

Tallinna Tehnikaülikool
Keemia ja biotehnoloogia instituut

EESTI SUIRA UURING 2023

Aruanne

Tallinn 2023

Sisukord

Uuringu eesmärk ja sisu	3
Sissejuhatus	4
1 Suiraproovide kogumine	4
2 Analüüsimeetodid	7
3 Antioksidandid suiras	9
3.1 Ekstraktsiooniprotseduuri väljatöötamine	9
3.2 Polüfenoolide ja flavonoidide sisaldused	10
3.3 Fenoolsete hapete ja flavonoidide analüüs.....	15
4 Fourier' teisendusega infrapunaspektrometriline analüüs (FTIR)	20
5 Füüsikalised-keemilised parameetrid	21
5.1 Niiskusesisaldus.....	21
5.2 Vabade hapete sisaldus ja pH	23
5.3 Vee aktiivsus	23
6. Suhkrute analüüs	24
Kokkuvõte	27

Uuringu tellis Eesti Mesinduskogu volitusel Eesti Mesinike Liit

Uuringu viis läbi Tallinna Tehnikaülikooli Keemia- ja biotehnoloogia instituut

Merike Vaher, Piia Jõul, Tiina Kontson ja Kristin Düüna

Töövõtuleping MS-23-3-TA, sõlmitud 29.05.2023

Uuringu eesmärk ja sisu

Uuringu eesmärgiks on määrata Eesti erinevatest maakondadest kogutud 30-ne suiraproovi (mesilasleiva) füüsikalise-keemilised parameetrid ja valitud bioaktiivsete ainete sisaldus.

Sisu kirjeldus:

- 30 suiraproovi kogumine erinevatest Eesti piirkondadest – 22. – 31. mai 2023

Hankija kindlustab suiraproovidega. Kogutud proovid jagatakse alikvootidesse ja säilitatakse toatemperatuuril analüüside jaoks.

- Ultraheli-assisteeritud ekstraktsiooniprotseduuri (UHAE) väljatöötamine bioaktiivsete ainete (antioksidandid, suhkrud) eraldamiseks suirast - 1. - 20. juuni 2023
- Antioksidantide kogusisalduse (polüfenoolid, flavonoidid) määramine – 20. juuni – 15. juuli 2023
- Fenoolsete hapete ja flavonoidide CE-DAD analüüs – 1. -31. juuli 2023
- Fourier' teisendusega infrapunaspktromeetriline analüüs (FTIR) – 16. – 31. juuli 2023
- Uuritakse, kas FTIR analüüsi abil on võimalik tuvastada suira botaanilist päritolu.
- Saira füüsikalise-keemiliste (niiskus, vee aktiivsus, vabad happed) omaduste ja suhkrute (glükoos, fruktoos, sukroos, rafinoos) sisalduste määramine – 15. juuni – 31. juuli 2023
- Uuringu lõpparuande koostamine – 1. – 20. august 2023

Sissejuhatus

Erinevate mesindussaaduste inimkasutuse ajalugu pärineb iidsetest aegadest. Mesilastooted nagu mesi, suir/mesilasleib, õietolm, taruvaik, mesilasmürk ja mesilaspiim on kaasatud ka lääne meditsiinipraktikasse (apiteraapia), kus tähelepanu keskmes on peamiselt haigused ja nende ennetamine¹.

Muistsed egiptlased kirjeldasid mesilaste õietolmu (või mesilasleiba) kui "eluandvat tolmu". Juba Aristoteles mainis oma teoses *Historia animalium* ka mesilasleiba. Hippokrates, Plinius vanem ja Pythagoras uskusid, et mesilaste õietolmul ja mesilasleival on ravitoime. Tõepoolest, nimetus "mesilasleib" on püsinud palju sajandeid. Mesilaste õietolmu mõistet (ladina sõna peenjahu või tolmu kohta) kasutas esimest korda John Ray ajakirjas *Historia plantarum* (1686)².

Sajandeid oli ka mesilasleiva toiteväärtus teadmata.

Euroopa riikide mesinduse ajalugu ulatub enam kui kahe tuhande aasta taha³. Tänapäevaks on mesindusel Euroopa Liidus (EL) olemas perspektiivne arenguprogramm ja selle elluviimiseks seatud eesmärgid. Samuti on mesinduses rakendatud mitmeid standardeid. Kahjuks aga puuduvad standardid suira kvaliteedinormide kohta.

Suir /mesilasleib on looduslik toode, mis saadakse mesilase sülje ja õienektariga segatud mesilaste õietolmu fermenteerimisel piimhappebakteritega tarus kärjerakkude sees. Mesilasleiba peetakse funktsionaalseks tooteks, millel on kõrge toiteväärtus ja see sisaldab mitmesuguseid tervendava või haigusi ennetava toimega bioaktiivseid molekule.

¹ M. Grassberger, R.A. Sherman, O.S. Gileva, C.M. Kim, K.Y. Mumcuoglu, *Biotherapy—History, Principles and Practice*, 37, Springer Dordrecht Heidelberg, New York London (2013), pp. 38-39.

² M.G. Campos, S. Bogdanov, L.B. de Almeida-Muradian, T. Szczesna, Y. Mancebo, C. Frigerio. Pollen composition and standardization of analytical methods. *J. Apic. Res.*, 47 (2008), pp. 154-161, 10.1080/00218839.2008.11101443.

³ M. Kieliszek, K. Piwowarek, A.M. Kot, S. Błażejczak, A. Chlebowska-Śmigiel, I. Wolska. Pollen and bee bread as new health-oriented products: a review. *Trends Food Sci. Technol.*, 71 (2018), pp. 170-180, 10.1016/j.tifs.2017.10.021.

1 Suiraproovide kogumine

Ajavahemikus 29.05.23-20.06.23.a. koguti analüüsimiseks kokku 30 suiraproovi, sealhulgas 27 proovi otse tootjatelt (OÜ-d/mesindustalud, FIE) ja 3 proovi hobimesinikelt (Tabel 1). Enamus proove saabusid posti teel, mõned tõi tootja ise kohale ja 3 proovi osteti turult. Kogutud suiraproovid olid pärit 9 Eesti maakonnast. Pärnumaalt ja Harjumaalt (sh üks proov Tallinnast) oli 7, Viljandimaalt ja Saaremaalt 4, Pärnumaalt ja Valgamaalt 3, Tartumaalt ja Läänemaalt 2 ning Hiiумаalt 1 proov. Enamus proovidest (26) oli 2022. aastal kogutud suir (nendest 12 kuivatatud, 2 külmutatud, 12 jahedas säilitatud ja 4 proovi lõplikult valmimata suir (2023.a). Proovide kogus oli 50 – 100 g. Proovid jahvatati, jagati alikvootideks, tähistati korrektselt veekindla tähistusega (Joonis 1) ja säilitati pimedas toatemperatuuril.

Tabel 1. Analüüsitava suira päritolu

Tähis	Maakond	Tootja	Kogmise aasta	Märkused
S1	Viljandimaa	Olustvere Teenindus- ja Majanduskool	2022	Kuivatatud suir
S2	Valgamaa	Sangaste mesi OÜ	2022	Kuivatatud suir
S3	Harjumaa	Õismäe talu	2022	Kuivatatud suir
S4	Saaremaa	Uuemõisa mesi OÜ	2022	Kuivatatud suir
S5	Saaremaa	Apifera OÜ	2022	Kuivatatud suir
S6	Harjumaa	Mardikate OÜ, Rammumees	2022	Kuivatatud suir
S7	Viljandimaa	FIE Jaan Langebraun	2022	Kuivatatud suir
S8	Harjumaa	Pajusalumesi, Kuuba Arhidektid OÜ	2022	Kuivatatud suir
S9	Viljandimaa	Hea Eestimaa suir	2022	Kuivatatud suir
S10	Läänemaa	FIE Hardi Haabel	2022	Kuivatatud suir
S11	Pärnumaa	FIE Vahur Talimaa	2022	Kuivatatud suir
S12	Pärnumaa	Hobimesinik	2022	Kuivatatud suir
S13	Pärnumaa	Mesila Talu	2022	Külmutatud suir

