

Ergotalkaloidide saadavuse hindamine toidus

PA1-RUP-022 aruanne

Lee Põllumaa ja Elina Akk, Eesti Taimikasvatuse Instituut

Kokkuvõte

Projekti eesmärgiks oli koguda usaldusväärseid ja esinduslikke andmeid inimese tervist ohustada võivate ergotalkaloidide sisaldustest Eestis tarbitavates teraviljatoodetes ning koostada nende põhjal saadavushinnang. Selleks koguti kahel järgneval aastal 2016 ja 2017 Tartu ja Tallinna supermarketitest 59 rukist sisaldavat toodet (jahusid, helbeid, leibu ja krõpse), milledest määrati kõrgsurve vedelikkromatograafia-tandem-massspektromeetria meetodil (LC-MS/MS) 6 sagedasemat sklerootsiumis esinevat alkaloidi: ergometriin, ergotamiin, ergosiin, ergokristiin, α -ergokrüptiin ja ergokorniin, ning nende epimeerid (-iniinid) *Eurofins WEJ Contaminants* akrediteeritud laboris. Uuringu tulemus näitas, et 10% valimist: 3 rukki täisterajahu, 1 rukkihelvestes, 1 mitmeviljahelvestes ja 1 kamajahu oli summaarne ergotalkaloidide sisaldus vahemikus 4.2–300 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Kasutades 2013-2015 aastail Eesti rahvastiku toitumise uuringu teraviljatoodete tarbimisandmeid selgus, et ergotalkaloidide saadavus rukist sisaldavatest teraviljatoodetest on madalam Euroopa Toiduohutusameti (EFSA) poolt lubatud päevasest tarbimiskogusest, seega ohutu inimese tervisele.

Eesmärk

Projekti eesmärgiks oli koguda usaldusväärseid ja esinduslikke andmeid inimese tervist ohustada võivate ergotalkaloidide sisaldustest Eestis tarbitavates teraviljatoodetes ning koostada nende põhjal saadavushinnang.

Materjalid / proovid

Tootjad, tooted ja proovivõtukohtad valiti juhuslikult. Tooted valiti erinevatelt tootjatelt, eelistades eestimaiseid ja eeldati, et proovivõtukohtad Tartu ja Tallinna suurte poodide näol katavad Eestis tarbitava sortimendi. Ka Konjunkturiinstituudi uuringus „Eesti elanike toidukaupade ostueelistused ja hoiakud“ (Lepane, 2016) näidati 81% Eesti tarbijate ostlemiseelistusi suurtes toidupoodides / kaubanduskeskustes. Lisaks tavaviljelustoodetele, vaadeldi eraldi ka mahetooteid, kuna neid on võrdlevalt vähe uuritud ja siiski saadud vastuolulisi andmeid (Crews et al, 2009, Brodal et al, 2016).

Teraviljatooted koguti 2016 aasta mais ja 2017 aasta aprillis, kokku 59 proovi. 2016. aasta valik tehti Tartu ja 2017. aasta oma Tallinna kaubanduskeskustest saadaolevate rukist sisaldavate teraviljatoodete hulgast. Valikus oli 7 rukkijahu (sh. 4 mahedat); 7 täistera rukkijahu (s.h. 3 mahetoodet), 5 liiki rukkihelbeid (s.h. 4 mahetoodet), 9 liiki mitmeviljahelbeid (s.h. 3 mahedat), 1 mahetootja rukkiterad, 9 rukkileiba (s.h. 1 mahe), 5 täistera-rukkileiba (s.h. 1 mahe), 2 peenleiba, 3 näkileiba, 5 täistera rukkinäkileiba (sh. 1 mahevariant), 2 erinevat leivakrõpsu, nn. hommikusöögihelbed (sh. 1 mahevariant), 2 soolast snäkki (küüslauguleivad ja leivakrõps), 2 kama (1 neist mahetoodet) (Tabel 1).

