsioloogilisi muutusi. 2017. aasta artikkel "About Pesticides: Types, Names and Formulations" rõhutab nende kemikaalide olulisust põllumajanduses, kuna need on vajalikud kahjurite tõrjeks. Seetõttu pestitsiidide kasutamine on ühtaegu kasulik ja probleemne eriti lubatud taset ületavates annustes. Pestitsiidide analüüs salvei droogides võib olla oluline samm võimalike tervise- ja keskkonnariskide vähendamisel ning elukvaliteedi parandamisel.

Varasemad Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli lõputööd (Golub, 2020; Kruus, 2017; Vulf, 2020) on näidanud, et kohalikes poodides ja apteekides müüdavates droogides jäävad pestitsiidijäägid enamasti lubatud piirnormide piiresse. Antud lõputöö tulemused on sellega kooskõlas, kuna enamikus analüüsitud aedsalvei proovides pestitsiidijääke ei tuvastatud või jäid alla määramispiiri. Samas tuvastati ühes proovis (UAB „Švenčionių Vaistažolės“ salveitee) kloropürifossi jääk, mis kinnitab, et pestitsiidide kasutamise jälgi võib esineda Eesti turul olevates toodetes. Kromatogrammil tuvastati kloropürifossile iseloomulik piik, mille retentsiooniaeg vastas standardlahuse omale. Tuvastatud kloropürifossi sisaldus jäi alla Euroopa Liidus kehtestatud maksimaalse jäägisalduse (MRL), kuid antud pestitsiid ei ole Euroopa Liidus taimekaitsevahendite toimeainena heaks kiidetud. Samuti Pathak et al. (2022) sõnul võib isegi väike kogus ainet olla kahjulik, eriti pikaajalisel kokkupuutel.

Kuigi Euroopa Liidu regulatsioonid loovad üldise ohutusraamistiku, näitavad saadud tulemused, et konkreetse toote kvaliteeti ja ohutust saab usaldusväärset hinnata vaid

laboratoorse analüüsi abil. Seetõttu on oluline jätkata regulaarset seiret, et tagada ravimteede, sealhulgas aedsalvei droogide, ohutus tarbijatele.

Meaker et al. (2007) ja Radowan (2024) rõhutavad, et GC-MS meetod võimaldab erinevatesse klassidesse kuuluvate pestitsiidide samaaegset identifitseerimist ja täpset kvantifitseerimist ning tagab komponentide hea lahutuse isegi keerulistes proovides. Kuid Han et al. (2017) sõnul võivad aja jooksul tekkida kolonni ja instrumendi seisundi muutustest ning saastumisest tingitud vead. Lisaks Tarakhovskaya et al. (2023) kinnitab, et võivad matriksefektid põhjustada analüütide kontsentratsiooni nii üle- kui alahindamist. Samuti ei saa uuringu piiratud proovide arvu tõttu teha üldistavaid järeldusi kõigi Eesti turul olevate salvei droogide kohta.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et kirjanduse põhjal tehtud võrdlus tõestab, et aedsalvei on mitmekülgsete farmakoloogiliste omadustega ravimtaim, mille bioaktiivsed ühendid annavad sellele põletikuvastase ning antimikroobse toime, mis kinnitab selle efektiivsust mitmete terviseprobleemide leevendamisel ja toetusravis. Kirjanduse analüüsimisel on tõestatud pestitsiidide potentsiaalne terviserisk. Isegi väikestes kogustes avaldavad pestitsiidid toksilist mõju. Lõputöö tulemuste põhjal võib järeldada, et analüüsitud aedsalvei droogides jäid pestitsiidide sisaldused valdavalt alla määramispiiri, kuid tuvastatud kloropüriifossi sisaldus jäi alla kehtiva maksimaalse jääkide piirnormi (MRL). Samas ei ole kloropüriifoss Euroopa Liidus taimekaitsevahendite toimeainena heaks kiidetud selle võimaliku kahjuliku mõju tõttu inimese tervisele.

Lõputöö on praktilise väärtusega farmatseutidele, kuna süvendab teadmisi aedsalvei farmakoloogilistest omadustest, kasutamisevõimalusest ning selle ohutusest. Töö võimaldab farmatseutil paremini nõustada patsiente aedsalvei kasutamisel, arvestades selle terapeutilisi toimeid ning ka võimalikke koostoimeid ravimitega. Samuti tõstab see esile pestitsiidide võimalikku esinemist salvei toodetes, mis on tähtis teave kvaliteedi kontrolli ja tarbija turvalisuse tagamiseks. Praktikas võivad need teadmised aidata tervishoiu- ja farmaatsiasektoril teha teadlikke otsuseid ravimtaimede ja nende ohutuse kohta.

