

# C-vitamiini ja B-grupi vitamiinide sisaldus õuna eri osades ning nende kadu õunamahla ja õunamahla pressimisjääddest õunapüree tootmise protsessis



Rain Kuldjärv<sup>1,2,3</sup>, Anastassia Bljhhina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus, Tallinn;  
<sup>2</sup> Tallinna Tehnikaülikool, Keemia ja biotehnoloogia instituut, Tallinn;  
<sup>3</sup> OÜ Siidrikoda, Põlvamaa

## Sissejuhatus

Õunad ja õuntest valmistatud tooted on kogu maailmas laialt tarbitavad. FAOSTati andmetel toodeti maailmas 2017. aastal üle 83 miljoni tonni õunu, sellest ligi 17% Euroopas. Õuna peetakse tervislikuks vahepalaks. On levinud ütlus „An apple a day keeps a doctor away!“. Olulistemateks tervislikeks komponentideks loetakse õuntes antioksüdantide kõrval vitamiine, millede sisalduse täpsemale määramisele antud uuringus keskenduti, sest kodumaiste õunte vitamiinisalduse ja eriti nende kao kohta õunamahla- ja püree toomisel on informatsiooni vähe.

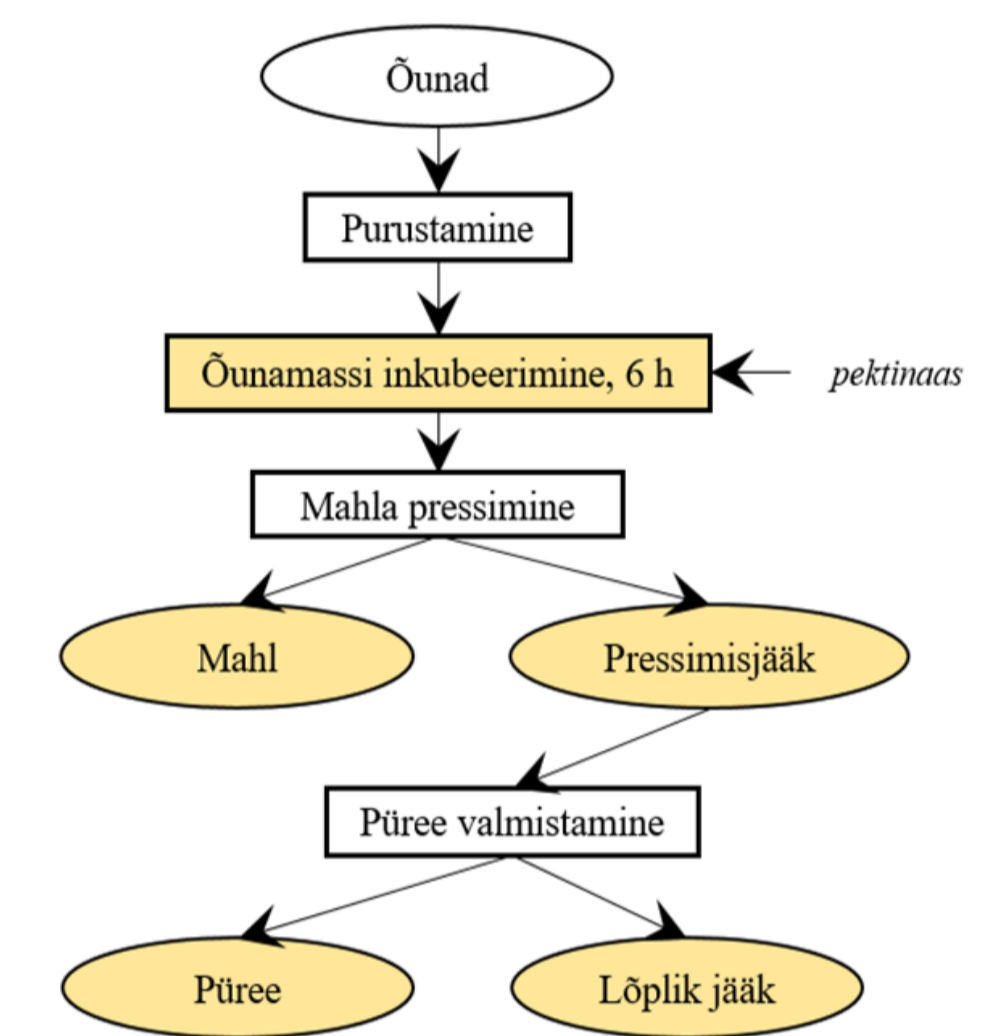
## Töö eesmärk

Antud uuringu eesmärk oli määrata C-vitamiini ja B-grupi vitamiinide sisaldus õuna eri osades, et anda hinnang, milline on vitamiinide kadu tarbimise seisukohalt kui õun kooritakse ning eemaldatakse õunasüdamik koos seemnetega. Täiendavalt uuriti milline on vitamiinide kadu õunamahla pressimise tööstuslikus protsessis ning kuidas jaotuvad alles jäävad vitamiinid saadava õunamahla ning õunamahla pressimisjäagi vahel. Kuna nii ressursside efektiivsema kasutamise kui ka majanduslikus mõttes on mõistlik õunamahla pressimisjäagist toota täiendavalt õunapüreed, siis uuriti vitamiinide kadu ka antud protsessis.

