



Saasteained Eesti toidus 2022

Põllumajandus- ja Toiduameti poolt 2022. aastal Saasteainete kontrollprogrammi raames võetud proovide tulemused



Aruande koostaja: **Põllumajandus- ja Toiduamet**

Teaduse 6a, Saku, Harjumaa 75501

Väike-Paala 3, Tallinn 11415

tel 605 1710

e-post pta@pta.agri.ee

<https://pta.agri.ee/>

Aruandes kajastatud andmete kasutamisel või tsiteerimisel tuleb viidata allikale.



Kasutatud lühendid

DON - deoksünivalenool

EFSA – Euroopa Toiduohutusamet

PAH – polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud

pH – vesinikioonide kontsentratsioon, iseloomustab happesust

PTA – Põllumajandus- ja Toiduamet

ZON – zearalenoon



Sisukord

Kasutatud lühendid	3
1. Lühikokkuvõte	6
2. Ülevaade	6
3. Saasteained ja kontrollprogrammi tulemused 2022. aastal	8
3.1 Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH)	8
3.1.1 PAH-ide olemus ja toksilisus	8
3.1.2 PAH-ide analüüsimetoodika ja tulemused	8
3.2 Raskemetallid	10
3.2.1 Raskemetallide toksilisus	10
3.2.2 Raskemetallide analüüsimetoodika	12
3.2.3 Arseni tulemused	12
3.2.4 Elavhõbeda tulemused	14
3.2.5 Plii tulemused	14
3.2.6 Kaadmiumi tulemused	15
4. Nitraadid	15
4.1 Nitraatide olemus	15
4.2 Nitraatide analüüsimetoodika ja tulemused	16
5. Akrüülamiid	17
5.1 Akrüülamiidi olemus	17
5.2 Akrüülamiidi analüüsimetoodika ja tulemused	17
6. Dioksiinid ja PCB-d	21
6.1 Dioksiinide ja PCB-de olemus ning toksilisus	21
6.2 Dioksiinide ja PCB-de analüüsimetoodika ja tulemused	22
7. Furaan	25
7.1 Furaani olemus	25
7.2 Furaani analüüsimetoodika ja tulemused	25
8. Mükotoksiinid	26
8.1 Aflatoksiinide olemus	26
8.2 Aflatoksiinide analüüsitulemused	26



8.3 Ohratoksiin A olemus	26
8.4 Ohratoksiin A analüüsitulemused	26
8.5 Deoksünivalenool, zearalenooni, HT-2 j a T-2 toksiini olemus.....	26
8.6 Deoksünivalenooli, zearalenooni, HT-2 ja T2-toksiini analüüsitulemused	27
Kokkuvõte	28
Järeldused	29
Kasutatud kirjandus	30



1. Lühikokkuvõte

Käesolev aruanne keskendub saasteainete kontrollprogrammi raames võetud proovide tulemustele. 2022. aastal teostati Põllumajandus- ja Toiduameti (PTA) poolt kokku **362 analüüsi** toidus raskemetallide, mükotoksiinide, dioksiinide ja PCB-de, nitraatide, akrüülamiidi ja polütsükliiliste aromaatsete süsivesinike määramiseks.

Nõuetele mittevastavaid proove oli kokku 25, st 6.1%. Nõuetele mittevastavusi leiti ainult tootmisprotsessi käigus tekkivate saasteainete, polütsükliiliste aromaatsete süsivesinike (PAH) ja akrüülamiidi, seast.

Proovid, millest tuvastati üle normi saasteainete jääke, ei kujuta automaatselt ohtu inimese tervisele, kuna normid on kehtestatud varuga. Toidust tulenevate ohtude riskide hajutamiseks on tarbijal soovituslik toituda tasakaalustatult ja mitmekesiselt vastavalt [Eesti toitumissoovitustele](#), kus on arvestatud ka toiduohutuse aspektiga (TAI, 2017). Pikaajaliselt saastunud toitu tarbides võib see inimese tervist siiski mõjutada ning seetõttu vajavad avastatud juhtumid tõsist tähelepanu.

2. Ülevaade

Toit võib lisaks kasulikele ja ohututele ainetele sisaldada ka inimesele kahjulikke aineid, mis ei ole toitu teadlikult ja tahtlikult lisatud (Pitsi & Salupuu, 2018). Saasteained võivad olla looduslikud või toidu valmistamise käigus tekkinud (ohutute ainete omavahelisel reageerimisel või nende lagunemisel tekkinud) (Püssa, 2020). Saasteained mõjutavad toidu kvaliteeti ja võivad avaldada inimese tervisele kahjulikku mõju.

Vastavalt sellele, millises etapis või kuidas toimub toidu saastumine, jaotatakse toidu saasteained kolme kategooriasse:

- keskkonna saasteained – satuvad toitu keskkonnast, kuna nad esinevad nt maapinnas, õhus, vees (nt raskemetallid, mükotoksiinid, dioksiinid);
- põllumajanduslikud saasteained – satuvad toitu põllumajandusliku tootmise käigus, sh taimede kasvatamisel (nt nitraadid);
- tööstuslikud saasteained – satuvad toitu mingis toidukäitlemise etapis (nt tootmine, töötlemine, pakendamine, säilitamine). Nt toidu kuumutamisel tekib, akrüülamiid; toidu suitsutamisel tekivad polütsükliilised aromaatsed süsivesinikud.

PTA koostab iga aastaselt saasteainete kontrollplaani kontrollimaks erinevate toidus sisalduvate saasteainete esinemist proovidest. Proovid võetakse erinevates käitlemisetappidest, hõlmates esmatoomist, mitteloomse ja loomse toidu käitlemist, toidu hulgemüüki ja jaekaubandust.

Turule viidav toit peab olema ohtu. Eesti uurib saasteainete jääke toidus teiste Euroopa riikidega võrdsetel alustel ja edastab kõik saasteainete analüüside tulemused [Euroopa Toiduohutusametile](#) (EFSA).



Toidus sisalduvate saasteainete kontrollimise kohustus tuleneb:

1. [Komisjoni määrusest \(EL\) 2023/915](#) , millega sätestatakse teatavate saasteainete piirnormid toiduainetes,
2. [Komisjoni soovitusel \(EL\) 2019/1888](#), akrüülamiidi toidus esinemise jälgimise kohta,
3. [Komisjoni rakendusmäärus \(EL\) 2019/1793](#) teatavatest kolmandatest riikidest liitu sisenevate teatavate kaupade ametliku kontrolli ajutiselt rangemaks muutmist ja nende suhtes erakorraliste meetmete kohaldamist.

Toidu nõuetekohasuse hindamiseks on mitmetele saasteainetele sätestatud [Komisjoni määruses \(EL\) 2023/915](#) ametlikud piirnormid, mis on üheks toiduainete nõuetele vastavuse hindamise aluseks. Siiski ei ole kõikidele saasteainetele ja kõikides toidugruppides kehtestatud piirnorme ja seetõttu jätkub EFSA, Euroopa Komisjoni ja liikmesriikide tasandil tihe töö erinevatele seni reguleerimata saasteainetele piirnormide seadmisel.

Proove võtsid õigusaktides kehtestatud korra järgi Põllumajandus- ja Toiduameti (PTA) järelevalveametnikud. Samuti võeti proove toidu impordi reguleerivate õigusaktide alusel piiripunktides. 2022. aastal teostati PTA poolt kokku **362 analüüsi** toidus raskemetallide, mükotoksiinide, dioksiinide ja PCB-de, nitraatide, akrüülamiidi ja polütsükliiliste aromaatsete süsivesinike määramiseks (*Tabel 1*).

Tabel 1. Saasteainete kontrollprogrammi raames teostatud analüüsid 2022. aastal

Analüüsitava ühend	Proovide arv
Raskemetallid	84
<i>sh Arseen</i>	68
<i>Elavhõbe</i>	52
<i>Plii</i>	68
<i>Kaadmium</i>	52
Nitraadid	25
Akrüülamiid	87
PAH	90
Dioksiinid ja PCB-d	39
Mükotoksiinid	37
<i>sh Aflatoksiinid</i>	7
<i>Ohratoksiin A</i>	7
<i>Deoksünivalenool</i>	23
<i>Zearalenoon</i>	23
<i>T-2 ja HT-2 toksiin</i>	23
Kokku	362



3. Saasteained ja kontrollprogrammi tulemused 2022. aastal

3.1 Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH)

3.1.1 PAH-ide olemus ja toksilisus

PAH-id on arvukas rühm (üle 80 ühendi) kahest või enamast kondenseeritud aromaatselt, benseeni tuuma sisaldavast ühendist, mida leidub nii õhus, vees, pinnases kui toidus (Püssa, 2020). PAH-de näol on tegemist kõige ulatuslikuma keemiliste ühendite grupiga, mille mõned esindajad omavad kantserogeenset toimet.

PAH-id moodustuvad orgaaniliste ainete, nagu puit, mittetäielikul põlemisel. PAH-ide allikaks keskkonnas on tööstuslikud protsessid, liiklus ja kütuste põletamine. Toidu kontekstis tuleneb PAH-idega saastatus peamiselt selle suitsutamisesest, grillimisest ja röstimisest aga ka atmosfäärisadestuse tõttu tööstuspiirkondades. PAH-ide sisaldust toidus on võimalik vähendada kui asendada näiteks suitsutuskambrites otsene suitsutamine kaudse suitsu tekitamisega. Vältida tuleks grillimisel toidu otsest kontakti lahtise leegiga ning toidu liigset küpsetamist (Püssa, 2020).



[Komisjoni määrusega \(EL\) nr 2023/915](#) on rahva tervise kaitsmiseks kehtestatud piirnormid kõige kantserogeensemale benso(α)püreenile ja nelja PAH ühendi summale [benso(α)püreeni, bens(α)antraseeni, benso(β)fluoranteeni ja krüseeni summa].

Täpsemalt saab lugeda PAH-de leidumisest toidus ja nende vähendamise võimalustest [Maaeluministeeriumi koduleheküljelt](#).

3.1.2 PAH-ide analüüsimetoodika ja tulemused

Üha rohkem on hakatud PAH sisalduse vähendamiseks kasutama ka suitsutusvedelikke ning mindud üle tööstuslikule suitsutusprotsessile, kus suits liigub toiduni läbi filtrite. PTA võttis analüüsi fookuseks traditsiooniliselt suitsutatud liha- ja kalatooted, mis olid otseses kokkupuutes suitsuga. Vähemal määral analüüsiti ka kakaotooteid, õlisid ning taimi sisaldavaid toidulisandeid. **Kokku analüüsiti 2022. aastal 90 proovi.** Benso(α)püreeni või nelja PAH summa **piirnormi ületus tuvastati 16 tootes**, st **17,8%** kõigist analüüsitud toodetest.

