



LITHUANIAN
RESEARCH CENTRE
FOR AGRICULTURE
AND FORESTRY



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

Põllumajandustootmise kõrvalsaadused, väärtuslikud ühendid ja nende võimalikud kasutusviisid

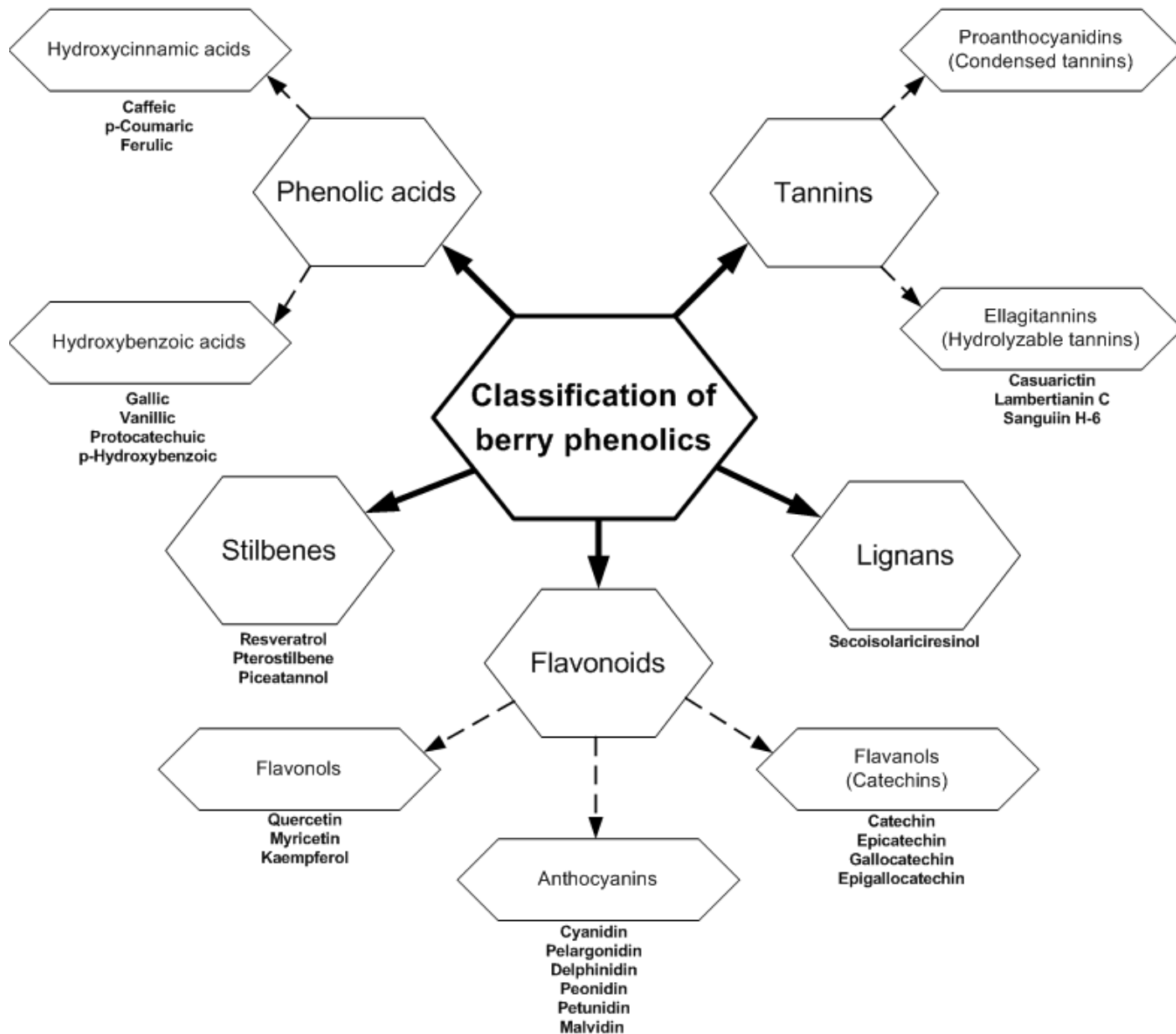
R. Bobinaitė and P. Viškelis

Sissejuhatus

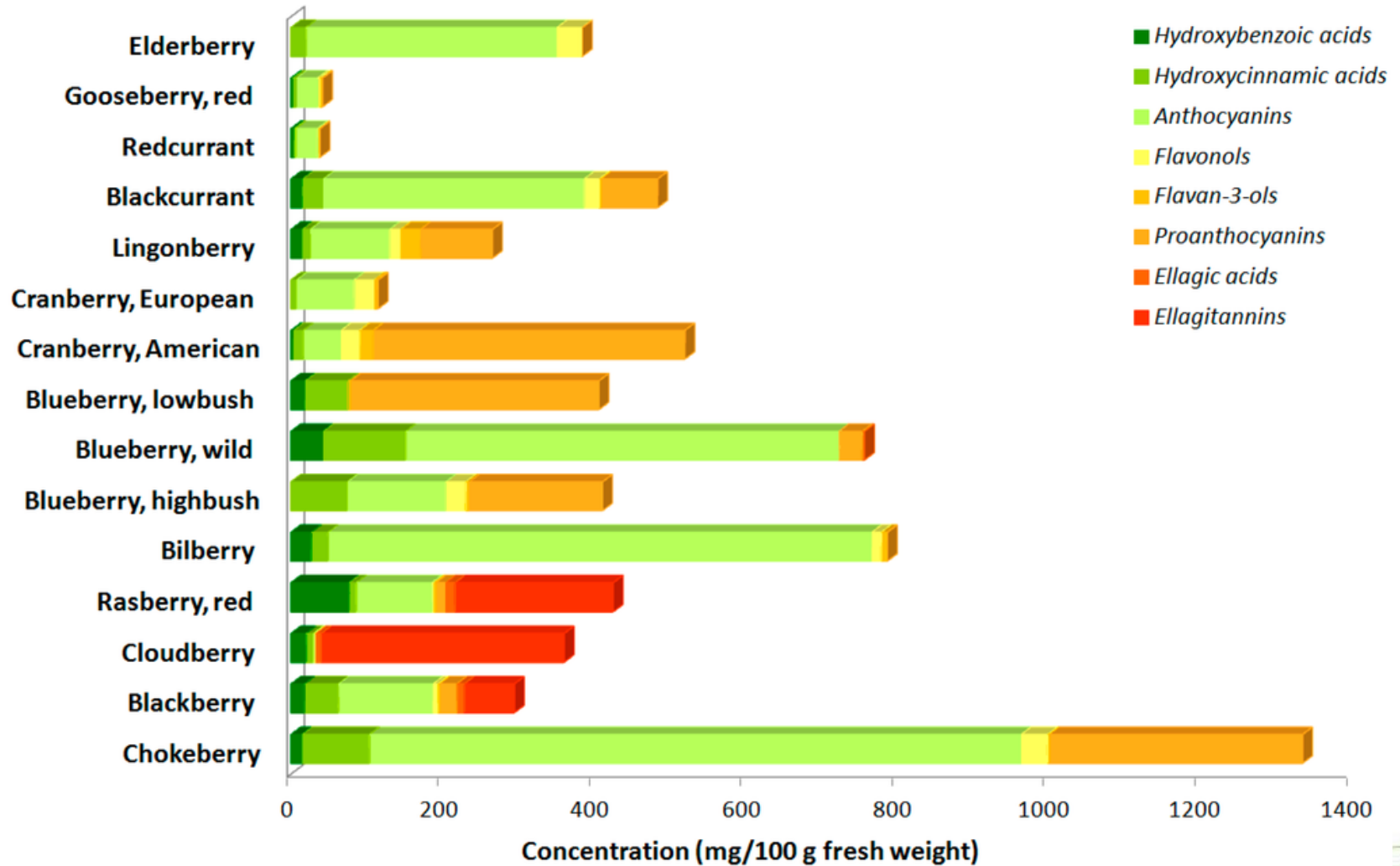
Marjade toitumisalane teave:

- ❑ **Makrotoitained** (süsivesikud(20 %), valgud(0,7 %), rasvad(0,5 %), kiudained(~ 3 %));
- ❑ **Mikrotoitained** (“ACE” vitamiinid, B grupi vitamiinid, mineraalid);
- ❑ **Fütokeemikaalid** (fenoolsed ühendid, karotenoidid, fütosteroolid, orgaanilised happed)

- ❑ Marjad kui looduslikud funktsionaalsed produktid – sisaldavad mitmeid väärtuslikke bioaktiivseid ühendeid
- ❑ Üheks võimaluseks suurendada toiduga saadavate fütokeemikaalide kogust on suurem puu-ja köögiviljade tarbimine. Teine võimalus on süüa rohkem tumeda-värvilisi marju, millele on omastatud tervist toetavaid omadusi. Alternatiiviks on võimalus rikastada toiduaineid taimedest pärit bioloogiliselt väärtuslike ühenditega.



Fenoļsed ūhēndid erinevates marjades



Marjade bioloogiline aktiivsus ning kasu tervisele

- Epidemioloogiliste uuringute ja meta-andmete analüüsi põhjal on leitud, et on pöördvõrdeline seos (polü)fenooliderikka toitumise ning paljude vananemisega seotud haiguste (südame-veresoonkonna haigused, diabeet, osteoporoos) kujunemise vahel
- Marjade bioaktiivsus ja selle positiivne (ja/või sünergistlik) mõju arvatakse olevat seotud nendes sisalduvate ühendite laias spektriga mitte üksikute ühendite eraldiseisva mõjuga
- Marjades sisalduvad fenoolsed ühendid on tuntud kui antioksüdandid kuid neil on ka teisi bioloogilisi mõjusid
 - Mutageneesi inhibeerimine, ensüümide stimulatsioon, vähirakkude inhibeerimine
- Mõjutavad mitmete mehhanismide kaudu erinevate bakteriliikide kasvu



Marjade töötlemise jääproduktid

Presskook/jääk on peamine jääprodukt puuvilja/marja mahla ning seemnevaba püree tootmisel

Presskook kui polüdispersne süsteem – sisaldab viljaliha osakesi, seemneid, peenestatud koort, varsi

Jääkproduktid – tööstusele suur probleem jäätmekäitluses. Samas paljulubav väärtuslike omadustega ühendite allikas.