S14	Saaremaa	Apifera OÜ	2022	Kuivatamata suir
S15	Tartumaa	Apismel OÜ	2022	Kuivatamata suir
S16	Hiiumaa	FIE Lemmena mesindustalu	2022	Kuivatamata suir
S17	Harjumaa	Õismäe talu	2022	Kuivatamata suir
S18	Tallinn	Toimetav mesilane OÜ	2022	Külmutatud suir
S19	Pärnumaa	Aasa mesi OÜ	2022	Kuivatamata suir
S20	Harjumaa	Hobimesinik	2022	Kuivatamata suir
S21	Valgamaa	Ants Orasson	2022	Kuivatamata suir
S22	Harjumaa	Mäesalu talu	2022	Kuivatamata suir
S23	Pärnumaa	Hobimesinik	2022	Kuivatamata suir
S24	Saaremaa	Uuemõisa Mesi OÜ	2023	Toorsuir
S25	Valgamaa	Sangaste mesi OÜ	2023	Toorsuir
S26	Viljandimaa	Langebraun	2023	Toorsuir
S27	Tartumaa	Apsimel OÜ	2023	Toorsuir
S28	Pärnumaa	Meeministerium	2022	Kuivatamata suir
S29	Pärnumaa	FIE Arvi Mölder	2022	Kuivatamata suir
S30	Läänemaa	Emesi OÜ	2022	Kuivatatud suir



Joonis 1. Jahvatatud ja markeeritud suiraproovid

2 Analüüsimetodid

Kõik analüüsid teostati Tallinna Tehnikaülikooli Keemia ja biotehnoloogia instituudi Instrumntaalanalüüsi laboris.

Ekstraktsiooniprotseduuride väljatöötamiseks kasutati erinevaid keskkonناسõbralikke solvente (vesi, vesi-etanool segud) ja ultrahelivanni. Ultraheli-assisteeritud ekstraktsioon (UHAE) on mittetermine meetod, mis kasutab ekstraktsiooniks ultrahelilainete energiat.

Polüfenoolide kogusisaldus määrati spektrofotomeetriliselt Folin-Ciocalteu meetodil, mis kohandati suira analüüsiks. Mõõtmised viidi läbi lainepikkusel 760 nm ja tulemused esitatakse gallushappe ekvivalentides 100 g suira kohta. Flavonoidide kogusisaldus määrati samuti spektrofotomeetriliselt, lainepikkusel 415 nm, kasutades standardainena kvartsetiini ja tulemused esitatakse kvartsetiini ekvivalentides 100 g suira kohta.

Valitud fenoolsete hapete ja flavonoidide sisaldus määrati kapillaarelektroforeetilise meetodiga (CE-DAD). Kohv-, klorogeen-, *p*-kumaar- ja feruulhappe ning rutiini, kvartsetiini, kaempferooli ja luteoliini sisaldused määrati optimaalsetes UHAE tingimustes saadud filtreeritud suiraproovide ekstraktidest CE seadmel, mis on varustatud UV detektoriga. Detektori signaali võrreldi teada oleva kontsentratsiooniga standardlahuste signaalidega.

Fourier' teisendusega infrapuna spektrite (FTIR) analüüsil suira botaanilise päritolu tuvastamise võimalikkuse uurimiseks jahvatati suiraproovide ja registreeriti FTIR spektrid IRTracer-100 spektrofotomeetriga ATR režiimis lainepikkuste vahemikus 4000 kuni 650 cm^{-1} .

Suhkrute sisalduse määramiseks kasutati Tallinna Tehnikaülikooli Keemia ja biotehnoloogia instituudis välja töötatud kapillaarelektroforeetilist meetodikat. Rafinoosi, glükoosi, fruktoosi ja sukroosi sisaldused määrati optimaalsetes UHAE tingimustes saadud filtreeritud suiraproovide ekstraktidest kasutades 50 μm sisediameetriga kapillaarkolonni ja aluselist taustelektrolüüti. Analüüsid viidi läbi Agilent kapillaarelektroferograafiga, detekteerimine lainepikkusel 270 nm. Detektori signaali võrreldi teada oleva kontsentratsiooniga standardlahuste signaalidega. Tulemused esitatakse g/100 g suira kohta.

Niiskusesisaldus suiras määrati gravimeetriliselt, kuivatades proove nii vaakumahjus 60 °C juures kui ka spetsiaalse niiskusemõõtjaga (Ohaus MB 90) 105 °C juures konstantse massini.

Vabade hapete sisaldus suiras määrati tiitrimise teel NaOH lahusega kasutades Mettler Toledo Easy Pro automaatset titraatorit. Tulemused antakse vabade hapete kogusisaldusena mEq/kg suira kohta. Katsete käigus registreeriti ka suira **pH**.

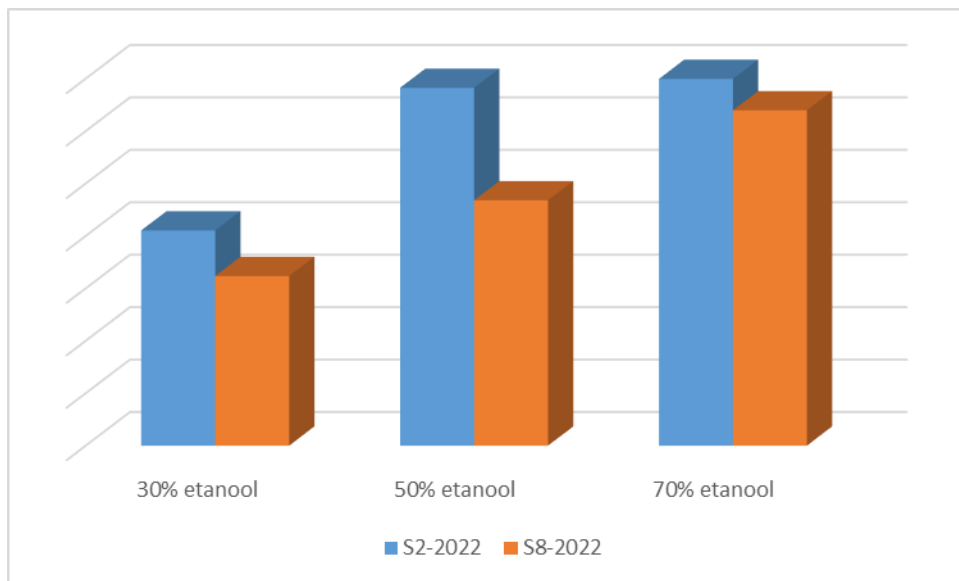
Suiras sisalduva **vee aktiivsuse** mõõdeti tahkes proovis veeaktiivsuse mõõturiga (Hygropalm-HP23-AW-A). Kalibreerimine viidi läbi soolastandardi abil.

Tulemusi võrreldi olemasoleva kirjandusega.

3 Antioksidandid suiras

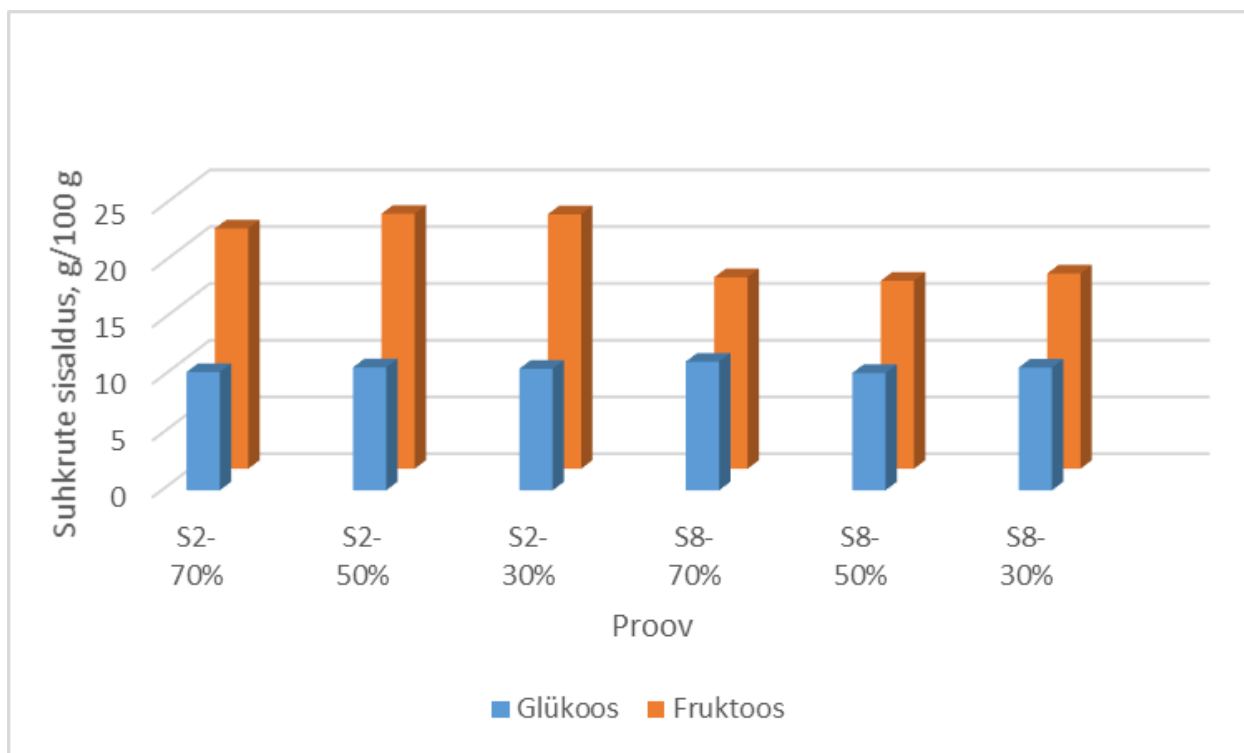
3.1 Ekstraktsiooniprotseduuri väljatöötamine