Probleemseks tootekategooriaks osutusid lihatooted, kus 40-st proovist tuvastati rikkumisi lausa 17 proovis, st 42.5% proovidest (Tabel 2). 15 juhul ületati nii benso(α)püreeni kui ka PAH-ide summa piirnorm, kahel juhul tuvastati rikkumine vaid PAH-ide summa ületamisel. Kuigi enamus rikkumisi ei olnud väga suured, ületas suurim Saasteainete kontrollprogrammi raames määratud rikkumine PAH-ide summa sisaldus ületas piirnormi lausa 41.4 korda (Joonis 1)!



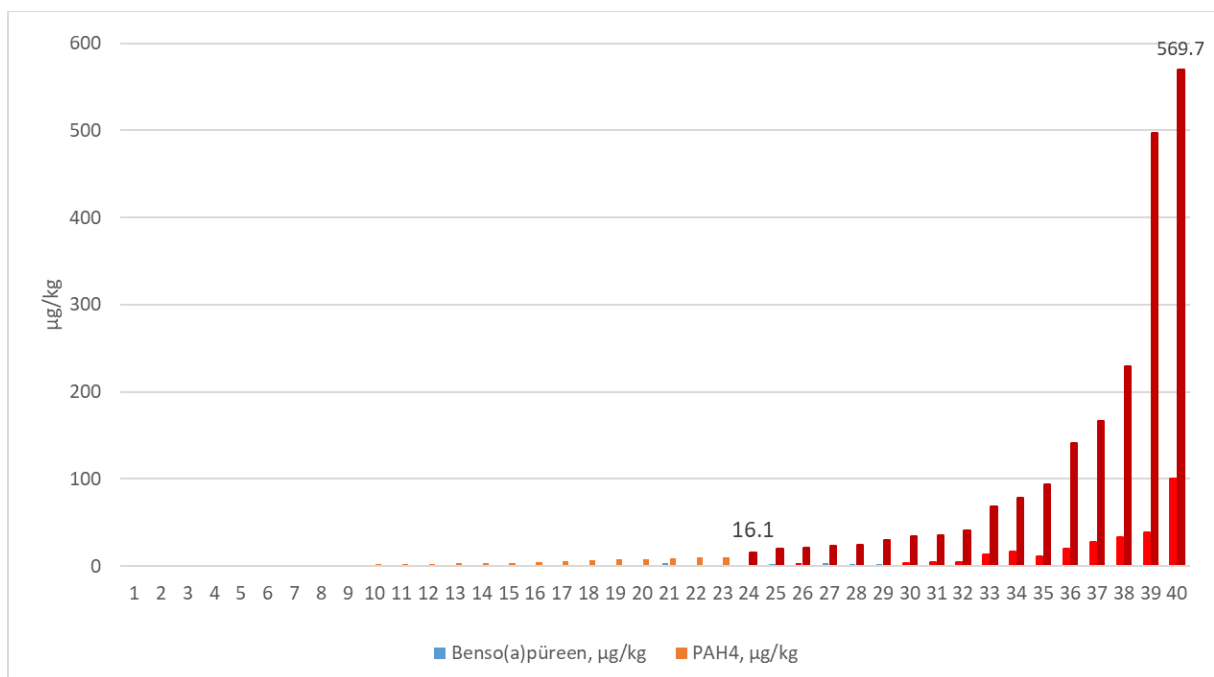
Probleeme tuvastati ka kalatoodete kategoorias, kus nõuetele mittevastavaid proove oli 32 proovi seast kaks, st 6.3% proovidest (Joonis 2). Mõlemal juhul oli tegu Lõuna-Eesti päritolu suitsulatikaga. Suurim rikkumine ületas PAH-ide summaarse piirnormi 4.8 kordselt (Joonis 3).

Analüüsitud kakaotoodete, õlide ja toidulisandite kategooriates rikkumisi ei tuvastatud.

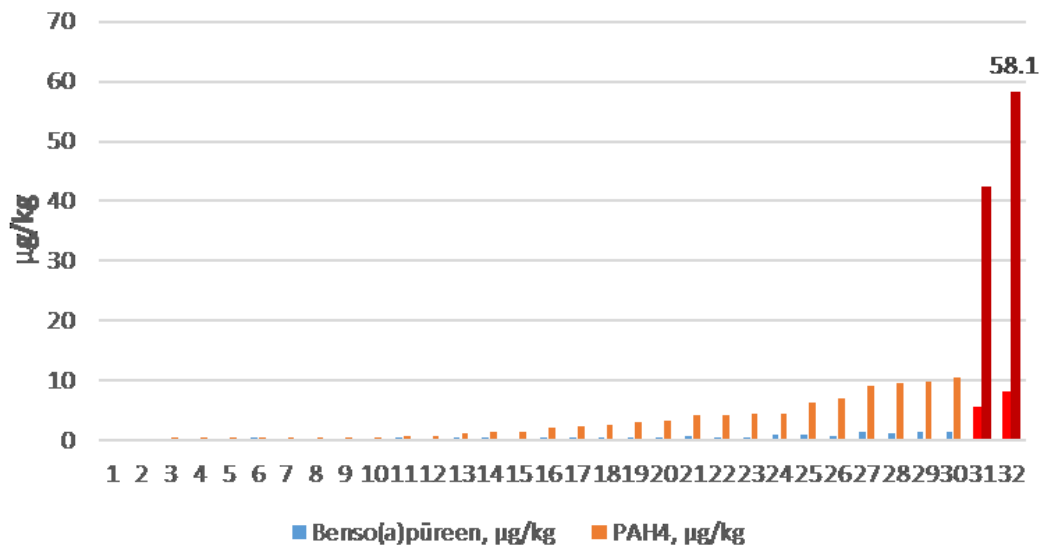
Tabel 2. PAH-ide sisaldused toiduainetes

Tootegrupp	Proovide arv	Nõuetele vastav, %	Nõuetele mittevastav, %	Benso(α)püreeni piirnorm (µg/kg)	PAH summa piirnorm (µg/kg)	Maks. benso(α)püreeni sisaldus (µg/kg)	Maks. PAH summa (µg/kg)
Kala ja kalatooted	32	93.7	6.3	2.0	12.0	7.9	58.1
Liha ja lihatooted	36	52.8	47.2	2.0	12.0	38.9	569.7
Kakao ja kakaotooted	5	100	0	5.0	30.0	1.0	9.2
Õlid, sh kookosõli	10	100	0	2.0	10/20*	1.8	13.8
Toidulisandid	5	100	0	10.0	50.0	<0.5	1.7

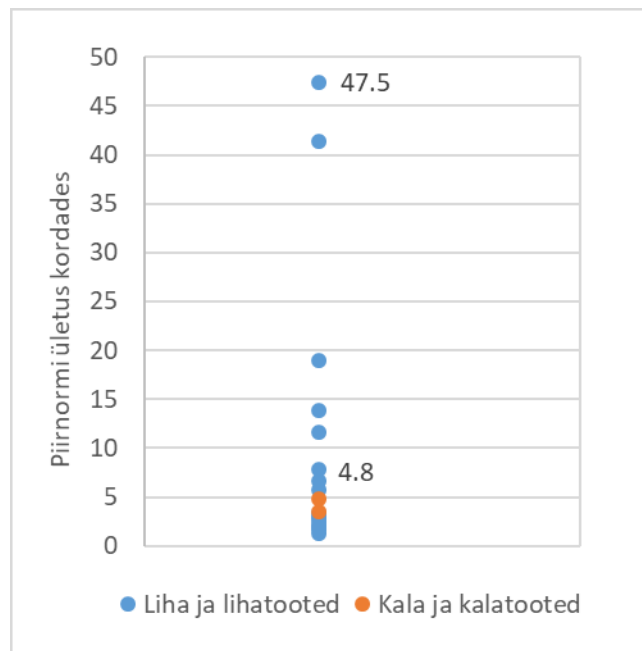
*20 µg/kg kookosõlile ja 10 µg/kg kõigile teistele õlidele



Joonis 1. Lihatoodete benso(a)püreeni ja PAH 4 sisaldused. Punasega on märgitud piirnormi ületanud proovid



Joonis 2. Kalatoodete benso(a)püreeni ja PAH4 sisaldused. Punasega on märgitud piirnormi ületanud proovid



Joonis 3. mittevastavate proovide piirnormide ületused kordades

3.2 Raskemetallid

3.2.1 Raskemetallide toksilisus

Arseen (As) on maakoos laialt levinud element. Arseen kui keemiline element ei ole iseenesest mürgine, kuid tema ühendid põhjustavad inimesele muuhulgas närvisüsteemi ja südamegevuse häireid, veresoonte ja seedeelundite kahjustusi ning naha-, kopsu-, põie-, maksa-, neeru- ja eesnäärmevähki. Arseen on üks levinud pestitsiidi komponente ning seda on tuvastatud peamiselt



riisist, kuhu see satub pestitsiididest saastunud veega. Peamiseks arseeniallikaks inimesele on toiduained nagu liha ja kala, vähesemal määral saadakse arseeni ka joogiveest ja õhust. Kuigi merest pärinevad toidud on sageli saastatud arseeniga, on viimane seal tavaliselt orgaanilises vormis (metüül-, dimetüül- või trimetüülarseenina), mis on tunduvalt vähem toksiline kui anorgaanilised arseeniühendid (Püssa, 2005). Seetõttu annab parema ülevaate toksilisusest just anorgaanilise arseeni tulemused ning sellele on kehtestatud ka [piirnormid](#). PTA analüüsis 2022. aastal nii üld- kui anorgaanilist arseeni.

Plii (Pb) esineb keskkonnas looduslikult, kuid satub sinna ka inimtegevuse tulemusena. Ligi pool inimtegevuse tagajärjel keskkonda sattunud pliiist tuleneb plii kasutamisest bensiinides. Kuigi Eestis on pliisisaldusega bensiini kasutamine alates 2000. aasta 1. jaanuarist lõpetatud, leidub pliid endiselt intensiivse liiklusega teede ääres mõnekümne meetri laiuses (Püssa, 2020). Suure lehepinnaga taimed nagu spinat ja kapsas, mis on kasvatatud selles piirkonnas, võivad sisaldada kõrgendatud plii koguseid. Enamus plii pärineb toidust, kuid seda saadakse ka veest ja õhust. Kuigi toidus võib plii sisaldus olla kõrgem kui õhus, on imendumine tõhusam just kopsude kaudu. Enamust pliiist väljutatakse sapi (madalamatel kontsentratsioonidel) ja uriini (kõrgematel kontsentratsioonidel) kaudu, kuid osa sellest ladestub luudesse ja juustesse. Madalatel toksilistel plii kontsentratsioonidel veres võivad tekkida valud alakõhus ja väsimus. Kõrgematel kontsentratsioonidel on täheldatud aneemiat ja kesknärvisüsteemi tõrkeid. Samuti võib plii põhjustada loote hilist närvisüsteemi arengut, aborti ja enneaegset sünnitust. (Püssa, 2005)

