

Pestitsiidide jäägid ravimtaimeteedes

Kaie Eha

õppejõud-assistent

Tallinna Tervishoiu Kõrgkool

Laine Parts

lektor

Tallinna Tervishoiu Kõrgkool,

vanemkeemik

Eesti Keskkonnauringute Keskus

Apteek TÄNA 2020;3:97–104

Saabunud toimetusse
13.07.2020

Avaldamiseks vastu võetud
28.07.2020

Kirjavahetajaautor:
Eve Kaju
eve.kaju@gmail.com

Võtmesõnad: pestitsiid,
droog, ravimtaimed, gaasi-
kromatograafia

Sissejuhatus

Järjest enam võetakse arenenud riikides uuesti kasutusele taimseid preparaate terve turgutamiseks.^(1,2) Näiteks USA-s kasvas 1990–2000 taimsete preparaatide kasutus 380% ning võrreldes aastaid 1970 ja 2010, tõusis Saksamaal taimeravi kasutajate hulk 52% populatsioonist 70%-ni.^(1,3) Kui arengumaades on peamiseks ravimtaimede kasutamise motivaatoriks ravimpreparaatide puudus või liiga kõrge hind,⁽⁴⁾ siis arenenud riikides on peamiste teguriteks välja toodud lihtsalt huvi katsetada, arvamus, et tavaraviga kombineerides võiks saada häid tulemusi, tavaravi pole aidanud, arst soovitas taimeravi või olid farmatseutilised preparaadid liiga kallid. Samuti on levinud arvamus, et taimeravi on ohutum kui sünteetiliste ravimite kasutamine.⁽¹⁾ Kuigi tavainimeste teadmised ravimtaimede kohta on aastakümnetega vähenenud,⁽⁵⁾ on siiski mitmeid ravimtaimi, mida nii apteekidest kui ka toidupoodidest ostetakse ja ise kasvatatakse. 2015. aasta apteekide müügistatistika põhjal oli Eestis kõige populaarsemaks ravimtaimiks teekummel (ca 70 000 pakendit), sellele järgnesid piparmünt (ca 27 000 pakendit) ja islandi käokõrv (ca 25 000 pakendit).⁽⁶⁾

Suurenenud tarbijate hulga tõttu on vajalik tootlust suurendada, seega on vältimatuks muutunud pestitsiidide kasutamine saagikuse tõstmiseks.^(7–9) Kõige laiemalt kasutatavad pestitsiidid kuuluvad neonikotinoiidide klassi ning on süsteemse toimega insektitsiidid.⁽¹⁰⁾ Taimekaitsevahendite intensiivsel kasutamisel satuvad nii pestitsiidid kui ka nende laguproduktid taimedesse, mulda ning tervesse

ökosüsteemi.^(11,12) Uuringud on näidanud, et pestitsiidide ning nende laguproduktide esinemine mullas on pigem reegel kui erand, ulatudes kuni 3 mg-ni kilogrammi mulla kuivaine kohta.⁽⁷⁾ Sõltuvalt toimeaine grupist, võivad pestitsiidid püsida mullas pikka aega – näiteks neonikotinoiidid üle 1000 päeva.⁽¹⁰⁾ Mitmed pestitsiidid säilivad taimes ka pärast saagikoristust, kuivatamist ja töötlust ning kanduvad edasi inimese organismi.^(9,13) Kuna kõik pestitsiidid ei lahustu vees hästi, on nende kandumine tõmmisesse erineva efektiivsusega.^(9,14) Kui näiteks kloropüriifoss ja bifentriin jäävad peaaegu täielikult droogi sisse, siis näiteks tiametoksaam, imidaklopriid ja metomüül kanduvad suurel määral jooki.^(15,16) Mõnede uuringute kohaselt võivad ravimtaimede valmistatud teed sisaldada rohkem pestitsiidide jääke kui must või roheline tee.⁽¹⁷⁾ Näiteks Poolas läbi viidud uuringus selgus, et liivatee droogid sisaldasid pestitsiidide jääke, mis sageli ületasid piirnorme. Sarnastele tulemustele on jõutud ka varasemates uuringutes nii ravimtaimede kui ka taimset päritolu preparaatide uuringutes.⁽¹⁸⁾ Pestitsiididele on toiduohutuse tagamiseks määratud piirnormid (MRL), kuid uuringutes käsitletakse iga pestitsiidi eraldi.⁽¹⁹⁾ Mitmete pestitsiidide puhul on juba tuvastatud sünergilised efektid, mis tähendab, et kahjulik mõju saavutatakse väiksemate pestitsiidikoguste juures.⁽¹⁰⁾ Samuti pole tee ainuke pestitsiidide jääkide allikas⁽²⁰⁾ ning seetõttu tuleb püüelda puhtamate preparaatide poole.

Käesoleva uurimuse eesmärk on analüüsida Eesti jaoks jaubanduses müüdavates ravimtai-

meteedes sisalduvaid pestitsiidide ning hinnata nende ohutust ning tulemuste vastavust Euroopa Liidus (EL) kehtestatud nõuetele.