Tabel 1. Rukist sisaldavate teraviljatoodete iseloomustus

Nr.	Kirjeldus	Tootemärk	Pakend	Parim enne	Partii	Päritolu	Tootja
2016							
1	Täistera- rukkijahu	Veski Mati	1.5 kg	14.03.2017	14894	Eesti	Balti Veski AS
2		Tartu Mill	1,5 kg	17.01.2017	102115	Eesti	Tartu Mill
3		Kivisaare veski	1 kg	3.11.2016	160303	Eesti	ERPE Grupp OÜ
4		Selma	1 kg	15.07.2016	1561512	Eesti?	Horteca tootekataloogist
5	Täistera- rukkijahu, mahe	Tartu Mill	1.5 kg	5.01.2017	101907	Eesti	Tartu Mill AS
6		Loodusvägi	1 kg	15.08.2016	25108	Eesti	Loodusvägi OÜ
7		Koksvere veski	1 kg	15.09.2016	1504?	Eesti	Anfang OÜ
8	Rukkipüül, mahe	Koksvere veski	1 kg	19.12.2016	1904	Eesti	Anfang OÜ
9	Rukkitera, mahe	Koksvere veski	1 kg	17.03.2017	1703	Eesti	Anfang OÜ
10	Rukki-manna	Loona talu	1 kg	3.08.2016		Eesti	Loona talu veski
11	Rukki-helbed	Nordic	600 g	10.02.2016	19.07	Soome	Raisio Nutrition Ltd.
12	Rukki-helbed, mahe	Loona talu	1 kg	18.08.2016		Eesti	Loona talu veski
13		Eesti mahe	1 kg	17.05.2016	1701201 6	Eesti	Zerna ökotalu OÜ
14		Koksvere veski	800 g	11.06.2016	1102	Eesti	Anfang OÜ
15	Neljavilja- helbed	Säästu	500 g	15.07.2017		Eesti	Coop Eesti
16		Kodutunne	500 g	15.02.2017		Eesti	Sangaste Linnas AS
17		Helen	500 g	18.04.2017		Eesti	Sangaste Linnas AS
18		Nordic	600 g	10.01.2017	17.53	Soome	Raisio Nutrition Ltd.
19		Herkules	500 g	28.12.2016		Soome	Lantmännen Cereals
20	Mitme-vilja- helbed, mahe	Myllari	500 g	8.12.2016	07.06.13	Soome	Balti veski AS
21		Eesti mahe	1 kg	15.06.2016	150216	Eesti	Zerna ökotalu OÜ
22		Kaarli talu	1 kg	25.06.2016		Eesti	Kaarli talukaup OÜ
23	Rukki- kroovjahu	Tartu Mill, Kalew	1,5 kg	9.11.2016	101331	Eesti	Tartu Mill AS

Nr.	Kirjeldus	Tootemärk	Pakend	Parim enne	Partii	Päritolu	Tootja
-----	-----------	-----------	--------	------------	--------	----------	--------

2017							
Rukkileivad							
1	Kodukandi rukkileib	Eesti Pagar	390g	11.04.2017		Eesti	AS Eesti Pagar
2	Pärmivaba rukkileib	Eesti Pagar	350g	6.04.2017		Eesti	AS Eesti Pagar /Prisma küpsetus
3	Pärnu rukkileib	Eesti leivatööstus	600g	9.04.2017		Eesti	Eesti Leivatööstus OÜ
4	Rukkileib LAVENDEL	Lavendel	700g	11.04.2017		Eesti	Lavendli köök
5	Rehe tõsine teraleib	Eesti Pagar	390g	8.04.2017		Eesti	AS Eesti Pagar
6	Rukki-seemneleib	Karja Pagar	380g	11.04.2017		Eesti	Karja Pagariäri OÜ
7	Rukkileib	Karja Pagar	350g	7.04.2017		Eesti	Karja Pagariäri OÜ
8	Rehe rukkileib	Eesti Pagar	390g	10.04.2017		Eesti	AS Eesti Pagar
9	Rukkileib Öko	Pagar võtaks	430g	3.04.2017		Eesti	Pagar Võtaks OÜ
Täistera rukkileivad							
10	Rukkipala	Leiburi Rukkipala	330g	8.04.2017		Eesti	AS Leibur
11	Ruks täistera rukkileib	Leiburi Ruks	380g	9.04.2017		Eesti	AS Leibur
12	Leib "Bruno"	Hiiu Pagar	360g	8.04.2017		Eesti	HTÜ Tootmine OÜ
13	Rukki täisteraleib	Lõuna Pagarid	310g	9.04.2017		Eesti	AS Lõuna Pagarid
14	Rukki täisteraleib chia seemnetega	Pagar võtaks	430g	9.04.2017		Eesti	Pagar Võtaks OÜ
Peenleivad							
15	Isa peenleib	Leibur	350g	7.04.2017		Eesti	AS Leibur
16	Pealinna peenleib	Eesti Pagar	490g	8.04.2017		Eesti	AS Eesti Pagar
Näkileivad							
17	Gluteeni ja laktoosivaba näkileib	Rainbow	170g	15.02.2018		Rootsi	FinaxAB
18	WASA näkileivad	Wasa	275g	30.11.2017	S01164 137 05.12	Rootsi	Barilla Sverige AB
19	Polar näkileib	Polar-bröd	280g	15.10.2017	L47018 0034	Rootsi	Polarbröd AB