Kaadmium (Cd) satub keskkonda peamiselt inimtegevuse tagajärjel kaadmiumi sisaldavate materjalide (plastmassid, värvained, kumm, patareid) töötlemisel või põletamisel. Samuti on kaadmiumi saasteallikaks mineraalvähendid ja fungitsiidid. Erinevalt plii- ja elavhõbedaioonidest imendub kaadmium hästi mõningatesse juur- ja lehtkõõgiviljadesse, seentesse ja kakaosse (Püssa, 2005). Kaadmiumi omastamine taimede poolt kasvab mulla pH ja orgaanilise aine sisalduse alanedes (Vanderschueren et al, 2021). Kaadmium jaguneb taimede kudede vahel võrdselt, mistõttu ei aita välimise kihi eemaldamine selle sisaldust vähendada. Inimene saab kaadmiumi eelkõige toidu ja sigaretsuitsuga. Pikaajalisel kokkupuutel ladestub kaadmium maksa ja neerudesse. Toidu ja veega kaadmiumi omastamisel võivad tekkida iiveldus, oksendamine ja kõhulahtisus, mis võivad põhjustada šokiseisundit ja surma. Pikaajalisel kokkupuutel kaadmiumiga võib välja kujuneda neerukahjustus ja kaltsiumi ainevahetuse häirimise tõttu ka luude demineraliseerumine. (Püssa, 2005)

Elavhõbe (Hg) on looduslikult esinev metalliline element, mille hulk on keskkonnas viimasel ajal kasvanud seoses heitvete ning fossiilsete kütuste põletamisega. Veekogu põhja mikroorganismid muudavad suhteliselt vähemürgise anorgaanilise elavhõbedaoksiidi orgaaniliseks hästiimenduvaks metüülelavhõbedaks, mis toiduahelat pidi liigub röövkaladesse. Kõige rohkem saabki inimene elavhõbedat toiduga, eelkõige kaladega. Metüülelavhõbe on erakordselt tugev kesknärvisüsteemi mürk, kuid võib kahjustada ka neerusid ning põhjustada ärrituvust, depressiooni ja mäluhäireid.



Uuringute tulemused on näidanud, et Läänemere kaldes on elavhõbeda sisaldus kehtestatud piirnormist palju madalam ja nendega ei tohiks probleeme olla. Üldiselt sisaldavad vanemad ja suuremad sama liigi kalad rohkem elavhõbedat kui nooremad ja väiksemad, kuna vanemad kalad on jõudnud metüülelavhõbedat oma elu jooksul rohkem akumulierida (Püssa, 2020).

3.2.2 Raskemetallide analüüsimetoodika

Kaadmiumi, elavhõbeda, plii ja arseeni analüüsimiseks võeti **35 kala** proovi. Kalatoodete proovid võeti peamiselt Eesti päritolu kalast, üks proov oli ka Poola kalast ning ühe proovi päritolu oli teadmata. Valimisse jäi 17 kohalikku mage- ja riimveelist kalaliiki, millest enim proove võeti räimest ja lestast, vastavalt seitse ja neli. Kaadmiumi, elavhõbeda ja plii analüüsimiseks võeti ka üks proov **krevettidest** ning arseeni analüüsimiseks kolm proovi.

Toidulisandite proove võeti kaheksa, millest kuus olid kasekäsna ja kaks pöörise.

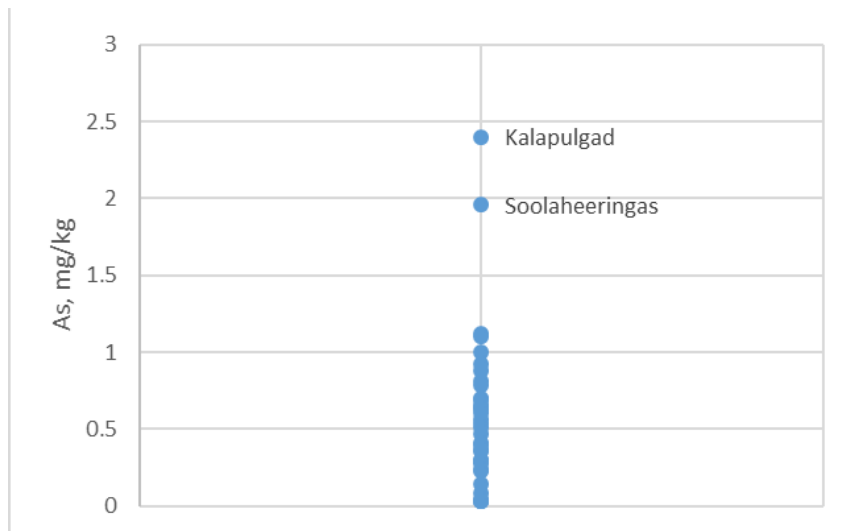
Metsaseente analüüsimiseks võeti üheksa proovi, millest seitse olid kukeseened, lisaks männi- ja kaseriisikad.

Lisaks analüüsiiti **10 riisi** ja **kuus riisitoodete** proovi anorgaanilise arseeni suhtes. Sealhulgas neli proovi olid aurutatud riisist, millele on kehtestatud kõrgem piirnorm.

Plii analüüsimiseks võeti täiendavalt **16 proovi ulukite** nagu metssea, pödra ja metskitse lihast.

3.2.3 Arseeni tulemused

Kalatoodetele arseenile piirnorm puudub. Keskmiseks üldarseeni sisalduseks tuvastati 0.35 ± 0.505 mg/kg (*Tabel 4*). Suurim üldarseeni kontsentratsioon tuvastati kalapulkadest, mis olid valmistatud mitme kalaliigi lihast. Üldarseenile kalatoodetes piirnorm puudub.



Joonis 4. Kalatoodete arseeni sisaldus



Riisi ja riisitoodete anorgaanilise arseeni sisaldused ulatusid vahemikku 0.05 - 0.12 mg/kg riisi ning 0.04 – 0.13 mg/kg riisitoodete puhul. Aurutatud riisis tuvastati mõnevõrra kõrgemat anorgaanilise arseeni sisaldust. Valimisse jäi ka üks mahetoode, mille anorgaanilise arseeni kontsentratsioon oli võrreldes mitte-mahe toodetega kõrgem (Joonis5). **Kõik proovid vastasid nõuetele.**

Kõigis toidulisandite proovides jäi arseeni sisaldus alla määramispiiri 0.01 mg/kg, millega **vastasid kõik proovid nõuetele.**



Joonis 5. Anorgaanilise arseeni sisaldus riisis

Tabel 3. Arseeni sisaldused tootegrupiti

Tootegrupp	Keskmiselt, mg/kg	Min sisaldus, mg/kg	Max sisaldus, mg/kg	Analüüsitud näitaja
Kala	0.35	0.08	1.96	Üldarseen
Koorikloomad	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Anorgaaniline arseen
	23.59	23.59	23.59	Üldarseen
Riis	0.09	0.05	0.12	Anorgaaniline arseen
Riisitooted	0.085	0.04	0.13	Anorgaaniline arseen
Toidulisandid	< 0.01	< 0.01	< 0.01	Anorgaaniline arseen

Kokkuvõttes võib öelda, et riisi ja riisitoodete arseeni sisaldusega probleeme ei ole. Kuigi kalale ja koorikloomadele ei ole piinormi kehtestatud, on nende tootegruppide arseeni sisaldused võrreldes riisi ja riisitoodetega kordades kõrgemad. Kuigi valim oli põhjanevate järelduste



tegemiseks liiga väike, tasuks just nende toidugruppide seirele edaspidi kõrgendatud tähelepanu pöörata.

3.2.4 Elavhõbeda tulemused

Kõik analüüsitud proovid vastasid nõuetele.

Elavhõbeda sisaldused **kalas** jäid vahemikku $< 0.007 - 0.147$ mg/kg (Joonis 6). Euroopa Liidus lubatud elavhõbeda piirnorm kalale on 0.5 mg/kg, erandina on haugile 1.0 mg/kg.



Joonis 6. Elavhõbeda sisaldused kalatoodetes

Analüüsitud **kreveti** proovis tuvastati elavhõbeda sisalduseks alla 0.1 mg/kg, mis jääb alla piirnormi 0.5 mg/kg, seega **vastas proov nõuetele**.

Toidulisandites tuvastati elavhõbeda sisaldused vahemikus $< 0.004 - 0.015$ mg/kg, mis jäid alla piirnormi 0.1 mg/kg. **Proovid vastasid nõuetele**.

Kõigi analüüsitud kalatoodete elavhõbeda sisaldus jäi vähemalt kolm korda alla lubatud piirmäära. Selle põhjal võib öelda, et Eesti kalatoodete elavhõbeda sisaldus muret ei põhjusta. Teiste tootegruppide kohta on põhjanevate järelduste tegemiseks vaja koguda rohkem andmeid.

3.2.5 Plii tulemused

94% analüüsitud **kala** proovides jäi plii sisaldus alla määramispiiri, st < 0.01 mg/kg, kahes proovis tuvastati kontsentratsioon 0.02 mg/kg, mis jääb siiski oluliselt alla piirnormi 0.3 mg/kg.

Kreveti proovis tuvastati elavhõbeda sisaldus alla 0.01 mg/kg.

Plii sisaldused **ulukilihas** jäid vahemikku < 0.01 kuni 0.1 mg/kg. Euroopa liidus piirnorm plii sisaldusele ulukilihas puudub.

Plii sisaldus **metsaseentes** ulatus vahemikku 0.016 - 0.09 mg/kg, olles keskmiselt 0.023 ± 0.0085 mg/kg. Sellega oli metsaseente plii sisaldus oluliselt alla piirnormi 0.8 mg/kg.



Toidulisandites tuvastati plii sisaldust <0.01 - 0.38 mg/kg mis jääb alla piirnormi 3.0 mg/kg.

Võib väita, et plii kontsentratsioon Eesti kalades on madal. Teistes tootegruppides oleks usaldusväärse tagamiseks vaja koguda rohkem andmeid. [Kõik analüüsitud proovid vastasid nõuetele.](#)

3.2.6 Kaadmiumi tulemused

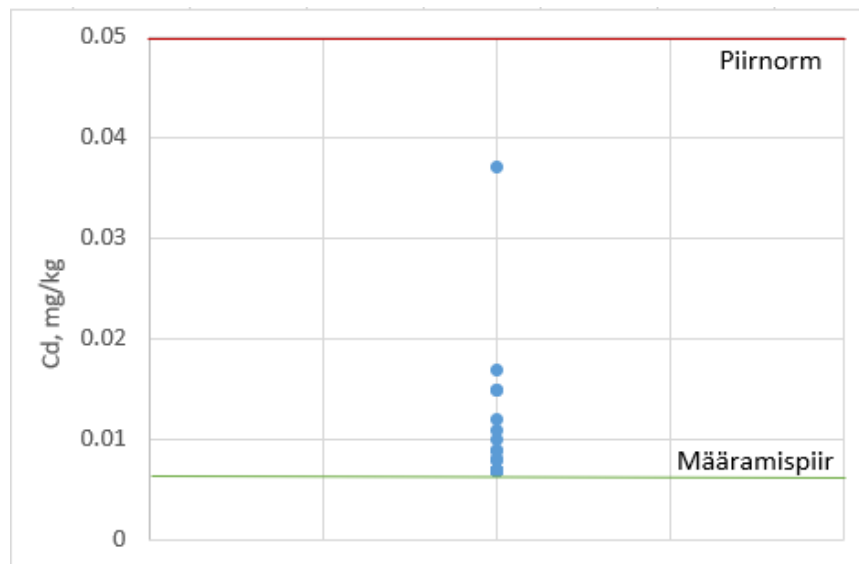
66% **kala** proovides jäid kaadmiumi sisaldused alla määramispiiri 0.007 mg/kg. Teistest tunduvalt suurem kaadmiumi sisaldus 0.037 mg/kg tuvastati soolaheeringa proovist (*Joonis 7*), kuid ka see jäi tunduvalt alla piirnormi 0.05 mg/kg. Samast soolaheeringa proovist tuvastati ka kõrgem arseeni sisaldus.