Ekstraktsioonimetoodika töötati välja kahe erineva suiraproovi S2-2022 ja S8-2022 baasil. Ekstrahendina kasutati erineva kontsentratsiooniga etanooli vesilahuseid (30%, 50% ja 70%), seejuures varieeriti suiraproovi massi ja ekstrahendi suhet (1:10, 1:20 ja 1:40). Saira ja ekstrahendi suhte tõstmisel 1:10-lt 1:20-le tõusis ekstraktsiooni saagis 30%-lise etanooli kasutamisel 8%; 50% ja 70% etanoolilahuse puhul aga 12%. Suhte 1:40 puhul kasvas saagis veel ligikaudu 10%. Edasine proovi ja ekstrahendi suhte suurendamine enam olulist saagise lisa ei andnud. Edasisel metoodika arendamisel kasutati suira massi ja ekstrahendi vahekorda 1:40. Nagu on näha jooniselt 2 saadi kõige kõrgema polüfenoolsete ühendite kogusaagisega ekstrakt, kui ekstrahendina kasutati 70% etanooli vesilahust.



Joonis 2. Ekstraktsiooniprotseduuri optimeerimine polüfenoolide eraldamiseks suirast

Vabade suhkrute ekstraktsiooniprotseduuri optimeerimisel kasutati samu ekstraktsiooni tingimusi kui fenoolsete ühendite puhulgi. Katsete tulemusel selgus, et kõikides ekstraktides, sõltumata ekstrahendi kontsentratsioonist, olid individuaalsete suhkrute glükoosi ja fruktoosi saagised sarnased (Joonis 3). See asjaolu lubas kasutada samu ekstrakte (70% etanoolis) nii fenoolsete ühendite kui ka suhkrute analüüsiks.



Joonis 3. Glükoosi ja fruktoosi sisaldused erinevate etanooli sisaldustega suiraekestades

3.2 Polüfenoolide ja flavonoidide sisaldused

Suir sisaldab umbes 250 erinevat komponenti – makro- ja mikrotoitaineid, vitamiine, suhkruid, aminohappeid, rasvhappeid ja fenoolseid ühendeid. Polüfenoolid on heterogeenne keemiliste ühendite klass, mis jaguneb flavonoidideks (flavonoolid, flavoonid, flavanoolid, flavanoonid, antotsüanidiin, kalkoonid ja isoflavoonid) ja fenoolseteks hapeteks. Kõik need ühendid on taimede sekundaarsed metaboliidid ja neid iseloomustab mitme seotud fenoolrühma olemasolu, mis on seotud rohkem või vähem keerukate struktuuridega⁴. Flavonoidid on suiras leiduvad funktsionaalsed ühendid, mis moodustavad polüfenoolide üldsisaldusest keskmiselt 2-10% ning mõjutavad oluliselt selle antioksüdantivuseid omadusi⁵. Suir on flavonoidide, fenoolhapete ja fenoolhappe derivaatide looduslik allikas. Need ühendid kannavad antioksüdantseid, antibakteriaalseid ja antikantseroogeenseid omadusi⁶.

Kõikide uuritud suurade polüfenoolide keskmine sisaldus oli 1504,08 mg GAE/100 g (Tabel 2) varieerudes 696,78 kuni 1791,80 mg GAE/100 g, olles ligikaudu 10 korda kõrgemad kui 2021

⁴ Cianciosi, D., *et al.* Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review. *Molecules*, 2018, 23, 2322 <https://doi.org/10.3390/molecules23092322>

⁵ Pita-Calvo, C., Vazquez, M., Differences between honeydew and blossom honeys: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 2017, 59, 79-87.

⁶ Ferreira, C.F.R.I., Barreira, C.M.J., Aires, E., Estevinho, M.L. Antioxydativity of Portugese honey samples: Different contribution of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*, 2009, 114, 1438-1443.

aastal analüüsitud Eesti metes (Eesti mee süvauuring, 2021). Polüfenoolide sisaldus erinevates suurades varieerus üle kahe korra. Eesti suurade polüfenoolide sisaldus on võrreldav Malaisia tulemustega^{7,8}, mis varieerusid 1419,0 kuni 1744,0 mg GAE/100 g. Sarnased polüfenoolide sisaldused (1190,0 – 1477 mg GAE/100 g) leiti olevat ka Türgi suurades⁹.

Flavonoidide keskmine sisaldus analüüsitud suurades oli 234,75 mg QE/100 g varieerudes ligikaudu 10 korda 54,01 kuni 446,85 mg QE/100 g. Need tulemused on ka võrreldavad kirjanduses leiduvate sisaldustega nii Türgi^{9,10}, (181 – 374 mg QE/100 g) kui ka Zuluaga *et al*¹¹ poolt analüüsitud Kolumbia (190 – 530 mg QE/100 g) suurades. Kõrge flavonoidide sisalduse poolest paistavad silma Ukraina¹² suurad jäädes vahemikku 1356 – 1824 mg QE/100 g.

⁷ J.B. Suleiman, M. Mohamed, A.B. Abu Bakar, V.U. Nna, Z. Zakaria, Z.A. Othman, A.B. Aroyehun. Chemical profile, antioxidant properties and antimicrobial activities of Malaysian *Heterotrigona itama* Bee Bread. *Molecules*, 26 (2021), p. 4943, 10.3390/molecules26164943

⁸ Z.A. Othman, L. Noordin, W. Ghazali, N. Omar, M. Mohamed. Nutritional, phytochemical and antioxidant analysis of bee bread from different regions of Malaysia. *Indian J. Pharm. Sci.*, 81 (2019), pp. 955-960.

⁹ N. Mayda, A. Özkök, N.E. Bayram, Y.C. Gerçek, K. Sorkun. Bee bread and bee pollen of different plant sources: determination of phenolic content, antioxidant activity, fatty acid and element profiles. *J. Food Meas. Charact*, 14 (2020), pp. 1795-1809.