Nr.	Kirjeldus	Tootemärk	Pakend	Parim enne	Partii	Päritolu	Tootja
Täistera rukkinäkileivad							
20	Madalküpsenud kolmnurknäkileivad	Leksands	200g	9.02.2018	295	Rootsi	Leksands Knäckebröd AB
21	Rainbow rukkinäkid	Rainbow	200g	7.01.2018	P7931	Soome	Rainbow
22	Täistera rukkijahunäkileivad	Finn Crisp	200g	24.11.2017	24.11.2016	Soome	Lantmännen Cerealia OY
23	Kuivatatud rukkileivakesed	Linkosuo	150g	30.08.2017	01:26	Soome	Linkosuon Leipomo Oy
24	Haputaignast rukkinäkileib	Finn Crisp	200g	27.05.2018	28.11.2016	Soome	Vaasan Oy
Leivakrõpsud							
25	Rukkileivapalad	Koti-maista Ruisnappi	150g	26.01.2018		Soome	FinnSnack Oy
26	Neljaviilja krõbuskid	BalSnack	150g	9.02.2018		Eesti	AS Balsnack International Holding
27	Rukki krõbuskid	BalSnack	100g	20.10.2017		Eesti	AS Balsnack International Holding
Küüslauguleivad							
28	Küüslauguleivad	Marmiton	150g	12.07.2017		Eesti	Marmiton AS
Jahvatatud rukkitooted							
29	7-viljahelbed	Haljas	500g	15.03.2018	24.03.2017	Leedu	Haljas AS
30	Rukkihelbed	Mahe Seeme	1 kg	10.09.2017	20910	Eesti	Anfang OÜ
31	Rukkipüül	Mahe Seeme	1.5 kg	24.06.2017	2410	Eesti	Anfang OÜ
32	Rukkijahu	Rainbow	1 kg	2.12.2017	107341	Eesti	Tartu Mill AS
33	Punane rukkilinnasejahu	Kaarli Talu	500g	14.12.2017		Eesti	Estonian Malt OÜ
34	Mahe rukkiklii	Koplimäe	250g	6.11.2017	3.03.2017	Eesti	Koplimäe Mahe Talu OÜ
Kamad							
35	Mahe rukkikama	UMA MEKK	300g	15.04.2017		Eesti	Urvaste külade selts MTÜ
36	Kama	Tartu Mill	400g	1.03.2018		Eesti	Tartu Mill AS

Mahetooted koguti suurematest poekettidest, kus olid vastavad riulid või vahekäigud ja kaubanduskeskuste (Sikupilli, Kristiine) ökokaupade äridest. Kõige suurem valik sobilikke

maheteraviljatooteid oli Lõunakeskuse Taluturul (I etapil aastal 2016). Samuti otsisid 67% Konjuktuuriinstituudi uuringus osalejaist, kes tarbisid ka mahetoodangut, seda tavakaupluste, näiteks Selveri, Rimi, Prisma, Maxima või Konsumi kettidest (Lepane, 2016). Oletame, et kaubavoogude mahud on ökokaubanduses väiksemad ja lisandub/kaob tootjaid ning vastavalt nõudlusele muutub sortiment. Rukkipüüli sortiment piirdus vaid ühe mahetootja 2 kaubamärgiga.

Mahetooteid oli valitud 59 proovi hulgas 20 ehk 33.8% (hallil taustal Tabelis 1). Mahetootjaid oli valimis 12: Tartu Mill AS (täistera rukkijahu), Balti Veski AS (mitmeviljahelbed), Kaarli talukaup OÜ Lääne-Virumaalt (mitmeviljahelbed), Loona talu veski Võrumaalt (rukkimanna, rukkichelbed maheteraviljana kasvatatavast rukkisordist “Sangaste”), Loodusvägi OÜ (täistera rukkijahu, kasvatatud Järvamaal), Zerna ökotalu OÜ (rukkichelbed, mitmeviljahelbed), Koplímäe mahe talu OÜ Saaremaalt (rukkiklii), Urvaste külade selts MTÜ Võrumaalt (kama), Koksvere veski OÜ (kuni 23.01.2017 Anfang OÜ) Viljandimaalt (rukkichelbed, rukkipüül, rukkitera, täistera rukkijahu), AS Balsnack International Holding Harjumaalt (rukkikrõbuskid), Vaasan OY Soomest (täistera rukkinäkileib), Pagar Vötaks OÜ Tallinnast (rukkileib ja täistera rukkileib).

Metoodika

Ergotalkaloidide sisaldus määrati *Eurofins WEJ Contaminants* akrediteeritud laboris valideeritud kõrgsurve vedalikkromatograafia-tandem-massspektromeetria meetodil (LC-MS/MS). Kvantifitseeriti 6 sagedasemat sklerootsiumis esinevat alkaloidi: ergometriin, ergotamiin, ergosiin, ergokristiin, α -ergokrüptiin ja ergokorniin, ning nende epimeerid (-iniinid). Meetodi määramispiir (LOQ-limit of quantification) oli 3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ja avastamispiir (LOD-limit of detection) 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Ergot alkaloidide saadavuse hindamiseks kasutati Tervise Arengu Instituudi (TAI) Eesti rahvastiku toitumise uuringu tulemusi arvestades rukist sisaldavate toitude keskmisi päevaseid tarbimiskoguseid sagedusküsimustiku põhjal soo- ja vanuserühmade lõikes (Tabel 2). Rahvastiku toitumise uuring viidi läbi aastatel 2013-2015. Uuring põhines esinduslikul juhuvalimil, mis hõlmas vanusevahemikku 3 kuust kuni 74 aastani. Üldistatavuse parandamiseks olid nii soo- ja vanuserühmade kehakaalud kui ka keskmised tarbimiskogused kaalutud Eesti rahvastiku suhtes soo, vanuse ja piirkonna järgi Toitude tarbimise sagedusküsimustikus olid uuritavad alates 2. eluaastast, ja toiduainete, ~200 etteantud nimetuse, viimase aasta jooksul (päeval nädalas või päeval kuus, etteantud kategooriad) tüüpilised tarbimissagedused ja korruga tarbitavad kogused. Rukist sisaldavad toidud jagunesid järgmistesse toidugruppidesse:

- leib, sai ja sepik – peenleib rukkileib, teraleib ja näkileib;
- teraviljatooted – kaera- ja mitmeviljahelbed; magustamata müsli jms; kamapallid, hernekrõbuskid jms ja kamajahu;
- muud toidud – küüslauguleivad.