Kreveti proovis mõõdeti kaadmiumi sisalduseks 0.012 ± 0.002 mg/kg.

Metsaseentes jäid kaadmiumi sisaldused üldjuhul vahemikku 0.01 - 0.028 mg/kg, keskmine sisaldus oli 0.029 ± 0.008 mg/kg. Kõrgema tulemusega eristus männikriisikate proov 0.097 mg/kg sisaldusega.

63% toidulisandite proovides jäi kaadmiumi sisaldus alla määramispiiri 0.007 mg/kg. Kõrgeimaks tuvastatud kaadmiumi sisalduseks mõõdeti 0.231 mg/kg ühes kasekäsna proovis.

[Kõik analüüsitud tooted vastasid kaadmiumi osas nõuetele.](#)



Joonis 7. Kaadmiumi sisaldused kalatoodetes

4. Nitraadid

4.1 Nitraatide olemus

Nitraadid on looduslikud ained mis kuuluvad taimede lämmastiktsükklisse. Taime nitraadisaldus sõltub mitmetest keskkonna- ja põllumajanduslikest faktoritest. Eriti rikkalikud on nitraatide



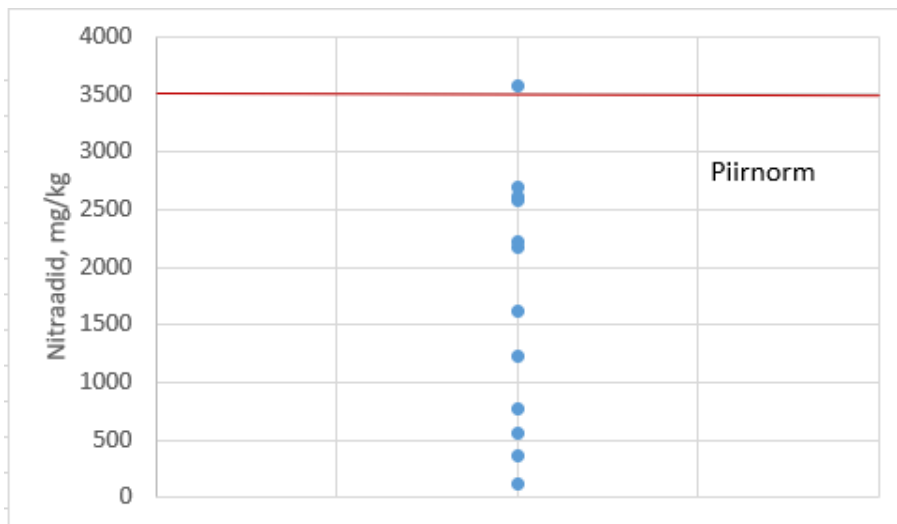
poolest rohelised lehttaimed (lehtsalat, lehtkapsas, spinat, peet, redis, kaalikas jne). Uuringute tulemused näitavad ka, et sügisestes taimedes on umbes kaks korda kõrgem nitraadi sisaldus kui kevadistes. (Püssa, 2020)

Taimse toidu nitraadisaldust saab mõjutada ka töötlemisega. Köögivilja pesemine ja keetmine vähendavad nitraadi sisaldust samuti vähendab nitraadi sisaldust kupatamine ja püreestamine. Friteerimine, grillimine ja pruunistamine aga suurendavad nitraatide sisaldust. (Püssa, 2020)

Nitraadid ise ei ole inimese tervisele ohtlikud. Probleeme võib tekitada nitraadi muutumine nitrititeks inimese soolestikus. Nitritite mõjul muutub vere hemoglobiini hapnikku mittekandvaks methemoglobiiniks. Kui seda koguneb verre liiga palju võib tekkida kudedes hapniku puudus. Eriti ohtlik on selline seisund imikutele ja lastele. Samas ei tasu ära unustada nitraat- ja nitritioonide kasulikke toimet südame- ja veresoonekonna haigustele (Püssa, 2020).

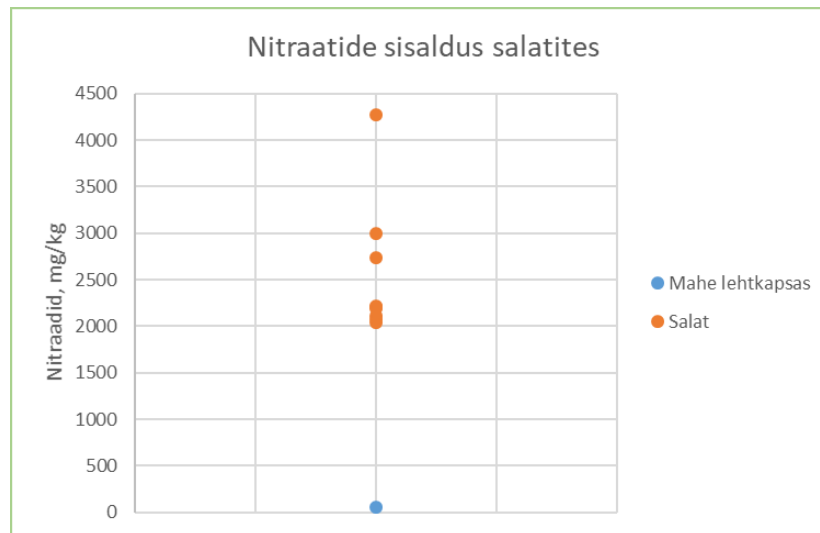
4.2 Nitraatide analüüsimetoodika ja tulemused

2022. aastal võeti nitraatide analüüsimiseks 25 proovi, sh spinatist, lehtsalatist ja muudest aedviljadest. Nitraatidele ei ole salatis määratud ühte piirnormi, vaid tulemuste hindamisel tuleb arvesse võtta ka taime kasvukohta ja koristusaega. **Kõik analüüsitud proovid vastasid nõuetele (Joonis 8).** 12 analüüsitud spinati proovis jäi nitraatide sisaldus vahemikku 114 - 3565 mg/kg, olles keskmiselt 1707 ± 1098 mg/kg. Mõnevõrra kõrgem tulemus tuvastati Itaalia päritolu spinatis, kuid laiendmääramatust arvesse võttes jäi ka see piirnormi piiresse.



Joonis 8. Nitraatide sisaldus spinatis enne laiendmääramatusega laiendamist

Analüüsitud lehtsalatites tuvastati nitraatide sisaldus vahemikus 50 - 4270 mg/kg, olles keskmiselt 2288 ± 1044 mg/kg. Sealhulgas tunduvalt madalaim tulemus mõõdeti mahepäritolu lehtkapsast ja suurim Eesti päritolu lehtsalatist (Joonis 9).



Joonis 9. Nitraatide sisaldused salatis

5. Akrüülamiid

5.1 Akrüülamiidi olemus

Akrüülamiid on toidu saasteaine, mis tekib kõrgetel temperatuuridel suure süsivesikute sisaldusega taimsete toitade kuumtöötlemisel >120°C nagu praadimine, friteerimine ja röstimine. Kuumuse toimele reageerivad redutseerivad suhkrud (fruktoos, glükoos, sahharoos, galaktoos, riboos) ja aminohape asparagiin ning moodustub akrüülamiid. Akrüülamiidi tekib enim tärkiliserikastes toiduainetes nagu kartulikrõpsud, friikartulid, küpsised, leivad, bataadist valmistatud tooted, hommikusöögihelbed ja kohv. Akrüülamiid omab kantserogeenset ja genotoksilist toimet ning imendub seejuures ka rinnapiima ja läbib platsentat. Akuutne toksiline toime avaldub nõrkuse ja koordinatsioonihäiretena. (Püssa, 2005; Reinik, 2022). Akrüülamiidile on kehtestatud võrdlusväärtus, mis tähendab, et Euroopa Komisjonis käivad arutelud piirnormide kehtestamiseks, kuid enne on vaja koguda rohkem andmeid. Kuna võrdlusväärtus võib olla potentsiaalselt ohtlik inimese tervisele, on toidukäitlejad kohustatud võrdlusväärtuste poole püüdlema.

Akrüülamiidi tekke vältimiseks tasub eelistada madalama suhkrusisaldusega kartulisorte. Samuti on akrüülamiidi vähendamiseks on abi kartulite säilitamisel temperatuuril üle 8°C, kuna madalamal temperatuuril suureneb kartulite suhkrusisaldus (Reinik, 2022). Pikemalt saab akrüülamiidi vähendamise meetmete kohta lugeda [Regionaal- ja Põllumajandusministeeriumi kodulehelt](#).

5.2 Akrüülamiidi analüüsimeetodika ja tulemused

Akrüülamiidi analüüsiti 94 tootest (Tabel 4). **Võrdlusväärtuse ületavaid proove tuvastati kuuest tootest** – kahest Eesti päritolu sepikust, Eesti kamapallidest, Tšehhi maisihelvestest, ning kahest Eesti päritolu friikartulite proovist, kokku 6.3% kõigist analüüsitud toodetest. 10 proovi ei hinnatud, kuna nendele puudub võrdlusväärtus.



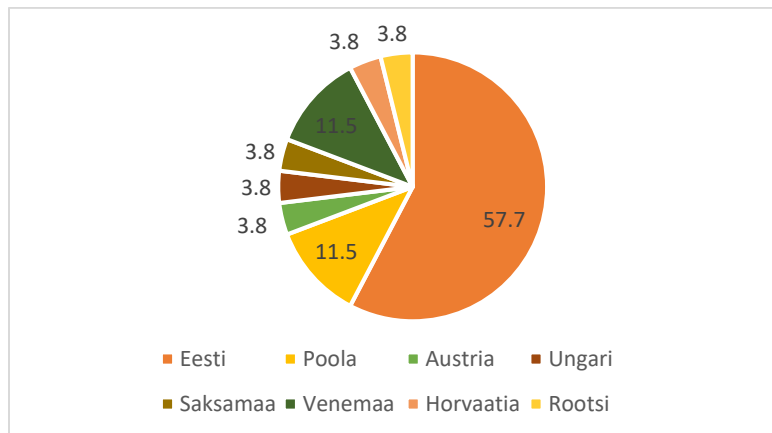
Eesti päritolu toodete võrdlusväärtuse ületamise korral koostati toidukäitlejale planeeritav ettekirjutus, kus kohustati üle vaatama tootmisprotsessi ja võtma kasutusele riskivähendusmeetmed. Pärast riskivähendusmeetmete üle vaatamist tuli PTA-le esitada kordusproovide tulemused. Tootjatel ei ole kohustust toodete tagasi kutsumiseks.