Metoodika

Uurimuse käigus analüüsiti jaekaubanduses müüdavate piparmündi (5 droogi apteegist, 7 toidupoest), teekummeli (5 droogi apteegist, 7 toidupoest), melissi (4 droogi apteegist, 2 toidupoest), saialille (4 droogi apteegist, 2 toidupoest) ja põietee (3 droogi apteegist, 3 ökopoest) droogide ja teede pestitsiidide sisaldust. Droogid valiti vastavalt populaarsusele apteekide müügistatistika alusel⁽⁶⁾ ning valimisse kaasati kõik uuringu ajahetkel müügil olnud lisanditeta droogid ja põieteenä turustatud teesegud.

Analüüsitavad pestitsiidid valiti vastavalt EL ja Eesti müügistatistika⁽²¹⁾ varasematele uuringutele ning aparatuuri võimekusele. Analüüsitud pestitsiidid ning nende parameetrid on esitatud tabelis 1.

Droogide analüüs

Proovide ettevalmistusel tuginevi standardmetoodikale 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“⁽²²⁾ Standardmetoodika rakendusalaiks on taimset päritolu toiduained. Analüüsitav droog jahvatati elektrilise veskiga ning võeti analüütilistel kaaludel OHAUS Adventurer Analytical AX224 olenevalt droogist ja eeldatavast sisaldusest kaalutis ca 1–2 g. Proovide kaalutistele lisati à 1 ml isotoopmärgistatud pestitsiidide sise-standardite (¹³C₆ heksaklorobenseen, ¹³C₁₂ isodriin, ¹³C₁₂ p,p'-DDE ja ¹³C₁₂ metoksükloor) ja saagise standardite (PCB-53 ja PCB-209) segu. Pestitsiidide ekstraheerimiseks droogist kasutati tööstuslikku ekstraheerimissoolade komplekti Phenomenex QuEChERS Kit KSO-8909: ekstraktisioonisoolade segu, mis sisaldas 4,0 g MgSO₄, 1,0 g NaCl, 1,0 g naatriumsitraadi kolmealuselise dihidraati, 0,5 g naatriumsitraadi kahealuselise sekviidraati. Ekstraheerimislahustina kasutati atsetonitriili. Ekstraheerimine viidi läbi vastavalt ekstraheerimiskomplekti standardjuhendile: proovidele lisati ekstraheerimissool, lahustati ja loksutati 1 min ning tsentrifuugiti 5 minutit 4000 rpm juures. Saadud supernatandist võeti 5 ml ja

puhastati see pigmentidest (nt klorofüll) ja muudest analüüsi segavatest, eeskätt polaarsetest ühenditest (nt polüfenoolid), kasutades tööstuslikku puhastussorbentide komplekti Phenomenex QuEChERS KSO-8923. Selleks viidi supernatant koos sorbentidega katsutisse ja loksutati käsitsi 30 sekundit. Puhastatud ekstrakti tsentrifuugiti tahkete sorbendiosa-keste eemaldamiseks 5 minutit ja 4000 rpm juures. Puhastatud ekstrakt analüüsiti gaasikromatograafiliselt-massispektromeetriselt. Proovid analüüsiti kahel eri meetodil. Esmane analüüs tehti massidetektoriga gaasikromatograafil (GC-MS) Agilent Technologies 5977A, kinnitavad analüüsid teostati tandem-massidetektoriga gaasikromatograafil (GC-MS/MS) Agilent Technologies 7890B/7000.

GC-MS kvalitatiivne analüüs teostati programmi *Agilent MassHunter Qualitative Analysis* B.07.00 (2014. aasta versioon) abil ja kvantitatiivne analüüs *Agilent MassHunter Quantitative Analysis* B.07.00 programmi (2008. aasta versioon) abil. Retentsiooniaegade kindlaksmääramisel ja kalibreerimisel kasutati kehtiva säilivusajaga kaubanduslikke referentsaineid puhtusega 98–99,8% (Fluka, Sigma-Aldrich, Dr Ehrenstorfer, Cambridge Isotope Laboratories). Kvantitatiivvoo ja kaks kvalitatiivvoo (vt tabel 1) valiti NIST andmebaasi alusel. GC-MS analüüs teostati Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli instrumentaalanalüüsi laboris.

GC-MS/MS analüüs teostati kasutades tarkvara Agilent Mass Hunter QQQ Acquisition versiooni B.10.0.368 alusel ja andmetöötlus tehti tarkvara Mass Hunter Quantitative Analysis versiooni 10.0 alusel. Lähteioonid, fragmenteerimise parameetrid ja ionide fragmentid (vt tabel 1) valiti andmebaasi Pesticides and Environmental Pollutants MRM Database G9250AA alusel. GC-MS/MS analüüsid teostati Eesti Keskkonnauuringute Keskuse analüütilise keemia labori seadet kasutades.