Toidu keskmise tarbimise arvestusest olid välja jäetud puuduvad vastused, seega ka mittetarbimine.

Tabel 2. Rukist sisaldavate toitude keskmine tarbimine (g päevas) sagedusküsimustiku põhjal

Vanus	Sugu	Peenleib	Rukki leib, teraleib	Näkileib	Mitme vilja helbed, jms	Kama pallid, krõbuskid jms.	Kama jahu	Küüslaugu leivad
2-5 a	Mees	5,41	20,18	0,88	2,42	0,22	0,40	0,78
	Naine	4,81	15,89	1,94	3,99	0,36	0,40	0,91
6-9 a	Mees	6,47	21,82	1,00	4,11	0,09	0,42	1,46
	Naine	7,12	19,12	1,05	3,71	0,12	0,51	1,44
10-13 a	Mees	7,06	29,76	1,95	4,92	0,03	0,54	2,09
	Naine	11,57	18,89	1,05	4,39	0,05	0,25	1,33
14-17 a	Mees	23,89	22,10	1,12	5,83	0,04	0,60	2,70
	Naine	9,95	20,23	1,16	3,14	0,06	0,83	1,32
18-64 a	Mees	13,62	46,36	0,91	3,31	0,03	0,45	1,57
	Naine	7,45	30,53	1,57	3,32	0,07	0,59	0,86
65-74 a	Mees	12,85	59,30	0,26	1,78	0,01	1,00	1,07
	Naine	10,44	44,86	0,41	2,64	0,01	1,13	0,89

Toetudes toidu tarbimisandmetele, uuringus osalenute keskmistele kehakaaludele (Tabel 3) ja käesoleva uuringu summaarsete EA-de keskmistele sisaldustele toidugruppides arvutati EA-de saadavus vastavalt valemile:

$$EA - de\ saadavus\ (ng\ kg^{-1}\ päevas) = \frac{EA - de\ keskmine\ sisaldus\ (ng\ g^{-1}) \times toidu\ tarbimine\ (g)}{kehakaal\ (kg)}$$

Tabel 3. Vanusegruppide keskmised kaalud kilogrammides Eesti rahvastiku toitumisuuringu andmetel

	Mees	Naine
2-5 a	17.1	16.6
6-9 a	30.2	28.1
10-13 a	51.1	46.4
14-17 a	73.5	60.7
18-64 a	85.7	62.1
65-74 a	83.6	76.5

Saadud tulemusi võrreldi Euroopa Toiduohutusameti poolt sätestatud EA-de akuutse standarddoosiga (ARfD - Acute Reference Dose) - 1 µg kehakaalu kg kohta ja lubatava päevase EA kogusega (TDI-tolerable daily intake) - 600 ng kehakaalu kg kohta (EFSA, 2012).

Tulemused

Kahe aasta jooksul (2016-2017) analüüsiti ergotalkaloide kokku 59 rukist sisaldavas teraviljatootes. 53 proovis, 90% toodetes, jäid ergotalkaloidide sisaldused alla määramispiiri. Tavaviljelustooteist 87% ja mahetooteist 95% oli EA-de sisaldus alla määramispiiri. Kõikides testitud leibades, näkileibades ja rukkijahudes olid EA-did alla määramispiiri (Tabel 4).

Tabel 4. Summaarsete ergotalkaloidide sisaldus teraviljatoodetes µg/kg. Toidud on liigitatud sagedusküsimustiku peatükkide järgi.