Mitte-eesti päritolu toote võrdlusväärtuse ületamise korral koostati toidukäitlejale protokoll, kus kohustati esitama toote jälgitavuse dokumendid ja toote päritoluriiki saadeti rikkumisteade.

Tabel 4. Akrüülamiidi sisaldused tootegruppide kaupa

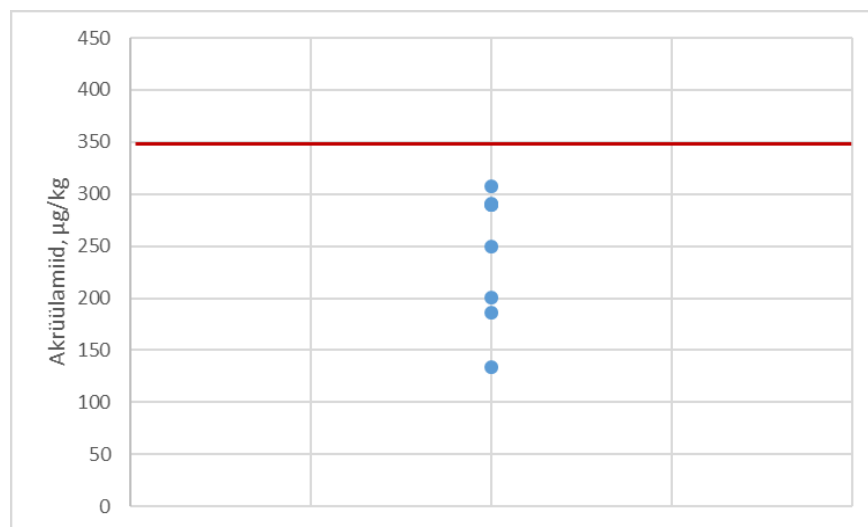
Tootegrupp	Proovide arv	Mediaanväärtus, µg/kg	Min, µg/kg	Max, µg/kg	Rikkumiste %
Teraviljapõhised imikutoidud	25	< 20	< 20	38	0
Hommikusöögihelbed	6	107.2	34	396	33
Müsli	3	61	39	74	Võrdlusväärtus puudub
Kreeker	2	293	193	392	0
Küpsis	2	44	<20	78	0
Piparkook	3	174	118	182	0
Leib	10	< 30	< 30	103	10
Sepik/sai	9	< 30	< 30	91	22
Friikartulid	11	203	26	791	18
Ahju-, prae- ja krõbekartul	3	328	194	489	Võrdlusväärtus puudub
Kartulikrõpsud	7	580	165	733	14
Kaun- ja juurviljapõhised krõpsud	5	84	63	916	Võrdlusväärtus puudub
Kohv	8	270	134	307	0

Imikute teraviljapõhisest toidust analüüsiti 25 toodet, millest 58% olid Eesti päritolu (*Joonis 10*). Kõikides analüüsitud toodetes jäi akrüülamiidi sisaldus alla võrdlusväärtuse (40 µg/kg). 19 tootes jäi akrüülamiidi sisaldus ka alla määramispiiri, 20 µg/kg. Ülejäänud kuues tootes ulatus akrüülamiidi sisaldus 24-38 µg/kg.



Joonis 10. Analüüsitud imikute ja väikelaste teraviljapõhiste toitude päritolumaad

Akrüülamiidi analüüsiti kaheksast **kohvist**, milles akrüülamiidi sisaldused varieerusid 134 - 307 µg/kg, jäädes seega lubatud võrdlusväärtuse piiridesse (Joonis 11).

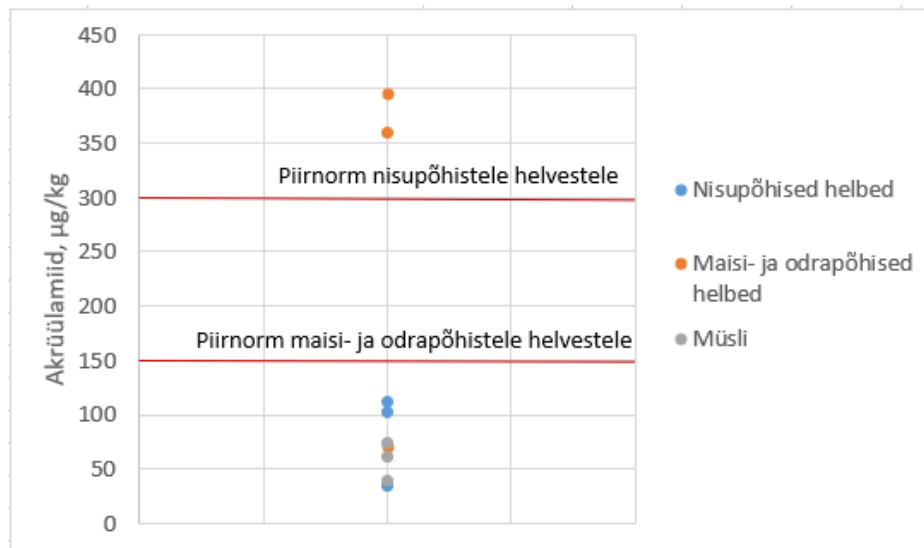


Joonis 11. Akrüülamiidi sisaldused kohvis

Kolmes analüüsitud **piparkoogis** ulatusid akrüülamiidi sisaldused 118 – 182 µg/kg, kahes **kreekeri** proovis 193-392 µg/kg ja kahes **küpsise** proovis kuni 78 µg/kg jäädes sellega võrdlusväärtuse piiridesse.

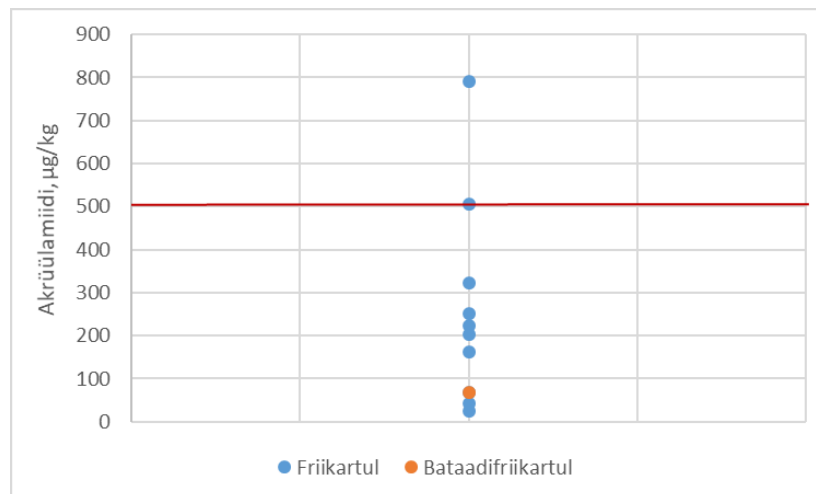
Hommikusöögihelvestest analüüsiti kuus proovi, milles akrüülamiidi sisaldus ulatus 34 – 396 µg/kg. Enam kui kahekordne võrdlusväärtuse (150 µg/kg) ületus tuvastati Tšehhi päritolu maisihelvestes ja kamapallides (Joonis 12). Kõik nisupõhised helbed jäid võrdlusväärtuse (300 µg/kg) piiridesse.

Müslisid analüüsiti olukorra kaardistamiseks, sest neile võrdlusväärtus puudub. Akrüülamiidi sisaldused müslides jäid vahemikku 39 - 74 µg/kg.



Joonis 12. Akrüülamiidi sisaldus hommikusöögihelvestes

Akrüülamiidi sisaldused **friikartulites** varieerusid suuresti. 11 analüüsitud friikartulite proovist tuvastati akrüülamiidi sisaldused vahemikus 26 - 791 µg/kg. Akrüülamiidi võrdlusväärtus friikartulitele on 500 µg/kg ning sellega **ei vastanud nõuetele kaks proovi ehk 18%** proovidest (Joonis 13). Bataadifriikartulitele võrdlusväärtus puudub.



Joonis 13. Akrüülamiidi sisaldused friikartulites

Kolmes analüüsitud **ahju- prae- ja krõbekartuli** proovis ulatusid akrüülamiidi sisaldused 194 - 489 µg/kg. Kuna kartulist toodetele võrdlusväärtus puudub, analüüsiti neid seire eesmärgil.

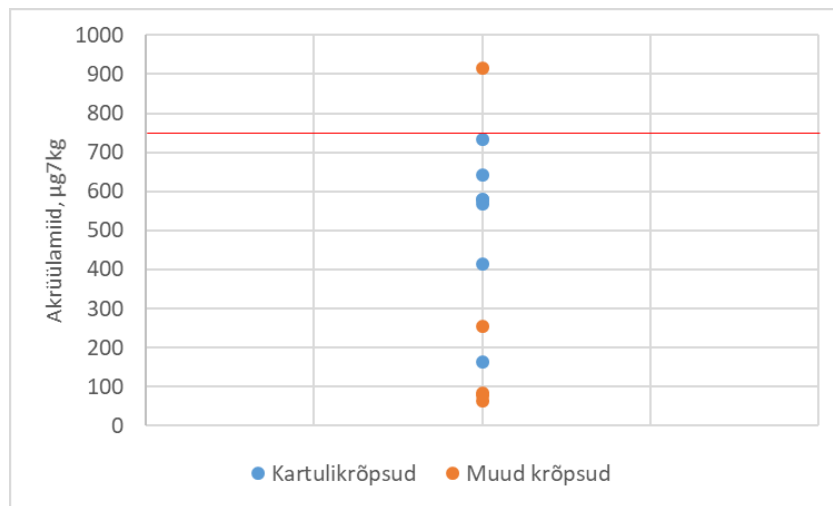
Leiva proovis tuvastati suurimaks akrüülamiidi sisalduseks 103 µg/kg, mis on napilt üle võrdlusväärtuse (100 µg/kg), seega **leiti mittevastavus ühes leiva proovis**. Kaheksas proovis oli tulemus alla määramispiiri, st < 30 µg/kg.



Nisupõhistest pagaritoodetest analüüsiti kaheksat sepikut ja ühte saia. Kahes eesti päritolu sepikus tuvastati akrüülamiidi kontsentratsioon veidi üle võrdlusväärtuse (50 µg/kg), st **nõuetele mittevastavaid nisupõhiseid pagaritoodete proove oli 22%**.

Seitsmes analüüsitud **kartulikrõpsust** tuvastati akrüülamiidi sisaldused 165 - 733 µg/kg. **Võrdlusväärtust** (750 µg/kg) **ei ületatud** (Joonis 14).