¹⁰ M. Beykaya, A.E.T Samancı, T. Samancı, E.Y. Önder, E.M. Uzun, F. Tosun. Investigation of nutritional and antioxidant properties of anatolian Bee Bread. *J. Apic. Sci.* (2021), 10.2478/JAS-2021-0017

¹¹ Zuluaga, C. M., Serrato, J. M., Quicazan, M. C. 2015. Chemical, Nutritional and Bioactive Characterization of Colombian Bee-Bread. *Chemical Engineering Transactions*, vol. 43, p. 175-180. Available at: <http://www.aidic.it/cet/15/43/030.pdf>

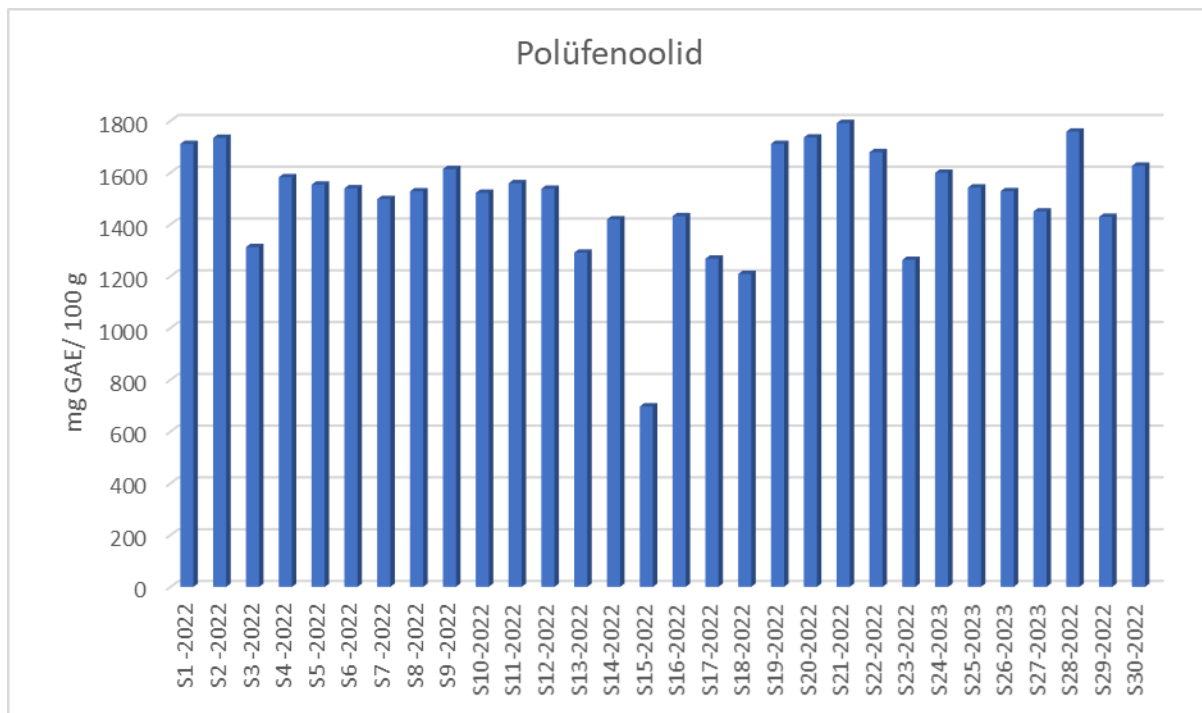
¹² Ivanišová, E, *et al.* BEE BREAD – PERSPECTIVE SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS FOR FUTURE. *Potravinárstvo*, vol. 9, 2015, no. 1, p. 592-598, doi:10.5219/558

Tabel 2. Polüfenoolide ja flavonoidide kogusisaldused suiras

Proov	Polüfenoolide kogusisaldus,mg GAE/ 100 g	Polüfenoolide kogusisaldus kuivas proovis, mg GAE/100 g	Flavonoidide kogusisaldus, mg QE/ 100 g	Flavonoidide kogusisaldus kuivas proovis, mg QE/ 100 g	Flavonoidide osakaal
S1-2022	1710,96	1850,28	269,90	291,87	15,8
S2-2022	1734,18	1875,70	203,72	220,35	11,8
S3-2022	1312,30	1432,80	150,16	163,95	11,4
S4-2022	1582,45	1712,42	325,24	351,95	20,6
S5-2022	1553,65	1698,54	446,85	488,52	28,8
S6-2022	1539,48	1841,71	369,66	442,23	24,0
S7-2022	1497,92	1628,35	215,54	234,30	14,4
S8-2022	1527,97	1660,30	262,92	285,69	17,2
S9-2022	1613,43	1998,06	215,20	266,50	13,3
S10-2022	1521,87	1735,91	223,51	254,95	14,7
S11-2022	1559,38	1713,23	158,56	174,21	10,2
S12-2022	1537,70	1688,12	211,95	232,69	13,8
S13-2022	1290,91	1725,35	146,26	195,48	11,3
S14-2022	1419,36	1855,13	332,30	434,33	23,4
S15-2022	696,78	871,62	54,01	67,57	7,8
S16-2022	1432,09	1941,56	269,20	364,97	18,8
S17-2022	1267,87	1608,15	147,23	186,75	11,6
S18-2022	1208,54	1553,80	349,94	449,90	29,0
S19-2022	1710,96	2210,82	167,50	216,43	9,8
S20-2022	1735,50	1931,34	398,70	443,69	23,0
S21-2022	1791,80	1963,62	182,94	200,49	10,2
S22-2022	1679,06	1818,35	263,67	285,54	15,7
S23-2022	1262,88	1422,80	156,62	176,46	12,4
S24-2023	1599,49	1926,64	395,47	476,36	24,7
S25-2023	1542,51	1914,97	159,48	197,99	10,3
S26-2023	1528,53	1894,09	276,61	342,76	18,1
S27-2023	1450,07	1932,14	233,52	311,15	16,1

S28-2022	1758,69	1946,75	223,25	247,12	12,7
S29-2022	1429,57	1803,42	223,98	282,56	15,7
S30-2022	1626,40	1789,02	220,76	242,84	13,6
Keskmine	1504,08	1764,83	234,75	284,32	16,01
Vahemik	696,78 – 1791,80	871,62 – 1963,62	54,01 – 446,85	67,57 – 488,52	7,8 – 29,0

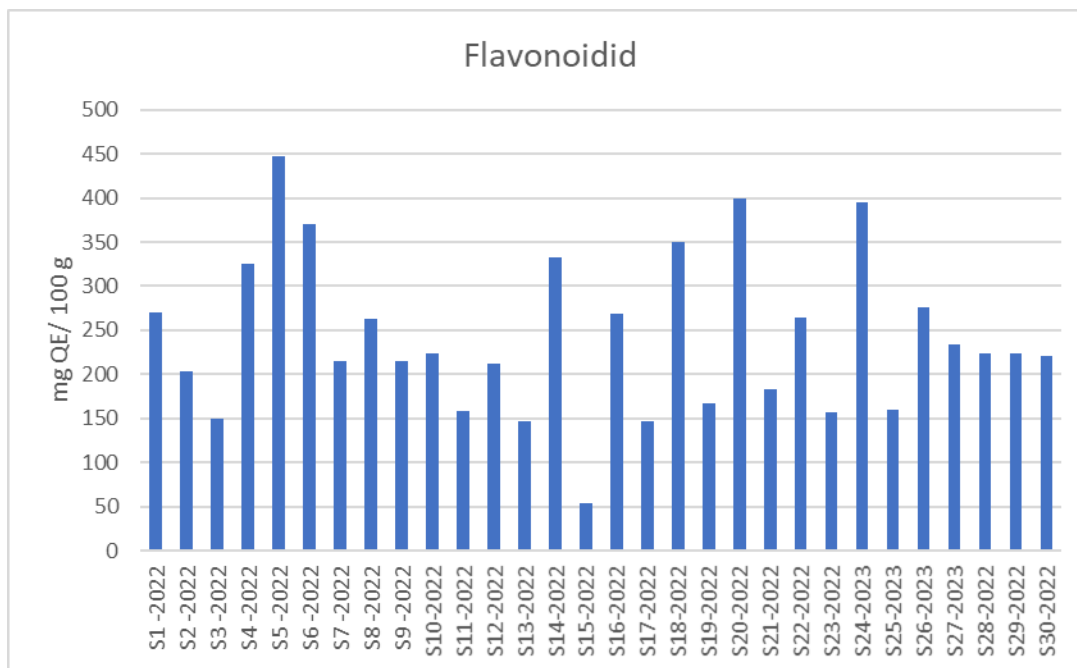
Jooniselt 4 on näha, et polüfenoolide kogusisaldused suurades on enamuses üle 1400 mg GAE/100 g, alla selle on sisaldus ainult viies suuris. Eriti madala sisaldusega paistab silma S15-2022, jäädes alla 700 mg GAE/100 g.