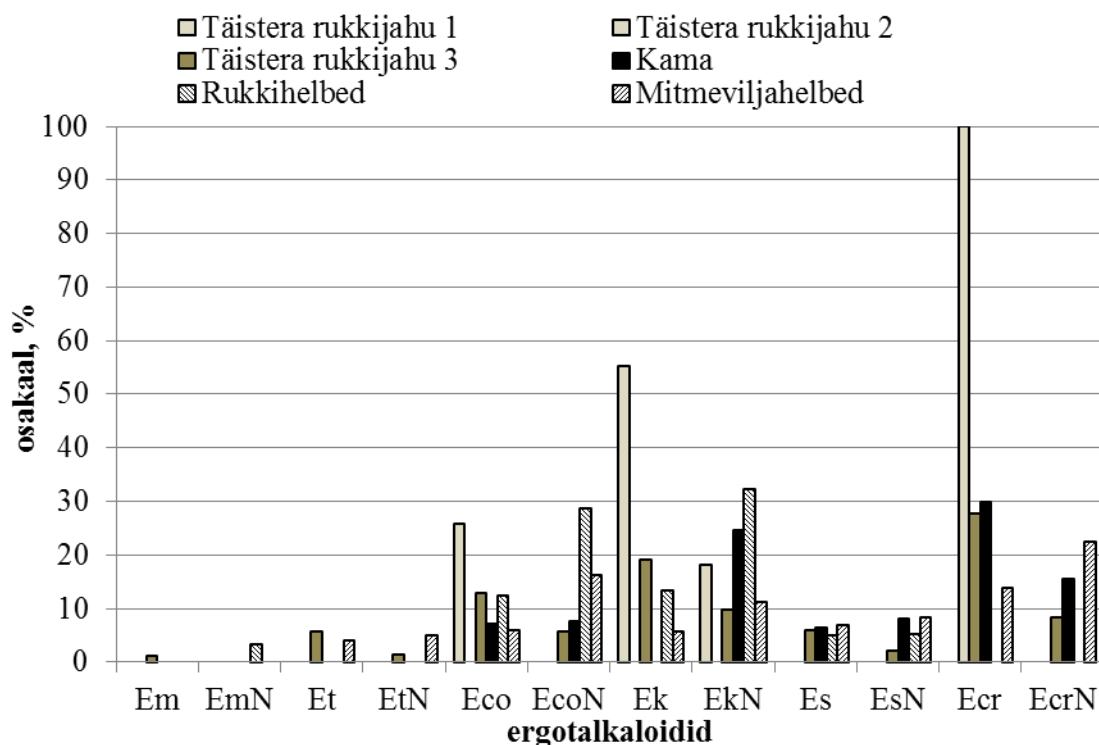
Tooteliik	Toit	Proovide arv	Positiivseid proove	Keskmine sisaldus, ng/g		Max sisaldus, ng/g
				LB	UB	
Leib, sai, sepik	Peenleib	2		0	36	
	Rukkileib, teraleib	14		0	36	
	Rukkijahu	14	3	22,9	51,2	300
	Näkileivad	8		0	36	
Pudrud ja teravilja-tooted	Rukki- ja mitmeviljahelbed	15	2	18,3	49,5	195
	Kamapallid hernekrõbuskid jm	3		0	36	
	Kama	2	1	28,5	46,5	57
Muu	Küüslauguleivad	1		0	36	

LB – alamtökend, mis summaarsete EAde suhtes alla määramispiiri tooted võrdsustab 0, UB – ülemtökend, mis summaarsete EAde suhtes alla määramispiiri tooted võrdsustab summaarse määramispiiriga.

Ergotalkaloide leiti 1 mahetootes – rukki täisterajahus ja 5 tavaviljelusega kasvatatud tootes. Summaarsed EA-d leidis kokku 6 rukist sisaldavas tootes, vahemikus 4.2-300 µg/kg: 3 täistera-rukkijahus, ühes neljaviljahelvestes, ühes rukkihelvestes ja ühes kamajahus. Kõige enam esines ergotalkaloide täistera-rukkijahus: kolmes proovis kaheksast oli keskmine summaarne EA-de sisaldus 42 µg/kg ja maksimaalne 300 µg/kg. Ühes rukkihelveste proovis viiest vastavalt 35.8 µg/kg ja 195 µg/kg, ühes üheksast mitmeviljahelvestest 11.6 µg/kg ja 80 µg/kg ning ühes kahest kamast 28.5 µg/kg ja 57 µg/kg.

Jahutooted sisaldasid peamiselt α-ergokrüptiini ja ergokristiini, ning helbed ergokorniniini ja α-ergokrüptiniini (joonis 1, tabel 5).

Keskmine summaarne ergotalkaloidide sisaldus kõigist analüüsitud rukist sisaldavatest teraviljatoodetest oli 11 µg/kg ja mediaanväärtus 0, kui kõik alla määramispiiri olevad väärtused võrdsustati nulliga. Pisut kõrgemad summaarsete EA-de sisaldused, vastavalt 20 µg/kg ja 6 (keskmine ja mediaanväärtus) saadi Belgias tehtud analoogse uuringu käigus (Mavungu et al., 2011). Samuti oli rukist sisaldavate teraviljatoodete esinemissagedus Belgia uuringus (~80%) kõrgem, kuid maksimaalne summaarsete ergotalkaloidide sisaldus - 95 µg/kg (Mavungu et al., 2011) jäi käesoleva uuringu maksimaalsele summaarsete ergotalkaloidide väärtusele alla (tabel 4).



Joonis 1. Ergotalkaloidide osakaal EA positiivsetes proovides. Iga EA on fraktsioon summarsest EA-de sisaldusest. Alla määramispiiri olevad EA-d on loetud nulliks. Em-ergometriin, EmN-ergometriniin, Et-ergotamiin, EtN-ergotaminiin, Eco-ergokorniin, EcoN-ergokornitiin, Ek-ergokrüptiin, EkN- α -ergokrüptiniin, Es-ergosiin, EsN-ergosiniin, Ecr ergokristiin, EcrN-ergokristiniin.

Tabel 5. EA positiivsete proovide EA-de sisaldused.