Antud uuring on üks osa mitmeaastasest PRIA projektist 616215780009 nimega „Õunamahla ja kääritatud õunamahlatoodete tootmisel tekkivate pressimisjäädete väärdamine õunapüreeks ja õunapüree baasil valmistatud täiendavateks toodeteks“

## Töö katseline osa

Uuringu alguses töötati välja B-grupi vitameere fikseeriv ja endogeenseid ensüüme inhibeeriv ekstraktsioonimeetodika. Analüüsiti vitamiin C ja B-grupi vitamiinide (tiamiini, riboflaviini, nikotiinhappe, nikotiinamiidi, pantoteenhappe, püridoksiini ja püridoksaali) jaotust protsessi eri osades. Selleks viidi läbi B-grupi vitameeride kvalitatiivne ja kvantitatiivne analüüs õuna eri osades ja mahla ning püree tootmisetappides. Protsessi skeem on esitatud joonisel 1. Uuritavaks õunasordiks oli Kulikovskoje, pärit Lõuna-Eestis, Põlvamaalt. Analüüsides kasutati proovide fikseerimiseks selle töö raames väljatöötatud ekstraktsioonimeetodikat. Vitameeride kvantifitseerimine toimus suure läbilaskevõimega LC-MS meetodiga.



Joonis 1. Töö katseline skeem. Helekollasega tähistatud protsessi proovivõtukohtad.

**Tabel 1.** B grupi vitamiinide sisaldus õunakoores, -viljalihas ja -seemnetes pärast ekstraktsiooni 1% sipelghappes (pH 2) (I – vaba vitamiin), pärast 18 h inkubeerimist 37 °C 1% sipelghappes (pH 4.2) (II-kogu vitamiin) ja koos happelise fosfaasiga (III – kogu vitamiin + fosforüleeritud vormid).