JÄRELDUSED

Uurimistöö põhjal tehti järgmised järeldused.

- Aedsalvei sisaldab rohkelt bioaktiivseid ühendeid, nagu polüfenoolid, flavonoidid ja eeterlikud õlid, mis annavad taimele selle tervist toetavad omadused. Olulised komponendid, näiteks rosmariinhape, flavonoidid ja terpenoidid, omavad tugevat antioksüdantset, põletikuvastast ja neuroprotektiivset toimet. Salvei mõjub mitmete ravimite toimele kas sünergiliselt (nt antibiootikumid) või antagonistlikult (nt krambivastased ravimid).
- Pestitsiidid on olulised taimekaitsevahendid, mida kasutatakse kahjulike organismide tõrjeks ning põllumajandusliku saagikuse säilitamiseks ja suurendamiseks. Samas võivad nad põhjustada mürgistusi, närvisüsteemi häireid ja hormonaalseid muutusi, kusjuures nende toksilisus sõltub doosist ja kokkupuute kestusest. Pestitsiidid kahjustavad ka keskkonda, vähendades elurikkust ja häirides ökosüsteemide tasakaalu. Euroopa Liidus kehtestatud MRL-id määravad iga toimeaine lubatud maksimaalse jäägitaseme toidus.
- Ühes seitsmest salvei droogiproovist tuvastati GC-MS meetodi abil kloropüriifoss, mille sisalduse kinnitamiseks kasutati tundlikumat GC-MS/MS meetodit. Proovis leiti pestitsiidi kloropüriifossi jääk koguses 0,11 µg/kg.
- Droogiproovis tuvastati kloropüriifossi jääk koguses 0,11 µg/kg. Euroopa Liidu kehtiv maksimaalne jääkide piirnorm (MRL) kloropüriifossile tees on 0,01 mg/kg. Tuvastatud pestitsiidid ei ole taimekaitsevahendite toimeainena heaks kiidetud.
- Seitsmest analüüsitud salvei droogiproovist leiti pestitsiidijääk ainult ühes proovis, kusjuures tegemist on apteegis teena turustatava droogiga. Kuna valim oli väike ja hõlmas üksnes valitud tooteid, ei saa tulemusi üldistada kõigile Eestis müüdavatele aedsalvei droogidele ja taimeteedele.

Lõputöö eesmärk saavutati ning tehti kindlaks uuritud proovide põhjal Eestis müüdavate aedsalvei droogide pestitsiidijääkide sisaldus ja nende vastavus Euroopa Liidu kehtivatele piirnormidele. Püstitatud ülesanded on täidetud.

Hüpotees leidis kinnitust, kuna ühes analüüsitud aedsalvei droogiproovis tuvastati usaldusväärse analüüsimeetodi abil pestitsiidijääk.

KASUTATUD KIRJANDUS

About Pesticides: Types, Names and Formulations. (2017). British Columbia Ministry of Agriculture. PDF:

<https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/animal-and-crops/plant-health/about-pesticides.pdf> (05.12.2025)

Akhmedov, E., Kaysarov, V., Yuldasheva, M. (2020). Seed Germinability and Grass Biology of Medicinal Plant *Salvia* (*Salvia officinalis* L.). *Epra International Journal of Research and Development* 5 (9), 311 - 313. DOI: <https://doi.org/10.36713/epra5276>

Alsanosi S.M. (2024). Sage (*Salvia officinalis*), Known as "Maramia" in Arabic Culture: An Overview and Herbal Monograph. *Pharmacognosy Research*, 16(3), 467–469. DOI: 10.5530/pres.16.3.56

Aljuboori, I. W., Mahmood, M. S., Al-Rihaymee, S. A. (2024). Clinical Effectiveness of *Salvia officinalis* in Periodontitis: A Split-Mouth Randomized Controlled Trial. *Cureus*, 16(4), e58582. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.58582>

Ambrus, Á., Doan, V. V. N., Szenczi-Cseh, J., Szemánné-Dobrik, H., Vásárhelyi, A. (2023). Quality Control of Pesticide Residue Measurements and Evaluation of Their Results. *Molecules*, 28(3), 954. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28030954>