Joonis 4. Polüfenoolide kogusisaldused mg gallushappe ekvivalentides 100 g suira kohta (mg GAE/100 g)

Joonisel 5 on visualiseeritud flavonoidide kogusisaldused uuritavates suuraproovides. Flavonoidide sisalduste varieeruvus suurades oli suurem polüfenoolide varieeruvusest ja ulatus kuni 10 korrani. Kõige madalam oli flavonoidide kogusisaldus kuivatamata suuris S15-2022 (54,01 mg QE/100 g). Kõrgete sisalduste poolest paistsid silma proovid S5-2022, S20-2022 ja S21-2022. Flavonoidid moodustasid polüfenoolide üldsisaldusest 7,9 – 29,0%, mis langeb hästi kokku kirjanduses leiduvate andmetega.

Polüfenoolide kogusisaldus ei korreleeru flavonoidide kogusisaldusega, kuna ühed suuraproovid sisaldavad rohkem flavonoide, teised fenoolseid happeid ja kolmandad neid mõlemaid. Suuras sisalduvate fenoolsete ainete profiil sõltub sellest, millistelt taimedelt on proov kogutud.



Joonis 5. Flavonoidide sisaldused suuraproovides

3.3 Fenoolsete hapete ja flavonoidide analüüs

Teaduskirjanduses on mitmeid suira fenoolse koostisega seotud uurimusi. Dranca *et al*¹³ leidsid oma uuringus, et põhiline polüfenoolne komponent suiras oli kamferool, sellele järgnesid müritsetiin ja luteoliin ning minoorsete komponentidena rosmariin-, kohv- ja gallushape ning kvartsetiin. Markiewicz-Zukowska *et al*¹⁴ analüüsisid Poola suira fenoolset koostist ja leidsid kamferooli ja apigeniini jälgedena. Baltrusaityte *et al*¹⁵ leidsid, et Leedust pärit suira peamised fenoolsed ühendid on *p*-kumaarhape, kamferool, apigeniin ja krüsiin. Ukraina suiras määrati naringeniin, kamferool, apigeniin, isorhamnetiin ja kvartsetiin¹⁶. Urcan *et al*¹⁷ näitasid, et taimestiku õietolmu, mesilaste õietolmu ja suira vahel on fenoolsete ühendite koostise osas kõrge korrelatsioon, aga mulla/kliima ja fenoolse koostise vahel puudub seos. Suira fenoolset koostist

¹³ Dranca, F., Ursachi, F., Oroian, M.; Bee Bread: Physicochemical Characterization and Phenolic Content Extraction Optimization. *Foods*. **2020**, *9*, 1358, doi: 10.3390/foods9101358

¹⁴ Markiewicz-Zukowska R., Naliwajko S., Bartosiuk E., Moskwa J., Isidorov V., Soroczyńska J., Borawska M. Chemical composition and antioxidant activity of beebread, and its influence on the glioblastoma cell line (U87MG) *J. Apic. Sci.*, **2013**, *57*, 147–157. doi: 10.2478/jas-2013-0025.

¹⁵ Kaškonienė V., Venskutonis P.R., Čeksterytė V. Radical scavenging activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. *Food Chem.* **2007**; *101*:502–514. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.02.007.

¹⁶ Isidorov V., Isidorova A., Szczepaniak L., Czyżewska U. Gas chromatographic–mass spectrometric investigation of the chemical composition of beebread. *Food Chem.* **2009**; *115*:1056–1063. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.12.025.

¹⁷ Urcan A.C., Criste A., Dezmiorean D., Mărgăoan R., Caeiro A., Campos M.D.G.R. Similarity of Data from Bee Bread with the Same Taxa Collected in India and Romania. *Molecules*. **2018**; *23*:2491. doi: 10.3390/molecules23102491.

fermentatsiooni käigus toimuvad muutused ei mõjuta. Bakour *et al*¹⁸ teatasid kolmeteistkümnest fenoolsest ühendist suiras, milleks on peamiselt flavonoolglükosiidide derivaadid, eriti kvartsetiini (kvartsetiin-O-heksosüül-O-heksosiid, kvartsetiin-O-heksosüül-O-heksosiid, kvartsetiin-O-pentosüülheksosiid ja kvartsetiin-3-rutinosiid), kamferooli (kamferool-O-heksosüül-O-rutinosiid ja kamferool-3-O-rutinosiid), isorhamnetiini (isorhamnetiin-O-heksosüül-O-rutinosiid, isorhamnetiin-O-pentosüül-heksosiid, isorhamnetiin-O-pentosüül-heksosiid, isorhamnetiin-O-ramnosiidi heksosiid ja isorhamnetiin-3-O-rutinosiid) ning metüülherbatsetriini (metüülherbatsetriin-O-diheksosiid ja metüülherbatsetriin-3-O-rutinosiid) derivaadid.

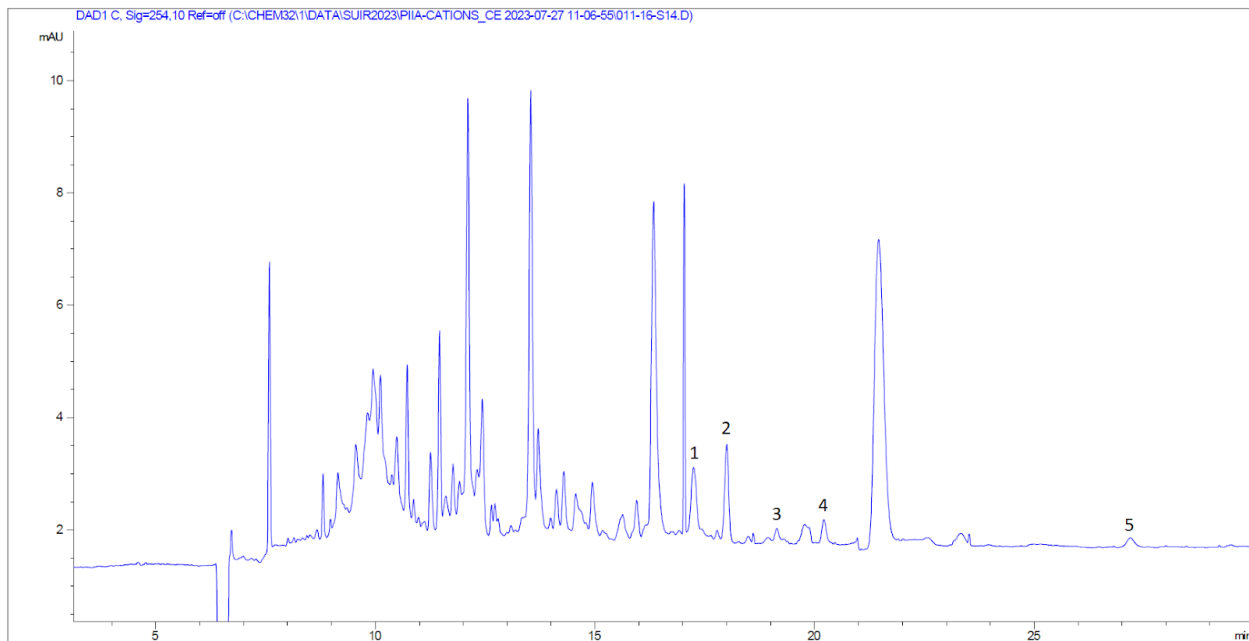
Antud uuringus analüüsitud huvipakkuvatest fenoolsetest ühenditest domineerisid suiraproovides flavonoidid, fenoolsete hapete esindatus ja sisaldus jäid väiksemaks. Flavonoididest oli esindatud kamferool 19, rutiin 9, kvartsetiin 8 ja luteoliin 5 suiraproovis. Fenoolsetest hapetest oli klorogeenhapet 10, kohvhapet 6 ja *p*-kumaarhapet 2 suiraproovis. Feruulhapet ei leitud mitte üheski proovis (Tabel 3).

Maksimaalne kamferooli sisaldus oli 95,75 mg/100 g (S6-2022), sellele järgnesid luteoliin, rutiin ja kvartsetiin vastavalt 42,92 mg/100 g (S14-2022), 33,53 mg/100 g (S2-2022) ja 18,39 mg/100 g (S5-2022). Fenoolsetest hapetest aga oli kõrgeim klorogeenhappe sisaldus 93,76 mg/100 g (S29-2022), samas aga kohv- ja *p*-kumaarhappe sisaldused jäid kordades väiksemateks vastavalt 9,08 mg/100 g (S25-2023) ja 1,90 mg/100 g (S19-2022).