Marjade presskoogis (polü)fenoolide sisaldus tihti suurem kui vastava mahla või püree fraktsioonis

Marja presskoogi fraktsioon:
Looduslikud antioksidandid

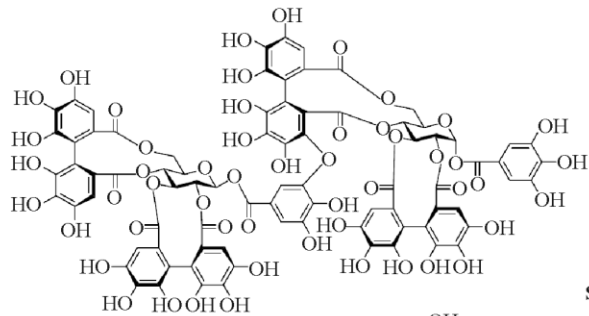
Õli (seemned)

Toidu väärindamine funktsionaalsete koostisainetega (pagaritooted, hommikuhelbed, karastusjoogid jne.)

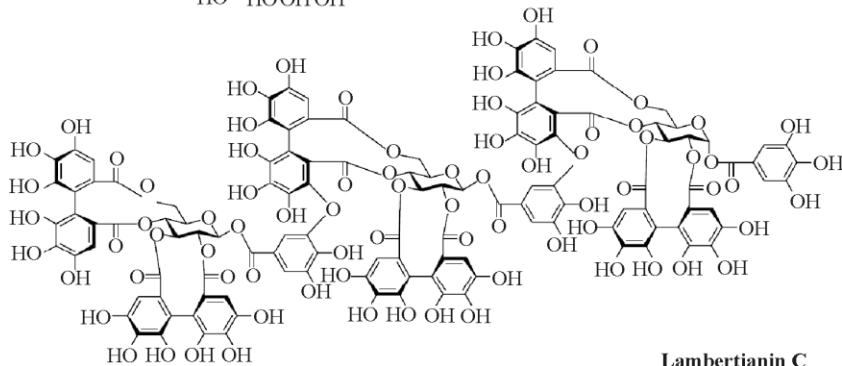


Vaarikad

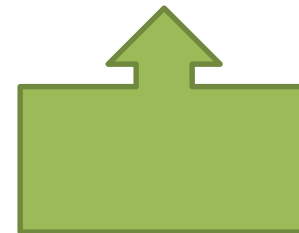
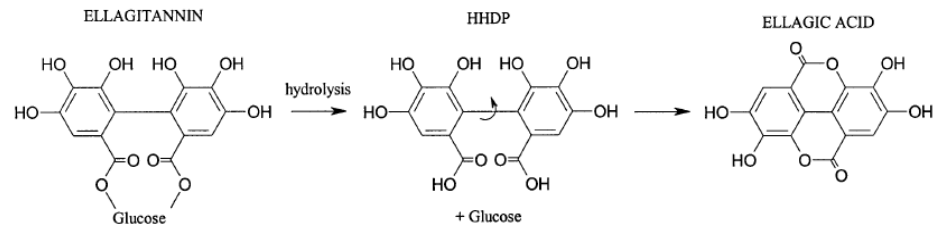
- Antotsüaanid ning hüdrolüüsuvad tanniinid moodustavad peamise osa vaarikates sisalduvatest (polü)fenoolsetest ühenditest. Vaarikad on antotsüaanide-rikkad (tsüanidiin glükosiidid) ning unikaalsed ellagitanniinide sisalduse poolest.



Sanguiin II-6



Lambertianin C



Ellagitanniinide sisaldus marjades, mg/ 100g



<input type="checkbox"/> Arctic raspberry	390
<input type="checkbox"/> Cloudberry	360
<input type="checkbox"/> Black raspberry	330
<input type="checkbox"/> Blackberry	88 - 390
<input type="checkbox"/> Red raspberry (wild)	270
<input type="checkbox"/> Red raspberry (cultivated)	94 - 175
<input type="checkbox"/> Rose hip	110
<input type="checkbox"/> Strawberry	65 - 85



Anti-inflammatory effect
Antiproliferative, proapoptotic effects

Antiproliferative effects
Apoptosis induction

Inhibition of
aromatase activity
Proapoptotic effects
Inhibition of migration,
invasion
and metastasis



Antiproliferative and
proapoptotic effects
Antimutagenic
activity

Antiproliferative effects
Apoptosis induction

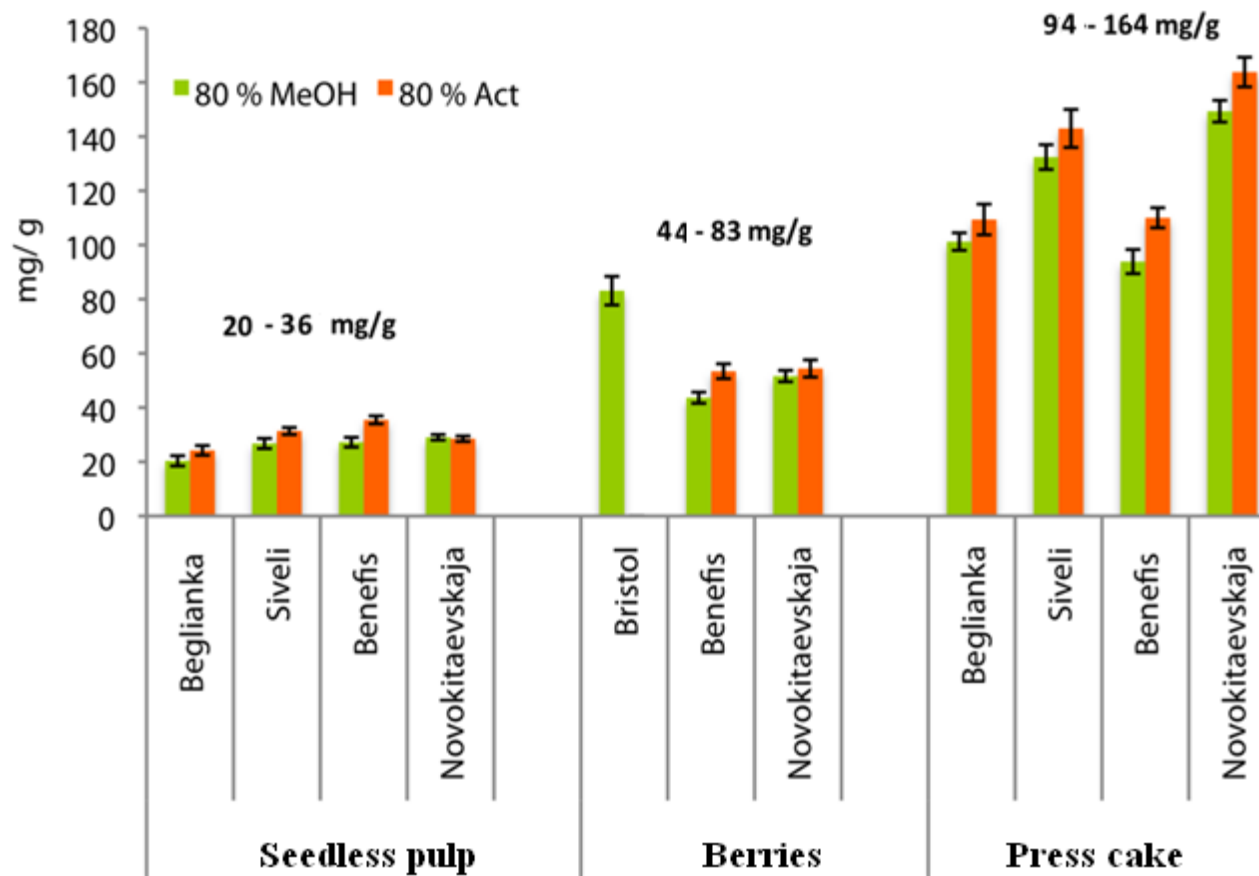
Protective effect against
UV rays
Antioxidant activity

Antiproliferative effects
Apoptosis induction
Antioxidant properties

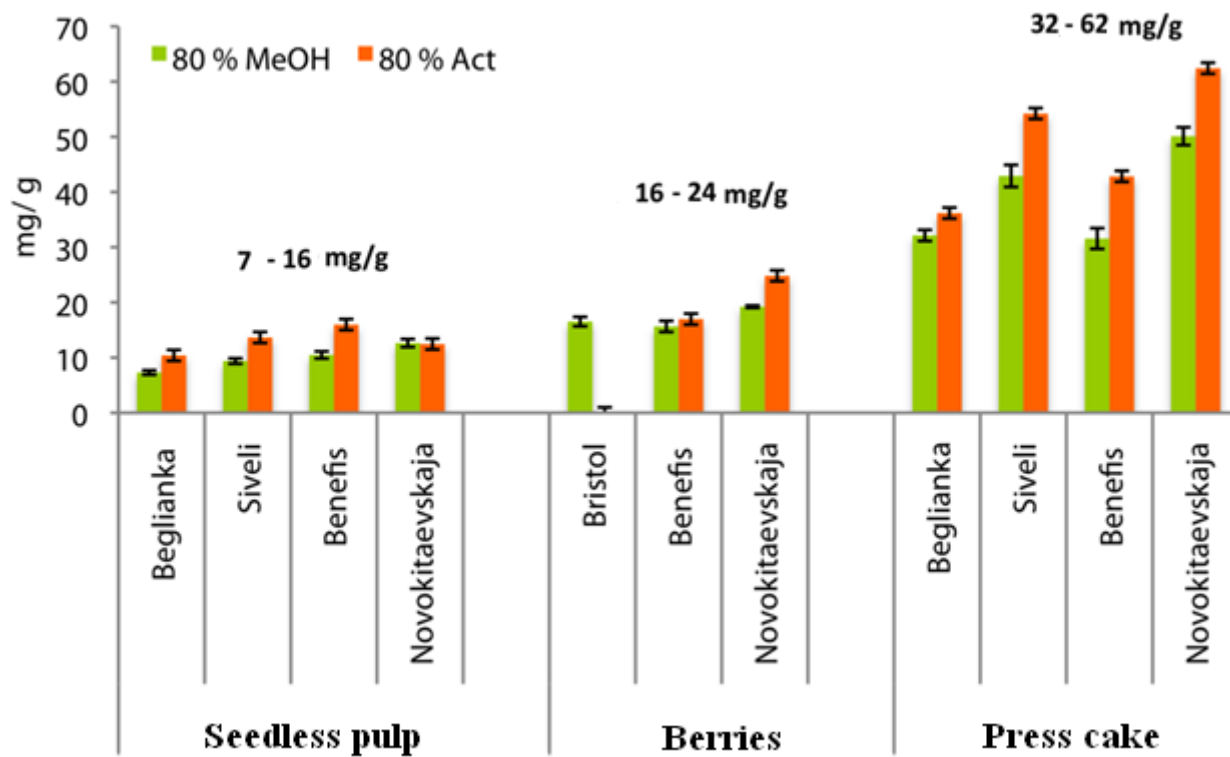
Chemoprevention of
chemically induced tumors