Mõlema meetodi puhul kasutati kalibreerimisgraafikute tegemiseks seitsme erineva kontsentratsiooniga kalibreerimislahuseid, kus madalaim sisaldus valiti määramispiiri lähedal ja suurim sisaldus valiti nii, et proovi eeldatav sisaldus jääks kalibreerimispiirkonda (vt joonis 1).

Laiendatud mõõtemääramatus oli mõlema metoodika puhul 50%. Määramispiir oli GC-MS meetodi puhul olenevalt analüüdist 0,01–0,3 mg/kg, GC-MS/MS meetodi puhul 0,001–0,03 mg/kg.

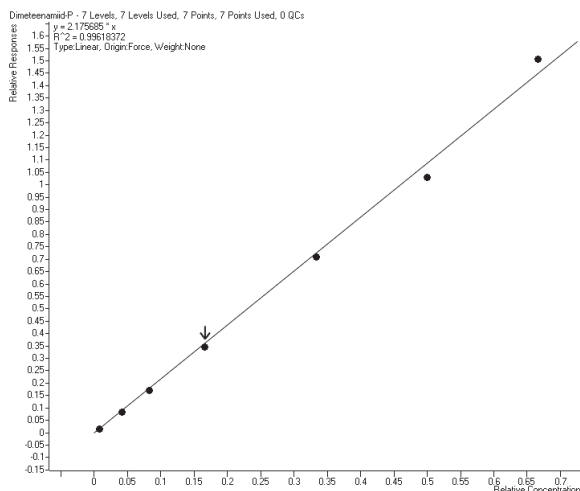
Tabel 1. Uuringus analüüsitud pestitsiidid, nende kvantitatiiv- ja kvalitatiivioonid ning referentsaine päritolu

Pestitsiid	Referentsainete päritolu	GC-MS analüüsi m/z		GC-MS/MS ioonide m/z ja fragmendid	
		Kvantitatiivioon	Kvalitatiivioon	Kvantitatiivioon ja selle fragment	Kvalitatiivioon ja selle fragment
Boskaliid	Sigma-Aldrich	140	112	140,0→112,0	140,0→76,0
o,p'-DDE	Dr Ehrenstorfer	-	-	246,0→176,2	248,0→176,2
p,p'-DDE	Dr Ehrenstorfer	-	-	246,1→176,2	315,8→246,0
Diflufenikaan	Fluka	-	-	393,9→265,9	266,0→246,1
Diklobeniil	Sigma-Aldrich	-	-	171,0→100,0	171,0→136,1
Diklofluaniid	Fluka	123	167	223,9→123,1	123,0→77,1
Dimeteenamiid	Sigma-Aldrich	-	-	230,1→154,0	232,1→154,0
Epoksikonasool	Sigma-Aldrich	192	138	192,0→138,1	192,0→111,0
Fenpropidiin	Dr Ehrenstorfer	98	145	98,0 →55,1	98,0→70,0
Fenpropimorf	Sigma-Aldrich	128	43	128,1→70,1	128,1→110,1
Fenvaleraat	Sigma-Aldrich	-	-	167,0→125,0	197,1→115,2
Heksaklorobenseen	Dr Ehrenstorfer	-	-	283,8→213,9	283,8→248,8
α-Heksaklorotsükloheksaan	Dr Ehrenstorfer	-	-	216,9→181,0	218,9→183,0
γ-Heksaklorotsükloheksaan	Dr Ehrenstorfer	-	-	216,9→181,0	181,0→145,0
δ-Heksaklorotsükloheksaan	Dr Ehrenstorfer	-	-	217,0→181,1	181,0→145,0
Kinoksüfeen	Sigma-Aldrich	237	272	237,0→208,0	271,9→237,1
Kloropüriifoss	Sigma-Aldrich	-	-	197,0→169,0	199,0→171,0
Klorotaloniil	Sigma -Aldrich	266	264	263,8→229,0	263,8→168
Klorotoluroon	Sigma -Aldrich	-	-	167,0→132,0	132,0→77,1
Metasakloor	Sigma-Aldrich	-	-	133,1→132,1	132,1→117,1
Metolakloor	Sigma-Aldrich	-	-	238,0→162,2	162,2→133,2
Pentaklorobenseen	Neochema	-	-	249,9→215,0	248,0→213,0
Pirimifoss-metüül	Sigma-Aldrich	-	-	290,0→125,0	290,0→151,0
Propikonasool	Dr Ehrenstorfer	173	259	173,0→145,0	259,0→69,0
Tebukonasool	Sigma-Aldrich	125	250	250,0→125,0	252,0→127,0
Tolüülfluaniid	Fluka	137	238	237,9→137,0	136,9→91,1
Trifluraliin	Sigma-Aldrich	-	-	305,9→264,0	264,0→160,1