Kaun- ja juurviljapõhiste krõpsudele võrdlusväärtus puudub ja neid uuriti seiramise eesmärgil. Viie analüüsitud proovi seast tuvastati Rootsi päritolu mahedates juurviljakõpsudes akrüülamiidi sisaldus lausa 916 µg/kg. Teistes toodetes jäid akrüülamiidi sisaldused vahemikku 63 - 254 µg/kg.



Joonis 14. Akrüülamiidi sisaldus krõpsudes

Kokkuvõttes on akrüülamiidi sisaldus turul rahuldav, kuid esineb mõningaid võrdlusväärtuse ületusi. Kõige probleemsemaks kategooriaks osutusid hommikusöögihelbed, sepikud ja friikartulid, kus nõuetele mittevastavaid proove oli vastavalt 33, 22 ja 18%. Väga kõrge akrüülamiidi sisaldus tuvastati ka köögiviljakrõpsudest, millele võrdlusväärtus puudub. Väga hea on olukord imikute ja väikelaste teraviljapõhiste toitude kategoorias, kus 25 tootest mitte ükski ei ületanud võrdlusväärtust ning 76% toodetes jäi sisaldus ka alla määramispiiri. Ka kohvid ja kreekerid ning küpsised omasid madalaid akrüülamiidi sisaldusi, kuid järelduste tegemiseks tuleks analüüsida rohkem tooteid.

6. Dioksiinid ja PCB-d

6.1 Dioksiinide ja PCB-de olemus ning toksilisus

PCB-d on puhtalt antropogeensed kloori molekule sisaldavad rasvlahustuvad ained ja nende esinemist looduses ei ole teada. Neid on alates 30ndatest aastatest kasutatud laialdaselt tööstuses plastifikaatoritena, värvides, elektritransformaatorites, vaakumpumpades ja mujal. Ligikaudu 2/3 PCBdest arvatakse leiduvat meredes. PCB-del on kõrge termiline ja keemiline vastupidavus ning need võivad õhu ja veega kaugele kanduda. Kuigi PCB-de tootmine on käesolevaga praktiliselt



lõpetatud, leidub neid endiselt vanades elektriseadmetes, mullas, atmosfääris ja vees, kust need võivad jõuda edasi toitu. Toiduahelat pidi kõrgemale liikudes toimub PCB-de tugev kontsentreerumine. Et PCB-d on rasvlahustuvad, ei saa nad erituda uriiniga ning organismid pole võimelised neid metaboliseerima. PCB-de poolestusaeg kehas on ligikaudu 10 aastat. Seetõttu on toidust ohustatud eelkõige kõrge rasvasisaldusega loomsed saadused nagu liha, munad ja piim. (Püssa, 2005)

PCB-de akuutse toksilisuse sümptomiteks on muuhulgas, vistrikud, nõrkus, sügelemine, jäsemete tuimus, silmade paistetus ja maksa kahjustused. PCBd on võimelised läbima platsenta ja erituma rinnapiima. Krooniline kokkupuude PCB-dega võib põhjustada aneemiat, maksa, mao ja kilpnäärme kahjustusi, immuunsüsteemi häireid ja vähki. Samuti toimivad PCB-d östrogeenidena, häirides seega endokriinset homöostaasi.

Dioksiinid on paljude kloororgaaniliste ühendite sünteesi kõrvalproduktid ja erinevalt PCB-dest ei valmistata neid eesmärgipäraselt tehnilisel otstarbel. Dioksiinid tekivad peaaegu kõigi termiliste protsesside tulemusena (200-600°C), milles osalevad kloori sisaldavad ained. Neid leidub tänapäeval looduses praktiliselt kõikjal. Nagu ka PCB-d, akumulerevad dioksiinid toiduahelat pidi, kandudes üle taimedest looma ja edasi piima ning munadesse. Merevette tööstuslike heitvetega sattunud dioksiinid akumulerevad kalades. Hinnatakse, et Eurooplased saavad üle 90% dioksiinidest kala- ja lihatoodete kaudu. Läänemere kalades on enim dioksiine akumulereerinud räimed, vähemal määral ka kilud ja lõhed. (Püssa, 2005)

Dioksiinid on erineva mürgisuse astmega, kuid mürgisemad neist on tugevad kantserogeenid ja avaldavad organismile toimet juba väga madalatel kontsentratsioonidel. Piinormid toidus on kehtestatud mitmete dioksiinide ja PCB ühendite summale.

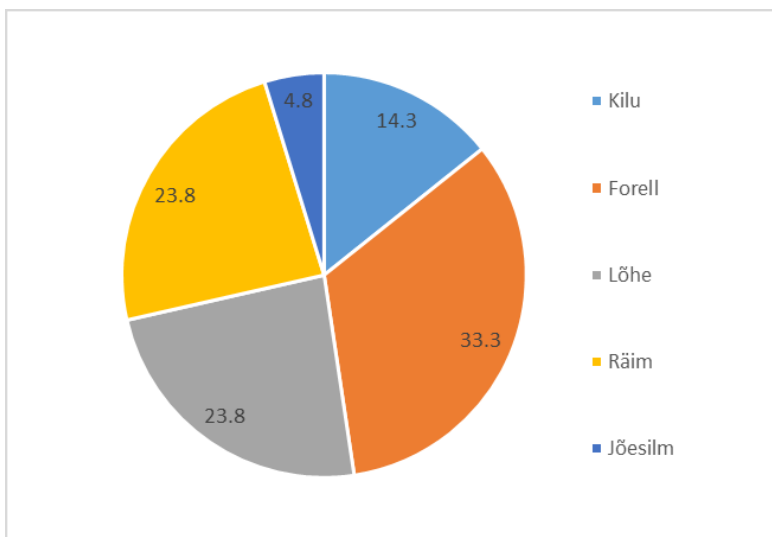
Dioksiinide akuutse toksilisuse sümptomiteks on naha-, maksa- ja endokriinsüsteemi kahjustused. Samuti pärsivad dioksiinid lümfotsüütide tootmist, surudes seega alla immuunsust ning avaldavad ebasoositavat toimet spermatogeneesile. (Püssa, 2005)

6.2 Dioksiinide ja PCB-de analüüsimetoodika ja tulemused

2022. aastal analüüsiti kokku 39 proovi. Analüüsiti 21 kala, neli muna, kaks piima ja 12 liha proovi.

Kõik neli muna proovi ning kaks piima proovi **vastasid nõuetele**. Dioksiinide, dioksiinide ja dioksiinitaoliste PCB-de ning PCB-de summa tulemused on esitatud *Tabel 5*

Analüüsitud kalaliikidest 33% moodustas forell, 23,8% lõhe ja räim, 14,3% kilu ning 4,8% jõesilm (*Joonis 15*). Analüüsitud kaladest 86% olid Eesti ja 14% Norra päritolu.



Joonis 15 Analüüsitud kalaliigid

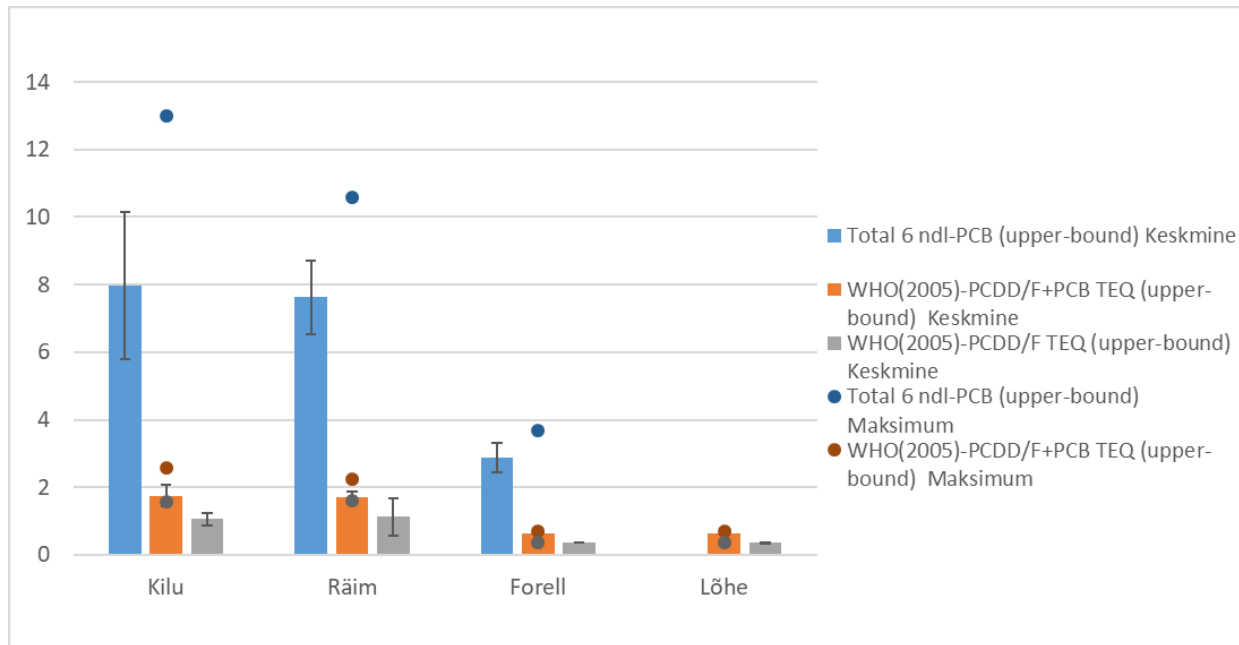
Tabel 5. Dioksiinide sisaldused

	Proo vide arv	Dioksiinide summa (WHO-PCDD/ F-TEQ) pg/g rasvas			Dioksiinide ja dioksiinitaoliste PCB de summa (WHO-PCDD/ F-PCB- TEQ) pg/g rasvas			PCB 28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 ja PCB180 summa ng/g rasvas		
		Min	Max	Kesk mine	Min	Max	Kesk mine	Min	Max	Kesk mine
Munad	4	0.34	0.42	0.38	0.55	0.68	0.61	2.0	2.43	2.20
Kilu	4	0.80	1.57	1.06	1.9	2.58	1.75	1.9	13.0	7.98
Räum	5	0.92	1.62	1.12	0.97	2.23	1.71	5.24	10.6	7.62
Lõhe	5	0.34	0.36	0.35	0.55	0.70	0.64	2.24		
Jõesilm	1	1.47			2.56			12.7		
Forell	6	0.34	0.35	0.35	0.55	0.69	0.62	2.0	3.69	2.88
Veiseliha	4	0.28	0.48	0.36	0.54	0.86	0.67	2.51		
Sealiha	4	0.145	0.151	0.15	0.23	0.34	0.24	0.85	0.88	0.86
Lamba- liha	1	0.34			0.54			1.97		
Broileri- liha	3	0.28	0.34	0.30	0.44	0.52	0.49	1.6	1.89	1.77
Piim	2	0.34	0.42	0.38	0.52	0.69	0.60	2.0	2.48	2.24