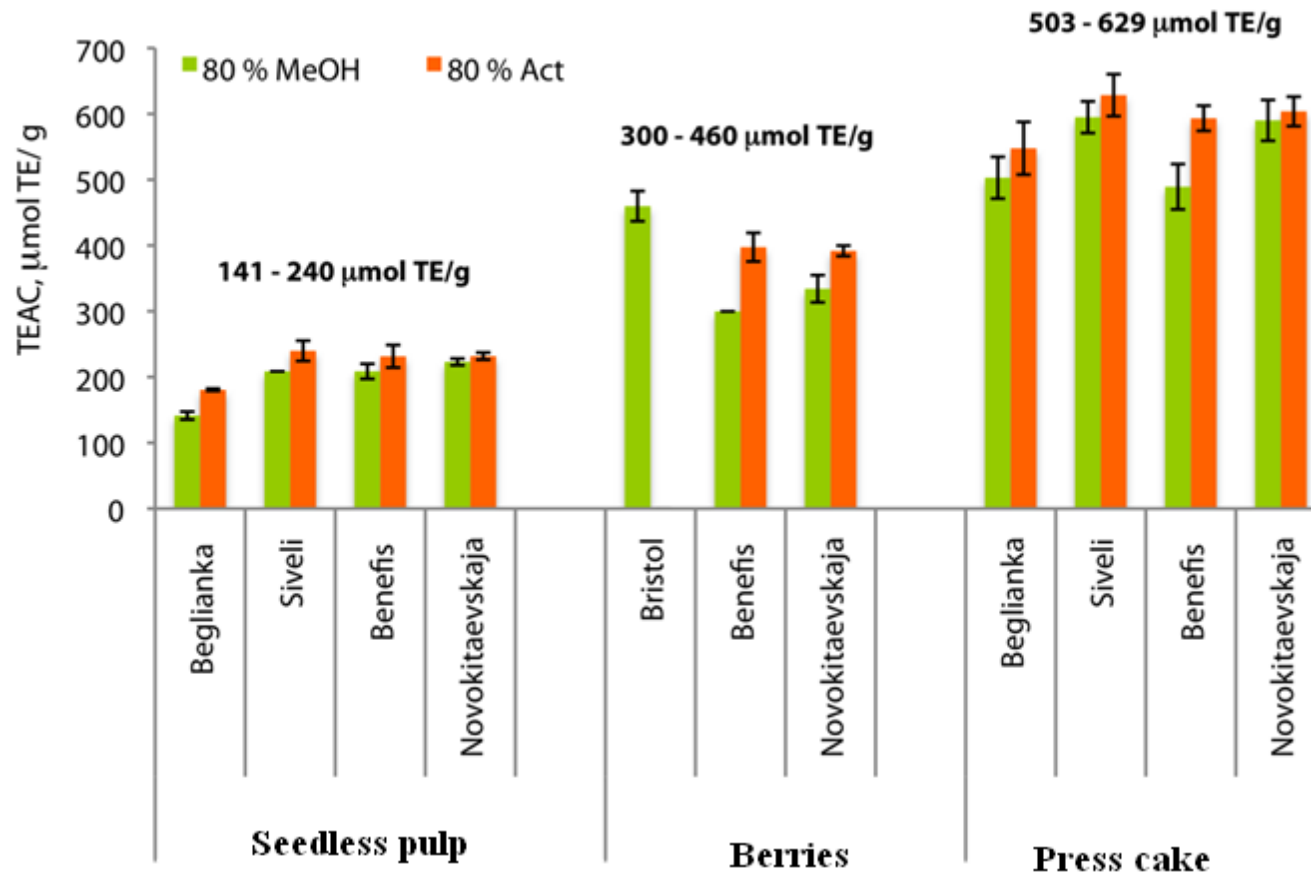
Vaarika marja, püree ja presskoogi fenoolsete ühendite sisaldus



Ellagitanniinide sisaldus vaarika marjas, pürees ja presskoogis



Vaarika marja, püree ja presskoogi antioksidatiivne aktiivsus



Vaarika marja, püree ja presskoogi bakterite kasvu pidurdav mõju

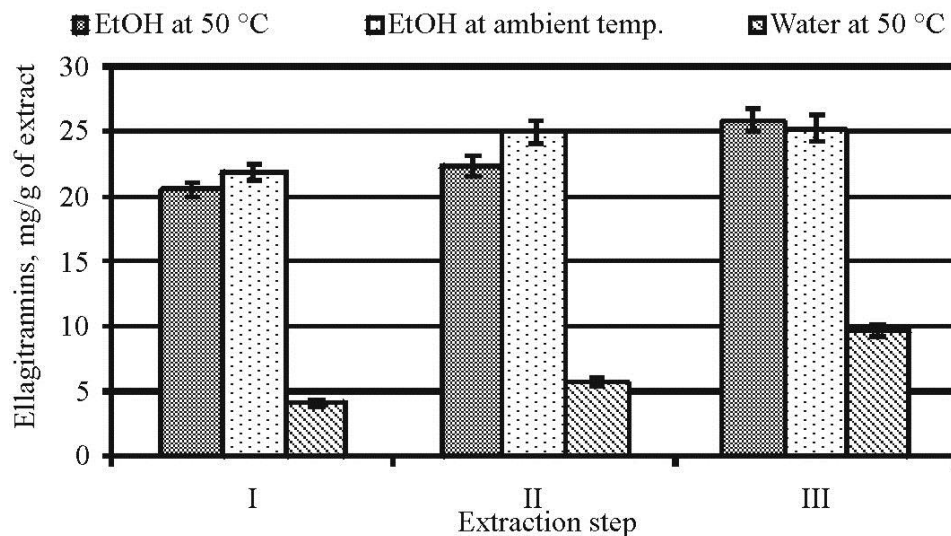
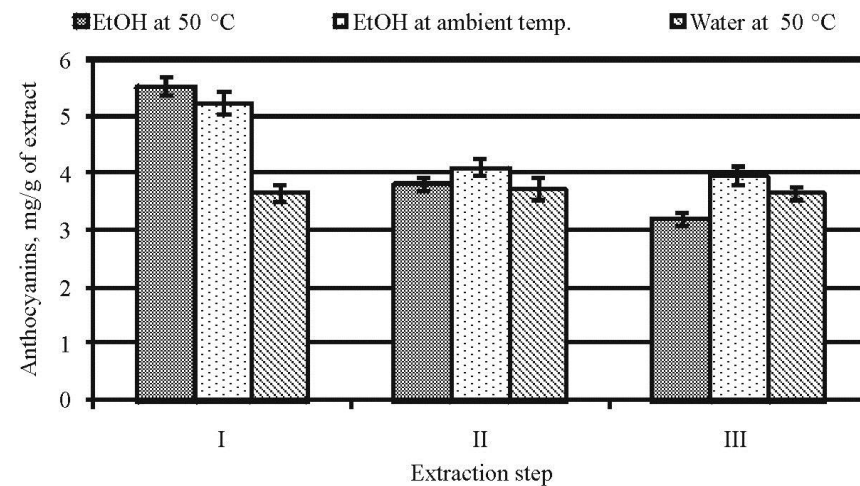
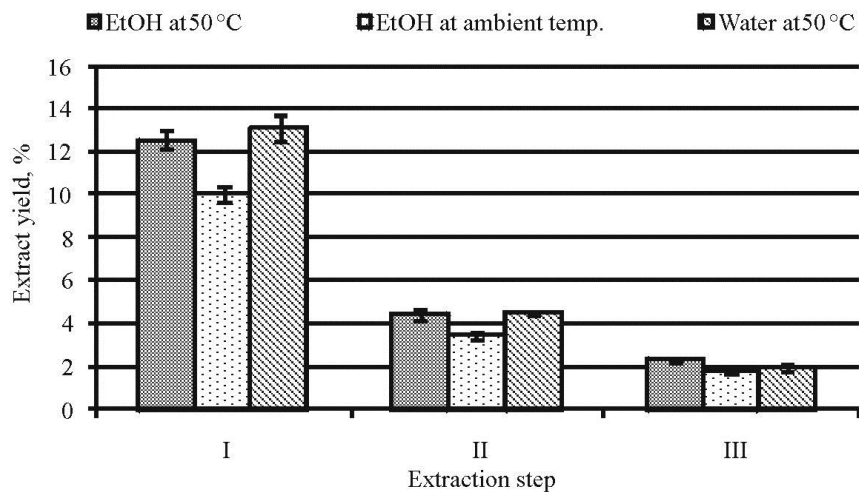
Veislè	Berry fraction	Extraction solvent**	<i>B. subtilis</i> (Gram-positive)	<i>S. typhimurium</i> (Gram-negative)	<i>E. faecalis</i> (Gram-positive)	<i>S. aureus</i> (Gram-positive)
			Extract concentration			
			10%	10%	10%	10%
Bristol	Fruit	MeOH	11.5 ± 0.8	6.0 ± 0.0	9.5 ± 0.5	14.0 ± 0.0
Beglianka	Pulp	MeOH	9.7 ± 0.6	12.0 ± 0.8	13.0 ± 0.0	14.0 ± 0.5
Beglianka	Pulp	Act	11.5 ± 0.0	11.0 ± 0.0	13.5 ± 0.5	14.0 ± 1.0
Beglianka	Marc	MeOH	13.5 ± 0.5	10.0 ± 1.0	15.3 ± 0.3	16.8 ± 1.6
Beglianka	Marc	Act	15.0 ± 1.0	12.5 ± 0.5	15.0 ± 0.0	16.0 ± 0.8
Siveli	Pulp	MeOH	11.0 ± 0.0	10.5 ± 0.8	12.5 ± 0.5	15.0 ± 0.0
Siveli	Pulp	Act	15.0 ± 0.8	11.7 ± 0.6	15.5 ± 1.0	14.5 ± 1.0
Siveli	Marc	MeOH	16.0 ± 0.8	7.5 ± 0.0	17.0 ± 0.8	17.5 ± 0.5
Siveli	Marc	Act	16.5 ± 0.0	8.0 ± 0.0	18.0 ± 0.0	19.0 ± 0.0
Benefis	Pulp	MeOH	13.0 ± 1.0	10.2 ± 0.3	12.2 ± 0.3	14.5 ± 0.5
Benefis	Pulp	Act	14.3 ± 0.3	11.7 ± 0.6	13.3 ± 0.6	14.3 ± 0.6
Benefis	Fruit	MeOH	12.0 ± 1.0	9.8 ± 1.6	13.3 ± 0.3	14.0 ± 0.0
Benefis	Fruit	Act	12.5 ± 0.5	11.5 ± 0.5	13.0 ± 0.0	14.0 ± 0.0
Benefis	Marc	MeOH	14.5 ± 0.0	8.7 ± 0.6	13.5 ± 0.8	15.0 ± 0.5
Benefis	Marc	Act	15.7 ± 0.6	9.3 ± 0.3	14.5 ± 0.5	15.8 ± 0.3
Novokitaevskaja	Pulp	MeOH	11.0 ± 0.8	9.0 ± 0.0	13.5 ± 0.5	15.0 ± 0.0
Novokitaevskaja	Pulp	Act	11.0 ± 0.0	10.5 ± 0.0	12.5 ± 0.0	14.5 ± 1.0
Novokitaevskaja	Fruit	MeOH	12.0 ± 1.0	8.8 ± 0.6	12.0 ± 0.0	14.5 ± 0.5
Novokitaevskaja	Fruit	Act	15.5 ± 1.3	11.5 ± 0.5	13.5 ± 0.0	14.7 ± 0.8
Novokitaevskaja	Marc	MeOH	15.8 ± 0.3	8.2 ± 0.3	15.8 ± 1.0	16.2 ± 0.3
Novokitaevskaja	Marc	Act	16.0 ± 0.0	8.5 ± 0.5	16.5 ± 0.0	18.5 ± 1.0