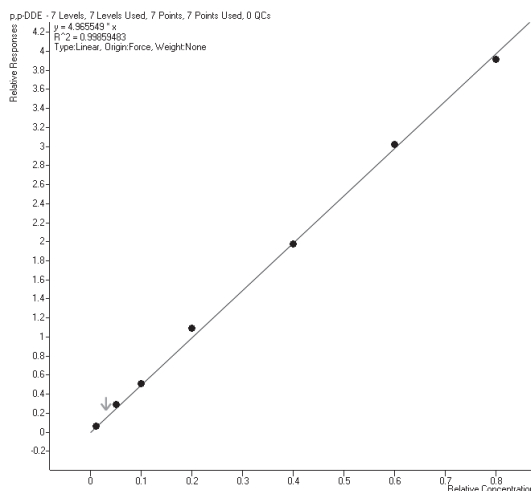
Kinnitavad katsed viidi GC-MS/MS meetodil läbi kõrgema selektiivsuse ja madalamate määramispiiride saamiseks ning positiivsete leidude kinnitamiseks.

Uurimistöö usaldusväärsuse tagamiseks on uuringusse kaasatud kõik uuringu alguses jaekaubanduses müügil olnud valikukriteeriu-

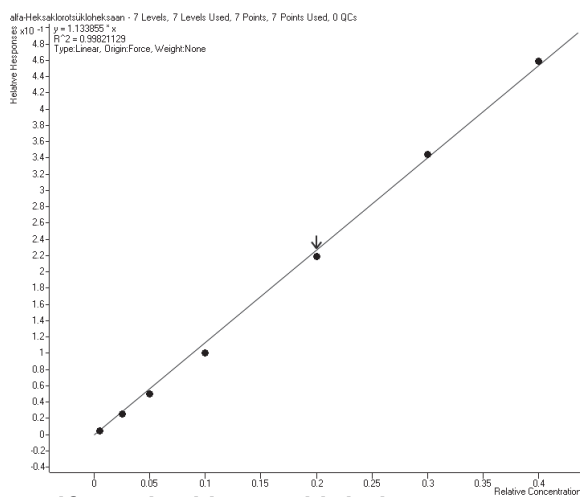
mitale vastanud droogid. Uuringu läbiviimisel on järgitud hea teadustava ja hea laboritava põhimõtteid. Kvaliteedi tagamiseks teostati nullproov ja saagisekatse rikastatud prooviga. Pestitsiidide saagised jäid vahemikku 60–120%.



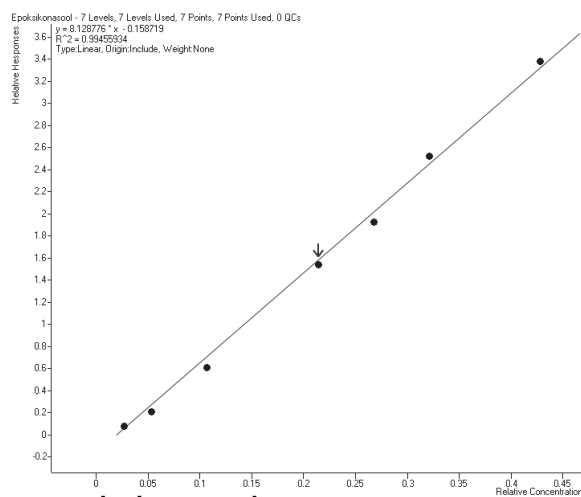
Dimeteenamiiid-P



p,p' DDE



alfa- Heksaklorotsükloheksaan



Epoksikonasool

Joonis 1. Näiteid kalibreerimisgraafikutest

Tulemused

Analüüsides selgus, et iga tootegrupi puhul tuvastati pestitsiidi jälgi (kogus üle avastamispiiri) või jääke (kogus üle määramispiiri). Kokku analüüsiti 41 proovi, millest 28-s sisaldus vähemalt üks pestitsiid (vt tabel 2). Valdav osa leidudest klassifitseerus jälgedeks, mitmed tuvastatud pestitsiidid on EL-is keelatud ning valdavalt esines droogides taimekaitsevahendite segu. Euroopa Liidus kehtestatud pestitsiidi sisalduse piirmäär (MRL) ületati 10-s proovis kas tolüülfluaniidi, tebukonasooli, diklofluaniidi, kinoksüfeeni, kloropüriifossi või primi-foss-metüüli sisalduse osas.

Kõige rohkem erinevaid pestitsiide tuvastati teadmata päritolu riigiga põietee droogis –

1 pestitsiidi jääk ja 13 pestitsiidi jäljed (vt joonis 2). Enim hälbisid kehtestatud piirnормist põietest leitud tebukobnasool ja saialille droogidest leitud kloropüriifoss, mille puhul ületati MRL 3 korda. Pestitsiidi jääke ei tuvastatud 3 piparmündi, 5 kummeli, 3 põietee ja 2 saialille droogis.