Analysis Results of GC. (n.d.). Shimadzu Excellence in Science. URL: <https://www.shimadzu.com/an/service-support/technical-support/analysis-basics/fundamentals/results.html> (05.12.2025)

Bathina, S., Das, U. N. (2015). Brain-derived neurotrophic factor and its clinical implications. *Archives of Medical Science*, 11(6), 1164–1178. DOI: <https://doi.org/10.5114/aoms.2015.56342>

Beheshti-Rouy, M., Azarsina, M., Rezaie-Soufi, L., Alikhani, M. Y., Roshanaie, G., Komaki, S. (2015). The Antibacterial Effect of Sage Extract (*Salvia officinalis*) Mouthwash Against *Streptococcus Mutans* in Dental Plaque: a Randomized Clinical Trial. *Iranian journal of microbiology*, 7(3), 173–177.

Capoun, T., Krykorkova, J. (2020). Internal Standards for Quantitative Analysis of Chemical Warfare Agents by the GC/MS Method: Nerve Agents. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2020, 857210. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/8857210>

Chandra, R., Sharpanabharathi, N., Kumar Prusty, B. A., Azeez, P. A., Kurakalva, R. M. (2021). Organochlorine Pesticide Residues in Plants and Their Possible Ecotoxicological and Agri Food Impacts. *Sci Rep*, 11(1), 17841. DOI: 10.1038/s41598-021-97286-4

Commission Implementing Regulation (EU) 2018/784 of 29 May 2018 Amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011 as Regards the Conditions of Approval of the Active Substance Clothianidin. (2018). *Official Journal of the European Union*, L 132/35, 30.05.2018. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018R0784>

Comprehensive Classification of Pesticides and Their Uses. (2023). FoodSafety Institute. URL: <https://foodsafety.institute/food-toxicology-public-health/classification-of-pesticides-and-uses/> (05.12.2025)

Euroopa Komisjon. (2020). KOMISJONI RAKENDUSMÄÄRUS (EL) 2020/18, 10. jaanuar 2020, milles käsitletakse toimeaine kloropürifossi heakskiidu pikendamata jätmist vastavalt Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrusele (EÜ) nr 1107/2009 taimekaitsevahendite turulelaskmise kohta ning millega muudetakse komisjoni rakendusmääruse (EL) nr 540/2011. *Euroopa Liidu Teataja*, L 7, 13.01.2020. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0018>

European Commission. EU Pesticides database - MRLs: Sage. URL: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/products/details/171> (05.12.2025)

EVS-EN 15662:2018. Foods of plant origin – Multimethod for the determination of pesticide residues using GC- and LC-based analysis following acetonitrile extraction/partitioning and clean-up by dispersive SPE: Modular QuEChERS-method. (2018). Estonian Centre for Standardisation and Accreditation. URL: <https://www.evs.ee/en/evs-en-15662-2018> (26.03.2026)

Garud, A., Pawar, S., Patil, M. S., Kale, S. R., Patil, S. (2024). A Scientific Review of Pesticides: Classification, Toxicity, Health Effects, Sustainability, and Environmental Impact. *Cureus*, 16(8), e67945. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.67945>

Ghorbani, A., Esmailizadeh, M. (2017). Pharmacological Properties of *Salvia officinalis* and its Components. *Journal of traditional and complementary medicine*, 7(4), 433–440. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014>

Golub, K. (2020). *Saialilledroogides- ja teedes sisalduvate pestitsiidide kvalitatiivne ja kvantitatiivne analüüs*. [Lõputöö, Tallinna Tervishoiu kõrgkool] Ester. URL: https://www.ester.ee/record=b5359678*est

Hamadamin, A. Y., Hassan, K. I. (2020). Gas Chromatography-mass Spectrometry Based Sensitive Analytical Approach to Detect and Quantify non-polar Pesticides Accumulated in the Fat Tissues of Domestic Animals. *Saudi journal of biological sciences*, 27(3), 887–893. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.12.029>

Hamidpour, M., Hamidpour, R., Hamidpour, S., Shahlari, M. (2014). Chemistry, Pharmacology, and Medicinal Property of Sage (*Salvia*) to Prevent and Cure Illnesses such as Obesity, Diabetes, Depression, Dementia, Lupus, Autism, Heart Disease, and Cancer. *Journal of traditional and complementary medicine*, 4(2), 82–88. DOI: <https://doi.org/10.4103/2225-4110.130373>