The zones of inhibition surrounding agar wells that were filled with the tested extracts

**MeOH –80% methanol, Act – 80% acetone

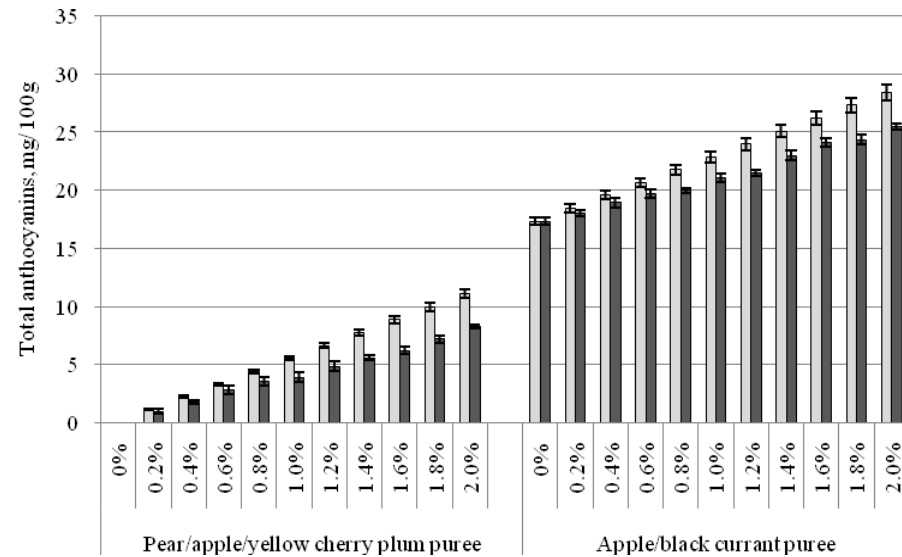
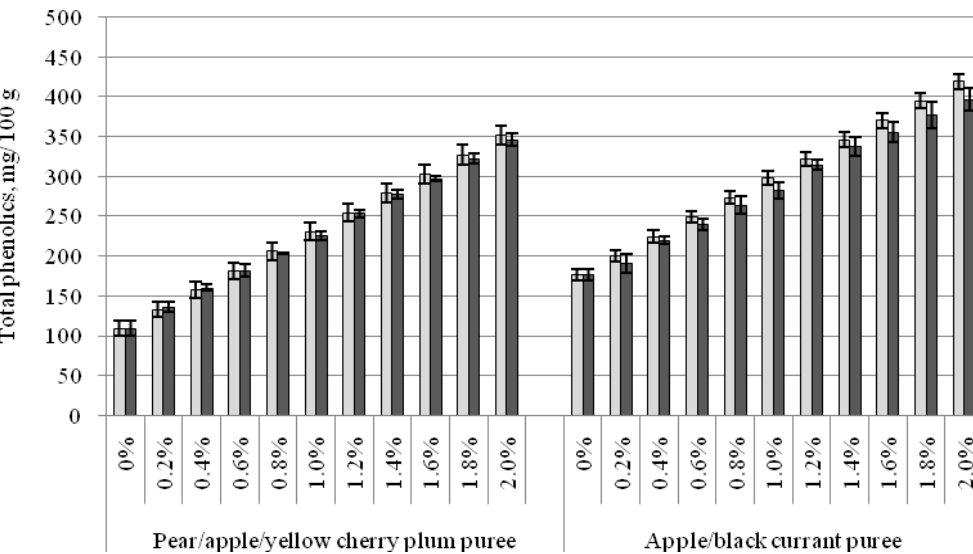
Kuivatatud vaarika presskoogi ekstraheerimine toidus kasutamiseks



Marjapüreed

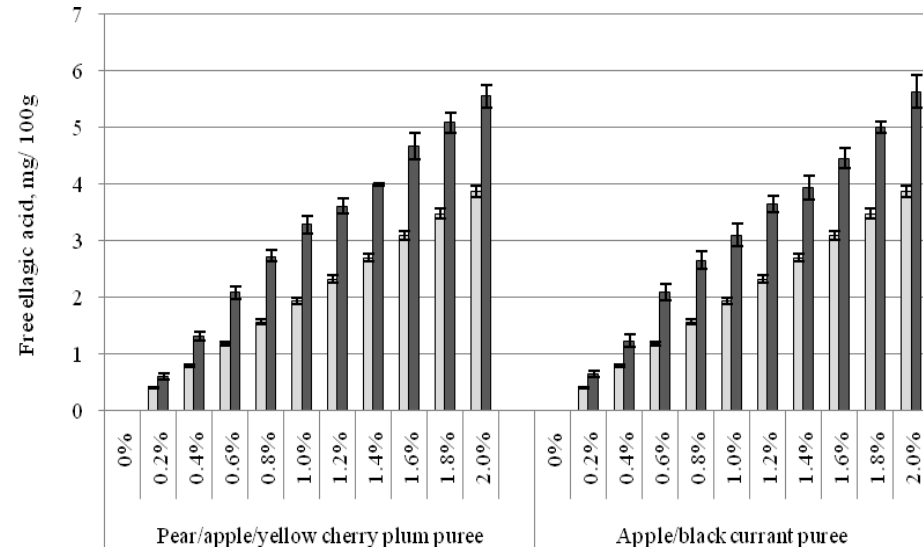
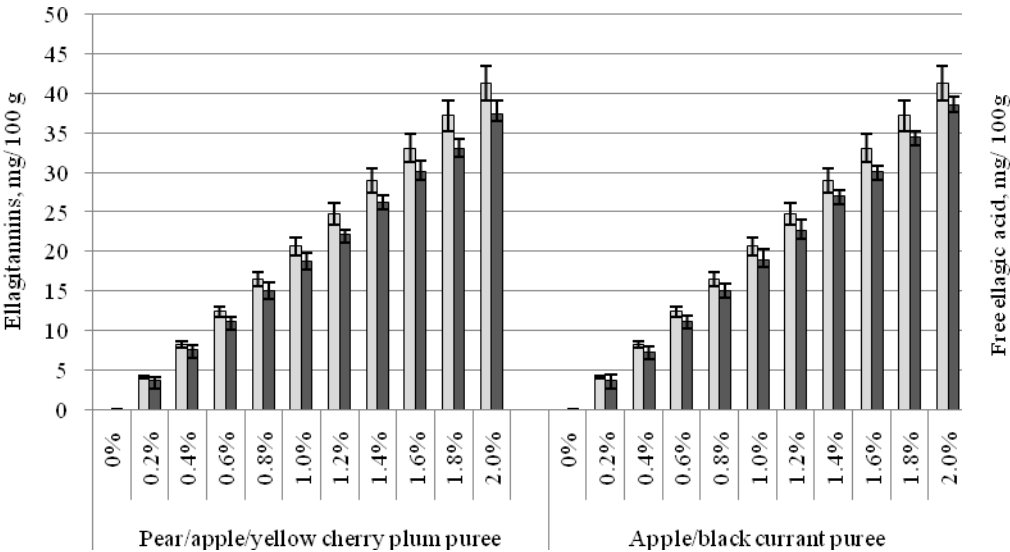