Õuna osad	Ekstraktsioonimeetodika	Tiamiin		Riboflaviin		Nikotiinhape		Pantoteenhape		Püridoksaal		Püridoksiin	
		µg/100g (ww±sd)	% sisaldusest õunas	µg/100g (ww±sd)	% sisaldusest õunas	µg/100g (ww±sd)	% sisaldusest õunas	µg/100g (ww±sd)	% sisaldusest õunas	µg/100g (ww±sd)	% sisaldusest õunas	µg/100g (ww±sd)	% sisaldusest õunas
		Koor	1.4 ± 0.8	66	7.0 ± 1.0	19	7.1 ± 2.4	37	210.4 ± 23.6	34	81.1 ± 4.8	35	24.5 ± 5.9
Viljaliha	-	-	3.6 ± 2.2	81	1.4 ± 0.1	61	50.7 ± 3.0	66	18.7 ± 1.7	65	29.0 ± 2.6	90	
Seemned	206.2 ± 25.4	34	18.7 ± 10.8	0	70.8 ± 3.4	1	111.6 ± 19.1	0	87.5 ± 41.7	0	14.6 ± 3.6	0	
Koor	1.8 ± 1.3	20	12.0 ± 5.3	35	9.6 ± 6.4	36	192.6 ± 6.0	35	146.6 ± 57.6	44	22.7 ± 2.8	9	
Viljaliha	0.6 ± 0.1	67	2.7 ± 0.6	64	2.1 ± 0.5	63	44.7 ± 4.7	65	22.8 ± 1.9	56	27.6 ± 1.1	91	
Seemned	273.7 ± 64.5	13	47.1 ± 13.8	0	71.1 ± 4.4	1	112.8 ± 27.0	0	119.8 ± 48.4	0	14.9 ± 1.9	0	
Koor	13.2 ± 1.7	23	15.4 ± 5.4	28	32.4 ± 7.6	39	211.1 ± 17.1	34	194.1 ± 23.7	29	25.4 ± 2.2	9	
Viljaliha	5.9 ± 0.4	75	4.7 ± 1.6	69	6.3 ± 1.5	61	51.0 ± 6.1	66	58.8 ± 2.0	71	30.0 ± 2.8	90	
Seemned	448.8 ± 43.2	3	449.4 ± 20.0	3	93.0 ± 10.7	0	152.9 ± 55.9	0	317.8 ± 35.3	0	24.5 ± 16.7	0	

I - ekstraktsioon 4 °C 1% sipelghappes  
 II - 18h inkubeerimine 37 °C 1% sipelghappes (pH 4.2)  
 III - 18h inkubeerimine 37 °C 1% sipelghappes (pH 4.2) lisatud happelise fosfaasiga  
 ww - wet weight (määrkaal)

**Tabel 2.** Vitamiin C sisaldus õunakoores, viljalihas ja -seemnetes

Õuna osa	vitamiin C, mg/100g (ww±sd)	% jaotus õunas
koor	31.1 ± 1.0	61
viljaliha	2.4 ± 0.7	39
seemned	0.3 ± 0.1	0

ww - wet weight (määrkaal)

**Tabel 3.** Vitameeride erinevate vormide jaotus purustatud õunamassi, mahla, pressimisjäagi, püree ja lõpliku jäägi vahel võrreldes purustatud õunamassi vitamiinide sisaldusega.