Han, T. L., Yang, Y., Zhang, H., Law, K. P. (2017). Analytical Challenges of Untargeted GC-MS-based Metabolomics and the Critical Issues in Selecting the Data Processing Strategy. *F1000Research*, 6, 967. DOI: <https://doi.org/10.12688/f1000research.11823.1>

Hassan, M. K., Jarallah, W. F. K., Thamer, Z. N., Hussein, L. M. (2024). Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Principle, Instrument, Detectors, and Combining Mass Spectrometers with Other Techniques. *Journal of Current Medical Research and Opinion*, 7(6), 2896–2908. DOI: <https://doi.org/10.52845/CMRO/2024/7-6-27>

Johnson, J., Cole, C. (n.d.). Texas Vegetable Growers Handbook: Chapter IX: Chemical Application and Safety. *Texas A&M AgriLife Extension*. URL:

<https://aggie-horticulture.tamu.edu/vegetable/guides/texas-vegetable-growers-handbook/chapter-ix-chemical-application-and-safety/> (23.03.2026)

Khan, A., Ur Rehman N., AlKharfy, K. M., Gilani, A.-H. (2011). Antidiarrheal and Antispasmodic Activities of *Salvia officinalis* are Mediated through Activation of K⁺ Channels. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 6(2), 111–116. DOI: 10.3329/bjp.v6i2.9156

Kompoura, V., Karapantzou, I., Mitropoulou, G., Parisis, N. A., Gkalpinos, V. K., Anagnostou, V. A., Tsailanis, A. D., Vasdekis, E. P., Koutsaliaris, I. K., Tsouka, A. N., Karapetsi, L., Madesis, P., Letsiou, S., Florou, D., Koukkou, A. I., Barbouti, A., Tselepis, A. D., Kourkoutas, Y., Tzakos, A. G. (2024). Exploiting the Beneficial Effects of *Salvia officinalis* L. Extracts in Human Health and Assessing their Activity as Potent Functional Regulators of Food Microbiota. *Food chemistry*, 441, 138175. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.138175>

Kraus, E., Bultemeier B. (2024). Pesticide Mode of Action Classification: Understanding Resistance Action Committees (RACs). *University of Florida IFAS Extension*, PI299. DOI: <https://doi.org/10.32473/edis-pi299-2024>

Kruus, S. (2017). *Piparmündi droogides ja -teedes sisalduvate pestitsiidide kvantitatiivne analüüs ning võrdlus*. [Lõputöö, Tallinna Tervishoiu kõrgkool] Ester. URL: https://www.ester.ee/record=b5253728*est

Lagerspetz, M. (2017). *Ühiskonna Uurimise Meetodid: Sissejuhatus ja Väljajuhatus*. [Tallinna Ülikooli Kirjastus] Ester. URL: https://www.ester.ee/record=b4681488*est

Lakshmi HimaBindu, M. R., Angala Parameswari, S., Gopinath, C. (2013). A Review on GC-MS and Method Development and Validation. *International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*, 4(3), 42–51. URL: https://www.researchgate.net/publication/289188657_A_review_on_GC-MS_and_method_development_and_validation

Leung, S., Pike, E., Misa, A. (2014). Sample preparation method development for complex matrices such as foods by QuEChERS and solid phase extraction (SPE) (Technical Note

TN-0066). *Phenomenex, Inc.* PDF: file:///C:/Users/ermil/Downloads/tn18231213-w.pdf (25.03.2026)

Lopresti, A.L. (2017). Salvia (Sage): A Review of its Potential Cognitive-Enhancing and Protective Effects. *Drugs RD 17*, 53–64. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40268-016-0157-5>

Lushchak, V. I., Matviishyn, T. M., Husak, V. V., Storey, J. M., Storey, K. B. (2018). Pesticide toxicity: a Mechanistic Approach. *EXCLI journal*, 17, 1101–1136. DOI: <https://doi.org/10.17179/excli2018-1710>

Lima, C. F., Andrade P. B., Seabra R. M., Fernandes-Ferreira M., Pereira-Wilson C. (2007). Drinking of Salvia officinalis Tea Increases CCl₄-induced Hepatotoxicity in Mice. *Food and Chemical Toxicology*, 45(3), 87–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2006.09.009>

Meaker, T., Goodman, W. (2007). The Application of GC–MS to the Analysis of Pesticides in Foodstuffs. *LCGC Asia Pacific* 10(1). URL: <https://www.chromatographyonline.com/view/application-gc-ms-analysis-pesticides-foodstuffs>