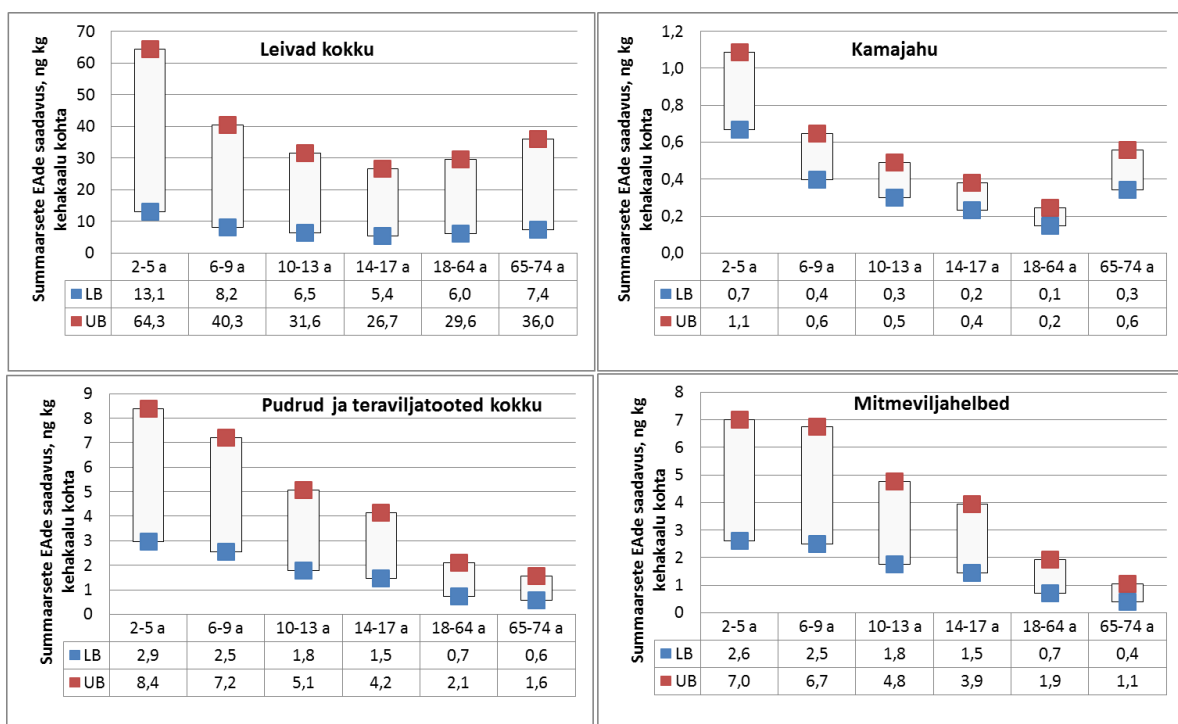
	Täistera-rukkijahu			Kama	Rukkihelbed	Neljaviljahelbed
	<LOQ	<LOQ	3,7			
Em	<LOQ	<LOQ	3,7	<LOQ	<LOQ	<LOQ
EmN	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	6,3	<LOQ
Et	<LOQ	<LOQ	17	<LOQ	<LOQ	3,3
EtN	<LOQ	<LOQ	4	<LOQ	<LOQ	4
Eco	4,4	<LOQ	39	4,1	24	4,8
EcoN	<LOQ	<LOQ	17	4,4	56	13
Ek	9,4	<LOQ	57	<LOQ	26	4,5
EkN	3,1	<LOQ	29	14	63	9
Es	<LOQ	<LOQ	18	3,6	9,6	5,5
EsN	<LOQ	<LOQ	6,3	4,6	10	6,6
Ecr	<LOQ	4,2	83	17	<LOQ	11
EcrN	<LOQ	<LOQ	25	8,9	<LOQ	18
Summaarsed EA, $\mu\text{g}/\text{kg}$	16,9	4,2	299,0	56,6	194,9	79,7

Em-ergometriin, EmN-ergometriniin, Et-ergotamiin, EtN-ergotaminiin, Eco-ergokorniin, EcoN-ergokornitiin, Ek-ergokrüptiin, EkN- α -ergokrüptiniin, Es-ergosiin, EsN-ergosiniin, Ecr ergokristiin, EcrN-ergokristiniin.