Puuviljapüreede väärimine vaarika presskoogi ekstraktidega



- Puuviljapüreede väärimine vaarika presskoogi ekstraktidega tõstis nende polüfenoolset sisaldust
- Vaarika presskoogi ekstraktides sisalduvad fenoolsed ühendid säilisid hästi püreede tootmise jooksul
- Antotsüaanide saagis püreedest oli 70-98% antud vaarika presskoogi ekstraktist

Puuviljapüreede väärimine vaarika presskoogi ekstraktidega



- Vaarika presskoogi ekstraktid väärimasid puuviljapüreesid ellagitanniinide ja ellaaghappega
- Ellagitanniinide sisaldus ekstraktis vähenes (kuni 11%) püreede termilise töötlemise käigus. Samas ellaaghape sisaldus puuviljapürees tõusis kuni 44% võrreldes ellaaghape sisaldusega presskoogis.
- Ellagitanniinide depolümerisatsioon töötlemise käigus võib tuua kasu tervisele

Vaarika presskoogi ekstraktiga väärindatud puuviljapüreede värvus

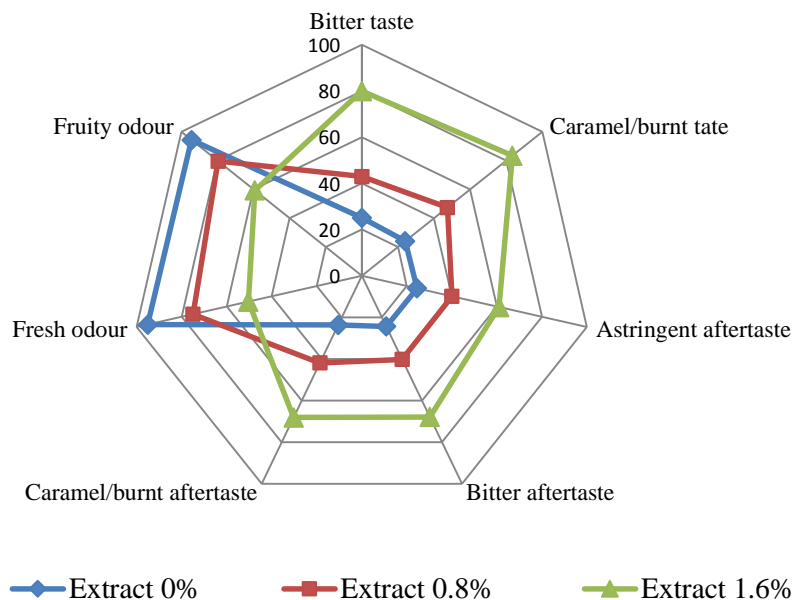
Extract conc., %	L*	a*	b*	ΔE
Pears, apples and yellow cherry plums (PACP)				
0	41.6 ± 0.05 ^e	3.7 ± 0.09 ^a	14.1 ± 0.10 ^e	—
0.4	38.9 ± 0.07 ^d	7.1 ± 0.14 ^b	10.7 ± 0.20 ^d	5.5 ± 0.04 ^a
0.8	37.4 ± 0.04 ^c	9.1 ± 0.10 ^c	9.3 ± 0.07 ^c	8.4 ± 0.03 ^b
1.2	36.5 ± 0.01 ^b	10.4 ± 0.04 ^d	8.3 ± 0.12 ^b	10.3 ± 0.02 ^c
1.6	35.5 ± 0.14 ^a	11.0 ± 0.09 ^e	7.5 ± 0.19 ^a	11.6 ± 0.10 ^d
2.0	35.3 ± 0.03 ^a	12.5 ± 0.05 ^f	7.3 ± 0.09 ^a	12.8 ± 0.08 ^e
Apples and black currants (ABCP)				
0	31.2 ± 0.06 ^c	8.5 ± 0.16 ^a	1.7 ± 0.09 ^a	—
0.4	31.0 ± 0.06 ^c	8.7 ± 0.16 ^{ab}	1.6 ± 0.10 ^a	0.2 ± 0.01 ^a
0.8	30.6 ± 0.04 ^b	8.6 ± 0.05 ^a	1.6 ± 0.14 ^a	0.6 ± 0.01 ^b
1.2	30.4 ± 0.19 ^{ab}	8.5 ± 0.16 ^a	2.0 ± 0.34 ^a	0.9 ± 0.25 ^{bc}
1.6	30.3 ± 0.10 ^a	9.0 ± 0.08 ^{bc}	1.6 ± 0.21 ^a	1.0 ± 0.08 ^c
2.0	30.2 ± 0.01 ^a	9.1 ± 0.07 ^c	1.8 ± 0.12 ^a	1.1 ± 0.01 ^c

Puuviljapüreede sensoorse vastuvõetavuse tulemused

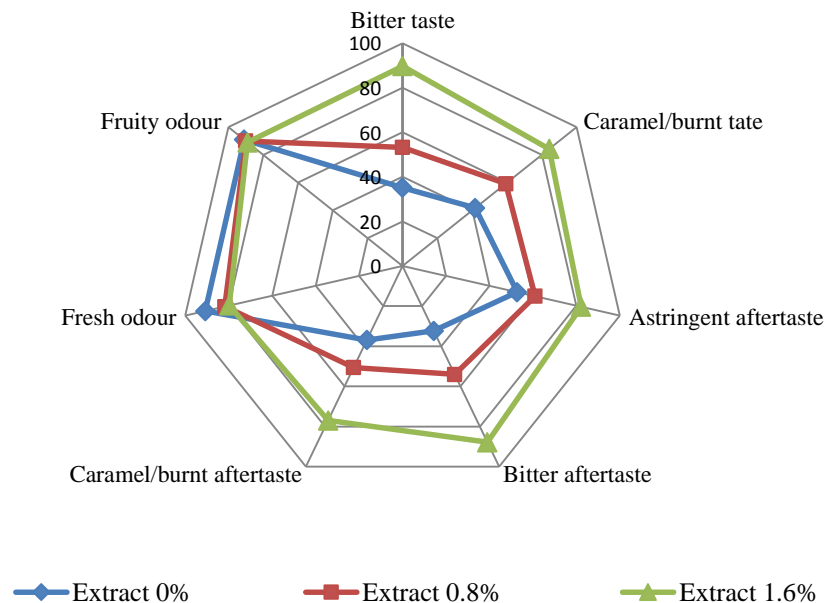
Ekstrakti kontsentratsioon %	Värvus	Lõhn	Maitse	Tekstuur	Kokku
	Points				
	Pirni/õuna/kollase kirssploomi püree				
0	4.6a	4.8a	5.0d	4.2a	4.8d
0.2	4.2a	4.7a	4.8d	4.2a	4.6cd
0.4	4.4a	4.7a	4.4cd	4.4a	4.6cd
0.6	4.2a	4.7a	5.0d	4.7a	4.7cd
0.8	4.0a	4.7a	4.4cd	4.6a	4.5cd
1.0	4.0a	4.6a	4.1bcd	4.6a	4.2bcd
1.2	4.2a	4.6a	3.9bcd	4.6a	3.9abcd
1.4	4.8a	4.6a	3.4abc	4.4a	3.6abc
1.6	4.8a	4.4a	3.2ab	4.4a	3.3ab
1.8	4.8a	4.4a	3.0ab	4.6a	2.9a
2.0	4.8a	4.4a	2.6a	4.4a	2.8a
	Õuna/mustasõstra püree				
0	5.0a	5.0a	4.5e	4.2a	4.5e
0.2	5.0a	4.5a	4.3e	4.2a	4.2de
0.4	5.0a	4.6a	4.2d	4.2a	4.2de
0.6	5.0a	4.5a	3.3cd	4.0a	3.7cde
0.8	5.0a	4.8a	3.3cd	4.2a	3.8cde
1.0	5.0a	4.7a	2.3bc	3.8a	3.5bcd
1.2	5.0a	4.7a	2.7abc	3.8a	3.1abc
1.4	5.0a	4.5a	2.5abc	3.8a	2.7ab
1.6	5.0a	4.5a	2.5abc	3.8a	2.7ab
1.8	5.0a	4.7a	2.2ab	3.8a	2.5a
2.0	5.0a	4.5a	1.8a	3.7a	2.5a