Kuivatatud suiraproovides S1-2022 kuni S12-2022 on enim esindatud flavonoidid (kamferool, luteoliin, kvartsetiin ja selle glükosiid rutiin, vaid mõnes nendest proovidest leidis klorogeenhapet.

Võrreldes sama tootja kuivatatud S5-2022 ja kuivatamata suiraproovi S14-2022, on nendes flavonoidide profiil sama, aga kuivatama proovis leidub veel lisaks 2 fenoolset hapet. Samas S3-2022 (kuivatatud) ja S17-2022 (kuivatamata) sisaldavad ainult flavonoid kamferooli. Võrreldes sama tootja kuivatatud suiraproove valmimata suira (toorsuira) proovidega (paarid S2-2022 ja S25-2023 ning S4-2022 ja S24-2023), siis esimesel juhul on vähenenud flavonoidide sisaldus ning toorsuira puhul on lisandunud *p*-kumaarhappe. Teisel juhul puuduvad kuivatatud suiras fenoolsed happed, toorsuiras aga flavonoidid.

¹⁸ Bakour M., Fernandes A., Barros L., Sokovic M., Ferreira I.C., Lyoussi B. Bee bread as a functional product: Chemical composition and bioactive properties. *LWT*. **2019**;109:276–282. doi: 10.1016/j.lwt.2019.02.008.



Joonis 6. Fenoolsete ühendite profiil suiras (S14-2022)

1 - kamferool, 2 - luteoliin, 3 – *p*-kumaarhape, 4 - kvartsetiin, 5 – kohvhape

Jooniselt 6 on näha, et suiras sisalduvate fenoolsete ühendite profiil on väga rikkalik. Kahjuks meile huvipakkuvaid aineid leidis suiraproovides väikestes kogustes. Domineerivad flavonoidglükosiidid ja fenoolsed estrid, mis samuti on tugeva antioksüdatiivse ja antibakteriaalse toimega. Nende ühendite analüüs ei olnud antud lepingu sisuks.

Tabel 3. Analüüsitud flavonoidide ja fenoolsete hapete sisaldused (mg/100 g)

Suir	Rutiin	Klorogeenhape	Feruulhape	Kamferool	Luteoliin	<i>p</i> -Kumaarhape	Müritsetiin	Kvertsetiin	Kohvhape
S1-2022				22,63					
S2-2022	33,53			79,23					
S3-2022				21,87					
S4-2022					8,08			17,71	
S5-2022	5,33			21,11	9,76			18,39	
S6-2022	20,37			95,75					
S7-2022		89,68		66,30					
S8-2022		62,20							
S9-2022		14,76							
S10-2022				41,07				10,19	
S11-2022		7,32		44,11				10,91	
S12-2022				46,39					
S13-2022									1,60
S14-2022				37,19	42,92	1,14		12,39	6,08
S15-2022								<1,0	<1,0
S16-2022				25,07	5,40			9,63	1,84
S17-2022				27,79					
S18-2022				25,83	3,08				
S19-2022	17,93					1,90			2,92
S20-2022				33,51					
S21-2022	5,65			45,67					
S22-2022	7,34								
S23-2022		27,2							
S24-2023		41,28							
S25-2023				26,11					9,08

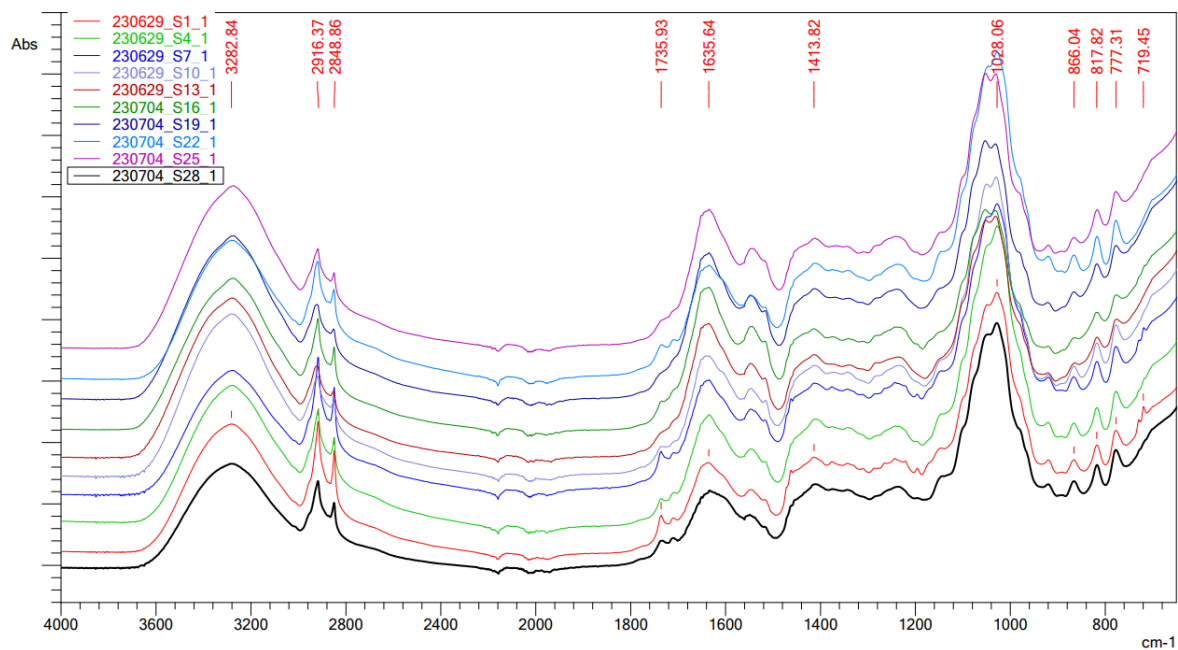
S26-2023	5,29			11,27					<1,0
S27-2023	1,69	58,12						7,27	8,56
S28-2022	15,57	52,00		39,03				7,75	
S29-2022	29,49	93,76		27,79					
S30-2022		59,92		28,27					
Keskmine	15,21	50,62		39,72	13,85	1,52		11,78	5,02
Vahemik	1,69 – 33,53	7,32 – 93,76		21,11 – 95,75	3,08 – 42,92	1,14 – 1,90		7,27 – 18,39	1,60 – 9,08

4 Fourier' teisendusega infrapunaspektrometriline analüüs (FTIR)

FTIR analüüsi kasutades märkimisväärseid erinevusi proovide vahel ei tuvastatud. Eesmärk oli uurida, kas FTIR analüüsi abil on võimalik tuvastada suira botaanilist päritolu teades, et eelnevalt näiteks mee¹⁹ ja õietolmu²⁰ korral on seda meetodikat rakendatud.

Käesolevas uurimuses analüüsitud proovide põhjal botaanilise päritolu kohta järeldotsi FTIR-i kasutades teha ei saa. Suurimaks takistuseks on see, et proovid olid väga heterogeensed ning leidsid nii erineva töötlemisega kui ka töötlemata proove, mis uuritava proovi IR spektrit juba väga oluliselt muudab. Kirjanduse analüüs näitas, et nimetatud analüüs vajaks sobivat referentsmeetodikat ning suuremal hulgal proove, mis peaksid olema sarnaselt hoiustatud ja töödeldud.

Siiski on võimalik soovi korral FTIR spektritelt (Joonis 7) informatsiooni välja lugeda erinevate aineklasside näiteks $\sim 3300\text{ cm}^{-1}$ vee, süsivesikute ja fenoolsete ühendite; $\sim 2820\text{-}2920$, 1735 , 1410 cm^{-1} lipiidide sh rasvade ja rasvhapete; 1655 , 1547 , 1280 cm^{-1} valkude ning 1520 cm^{-1} fenoolsete hapete sisalduse kohta²¹.



Joonis 7. Valitud proovide FTIR absorptsioonispektrid

¹⁹ David, M.; Hategan, A.R.; Magdas, D.A.; Berghian-Grosan, C.; Simionescu, B. Botanical Origin Assessment of Honey Based on ATR-IR Spectroscopy: A Comparison between the Efficiency of Supervised Statistical Methods and Artificial Intelligence. *Appl. Sci.* **2022**, *12*, 9645.

²⁰ Prđun, S.; Svečnjak, L.; Valentić, M.; Marijanović, Z.; Jerković, I. Characterization of Bee Pollen: Physico-Chemical Properties, Headspace Composition and FTIR Spectral Profiles. *Foods* **2021**, *10*, 2103.