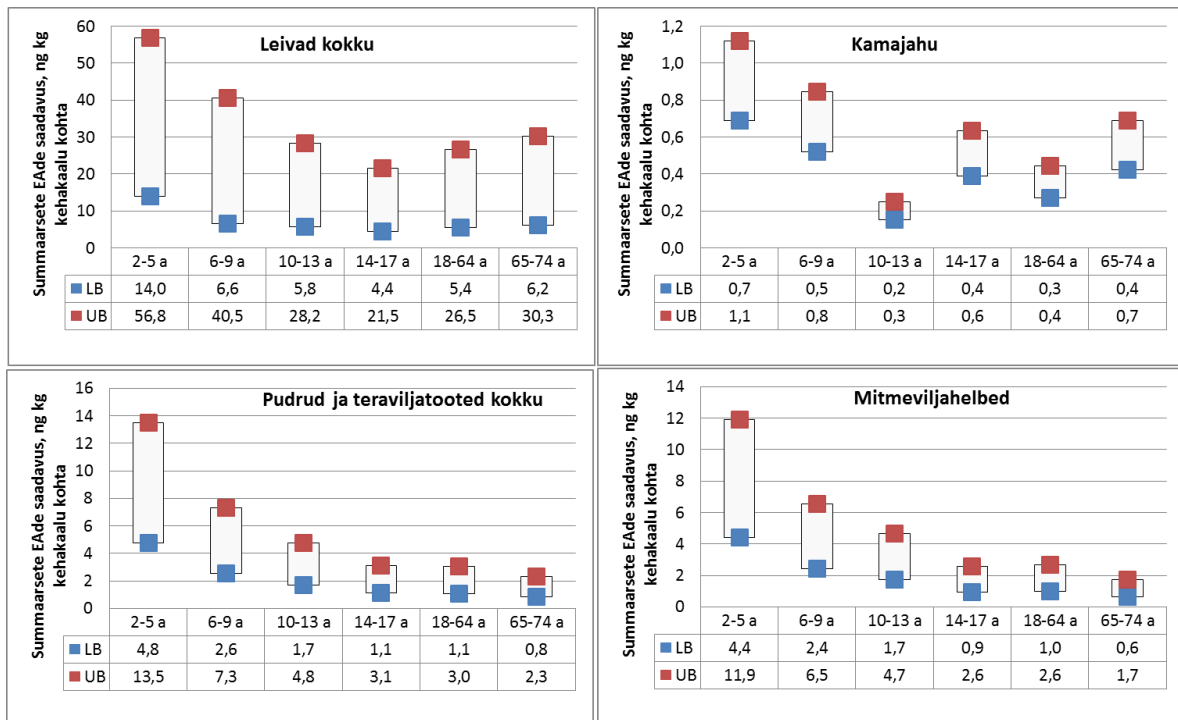
Varem, 2010/11 aastal Eesti tootjatelt kogutud 14 rukkijahu proovis määrati summaarsete EAde keskmiseks ja maksimaalseks sisalduseks, vastavalt 142 µg/kg ja 863 µg/kg (Mavungu *et al.*, 2011). Võrreldes neid tulemusi, käesoleva uuringu 14 rukkijahu vastavate väärtustega: 23 ja 300 µg/kg (Tabel 4) näeme märgatavalt madalamaid EA-de sisaldusi. See, et töödeldud rukkitoodetes (leivad, näkileivad, krõbuskid) olid summaarsete EA-de sisaldused alla määramispiiri, võib olla tingitud ka küpsetusprotsessi käigus toimuvast kuni 30% EA-de kontsentratsiooni vähenemisest või epimerisatsioonist (-iniinide suunaline) (Merkel *et al.*, 2012).

Vastavalt Eesti rahvastiku toitumise uuringu sagedusküsimustiku peatükkidele liigitati teraviljatooted 3 toidugruppi (Tabel 4): *Leib, sai ja sepik* – 38 toodet, sealhulgas rukkijahud, *pudrud ja teraviljatooted* - 20 ja *muud toidud*, kuhu liigitus vaid 1 toode, küüslauguleivad.

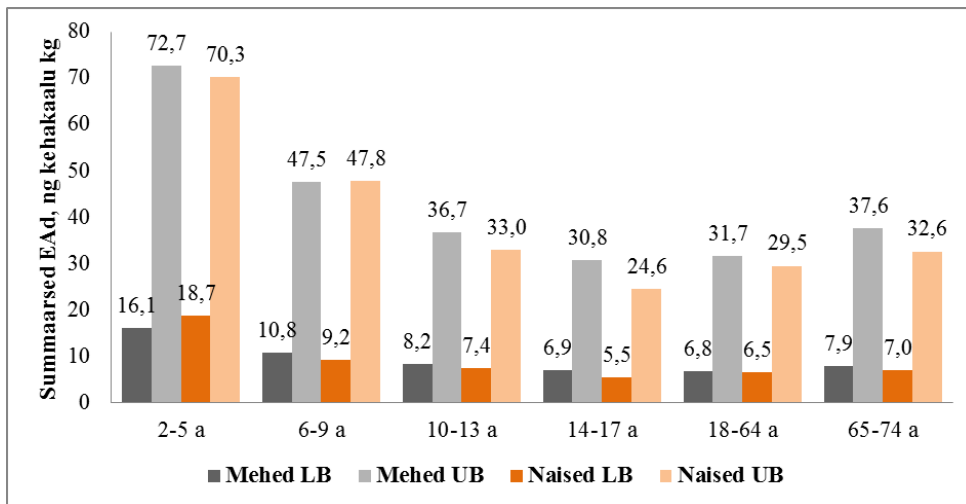
Kasutades rukist sisaldavate teraviljatoodete keskmisi tarbimisandmeid (tabel 2), vanusegruppide keskmisi kehakaalu (tabel 3) ja summaarsete EAde keskmisi sisaldusi (tabel 4), arvutasime EAde saadavuse kahe toidugrupi (leib, sai ja sepik = leivad kokku; teraviljatooted = pudrud ja teraviljatooted kokku) kohta. Küüslauguleibadest EAde saadavust ei saanud arvutada kuna EAde sisaldus oli alla määramispiiri. Samuti oli rukkileibade, peenleibade ja näkileibadega. Kuid rukkijahu, kui rukkileibade tooraine arvestamine selles grupis lubas saada kogu grupi jaoks potentsiaalsete summaarsete EAde saadavused (joonised 2 ja 3). Täistera-rukkijahu oli kõrgeimate summaarsete EAde sisaldusega.