Arutelu

Pestitsiidide kasutamine on muutunud põllumajanduses möödapääsmatuks, kuid tarbijate ohutuse tagamiseks on vaja kontrollida toodangu vastavust regulatsioonidele ning piirmääradele. Mitmed uuringus analüüsitud tooted, milles sisaldus pestitsiidide jälgi, on tunnustatud ökomärgisega. Saastumise viis pole kindel, kuid arvestades mitmete pestitsiidide

Tabel 2. Teedest tuvastatud pestitsiidid, nende kogus, kvantifitseerimise piir ja lubatud piirväärtus

Proov	Pestitsiid	Tulemus mg/kg	LOQ mg/kg	MRL mg/kg	Vees lahustuvus mg/l	
Piparmünditeed (toidupoeid)	P1 (PL)	Diklofluaniid**	0,03	0,01	0,01	1,3
		Fenpropimorf*	<0,01	0,01	0,05	4,3
	P2 (PL)	Diklofluaniid**	<0,01	0,01	0,01	1,3
		Fenpropimorf	<0,01	0,01	0,05	4,3
		Tolüülfluaniid**	<0,01	0,01	0,1	0,9
	P3 (DE)	Fenpropidiin	<0,01	0,01	0,05	530
	P4 (DE)	Tolüülfluaniid**	0,29	0,01	0,1	0,9
P5 (?)	Tolüülfluaniid**	0,15	0,01	0,1	0,9	
Piparmünditeed (apteegid)	P6 (EE)	Tebukonasool	<0,01	0,01	0,05	32
	P7 (EE)	Tolüülfluaniid**	0,23	0,01	0,1	0,9
	P8 (EE)	Tolüülfluaniid**	<0,01	0,01	0,1	0,9
Kummeliteed (toidupoeid)	K1 (LKA)	Tebukonasool	<0,01	0,01	0,05	32
	K2 (RU)	Diklofluaniid**	<0,01	0,01	0,01	1,3
		Tebukonasool	<0,01	0,01	0,05	32
	K3 (DE)	Tebukonasool	<0,01	0,01	0,05	32
K4 (LV)	Boskaliid	<0,005	0,005	0,09	0,75	
Kummeliteed (apteegid)	K5 (EE)	Tebukonasool	<0,01	0,01	0,05	32
		Boskaliid	<0,005	0,005	0,09	0,75
	K6 (EE)	Kinoksüfeen***	0,098	0,01	0,05	0,047
		Klorotaloniil*	<0,01	0,01	0,01	100
K7 (EE)	Fenpropidiin	<0,01	0,01	0,05	530	
Põieteed (apteegid)	PT1 (EE)	Metolakloor**	0,006	0,005	0,05	530
	PT2 (EE)	Pirimifoss-metüül	0,057	0,01	0,05	5
		Pentaklorobenseen**	<0,001	0,001	0,01	0,68
		Heksaklorobenseen**	<0,001	0,001	0,01	0,0062
Põieteed (ökopoeid)	PT3 (?)	Tebukonasool	0,18	0,01	0,05	32
		Klorotoluroon	<0,01	0,01	0,05	74
		Diklobeniil**	<0,01	0,01	0,05	14,6
		Dimeteenamiid**	<0,01	0,01	0,05	1174
		Epoksikonasool	<0,01	0,01	0,05	8,4
		Fenpropimorf*	<0,01	0,01	0,05	4,3
		Fenvaleraat**	<0,05	0,05	0,1	0,001
		α-Heksaklorotsükloheksaan **	<0,005	0,005	0,01	69,5
		γ-Heksaklorotsükloheksaan **	<0,005	0,005	0,01	-
		δ-Heksaklorotsükloheksaan **	<0,005	0,005	0,01	7,3
		o,p'-DDE**	<0,005	0,005	0,01	0,14
		Pentaklorobenseen	<0,001	0,001	0,01	0,68
		p,p'-DDE**	<0,005	0,005	0,01	0,04
Protiokonasool-destio	<0,01	0,01	0,05	22,5		