Lisandite mõju sensoorsele profiilile

Pirni/õuna/kollane kirssploom



Õun/must sõstar



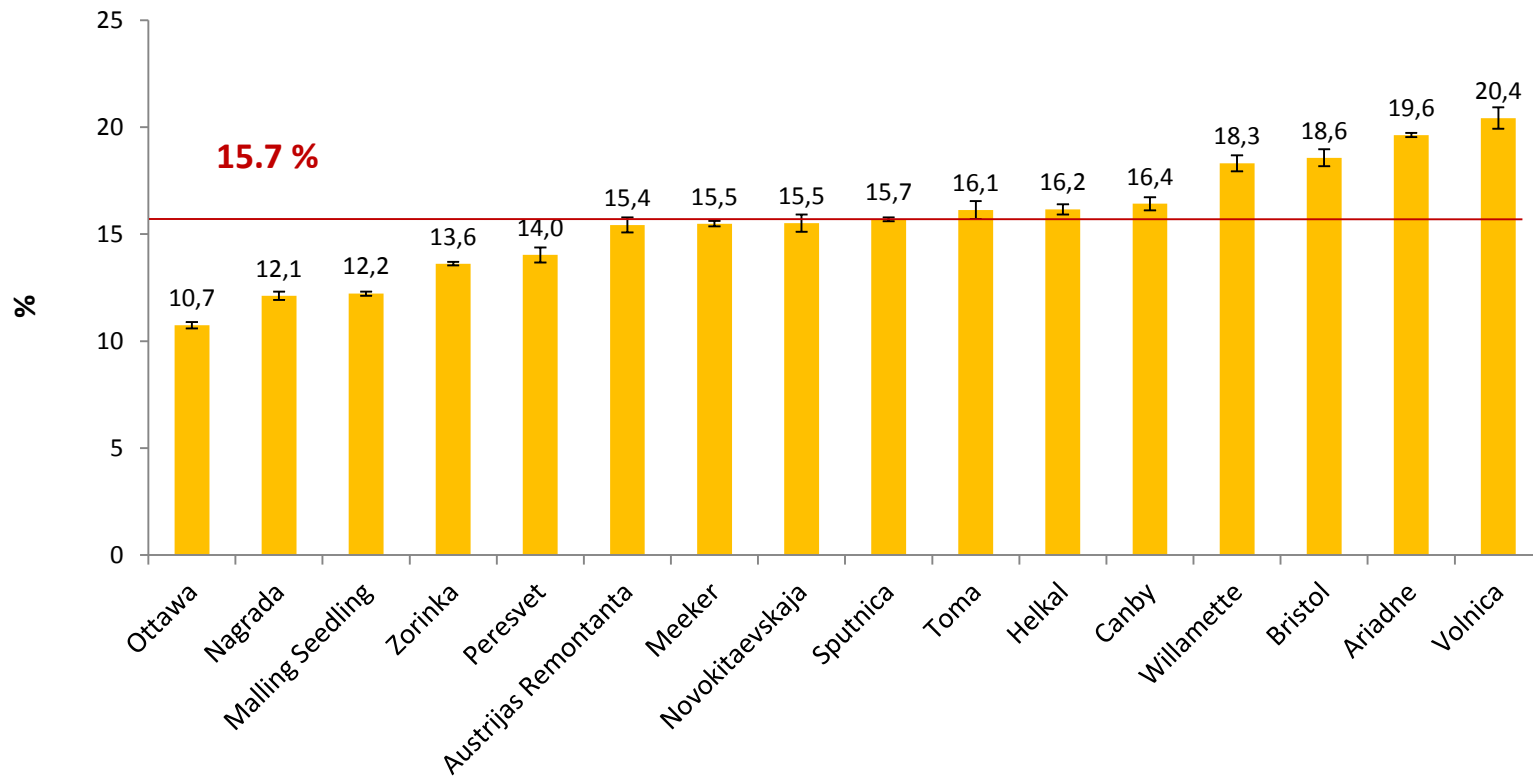
- Vaarika presskoogi ekstraktide lisamine mõjutas kõige rohkem puuviljapüree maitset. Mõru/kibe maitse ning järelmaitse pürees suurenes lisandite kontsentratsiooni tõusuga
- 1,6%-ist suurem vaarika presskoogi ekstrakti sisaldus osutus püree tarbimisel mittesobivaimaks

Marja seemneõli

- Marjaseemned sisaldavad rikkalikult õli (kuni 20%)
- Seemned sisaldavad polüküllastamata rasvhappeid ning madala ω -6 and ω -3 suhtega rasvhappeid
- Marjade unikaalne rasvhappeline koostis ning kõrge rasvlahustuvate antioksüdantide sisaldus teeb marjadest väärtusliku materjali funktsionaalsete toiduainete tootmiseks.
- Erinevad uuringud on näidanud valitud marjade seemnete ja seemneõlide antioksüdatiivset aktiivsust