²¹ Bleha R., Shevtsova T.S., Kružík V., Škorpilová T., Saloň I., Erban V., Brindza J., Brovarskyi V., Sinica A. (2019): Bee breads from two regions of Eastern Ukraine: composition, physical properties and biological activities. *Czech J. Food Sci.*, *37*: 9-20.

5 Füüsikalis-keemilised kvaliteediparameetrid

Mee füüsikalis-keemilised kvaliteedi kriteeriumid on täpselt määratletud Euroopa Liidu suunistes²². EV põllumajandusministri määrusega 104 (20.nov. 2014) on kehtestatud mee kvaliteedinäitajatele kvaliteedinõuded. Sarnased nõuded puuduvad aga suira jaoks.

Campos *et al*²³ on pakkunud välja mesilaste *Apis mellifera* poolt kogutud õietolmu kvaliteedikriteeriumid, mida peetakse rahvusvaheliseks standardiks. Kuid erinevalt õietolmust on suira standardid veel sõnastamata. Selle tõttu oleks vajalik suira uurimine nii füüsikalis-keemiliste parameetrite kui ka bioaktiivsete ainete osas.

Suira säilitamisel on olulised selle füüsikalis-keemilised parameetrid nagu niiskuse sisaldus, vee aktiivsus, pH ja vabade hapete sisaldus. Olulisel kohal on ka suhkrute sisaldus.

5.1 Niiskusesisaldus

Niiskusesisaldus on mesilasleiva keemilise koostise, mikroobide stabiilsuse ja säilivusaja seisukohast väga oluline parameeter²⁴. Kui niiskusesisaldus on üle 20% võivad hakata toimuma käärimisprotsessid²⁵.

Kirjanduses leiduvate andmete järgi jäid erinevat päritolu suurade niiskusesisaldused vahemikku 7,26% kuni 48,54%²⁶. Madalaim niiskusesisaldus leiti Kõrgõzstanist pärit oleva mesilasleiva proovides.

Meie poolt uuritud suuraproovide niiskusesisaldused olid vahemikus 7,5 – 26,2%, keskmine väärtus 14,7%. Kuivatatud suira proovide niiskusesisaldus jäi alla 9%, välja arvatud S6-2022 (16,4%), S9-2022 (19,3) ja S10-2022 (12,2%), samas oli aga mitmete kuivatamata suuraproovide siiskusesisaldus alla 10%. Üle 20% sisaldasid niiskust 7 proovi. Kõrge vee sisaldus suuris on tingitud õietolmu hügrokoopsetest omadustest. Vesi akumulereub suira keskkonnast, samuti lisatud mesilaste süljest ja meest. Värske suur on suurepärase keskkond bakterite, patogeensete bakterite, seente või hallituse jaoks. Näiteks mesilaste õietolmu standardi järgi ei tohi vee sisaldus õietolmus olla üle 9/100 g (9%)²³.

²² Council Directive of the European Union, “Council directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey,” Official Journal of the European Communities, pp. 47–52, 2002.

²³ Campos, M.G.R.; Bogdanov, S.; De Almeida-Muradian, L.B.; Szczesna, T.; Mancebo, Y.; Frigerio, C.; Ferreira, F. Pollen composition and standardisation of analytical methods. *J. Apic. Res.* 2008, 47, 154–161.

²⁴ J. Ćirić, D. Spiric, T. Baltić, J. Janjić, R. Petronijević, S. Simunović, V. Djordjević Element concentration and fatty acid composition of Serbian bee bread IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 333, IOP Publishing (2019), Article 012050, 10.1088/1755-1315/333/1/012050

²⁵ da Silva, M.P.; Gauche, G.; Gonzaga, L.; Oliveira Costa, A.; Fett, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry* **2016**, 196, 309–323.

²⁶ Ćirić, J., Haneklaus, N., Rajić, S., Baltić, T., Branković Lazić, I., Đorđević, V. Chemical composition of bee bread (perga), a functional food: A review. *Journal of Trace Elements and Minerals* 2022,2, 100038

Tabel 4. Uuritud suurade valitud füüsikalised-keemilised parameetrid

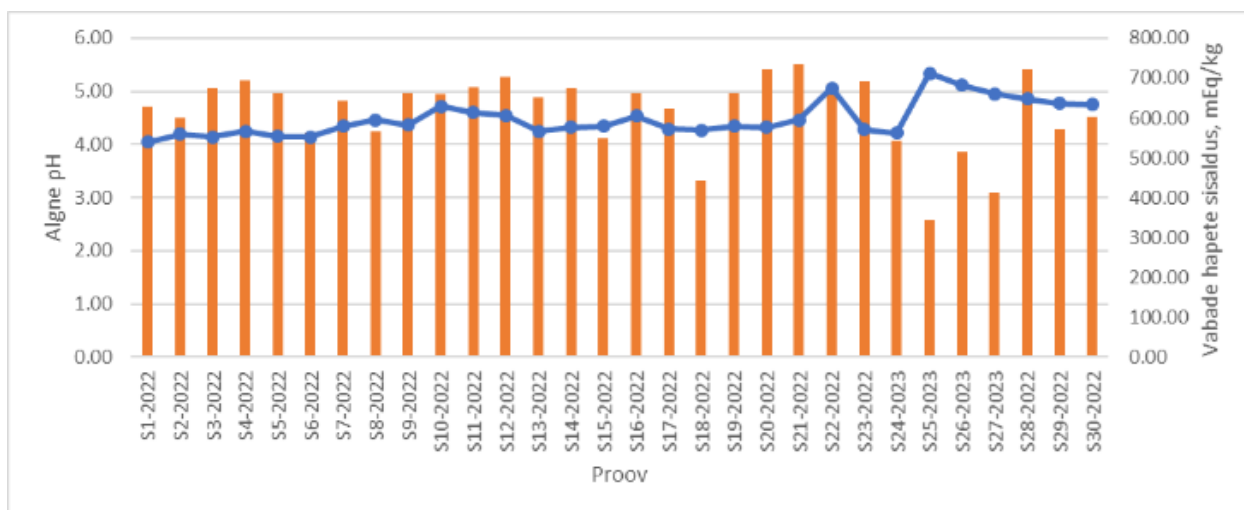
Suur	Niiskus, %	Vee aktiivsus	pH	Vabad happed, mEq/kg
S1-2022	7,5	0,385	4,06	679,63
S2-2022	7,6	0,409	4,59	624,11
S3-2022	8,4	0,421	4,02	632,44
S4-2022	7,6	0,360	4,17	609,13
S5-2022	8,5	0,458	4,22	591,64
S6-2022	16,4	0,612	4,17	667,5
S7-2022	8,0	0,350	4,12	677,76
S8-2022	8,0	0,400	4,25	694,93
S9-2022	19,3	0,572	4,25	693,42
S10-2022	12,2	0,503	4,17	664,36
S11-2022	9,0	0,440	4,14	658,9
S12-2022	8,9	0,417	4,00	567,7
S13-2022	25,2	0,679	4,29	559,37
S14-2022	23,4	0,663	4,41	642,96
S15-2022	20,0	0,552	4,28	643,5
S16-2022	26,2	0,703	4,32	564,78
S17-2022	21,2	0,588	4,61	564,66
S18-2022	22,2	0,622	4,47	661,75
S19-2022	22,6	0,625	4,27	662,57
S20-2022	10,1	0,468	4,55	654,7
S21-2022	8,8	0,440	4,88	664,8
S22-2022	7,7	0,328	4,59	678,62
S23-2022	11,2	0,477	4,62	677,53
S24-2023	17,0	0,490	4,75	705,81
S25-2023	19,5	0,609	4,35	696,59
S26-2023	19,3	0,538	4,29	655,78
S27-2023	25,0	0,719	4,21	646,34
S28-2022	9,7	0,375	4,43	674,37
S29-2022	20,7	0,571	4,22	672,6
S30-2022	9,1	0,589	4,45	550,76
Keskmine	14,7	0,512	4,34	644,63
Vahemik	7,5 – 26,2	0,328 – 0,719	4,00 – 4,88	550,76 – 705,81

5.2 Vabade hapete sisaldus ja pH

Mesilased toodavad suira õietolmust ja meest fermenteerimisel tarusisesel temperatuuril piimhappebakteritega. Keerulise fermentatsiooniprotsessi tulemusena tekib piimhapest kontsentratsiooniga vähemalt 3%, mis vastutab madala pH eest ja aitab mesilasleival säilida²⁷.