FARMAATSIA TEADUSE RUBRIIK

Proov	Pestitsiid	Tulemus mg/kg	LOQ mg/kg	MRL mg/kg	Vees lahustuvus mg/l		
Meliss (toidupoed)	M1 (PL)	Trifluraliin**	<0,001	0,001	0,05	0,4	
		Dimeteenamiid**	<0,01	0,01	0,05	1174	
		Diflufenikaan	<0,005	0,005	0,05	0,05	
		Boskaliid	0,037	0,005	0,09	0,75	
	M2 (EE)	Trifluraliin**	0,002	0,001	0,05	0,4	
		Dimeteenamiid**	<0,01	0,01	0,05	1174	
		Diflufenikaan	<0,005	0,005	0,05	0,05	
		Boskaliid	0,055	0,005	0,09	0,75	
	M3 (FR)	Metasakloor	<0,005	0,005	0,02	450	
		Tolüülfluaniid**	<0,01	0,01	0,1	0,9	
	Meliss (apteegid)	M4 (EE)	Trifluraliin**	0,003	0,001	0,05	0,4
			Heksaklorobenseen**	<0,001	0,001	0,01	0,0062
Boskaliid			0,043	0,005	0,09	0,75	
M5 (EE)		Trifluraliin**	<0,001	0,001	0,05	0,4	
		Dimeteenamiid**	<0,01	0,01	0,05	1174	
		Diflufenikaan	<0,005	0,005	0,05	0,05	
		Boskaliid	0,041	0,005	0,09	0,75	
M6 (EE)		Trifluraliin**	<0,001	0,001	0,05	0,4	
		Heksaklorobenseen**	<0,001	0,001	0,01	0,0062	
		Diflufenikaan	<0,01	0,01	0,05	0,05	
		Boskaliid	0,051	0,005	0,09	0,747	
Saialill (toidupoed)		S1 (EE)	α-Heksaklorotsükloheksaan **	0,0012	0,001	0,01	69,5
Saialill (apteegid)		S2 (EE)	Kloropüriifoss****	0,099	0,005	0,05	1,05
			Kloropüriifoss****	0,151	0,005	0,05	1,05
		S3 (EE)	Pirimifoss-metüül	0,0104	0,01	0,05	5
			Kloropüriifoss****	0,05	0,005	0,05	1,05
	S4 (EE)	Pirimifoss-metüül	0,0146	0,01	0,05	5	

* EU riikides keelatud, mõnedes liikmesriikides piiratud kasutus

** EU kõigis liikmesriikides keelatud

*** EU riikides keelatud, mõnedes liikmesriikides piiratud kasutus, kasutusluba kuni 20. nov 2019

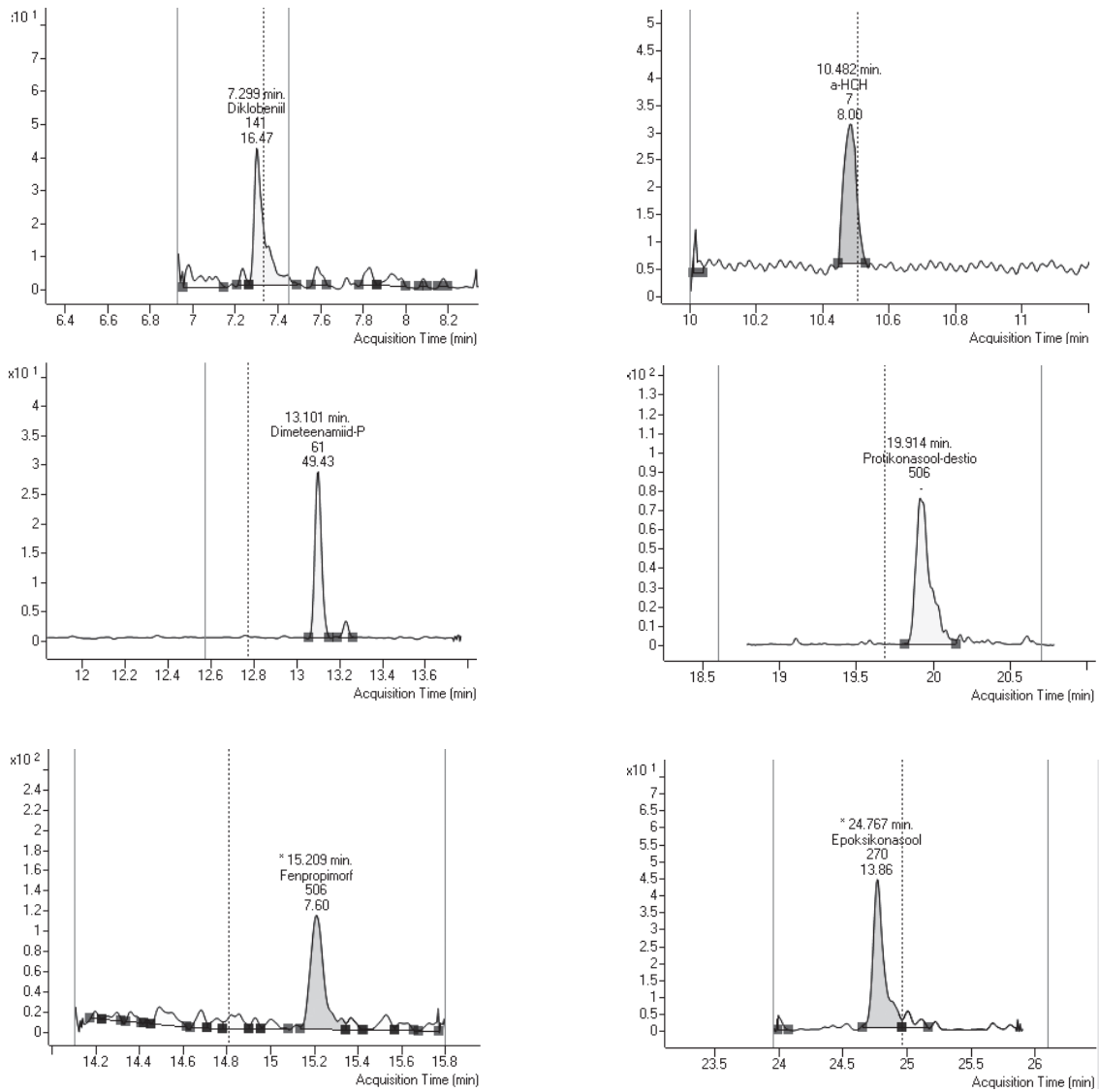
**** EU riikides keelatud, mõnedes liikmesriikides piiratud kasutus, kasutusluba kuni 16. apr 2020