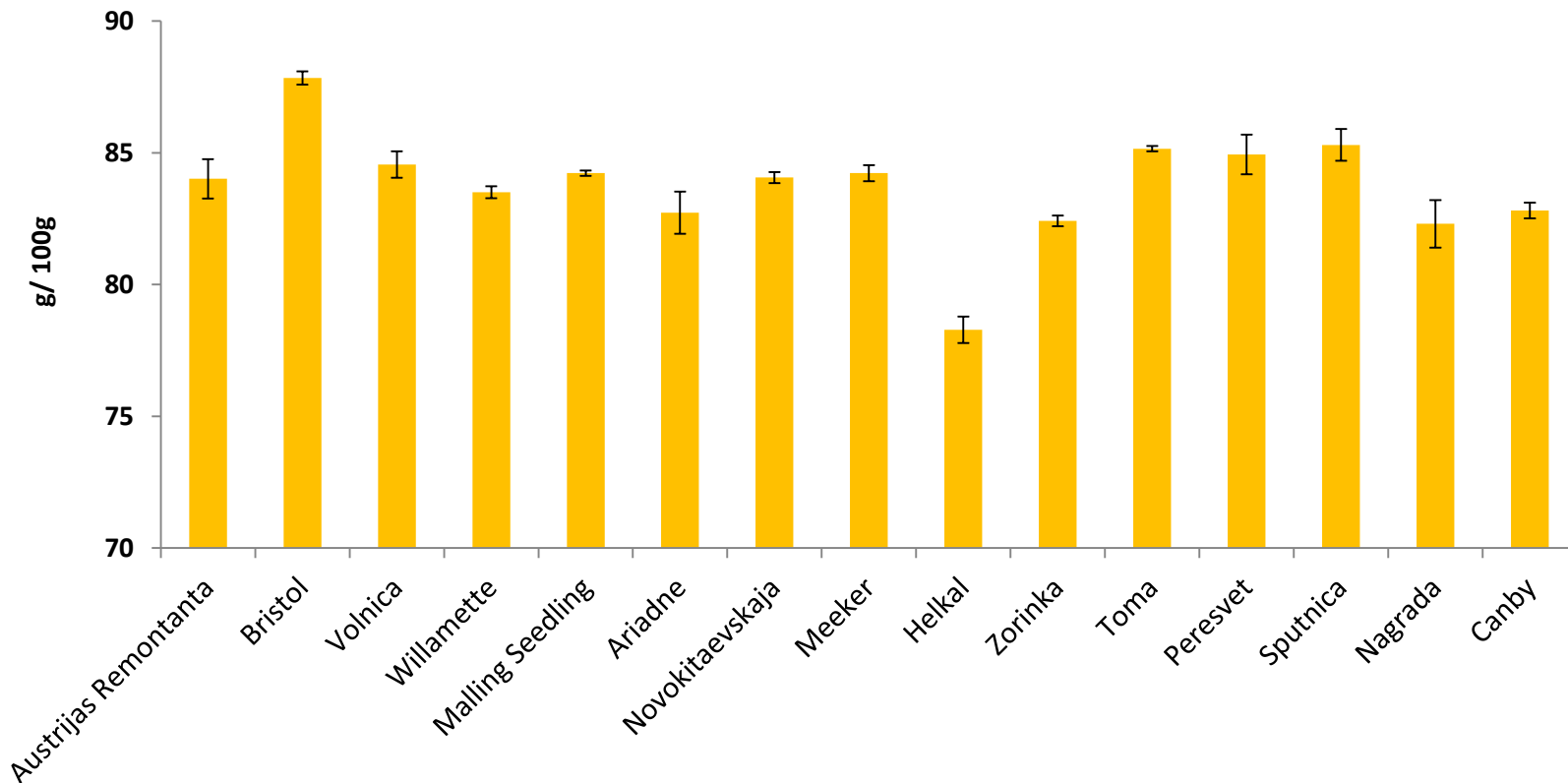


Erinevate vaarikasortide seemnete õlisisaldus

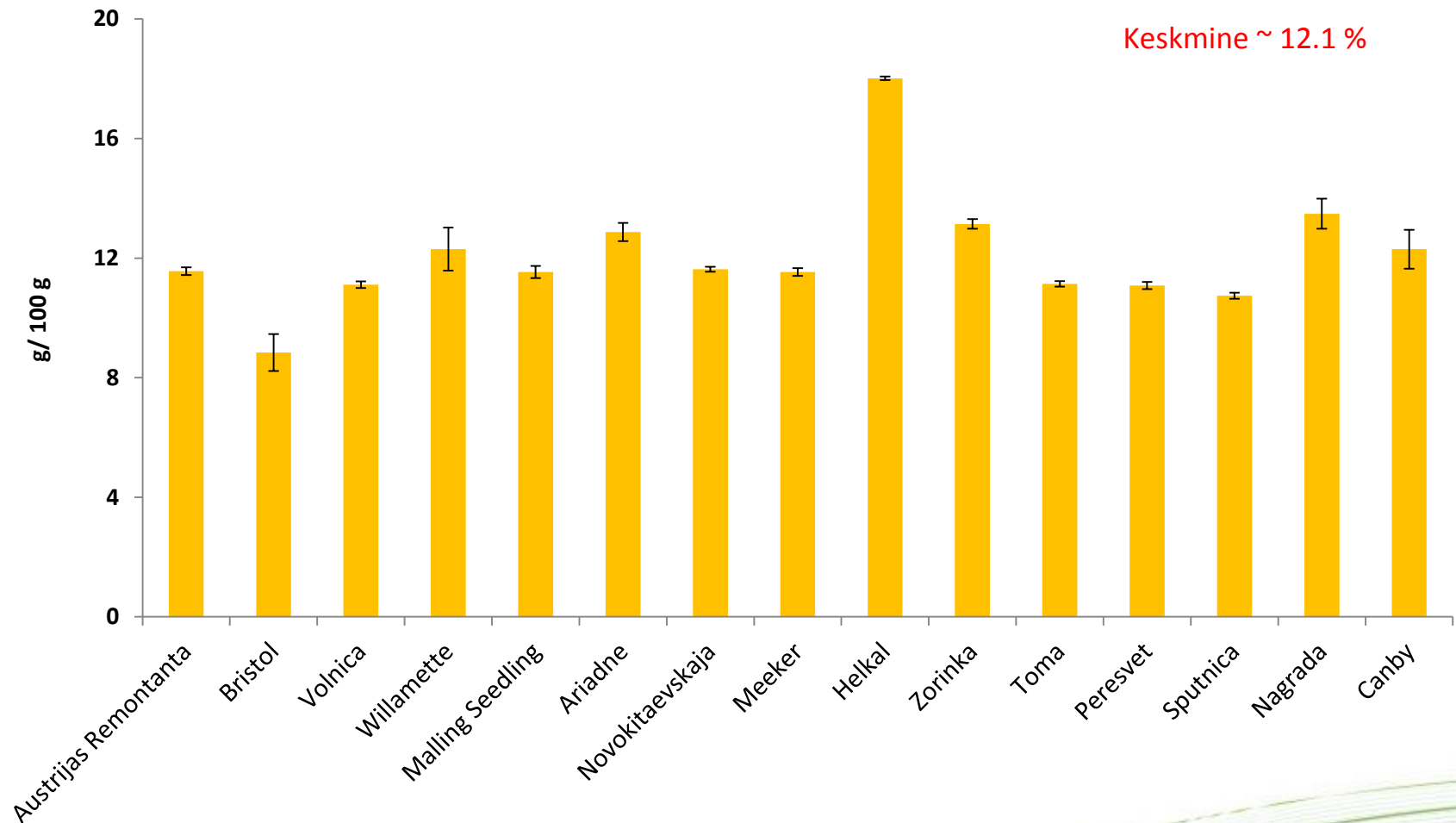


Erinevate vaarikasortide polüküllastamata rasvhapete sisaldus

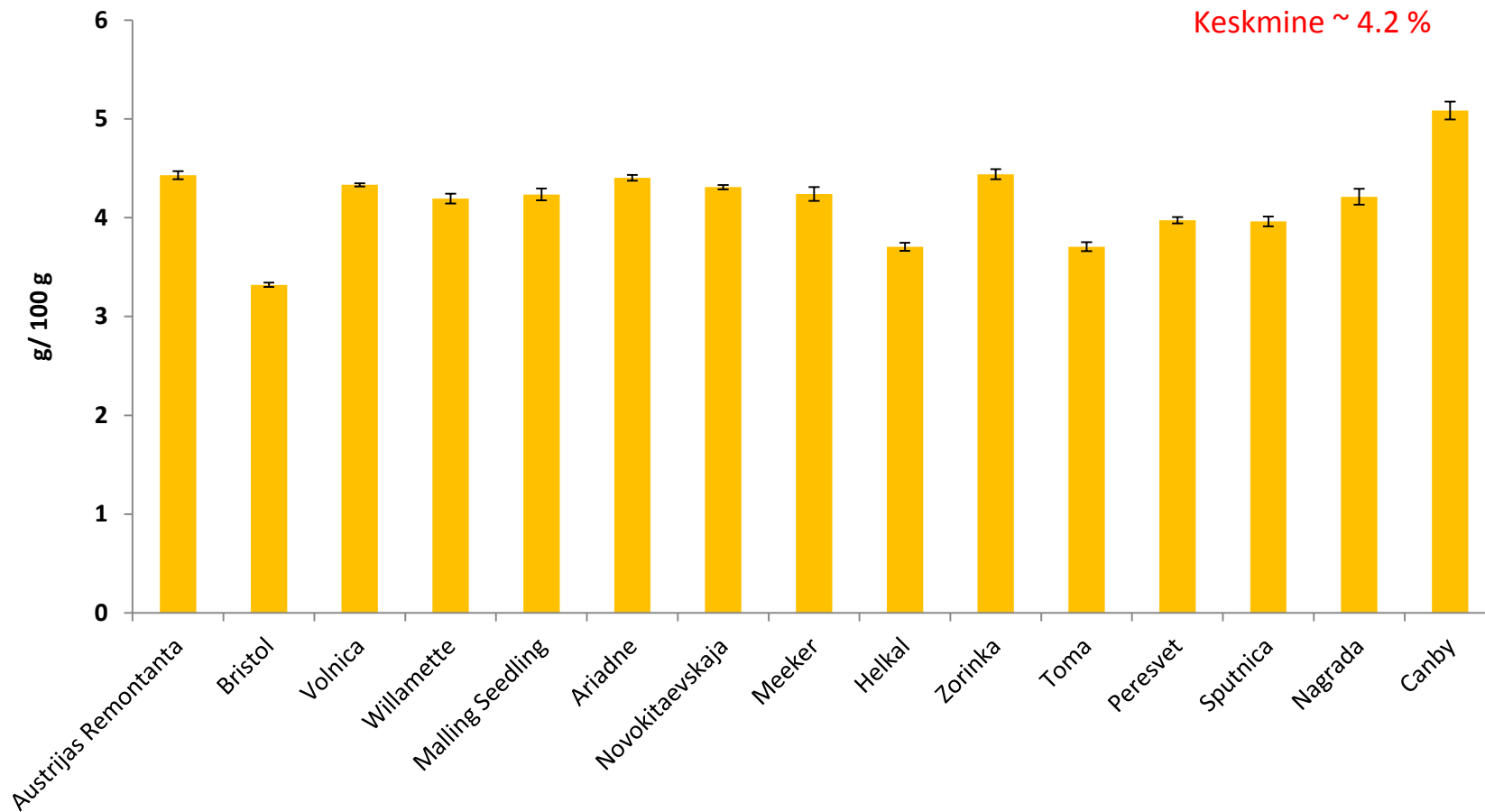
Keskmine ~ 83.8 %



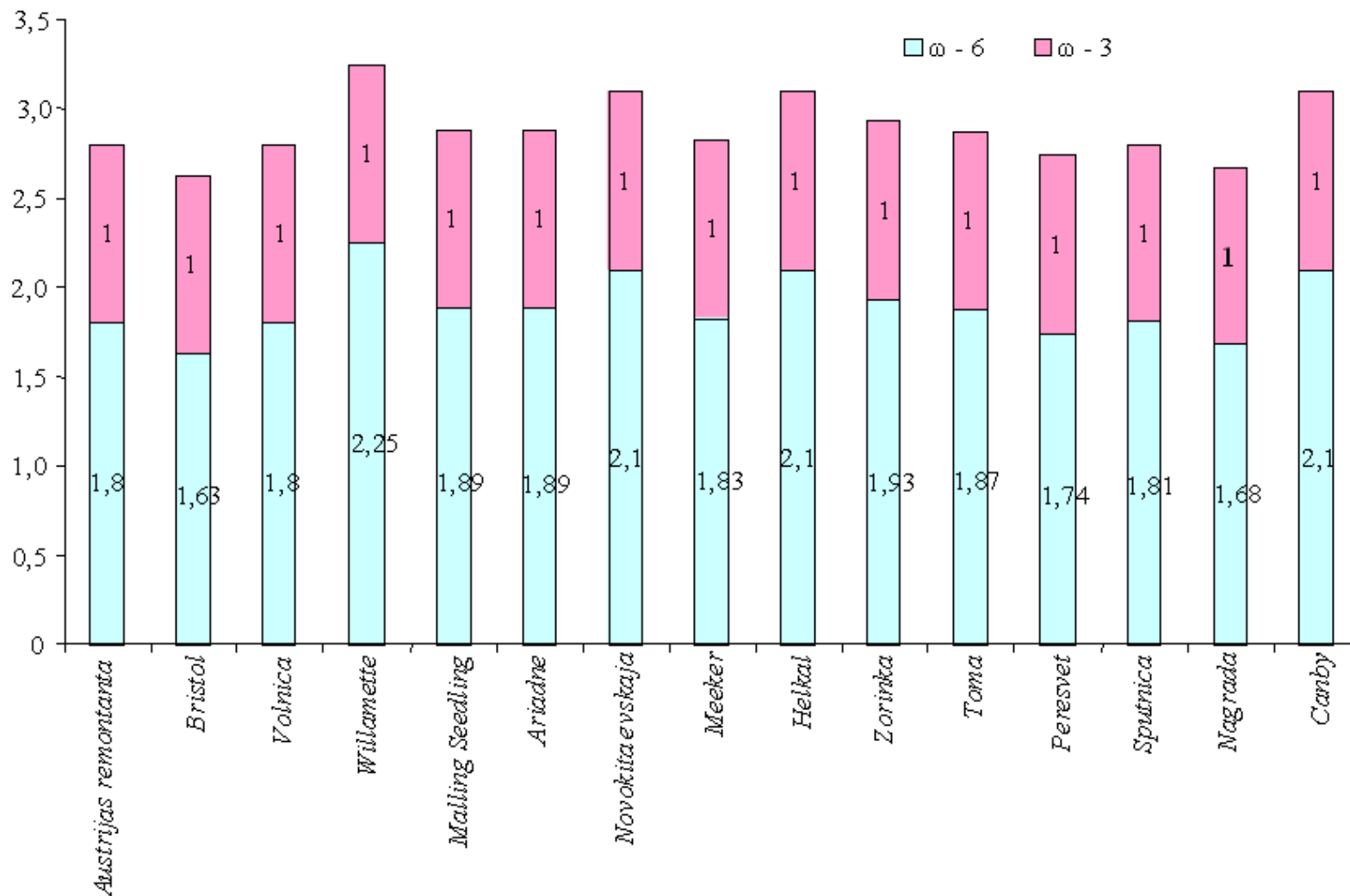
Erinevate vaarikasortide monoküllastamata rasvhapete sisaldus seemneõlis