Medical Dictionary Online. URL: <https://www.online-medical-dictionary.org/> (05.12.2025)

Mohamed-Ali, S. F., Jasim, A. A., Mohsin, M. M. (2024). The Efficacy of Salvia officinalis Mouthwash Extract on Gingivitis and its Acceptance by Pediatric Patients: An in vivo Comparative Study. *Epitheorese Klinikes Farmakologias kai Farmakokinetikes*, 42(1), 93–100. DOI: <https://doi.org/10.61873/EIBC9338>

Mohammed, H. A., Eldeeb, H. M., Khan, R. A., Al-Omar, M. S., Mohammed, S. A. A., Sajid, M. S. M., Aly, M. S. A., Ahmad, A. M., Abdellatif, A. A. H., Eid, S. Y., & El-Readi, M. Z. (2021). Sage, Salvia officinalis L., constituents, hepatoprotective activity, and cytotoxicity evaluations of the essential oils obtained from fresh and differently timed dried herbs: A comparative analysis. *Molecules*, 26(19), 5757. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26195757>

Origin and History of Sage. (n.d.). Online Etymology Dictionary. URL: <https://www.etymonline.com/word/sage> (05.12.2025)

Pathak, V. M., Verma, V. K., Rawat, B. S., Kaur, B., Babu, N., Sharma, A., Dewali, S., Yadav, M., Kumari, R., Singh, S., Mohapatra, A., Pandey, V., Rana, N., Cunill, J. M. (2022). Current Status of Pesticide Effects on Environment, Human Health and it's Eco-friendly Management as Bioremediation: A Comprehensive Review. *Frontiers in Microbiology*, 13, 962619. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962619>

Pesticide Registration Toolkit: Dietary risk assessment. (n.d.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/registration-tools/assessment-methods/method-detail/en/c/1187112/> (25.03.2026)

Pesticide Registration Toolkit: Maximum residue limits (MRLs). (n.d.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/information-sources/maximum-residue-limits/en/> (25.03.2026)

Poulios, E., Giaginis, C., Vasios, G. K. (2020). Current State of the Art on the Antioxidant Activity of Sage (*Salvia* spp.) and Its Bioactive Components. *Planta Medica*, 86(4), 224–238. DOI: <https://doi.org/10.1055/a-1087-8276>

Posadzki, P., Watson, L., Ernst, E. (2013). Herb-drug Interactions: an Overview of Systematic Reviews. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75(3), 603–618. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04350.x>

Raal, A. (2016). *Farmakognoosia*. Tartu Ülikooli Kirjastus.

Raal, A. (2010). *Farmakognoosia*. Tartu Ülikooli Kirjastus.

Rad, S.K., Forouhari, S., Dehaghani, A.S., HomeiraVafaei, Sayadi, M., Asadi, M. (2016). The Effect of *Salvia Officinalis* Tablet on Hot Flashes, Night Sweating, and Estradiol Hormone in Postmenopausal Women. *International Journal of Medical Research and Health Sciences*, 5, 257-263.

Radowan, A.A.A. (2024). Analytical Techniques for Determining Pesticide Residues in Food: A Comprehensive Review. *International Journal of Materials Technology and Innovation*, 4(1), 42-74. DOI: <https://doi.org/10.21608/IJMTI.2024.298332.1105>

Ranjan Maji S., Roy C., Sinha S.K. (2023). Gas Chromatography–mass Spectrometry (GC-MS): a Comprehensive Review of Synergistic Combinations and their Applications in the Past Two Decades. *Journal of analytical sciences and applied biotechnology*, 5(2), 72–85. DOI: 10.48402/IMIST.PRSM/jasab-v5i2.40209

Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on Maximum Residue Levels of Pesticides in or on Food and Feed of Plant and Animal Origin and Amending Council Directive 91/414/EEC. (2005). *Official Journal of the European Union*, L70, 1–16. PDF: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/eur50711.pdf>

Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC. (2009). European Parliament & Council of the European Union. *Official Journal of the European Union*, L 309, 1–50.