Kõik kala proovid vastasid nõuetele. Uuritud kalaliikidest tuvastati kõige suuremad dioksiinide sisaldused kilus ja räimes (Joonis 16). Eesti Merestrategie Meetmekava andmetel Läänemere

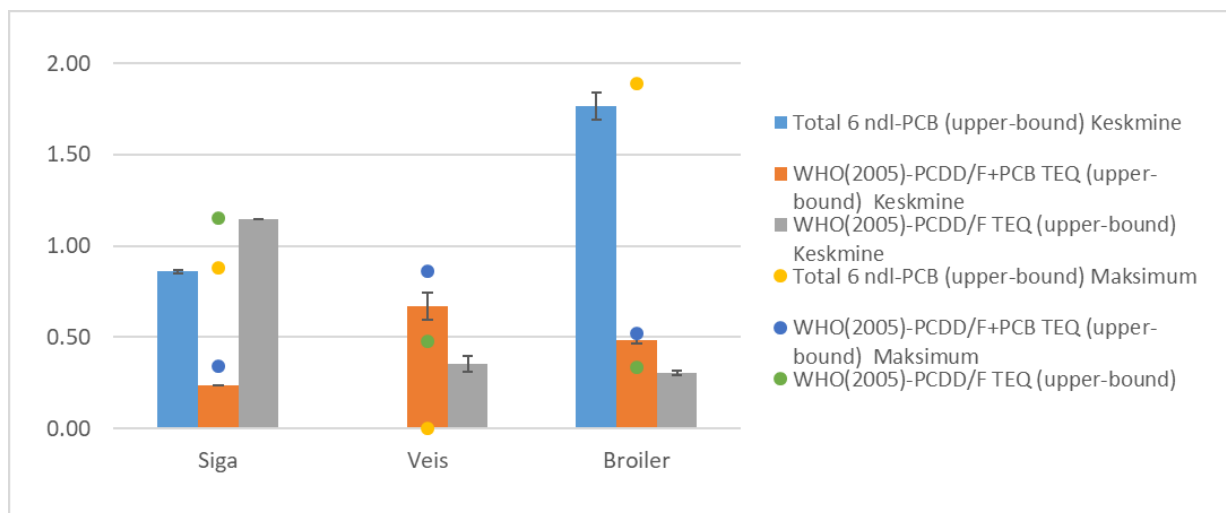


kalades toiduohutuse seisukohast samuti enamjaolt probleeme ei ole. Küll aga toodi välja lõhede kõrgem dioksiinide ja PCB-de sisaldus, mida käesoleva kontrolli käigus kinnitada ei suudetud.



Joonis 16. Dioksiinide ja PCB-de keskmised ning maksimaalsed sialdused kalaliigiti

Võrreldes kala proovidega olid lihatoodetes dioksiinide ja PCB-de sisaldused madalamad. Kõik proovid vastasid nõuetele. Lihatoodetest suurimad dioksiinide sisaldused olid broileris (Joonis 17). Suuremad dioksiinide ja PCB-de sisaldused tuvastati ka ühes lambaliha proovis.



Joonis 17. Dioksiinide ja PCB-de keskmised ja maksimaalsed sisaldused lihatoodetes



7. Furaan

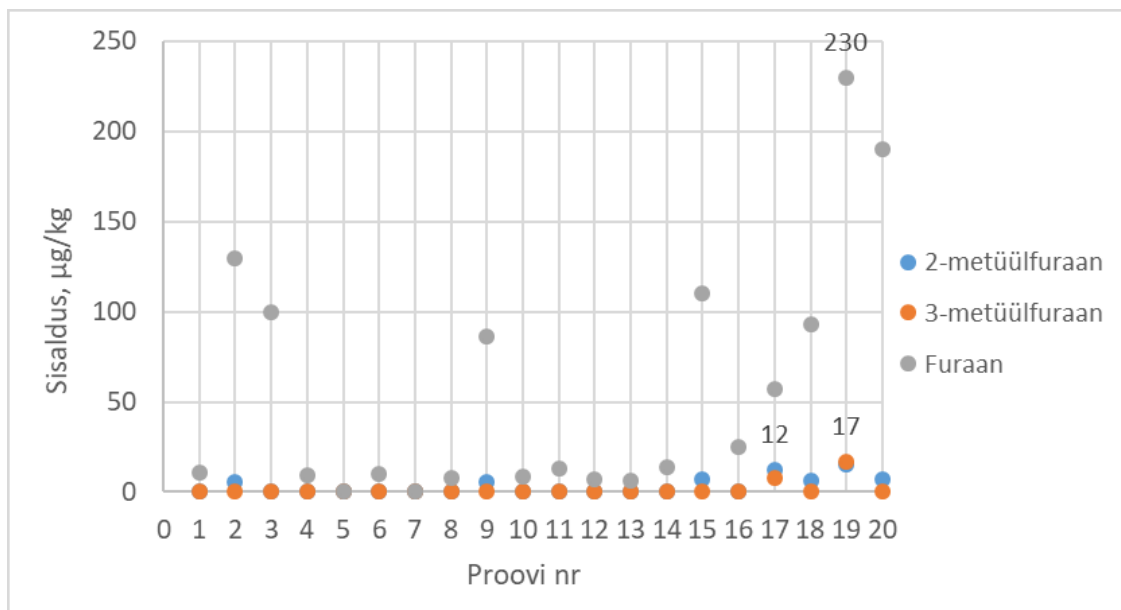
7.1 Furaani olemus

Furaan on orgaaniline ühend (C_4H_4O), mis tekib soodsatel tingimustel kuumtöötlemise käigus toiduvalmistamise või steriliseerimise protsessina kinnispakendis ning on hinnatud kantserogeenseks. Teadlased on teinud kindlaks, et kõige suurema furaani sisaldusega toiduained on röstitud kohv ja valmis imiku- ja väikelastetoidud (purgitoit, tuubitoit). Selliste valmistoitude steriliseerimine toimub pärast pakendamist kuid kuna kuumutamine toimub õhukindlas keskkonnas ei pääse kuumutamise käigus tekkinud furaan toidust välja. Furaan on väga lenduv ühend seega on soovitatav furaani vähendamise eesmärgil valmis purgitoite kindlasti enne tarbimist segada, raputada ning vajadusel kuumtöödelda (mikrolaine ahju kasutamine ei ole soovitatav). (Püssa, 2005)

Euroopa Komisjoni ettepanekul seiravad liikmesriigid furaani sisaldust sellistest toodetest, kus antud ühendi tekkimine on kõige tõenäolisem. Seireandmed on vajalikud tulevaste piirnormide kehtestamiseks.

7.2 Furaani analüüsimetoodika ja tulemused

2022. aastal võttis PTA furaani analüüsimiseks 20 proovi imikute ja laste tuubi- ning purgitoitudest. Proovidest analüüsiti furaani, 2-metüülfuraani ja 3-metüülfuraani sisaldust. 13 proovis jäid nii 2- kui ka 3-metüülfuraani sisaldused alla määramispiiri $5 \mu\text{g}/\text{kg}$. Kõrgeim tuvastatud 2-metüülfuraani sisaldus oli 12 ja 3-metüülfuraani sisaldus $17 \mu\text{g}/\text{kg}$ (Joonis 18). Furaani sisaldused varieerusid <5 kuni $230 \mu\text{g}/\text{kg}$, olles mediaansisaldusega $13.5 \mu\text{g}/\text{kg}$.



Joonis 18. Furaani sisaldused



8. Mükotoksiinid

8.1 Aflatoksiinide olemus

Aflatoksiine toodavad toidu liiga kõrgel temperatuuril (25-42°C) ja niiskes keskkonnas (suhteline niiskus 80-85%) säilitamisel hallituseene perekonna *Aspergillus flavus* mikroseened. Neljast aflatoksiinist B1, B2, G1 ja G2 kõige sagedamini esinev ja mürgisem on aflatoksiin B1. Aflatoksiin B1 on tugevaim tuntud kantserogeen üldse, mis avaldab toimet juba päevasel doosil 10 µg/kg kehakaalu kohta. Aflatoksiinid mõjuvad negatiivselt ennekõike maksale, kuid ka sapiteedele, veresoontele, närvisüsteemile, kopsudele, seedeelunditele, neerudele ja ajule. Samuti võivad need tekitada kaalukaotust ja suurendada organismi vastuvõtlikust mitmesugustele haigustele. Sagedamini on aflatoksiinidega saastunud maa- ja muud pähklid, viigimarjad, kuivatatud puuviljad, vürtsid, kakaoad. Saastunud sööda tarbimisel metaboliseeritakse B-rühma aflatoksiinid M-aflatoksiiniks, mis erituvad ka piima ning mida ei lagunda enam ei termiline töötlemine ega fermentatsioon. (Püssa, 2005) Küll aga lagunevad aflatoksiinid UV-kiirguse toimele ning nende vähendamiseks on abi juba toidu valguse käes hoidmisel ((EÜ) 401/2006).

8.2 Aflatoksiinide analüüsitulemused

PTA võttis 2022. aastal analüüsid seitsmest kolmandate riikide päritolu proovist piirikontrolli raames. Neist kolmes proovis (mandel, muskaat- ja maapähkel) aflatoksiine ei tuvastatud. Kahes Pakistani ja India päritolu riisist tuvastati B1 aflatoksiini sisaldus vastavalt 0.22 ja 0.62 µg/kg; punases India päritolu kuivatatud pipras 0.29 µg/kg ja Türgi päritolu pistaatsiašokolaadis 0.48 µg/kg. **Kõik proovid vastasid nõuetele.**

8.3 Ohratoksiin A olemus

Ohratoksiin A-d toodetakse mikroseente *Aspergillus ochraceus* ja *Penicillium verrucosum* poolt. Peamiselt saastavad need teravilja, rohelist kohviube, maapähkleid, viinamarjamahla ja veini, kuivatatud puuvilju, kakaod ja maitseaineid. Ohratoksiini peamine toime avaldub maksa kahjustamises. Raku tasandil mõjutab toksiin glükoosi ainevahetust ja põhjustab rakkude pH tõusu. (Püssa, 2005)

8.4 Ohratoksiin A analüüsitulemused

Ohratoksiini proove võeti seitsmest Pakistani, India ja Portugali päritolu riisist. Ühestki proovist Ohratoksiin A sisaldust ei tuvastatud, seega **vastasid kõik proovid nõuetele.**

8.5 Deoksünivalenool, zearalenooni, HT-2 ja T-2 toksiini olemus

Trikotetseensed toksiinid on lai mikroseente *Fusarium* spp. poolt toodetud ühendite grupp, millest olulisimad on deoksünivalenool (DON), zearalenoon (ZON) ning T-2 ja HT-2 toksiinid. Zearalenoon saastab eelkõige maisi, aga ka otra, nisu, kaera, banaani jm vilju. Toksiini teket soodustavad pikaaegsed külmumistemperatuuri lähedased temperatuurid ja kõikumised madala ning keskmise temperatuuri vahel. Suured ZON kogused võivad põhjustada viljatust. (Püssa, 2005, Thipe et al, 2020)