Erinevate vaarikasortide küllastunud rasvhapete sisaldus seemneõlis



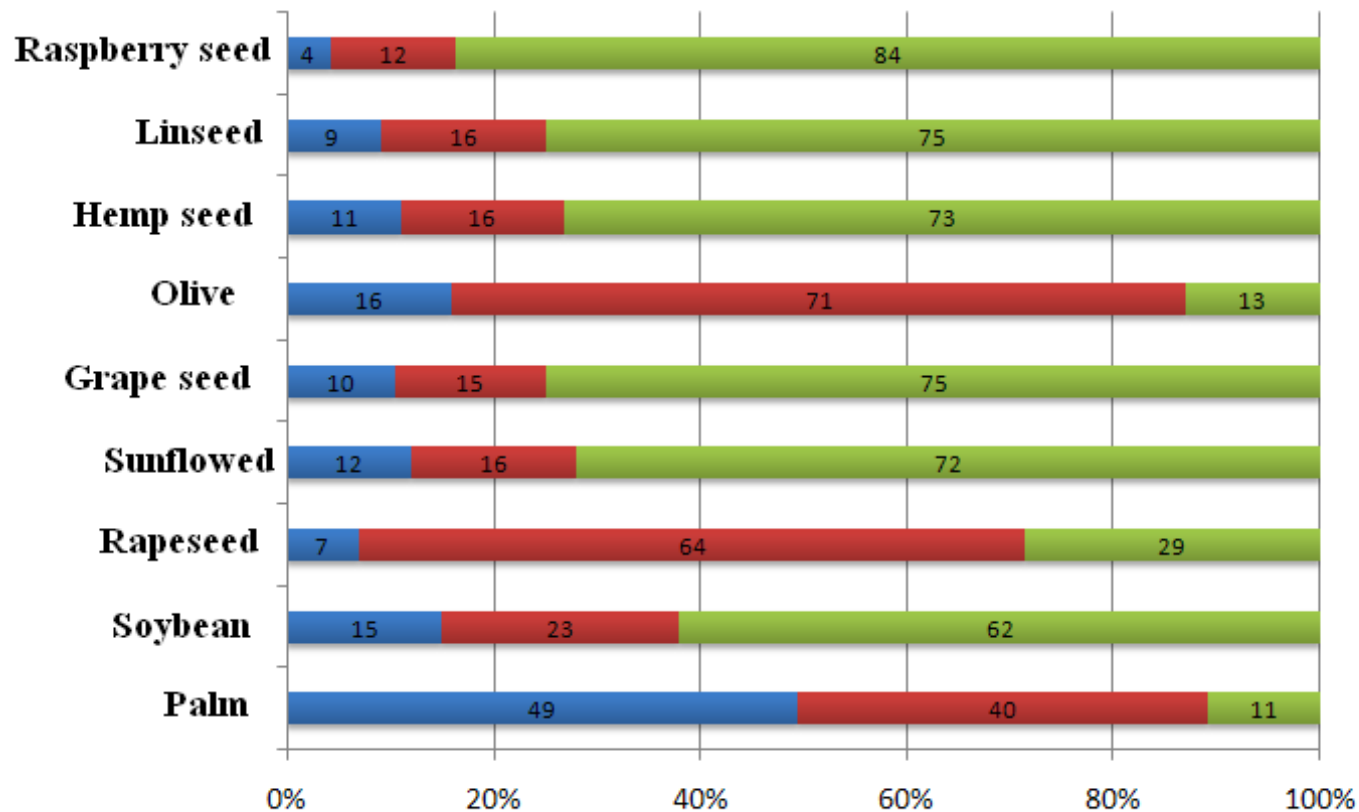
Erinevate vaarikasortide ω -6 and ω -3 rasvhapete suhe seemneõlis



Taimeõilide rasvhappeline koostis

■ Saturated FA ■ Monounsaturated FA ■ Polyunsaturated FA

ω -6 / ω -3



1.9:1
0.3:1
3:1
10:1
674:1
71:1
2.2:1
7.8:1
46:1

Tokoferoolide sisaldus vaarikaseemneõlis (mg/100g)

	Tocopherols				Toco-trienols	Total	Vit. E
	α	β	γ	δ			
Vaarika seemneõli (ekstraheeritud)	63.1	—	241	15.6	—	320 ± 3.5	86 ± 0.9
Vaarika seemneõli (külmpress)	46.1	—	144	7.1	—	198 ± 10.3	61 ± 4.3
Viinamarja seeme	11.2	4.6	6.7	—	88.4	110.8±9.8	24 ± 0.8

- α -tokoferoolil on kõrgem antioksidatiivne aktiivsus kui γ -tokoferoolil (α -tokoferoolil tugevam lipiidide peroksüdatsiooni pärssiv mõju)
- γ -tokoferoolil on suurem vabu lämmastiku radikaale (RNS) siduv võime kui α -tokoferoolil



- 96% vaarikaseemneõlist moodustavad linoleenhape, α -linoleen ning oleiinhape
- α -linoleenhape moodustab 30% rasvhappelisest koostisest, põletikuvastane toime

- kõrge α -linoleenhape sisaldus ning madal ω -6 ja ω -3 rasvhapete suhe on optimaalne tasakaalustamaks tänapäevasest toitumisest tingitud puudujääki asendamatute rasvhapete vahekorras
- Vaarikaseemneõli on rasvlahustuvate fütokemikaalide; karotenoidide, tokoferoolide, fütosteroolide rikas (kuni 1,1%)



Oomah et al. 2000



- Vaarikaseemneõli neelab UV-kiirgust UV-B ja UV-C piirkonnas, seega võiks olla sobilik laia UV-kiirguskaitse faktorina nahahooldustoodete koostises

- Vaarikaseemneõlil on põletikuvastane toime (igemehaiguste, lööbe, ekseemi vastu); mitmed patendid kosmeetika- ja farmaatsiatööstuses



Puuviljatoodete väärindamine presskoogi pulbriga



- „Fruit leather“ on kuivatatud puuviljatood, dieettoode mida süüakse snäki või magustoiduna
- On restructureeritud puuvili, mis on valmistatud värskest püreest või mahladest kuivatamise teel
- Tootmise käigus segatakse puuviljapüree teiste koostisosadega (suhkur, pektiin, happed, värvained) ning kuivatatakse õhukese kihina 30-80°C kuni 12-20% niiskussisalduseni.



Tulemused

Fenoolsete ühendite ja kuivaine sisaldus marja presskoogi pulbris

	Anthocyanins, mg/100g (d.w.)	Phenolics, mg/100g (d.w.)	DM content , %
Vaarika presskoogi pulber	134 ± 5.39 ^b	2847 ± 145 ^a	97.3 ± 0.05 ^{ba}
Mustsõstra presskoogi pulber	2539 ± 19.09 ^a	2428 ± 114 ^b	95.4 ± 0.06 ^{ba}



Fenoolsete ühendite ja kuivaine sisaldus kuivatatud puuviljatootes („Fruit leather“)

	Anthocyanins, mg/100g (d.w.)	Phenolics, mg/100g (d.w.)	DM content , %
Kontroll	74 ± 2.2 ^c	949 ± 11.0 ^{bc}	84 ± 0.06 ^a
Vaarika presskoogi pulber	81 ± 4.1 ^b	962 ± 15.4 ^b	84 ± 0.05 ^a
Mustsõstra presskoogi pulber	156 ± 7.4 ^a	1002 ± 25.7 ^a	82 ± 0.02 ^{ab}

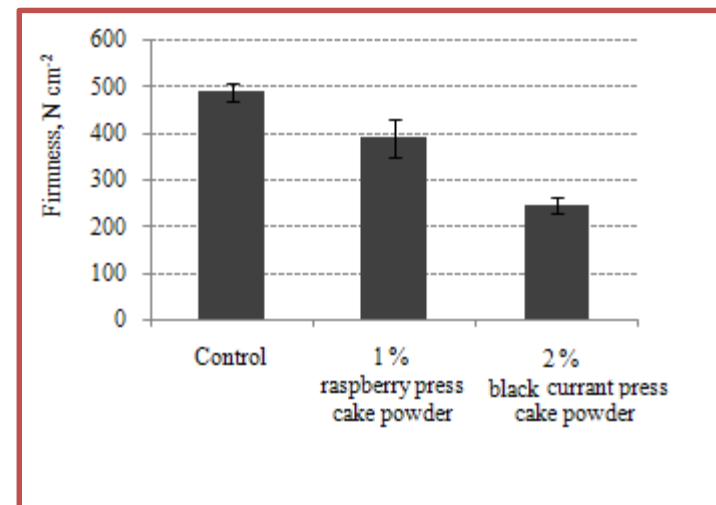
Tulemused

Värvuse parameetrid kuivatatud puuviljatootes

	L*	a*	b*	h°	ΔE
Kontroll	23.9±0.79 ^a	2.1±0.17 ^b	0.4±0.18 ^b	349.7±4.67 ^a	–
Vaarika presskoogi pulber	24.0±0.97 ^a	3.4±0.84 ^a	0.1±0.32 ^a	0.8±4.63 ^c	1.33 ^b
Mustsõstra presskoogi pulber	22.5±1.95 ^b	1.5±0.31 ^c	0.6±0.27 ^b	337.3±10.1 ^b	1.82 ^a

Kuivatatud puuviljatoote antioksidatiivne aktiivsus

	DPPH	FRAP	ABTS
	μmol TE/ g (d.w.)		
Kontroll	19.0±0.57 ^b	33.3±0.17 ^c	72.9±0.92 ^c
Vaarika presskoogi pulber	20.1±0.97 ^a	36.9±1.20 ^b	74.9±0.23 ^b
Mustsõstra presskoogi pulber	21.3±0.33 ^a	38.0±0.50 ^a	80.0±1.31 ^a



Kokkuvõte

- Külmkuivatatud vaarika ja kuivatatud mustsõstra presskoogi pulber sisaldas samaväärses koguses fenoolseid ühendeid (284,7 mg/g ja 242,8 mg/g), kuid antotsüaanide kontsentratsioon mustsõstra presskoogi pulbris oli 19 korda kõrgem kui vaarika presskoogi pulbris
- Marja presskoogi pulbri lisamine kuivatatud puuviljatootele rikastas selle biokeemist koostist ning vähendas valmistoote tugevust (see oli 2 korda väiksem kui kontroll proovil)
- Puuviljatoote väärindamine kuivatatud vaarika ja mustsõstra presskoogi pulbriga rikastas nende polüfenoolide sisaldust ning antioksidatiivset aktiivsust. Seega parandati toote funktsionaalseid omadusi.