Joonis 2. Summaarsete EA-de saadavus kahest toidugrupist ja eraldi mitmeviljahelvestest ja kamast eri vanusegruppide meeste arvestuses. Väärtused põhinevad kontsentratsiooni alam ja ülemtõkendil, kus LB – alamtõkend võrdsustab summaarsete EAde suhtes alla määramispiiri väärtused 0 ja UB – ülemtõkend võrdsustab summaarsete EAde suhtes alla määramispiiri väärtused summaarse määramispiiriga



Joonis 3. Summaarsete EA-de saadavus kahest toidugrupist ja eraldi mitmeviljahelvestest ja kamast eri vanusegruppide naiste arvestuses. Väärtused põhinevad kontsentratsiooni alam ja ülemtõkendil, kus LB – alamtõkend võrdsustab summaarsete EAdes suhtes alla määramispiiri väärtused 0 ja UB – ülemtõkend võrdsustab summaarsete EAdes suhtes alla määramispiiri väärtused summaarse määramispiiriga



Joonis 4. Summaarsete EA-de saadavus rukist sisaldavatest teraviljatoodetest soo ja vanuse järgi. Väärtused põhinevad kontsentratsiooni alam ja ülemtõkendil, kus LB – alamtõkend võrdsustab summaarsete EAdes suhtes alla määramispiiri väärtused 0 ja UB – ülemtõkend võrdsustab summaarsete EAdes suhtes alla määramispiiri väärtused summaarse määramispiiriga

Joonistelt 2 ja 3 on näha, et 2-5 aastastel poistel on võimalik saada leibadest 13 – 64 ng kehakaalu kohta summaarseid EAdes, vastavalt alam- ja ülemtõkendile, tükid 14 – 57 ng kg kehakaalu kohta. Kuna üheski testitud rukkileibadest ja peenleibadest EAdes ei leitud (summaarsete EAdes sisaldused olid alla määramispiiri), aga täistera-rukkijahudes esines summaarseid EAdes 4-300 µg/kg, on arvatud saadavused kogu rahvastikule ilmselt

ülehinnaud. EAde esines ka rukki- ja mitmeviljahelvestes ning kamajahus, seega kõikidest rukist sisaldavatest teraviljatoodetest oleks noorimatel, 2-5 aastastel poistel võimalik summaarseid EAde saada 16-73 ja tüdrukutel 19-70 ng kehakaalu kg kohta (joonis 4).

Nii leivast, pudruhelvestest, kui ka teistest teraviljatoodetest kokku toiduga saadav summaarseid EAde tase oli 8 – 33 korda madalam kui lubatud päevane tarbimiskogus 600 ng/kg kehakaalu kohta (EFSA, 2012). Sellisel hulgal teraviljatoodetes esinevad EAd ei ohusta inimeste tervist.

Viited

Brodal, G., Hofgaard, I. S., Eriksen, G. S., Bernhoft, A. & Sundheim, L. Mycotoxins in organically versus conventionally produced cereal grains and some other crops in temperate regions. *World Mycotoxin J.* **9**, 1–16 (2016). doi:10.3920/WMJ2016.2040.

Crews, C., Anderson, W. A. C., Rees, G. & Krska, R. Ergot alkaloids in some rye-based UK cereal products. *Food Addit. Contam. Part B Surveill.* (2009). doi:10.1080/02652030903042509.

EFSA. Scientific Opinion on Ergot alkaloids in food and feed. *EFSA J.* **10**, 2798 (2012). doi:10.2903/j.efsa.2012.2798.

Lepane, L. *Eesti Konjunkturiinstituut Eesti elanike toidukaupade ostueelistused ja hoiakud.* (2016). Saadaval: http://www.maheklubi.ee/upload/Editor/Eesti_elanike_toidukaupade_ostueelistused_ja_hoiakud.pdf (Accessed: 14 December 2017).

Mavungu, J. D. Di, Larionova, D. A., Malysheva, S. V, Peteghem, C. Van & Saeger, S. De. Survey on ergot alkaloids in cereals intended for human consumption and animal feeding. *EFSA Support. Publ.* **8**, (2011). doi: 10.2903/sp.efsa.2011.EN-214.

Merkel, S. *et al.* Degradation and epimerization of ergot alkaloids after baking and in vitro digestion. *Anal. Bioanal. Chem.* **404**, 2489–2497 (2012). doi: 10.1007/s00216-012-6386-8.

Summary

The main goal of the present project was to find ergot alkaloid content from grain containing products (flours, flakes, bread and chips) available in Estonian supermarkets. Samples were collected in two following years 2016 and 2017 and analysis ordered from Eurofins WEJ Contaminants lab, where 6 common /predominant ergot alkaloids present in sclerotia ergometrine, ergotamine, ergosine, ergocristine, ergocryptine and ergocornine and their related epimers (-inines) were quantified. Total ergot alkaloids in range of 4.2 – 300 µg/kg were found in 10% of samples: 3 wholemeal rye flours, 1 rye flakes, 1 multicereal flakes and 1 multicereal flous. Comparison of ergot alkaloids mean levels in cereal products with consumption data of Estonian Food Consumption Survey made in 2013-2015 showed lower ergot alkaloids exposure of EFSA stated TDI in rye containing foodstuff. According to current study there is no human health risks related to consumption of the rye containing foods in Estonia.