pikaajalist püsivust keskkonnas ning erinevaid edasikandumise viise, on võimalik, et tegemist on kauglevi tõttu saastunud taimedega.

Analüüsisel selgus, et igale droogile on omane pestitsiidide profiil – ei avastatud ühtegi pestitsiidi, mida oleks sisaldunud igas tootegrupis. Varasematele uuringutele sarnaselt tuvastati proovides näiteks tebukonasooli, heksaklorobenseeni ja kloropüriifossi. Kloororgaaniline fungitsiid heksaklorobenseen ja fosfororgaaniline pestitsiid kloropüriifoss on mittepolaarsete ja vees praktiliselt mittelahustuvate ainetena stabiilsed ja vees praktiliselt

lahustumatud, mis võib tingida nende pikaajalise püsimise keskkonnas ning akumulereumise organismide kudedes.

Kuna analüüsitud droogides oli valdavalt tegemist pestitsiidide jälgedega, ei põhjusta droogide kasutamine tõenäoliselt ohtu, kui järgida soovituslikke koguseid ning tarbimise perioodi. Näiteks saialille droogist leitud kloropüriifoss jääb varasemate uuringute kohaselt droogi ning jooki ei kandu. Väga hea vees lahustuvusega dimeteenamiidi leiti ainult jäljena. Iga pestitsiidi puhul on lisaks MRL määratletud ADI (*acceptable daily intake*) ehk



Joonis 2. Näiteid PT3 proovist leitud pestitsiidide kromatogrammidest

talutav ööpäevane kogus, mida leitud pestitsiidide puhul ei ületatud arvestades ravimtaimete päevaseid soovitatud tarbimise koguseid. Näiteks tolüülfluaniidi ADI on 0,1 mg/kehamaassi kg päevas. Seega 70 kg kaaluv inimene saab piparmündi droogi P4 või P5 juues mitu suurusjärku väiksema annuse kui ööpäevase talutava koguse piir. Nt vastavalt tootja juhistele 2 g droogist valmistatud 1 liitris tees on droogi tolüülfluaniidi sisalduse 0,23 mg/kg juures maksimaalselt 0,46 µg. Ümber arvestatuna kehakaalu 70 kg kohta saab 1 liitri tee joomisel 0,066 µg/kg tolüülfluaniidi, mis on palju väiksem talutavast ööpäevasest kogusest

0,1 mg/kg. Selline kogus leidub tees eeldusel, et kogu droogis leiduv pestitsiidikogus kandub jooki ning inimene joob ööpäeva jooksul liitri teed.

Kuigi valdavalt tuvastati proovides pigem pestitsiidide jälgi kui jääke, on oluline välja selgitada saastumise põhjus. Tee pole tarbijate jaoks ainuke võimalik kokkupuutepunkt pestitsiididega, mistõttu on oluline järgida piirnorme ning tõsta teadlikkust toiduainete puhtuse kontrolli vajalikkuse osas. Droogidega, kus pestitsiidid ületasid lubatud piirnorme, tuleks korrata analüüse erinevate partiidega.

Järeldused

- Analüüsitud 41 droogist sisaldas 13 (31,7%) proovi ühte pestitsiidi ja 15 (36,6%) proovi vähemalt kahte pestitsiidi.
- Ka EL päritolu droogid sisaldasid EL keelustatud pestitsiidide jälgi või jääke.
- 10 proovi puhul ületas pestitsiidi jäägi sisaldus EL kehtestatud maksimaalse lubatud jäägi koguse.
- Järgides soovituslikke päevaseid annuseid ning ravikuuri pikkust on enamiku droogide kasutamine ohutu.

Uuringu piirangud

Uuringu käigus ei analüüsitud taimede droogidest valmistatavas joogis sisalduvate pestitsiidide kogust, kuid see on varasemate uuringute põhjal tõenäoliselt väiksem taimse

droogis olevast sisaldusest, kuna pestitsiidide kandumine droogist jooki sõltub konkreetse pestitsiidi vesilahustuvusest, joogi valmistamise kestusest, vee temperatuurist ning muudest teguritest.

Uuringu autoritel puudub huvide konflikt ning seos uuringus käsitletud droogide tootjatega.