Romanello, D. (2025). Understanding the Essential Components of Gas Chromatography. Phenomenex. URL: <https://www.phenomenex.com/knowledge-center/gc-knowledge-center/basic-principles-of-gas-chromatography-separation-and-analysis>

SAK, Z. H. A., Kurtuluş, Ş., OCAKLI, B., TÖREYİN, Z. N., BAYHAN, İ., YEŞİLNACAR, M., AKGÜN, M. ARBAK, P. (2018). Respiratory symptoms and pulmonary functions before and after pesticide application in cotton farming. *Ann Agric Environ Med.*, 25(4), 701–707. DOI: <https://doi.org/10.26444/aaem/99561>

Szpyrka, E., Słowik-Borowiec, M. (2019). Consumer Health Risk to Pesticide Residues in *Salvia officinalis* L. and its Infusions. *Journal of environmental science and health. Part. B, Pesticides, food contaminants, and agricultural wastes*, 54(1), 14–19. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601234.2018.1501144>

Shahtalebi, M. A., Ghanadian, M., Farzan, A., Shiri, N., Shokri, D., Fatemi, S. A. (2013). Deodorant Effects of a Sage Extract Stick: Antibacterial Activity and Sensory Evaluation of Axillary Deodorancy. *Journal of Research in Medical Sciences*, 18(10), 833–839.

Sugita, K., Sato, H. (2020). Sample Introduction Method in Gas Chromatography. *Analytical Sciences*, 37(1), 159–165. DOI: <https://doi.org/10.2116/analsci.20SAR19>

Tarakhovskaya, E., Marcillo, A., Davis, C., Milkovska-Stamenova, S., Hutschenreuther, A., Birkemeyer, C. (2023). Matrix Effects in GC-MS Profiling of Common Metabolites after Trimethylsilyl Derivatization. *Molecules* (Basel, Switzerland), 28(6), 2653. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28062653>

Technical Guide for Pesticide Residues Analysis on Tobacco and Tobacco Products (CORESTA Guide N° 5). (2018). Agrochemicals Analysis Sub-Group. Coresta. PDF: https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/Guide-No05-Pesticide-Residue-Analysis_Oct18.pdf (11.12.2025)

The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2019. (2020). World Health Organization. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240005662> (05.12.2025)

Tober, C., Schoop, R. (2019). Modulation of Neurological Pathways by *Salvia officinalis* and its Dependence on Manufacturing Process and Plant Parts Used. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1), 128. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2549-x>

Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., Phung, D. T. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *International journal of environmental research and public health*, 18(3), 1112. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>

Tudi, M., Li, H., Li, H., Wang, L., Lyu, J., Yang, L., Tong, S., Yu, Q. J., Ruan, H. D., Atabila, A., Phung, D. T., Sadler, R., Connell, D. (2022). Exposure Routes and Health Risks Associated with Pesticide Application. *Toxics*, 10(6), 335. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics10060335>

Vulf, L.-L. (2020). *Musta tee droogides ja -teedes sisalduvate pestitsiidide kvantitatiivne analüüs ja võrdlus*. [Lõputöö, Tallinna Tervishoiu kõrgkool] Ester. URL: https://www.ester.ee/record=b5359765*est

Wan, N.-F., Fu, L., Dainese, M., Kiær, L. P., Hu, Y.-Q., Xin, F., Goulson, D., Woodcock, B. A., Vanbergen, A. J., Spurgeon, D. J., Shen, S., Scherber, C. (2025). Pesticides Have Negative Effects on Non-target Organisms. *Nature Communications*, 16, 12345. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-025-56732-x>

Wei, H., Dassanayake, P. S., Li, A. (2010). Parametric Evaluation for Programmable Temperature Vaporization Large Volume Injection in Gas Chromatographic Determination of Polybrominated Diphenyl Ethers. *International journal of environmental analytical chemistry*, 90(7), 535–547. DOI: <https://doi.org/10.1080/03067310902871299>

What is gas chromatography (GC)? (n.d.). Tentamus. URL: <https://www.tentamus.com/what-is-gas-chromatography/> (05.12.2025)

Wu, C., Dong, F., Mei, X., Ning, J., She, D. (2020). Isotope-Labeled Internal Standards and Grouping Scheme for Determination of Neonicotinoid Insecticides and Their Metabolites in Fruits, Vegetables and Cereals – A Compensation of Matrix Effects. *Food Chemistry*, 11, 125871. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125871>

Zeidabadi, A., Yazdanpanahi, Z., Dabbaghmanesh, M. H., Sasani, M. R., Emamghoreishi, M., Akbarzadeh, M. (2020). The effect of *Salvia officinalis* Extract on Symptoms of Flushing, Night Sweat, Sleep Disorders, and Score of Forgetfulness in Postmenopausal Women. *Journal of family medicine and primary care*, 9(2), 1086–1092. DOI: https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_913_19