Ekstraktsioonimeetodika	Vitameer	Tiamiin		Riboflaviin		Nikotiinhape		Pantoteenhape		Püridoksaal		Püridoksiin	
		µg/100g (ww±sd)	saagis, %	µg/100g (ww±sd)	saagis, %	µg/100g (ww±sd)	saagis, %	µg/100g (ww±sd)	saagis, %	µg/100g (ww±sd)	saagis, %	µg/100g (ww±sd)	saagis, %
I	purustatud õunamass (100%)	4.8 ± 1.4	100	7.8 ± 1.1	100	14.9 ± 0.7	100	98.7 ± 4.8	100	7.5 ± 0.5	100	33.5 ± 1.2	100
	mahl (52%)	1.5 ± 0.5	17	10.1 ± 1.3	67	21.6 ± 0.5	75	90.9 ± 4.2	48	7.1 ± 0.1	49	27.6 ± 1.2	43
	pressimisjääk (48%)	9.5 ± 1.5	96	22.8 ± 3.9	140	21.2 ± 6.4	68	105.4 ± 0.9	51	12.0 ± 0.5	77	42.6 ± 2.3	61
	püree (22%)	5.4 ± 0.8	25	15.9 ± 1.6	45	21.4 ± 2.1	32	93.8 ± 2.3	21	8.9 ± 1.1	26	35.1 ± 0.2	23
	jääk (26%)	11.4 ± 3.4	62	21.8 ± 0.4	73	22.4 ± 2.1	39	113.0 ± 5.7	30	11.9 ± 0.8	41	41.5 ± 2.3	32
II	purustatud õunamass (100%)	11.0 ± 1.7	100	10.2 ± 1.4	100	12.7 ± 2.7	100	95.2 ± 8.2	100	15.3 ± 1.9	100	31.3 ± 3.2	100
	mahl (52%)	3.2 ± 0.4	15	2.3 ± 0.9	11	29.7 ± 9.2	122	100.6 ± 17.7	55	14.4 ± 2.5	49	26.6 ± 4.6	44
	pressimisjääk (48%)	19.9 ± 4.6	87	16.7 ± 1.5	79	25.5 ± 7.8	96	107.1 ± 17.7	54	17.9 ± 2.8	56	40.5 ± 6.4	62
	püree (22%)	6.9 ± 0.3	14	8.0 ± 2.1	17	18.5 ± 0.5	32	70.8 ± 3.7	16	13.7 ± 4.1	20	26.6 ± 3.9	19
	jääk (26%)	21.2 ± 7.4	50	17.7 ± 1.3	45	30.1 ± 3.0	62	113.3 ± 22.3	31	18.3 ± 3.4	31	42.0 ± 7.5	35
III	purustatud õunamass (100%)	13.7 ± 2.7	100	10.6 ± 1.5	100	21.9 ± 1.8	100	106.7 ± 12.9	100	15.4 ± 2.5	100	35.1 ± 2.3	100
	mahl (52%)	4.5 ± 0.9	17	3.5 ± 0.5	17	37.6 ± 3.0	89	111.0 ± 3.7	54	19.1 ± 2.3	64	32.6 ± 2.2	48
	pressimisjääk (48%)	28.1 ± 6.6	98	20.5 ± 6.9	92	32.7 ± 9.1	72	158.5 ± 18.6	71	23.4 ± 3.8	73	58.4 ± 8.0	80
	püree (22%)	11.8 ± 0.2	19	11.3 ± 1.2	23	29.7 ± 4.9	30	106.3 ± 10.1	22	17.9 ± 1.4	26	45.0 ± 5.1	28
	jääk (26%)	31.3 ± 2.9	59	27.4 ± 3.4	67	32.1 ± 7.5	38	184.9 ± 0.7	45	34.3 ± 3.5	58	70.0 ± 1.0	52

I - ekstraktsioon 4 °C 1% sipelghappes  
 II - 18h inkubeerimine 37 °C 1% sipelghappes (pH 4.2)  
 III - 18h inkubeerimine 37 °C 1% sipelghappes (pH 4.2) lisatud happelise fosfaasiga  
 ww - wet weight (määrkaal)

## Tulemused ja kokkuvõte

- Õuntes on 60-75% B-grupi ja C-vitamiinist koondunud viljalihasse (Tabel 1)
- Tulemuste alusel võib öelda, et B-vitamiinide kadu kooritud õunte tarbimisel ei ületa 25-40%.
- Mahla tootmisel toimub mõningal määral B-grupi vitamiinide vabastamine vabadesse absorbeeritavatesse vormidesse.
- Mahla tootmisel esineb märkimisväärne B1 ja B2 vitamiinide kadu.
- Enam kui 80% vitamiin B1 ja B2 jääb mahla tootmisel pressijääki.
- Vitamiinide B3, B5 ja B6 kadu mahla tootmisel on väike.
- Õunamahla tootmisjäagist on võimalik valmistada õunapüreed, mille vitamiinide sisaldus on ligilähedane õuna omale (sh B1 ja B2).
- Õunamahas ja -pürees jäi vitamiin C sisaldus alla määramispiiri ehk antud vitamiin oksüdeerus protsessi käigus.
- Uuring tõestas, et õunamahla pressimisjäagist on võimalik ja mõistlik valmistada õunapüreed, millel on B-grupi vitamiinide seisukohalt õunale sarnane sisaldus.
- Õunamahla pressimisjäagist on võimalik inimtoiduks sobiliku õunapüreena ära tarbida ligi 50-60 %.