Tänuõnad

Uuringu autorid tänavad analüüse läbi viinud üliõpilasi: Silver Kruus, Tuuli Reiman, Maria Semjonova, Hanna Maria Gabor, Kristina Golub.

Uuringu autorid tänavad Eesti Keskkonnuuringute Keskust võimaluse eest kasutada GS-MS/MS seadet.

Kirjanduse loetelu

1. Welz AN, Emberger-Klein A, Menrad K. What motivates new, established and long-term users of herbal medicine: Is there more than push and pull? *BMC Complement Altern Med*. 2019;19(1):1–9.
2. Ekor M. The growing use of herbal medicines: Issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Front Neurol*. 2014;4 JAN(January):1–10.
3. Mosihuzzaman M, Choudhary MI. Protocols on safety, efficacy, standardization, and documentation of herbal medicine (IUPAC technical report). *Pure Appl Chem*. 2008;80(10):2195–230.
4. Whomsley R, Brendler-Schwaab S, Griffin E, Jensen J, Moermond C, Scholz B, et al. Commentary on the draft revised guideline on the environmental risk assessment of medicinal products for human use. Vol. 31, *Environmental Sciences Europe*. 2019.
5. Rafeian-Kopaei M, Sewell RDE. The history and ups and downs of herbal medicines usage. *J HerbMed Pharmacol J homepage J HerbMed Pharmacol* [Internet]. 2014;3(1):1–3. <http://www.herbmedpharmacol.com>
6. Sepp J, Raal A. Ravimtaimede turustamisest Eestis aastal 2015. *Eesti Rohuteadlane*. 2017;1:9–11.
7. Silva V, Mol HGJ, Zomer P, Tienstra M, Ritsema CJ, Geissen V. Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded. *Sci Total Environ* [Internet]. 2019;653:1532–45. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.441>
8. Li Z, Jennings A. Worldwide regulations of standard values of pesticides for human health risk control: A review. *Int J Environ Res Public Health*. 2017 Jul; 14(7): 826.
9. Yang Y, Peng C, Thompson HJ, Wang Y. Assuring that your cup of tea is risk-free. *Curr Opin Food Sci* [Internet]. 2019;30:98–102. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.11.006>
10. Bonmatin JM, Giorio C, Girolami V, Goulson D, Kreuzweiser DP, Krupke C, et al. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. *Environ Sci Pollut Res*. 2015;22(1):35–67.
11. Vašíčková J, Hvězdová M, Kosubová P, Hofman J. Ecological risk assessment of pesticide residues in arable soils of the Czech Republic. *Chemosphere*. 2019;216:479–87.
12. Wang X, Zhou L, Luo F, Zhang X, Sun H, Yang M, et al. 9,10-Antraquinone deposit in tea plantation might be one of the reasons for contamination in tea. *Food Chem* [Internet]. 2018;244(November 2016):254–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.123>

13. Malinowska E, Jankowski K. Pesticide residues in some herbs growing in agricultural areas in Poland. *Environ Monit Assess*. 2015;187(12):1–7.
14. Kondo T, Watanabe A, Shitara H, Kaburagi Y, Shibata M, Kanda N, et al. Residual Pesticide Concentrations in Tea after Processing to Various Types of Tea and in Tea Infusions. 2013;1289(August):78–84. https://www.jstage.jst.go.jp/article/shokueishi/54/4/54_259/_pdf/-char/ja
15. Chen H, Pan M, Pan R, Zhang M, Liu X, Lu C. Transfer rates of 19 typical pesticides and the relationship with their physicochemical property. *J Agric Food Chem*. 2015;63(2):723–30.
16. Wang X, Zhou L, Zhang X, Luo F, Chen Z. Transfer of pesticide residue during tea brewing: Understanding the effects of pesticide's physico-chemical parameters on its transfer behavior. *Food Res Int* [Internet]. 2019;121(September 2018):776–84. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.060>
17. Jiang M, Zhang W, Zhang T, Liang G, Hu B, Han P, et al. Assessing transfer of pesticide residues from chrysanthemum flowers into tea solution and associated health risks. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. 2020;187(August 2019):109859. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109859>
18. Kowalska G. Pesticide Residues in Some Polish Herbs. 2020.
19. Medina-Pastor P, Triacchini G. The 2018 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA J*. 2020;18(4).
20. Cao P, Yang D, Zhu J, Liu Z, Jiang D, Xu H. Estimated assessment of cumulative dietary exposure to organophosphorus residues from tea infusion in China. *Environ Health Prev Med*. 2018;23(1):1–9.
21. Eesti Statistika. KK2081: Kasutatud taimekaitsevahendite kogus ning vähemalt korra toimeainega töödeldud pind põllumajanduslikes majapidamistes toimeaine ja kultuuri järgi [Internet]. 2020. <http://andmebaas.stat.ee/?lang=et>
22. Eesti Standardikeskus. 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 [Internet]. 2018. <https://www.evs.ee/en/evs-en-15662-2018>