Deoksünivalenool (DON), tuntud ka kui vomitoksiin on tekitatud samuti *Fusarium* spp. mikrosete toimet. Nende optimaalseimad kasvutingimused on niiskus ja temperatuur 21-25°C. Toksiin esineb peamiselt teraviljades. DON pärisb ajus trüptofaani omastamist ja seega ka serotoniini tootmist. Vähendatud serotoniini tootmist on seostatud anoreksiaga. Tegemist on suhteliselt vähemürgise toksiiniga ja erinevalt näiteks aflatoksiinist ei DON kantserogeenne. (Pestka, 2010)

T-2 ja HT-2 toksiini sisaldus oleneb ilmast, regioonist, kliimast ja muudest keskkonna teguritest. Toksiine leidub enim loomasöödas, harvem ka inimtoidus: kaeras, maisis, odras ja nisus. Eriti probleemne on toksiinide sisaldus kaeras. Toksiinide metaboliseerimisel võivad tekkida mitmesugused tervisehäda, sh anoreksia, mis võib viia neuroloogiliste häireteni, viirustele vastuvõtlikus, loote surm ja abort. (Püssa, 2005; Thijs et al, 2020)

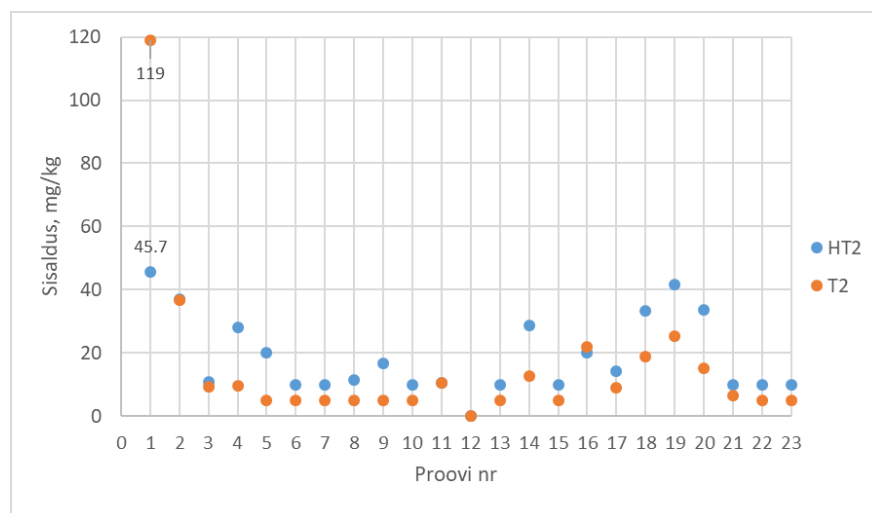
8.6 Deoksünivalenooli, zearalenooni, HT-2 ja T2-toksiini analüüsitulemused

PTA võttis DON, ZON, HT2 ja T2 analüüsiks 12 proovi Eesti päritolu kaera terast, 10 proovi odra terast ning ühe proovi tatra terast, kokku **23 proovi**. **Kõik proovid vastasid nõuetele.**

Kõigis kaera proovides jäi DON ja ZON tulemused alla määramispiiri. Ka odra proovides jäid DON ja ZON tulemused alla määramispiiri, vaid ühes analüüsitud odras leiti DON sisaldus 0.25 µg/kg.

HT-2 toksiini sisaldused varieerusid < 10 kuni 46 mg/kg, olles mediaanväärtusega 11.4 mg/kg (Joonis 19). T-2 toksiini sisaldused varieerusid < 5 kuni 119 mg/kg, olles mediaanväärtusega 6.63 mg/kg.

Üldine trend näitab, et proovid, milles olid kõrged HT-2 toksiini sisaldused, omasid ka kõrgemaid T-2 toksiini sisaldusi ning vastupidi. Seevastu DON ja ZON sisaldused ei oma seost HT-2 ja T-2 toksiinide sisaldusega.



Joonis 19. HT-2 ja T-2 toksiinide sisaldused kaera-, odra- ja tatrateras.



Täpsemalt saab mükotoksiinide kohta lugeda Maaeluministeeriumi kodulehelt: [Mükotoksiinid | Maaeluministeerium \(agri.ee\)](#)

Kokkuvõte

2022. aastal võeti toidus sisalduvate saasteainete analüüsiks **kokku 362 proovi**. Neist 341 tunnustati nõuetekohaseks ja **22 mittenõuetekohaseks**. 16 rikkumist tuvastati PAH suhtes liha- ja kalatoodetes ning kuus akrüülamiidi suhtes pagaritoodetes, hommikusöögihelvestes ja friikartulites.

Raskemetallide koha pealt riisi ja riisitoodete **arseeni** sisaldusega probleeme ei tuvastatud. Kuigi kalale ja koorikloomadele ei ole piirnormi kehtestatud, olid nende tootegruppide arseeni sisaldused võrreldes riisi ja riisitoodetega kordades kõrgemad. Kuigi valim oli põhjanevate järeltöötlemise tegemiseks liiga väike, tasuks just nende toidugruppide seirele edaspidi kõrgendatud tähelepanu pöörata.

Kõigi analüüsitud kalatoodete **elavhõbeda** sisaldus jäi vähemalt kolm korda alla lubatud piirmäära. Selle põhjal võib öelda, et Eesti kalatoodete elavhõbeda sisaldus muret ei põhjusta. Teiste tootegruppide kohta on põhjanevate järeltöötlemise tegemiseks vaja koguda rohkem andmeid. Ka **plii** ja **kaadmiumi** kontsentratsioon Eesti kalades on madal. Teistes tootegruppides oleks usaldusväärse tagamiseks vaja koguda rohkem andmeid.

Uuritud kalaliikidest tuvastati suurimad **dioksiinide** sisaldused kilus ja räimes. Võrreldes kala proovidega olid lihatoodetes dioksiinide ja PCB-de sisaldused madalamad. Lihatoodetest suurimad dioksiinide sisaldused olid broileris

Rõõm on tõdeda, et ka **nitraatide** ning **mükotoksiinide** sisaldused Eestis müüdavas toidus vastavad nõuetele. Võrreldes teiste mükotoksiinidega tuvastati mõnevõrra kõrgemaid sisaldusi HT-2 ja T-2 toksiinile.



Järeldused

Suures plaanis on olukord Eesti turul leiduva toidu saasteainete suhte hea. Ainsa olulise murekohana peab välja tooma PAH sisaldused traditsiooniliselt suitsutatud lihatoodetes, kus väga kõrgeid piirnormide ületusi leiti ligi pooltes analüüsitud toodetes. Samuti esines mõnevõrra piirnormi ületusi akrüülamiidi sisaldusega saia- ja leivatoodetes ning friikartulites. Samas on rõõmustav tõdeda, et keskkonnast tulenevate ja mikrobioloogiliste saasteainete sisaldused on Eestis müüdavas ja kasvatatavas toidus madalad.

2022. aasta analüüsitulemustest tulenevalt on Põllumajandus- ja toiduamet võtnud eesmärgiks PAH teadlikkuse tõstmise traditsiooniliselt liha suitsutatavate väiketootjate ja tarbijate seas. Koostatud on juhendmaterjal peamiselt elumajapidamises toidu valmistajale PAH sisalduse vähendamiseks, mis on leitav [PTA kodulehelt](#). Samuti on tulemustest lähtuvalt tõhustatud PAH järelevalvet, kontrolle teostatakse rohkem ja karmistati korduvale rikkumisele järgnevaid meetmeid, tagamaks, et potentsiaalselt tervisele ohtlikud tooted ei jõuaks turule.



Kasutatud kirjandus

- Eesti Merestrateegia Meetmekava. 2023. Keskkonnaministeerium. [WWW] [Eesti merestrateegia | Keskkonnaministeerium \(envir.ee\)](#)
- Komisjoni Määrus (EÜ) nr 401/2006, milles sätestatakse proovivõtu- ja analüüsimeetodid mükotoksiinide sisalduse ametlikuks kontrolliks toiduainetes.
- KOMISJONI RAKENDUSMÄÄRUS (EL) 2019/1793, 22. oktoober 2019, milles käsitletakse teatavatest kolmandatest riikidest liitu sisenevate teatavate kaupade ametliku kontrolli ajutiselt rangemaks muutmist ja nende suhtes erakorraliste meetmete kohaldamist ning millega rakendatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrusi (EL) 2017/625 ja (EÜ) nr 178/2002 ning tunnistatakse kehtetuks komisjoni määrused (EÜ) nr 669/2009, (EL) nr 884/2014, (EL) 2015/175, (EL) 2017/186 ja (EL) 2018/1660. [WWW] [EUR-Lex - 32019R1793 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#) (10.07.2023)
- Komisjoni Soovitus (EL) 2019/1888, 7. november 2019, akrüülamiidi toidus esinemise jälgimise kohta. [WWW] [EUR-Lex - 32019H1888 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#) (10.07.2023)
- Pestka, James J. (2010). Deoxynivalenol: mechanisms of action, human exposure, and toxicological relevance". *Archives of Toxicology*. **84** (9): 663–679 [WWW] [Deoxynivalenol: mechanisms of action, human exposure, and toxicological relevance | SpringerLink](#)
- Pitsi, T., & Salupuu, K. (2018). *Tervislik toitumine*. Tallinn: Tervise Arengu Instituut.
- Püssa, T. (2005). *Toidutoksikoloogia*. Kirjastus Halo.
- Püssa, T. (2020). *Toiduteave.ee*. [WWW] [Toidu keemilised ohud-veebi.pdf \(toiduteave.ee\)](#)
- Reinik, M. (2022). Akrüülamiid toidus ja selle vähendamise võimalused. [WWW] [Ilmunud on ajakohastatud teabematerjal "Akrüülamiid toidus ja selle vähendamise võimalused" | Riigi Laboriuuringute ja Riskihindamise Keskus \(agri.ee\)](#) (10.07.2023)
- Velaphi, C. Thipe, Pierce Bloebaum, Menka Khoobchandani, Alice Raphael Karikachery, Kavita K. Katti, Kattesh V. Katti. (2020). Chapter 7 – Green nanotechnology: nanoformulas against toxigenic fungi, Pages 155-188, [WWW] [Green nanotechnology: nanoformulations against toxigenic fungi to limit mycotoxin production - ScienceDirect](#) (12.07.2023)
- Tervise Arengu Instituut, 2017. Eesti toitumis- ja liikumissoovitused 2015. [WWW] [149019033869 eesti toitumis- ja liikumissoovitused.pdf \(tai.ee\)](#) (07.07.2023)
- Vanderschueren, R., Argüello, D., Blommaert, H., Montalvo, D., Barraza, F., Maurice, L., Schreck, E., Schulin, R., Lewis, C., Vazquez, J.L., Umaharan, P., Chavez, E., Sarret, G., Smolders, E. 2021. Mitigating the level of cadmium in cacao products: Reviewing the transfer of cadmium from soil to chocolate bar. – *Science of the Total Environment*. 781:146779. [WWW] <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146779>