Tulemused on visualiseeritud Joonisel 8.

Uuritud suurade keskmine vabade hapete sisaldus oli 644,63 mEq/kg jäädes vahemikku 550,76 – 705,81 mEq/ kg, vesilahuste pH oli 4,34 olles mõnevõrra kõrgem kui Poola²⁸ suurade pH (4,08). Kahjuks ei ole kirjanduses leida väga palju suurade füüsikalise-keemiliste parameetrite väärtusi.



Joonis 8. Suiraproovide pH ja vabade hapete sisaldused

5.3 Vee aktiivsus

Vee aktiivsus (a_w) on parameeter, mis määrab vaba vee osakaalu proovis ja võimaldab hinnata toote potentsiaalset mikrobioloogilist, keemilist ja ensümaatilist stabiilsust. Vee aktiivsust väljendatakse väärtusega vahemikus 0 kuni 1. Puhta vee väärtus on üks, st kogu vesi on (mikroobidele, seentele) saadaval. Tootel, mille vett ei ole üldse saadaval (praktiliselt puudub), on vee aktiivsus null. Mesilaste õietolmu puhul ei tohiks vee aktiivsus ületada 0,38²⁹, suira puhul aga võivad olla selle parameetri näidud mõnevõrra suuremad. Kõrgema vee aktiivsuse puhul on suiraproovid vastuvõtlikumad kserotolerantsete mikroorganismide (nt mõned seemed ja bakterid)

²⁷ Kieliszek, M.; Piwowarek, K.; Kot, A.M.; Błażej, S.; Chlebowska-Śmigiel, A.; Wolska, I. Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. Trends Food Sci. Technol. 2018, 71, 170–180.

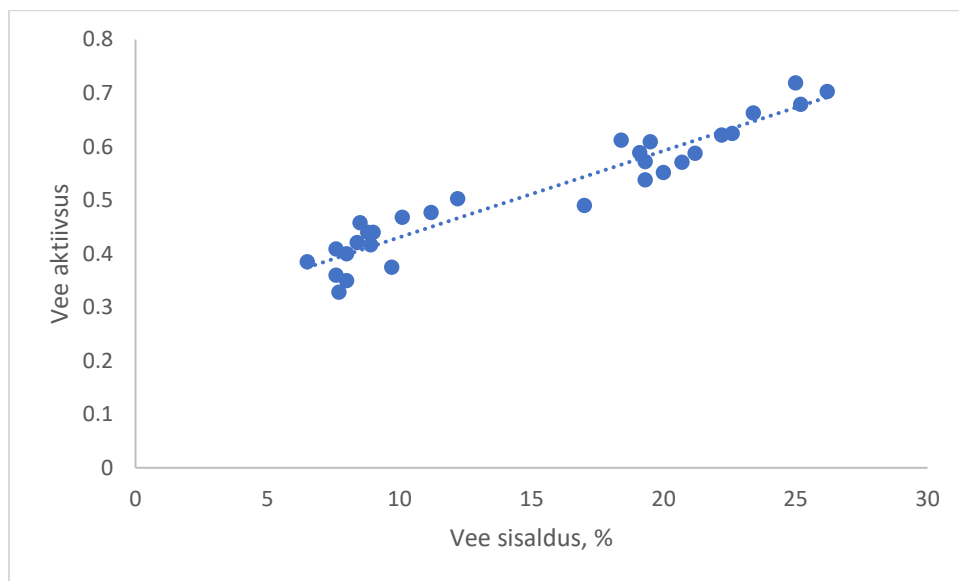
²⁸ Milek, M.; Mołan, M.; Kula-Maximenko, M.; Sidor, E.; Zagula, G.; Dzugan, M. Chemical Composition and Bioactivity of Laboratory-Fermented Bee Pollen in Comparison with Natural Bee Bread. Biomolecules 2023, 13(7), 1025; <https://doi.org/10.3390/biom13071025>

²⁹ Sagona, S.; Bozzicolonna, R.; Nuvoloni, R.; Cilia, G.; Torracca, B.; Felicioli, A. Water activity of fresh bee pollen and mixtures of bee pollen-honey of different botanical origin. LWT 2017, 84, 595–600.

potentsiaalsele kasvule, mis võivad eksisteerida madala veeaktiivsuse väärtuste juures³⁰. Enamik hallitusseentest saab hakkama madalama niiskusega keskkondadega kui bakterid. Kui vee aktiivsus on üle 0,6, kuid alla 0,75, saavad hallitusseened kasvada, bakterid aga veel mitte. Kuigi paljud hallitusseened ja pärmseened võivad kasvada veeaktiivsuse väärtusega alla 0,75, ei suuda paljud neist toota toksine nii madala vee aktiivsuse juures ja ei ole ohtlikud tarbijale³¹. Üks lihtne viis vee aktiivsuse vähendamiseks on kuivatamine. Lihtsalt vähendades vee koguhulka tootes, väheneb ka selle vee aktiivsus. Kuivatamine on väga tõhus viis vee aktiivsuse vähendamiseks ja säilivusaja pikendamiseks, takistades mikroorganismide kasvu.

Vee aktiivsused analüüsitud Eesti suurades jäid vahemikku 0,328-0,719, korreleerudes hästi suira niiskusesisaldustega (Joonis 9). Madalama vee aktiivsusega proovide (S1-2022, S4-2022, S7-2022, S22-2022 ja S28-2022) puhul oli ka niiskusesisaldus alla 9%.

Antud uuringus analüüsitud suurade keskmine vee aktiivsus oli 0,512, Milek *et al*²⁸ poolt analüüsitud Poola suurade keskmine vee aktiivsus aga 0,441.



Joonis 9. Vee sisalduse ja vee aktiivsuse vaheline sõltuvus

6. Suhkrute analüüs

Mesilased kasutavad suhkruid oma ellujäämiseks vajaliku energia tootmiseks. Näiteks vajavad mesilased oma päevase energia katmiseks umbes 4 mg suhkrut³².

Mesilasleiva suhkrusisalduse kohta on tehtud mitmeid uuringuid. Tulemused näitasid, et Maroko suuris oli peamine vaba suhkur fruktoos (11,0 g/100 g), millele järgnes glükoos (5,7 g/100 g) ja

³⁰ Brudzynski, K. Honey as an ecological reservoir of antibacterial compounds produced by antagonistic microbial interactions in plant nectars, honey and honey bee. *Antibiotics* 2021, 10, 551.

³¹ <https://foodcrumbles.com/water-activity-food-spoilage-microbial-growth/>

³² Haydak, M.H. Honey Bee Nutrition. *Annu. Rev. Entomol.* 1970, 15, 143–156.

trehaloos (0,9 g/100 g)³³. Samamoodi leidsid Dranca *et al*³⁴, et Rumeenia mesilasleivas sisaldus 19,7 g/100 g fruktoosi ja 8,8 g/100 g glükoosi ning alla 1 g/100 g melesitoosi. Samuti näitas viie Rumeenia polüfloorse mesilasleiva proovi analüüs, et fruktoos oli peamine suhkur, mille väärtused jäid vahemikku 14,0 g/100 g kuni 19,6 g/100 g sellele järgnes glükoos (6,4 kuni 15,1 g/100 g) ja väiksemates kogustes maltoosi ning turanoosi³⁵.

Mohammadi *et al* avaldatud uuringu³⁶ suhkruprofiil aga näitas, et glükoos oli peamine vaba suhkur neljas Malaysia polüfloorses suiras, mille väärtused jäid vahemikku 10,27 g/100 g kuni 12,4 g/100 g. Suuruselt teine oli sahharoosi, vahemikus 0,6 g/100 g kuni 2,1 g/100 g, seejärel maltoosi, vahemikus 0,7 kuni 2,0 g/100 g) ja fruktoosi sisaldus (vahemikus 0,4 kuni 1,5 g/100 g). Seda suurt varieeruvust võib seletada paljude teguritega, nagu korjeaeg, botaaniline päritolu, ilmastiku tingimused ja suhkrute lagunemine piimhappebakterite poolt³⁷.

Suhkrute kogusisaldus Eesti suurades oli keskmiselt 24,54 g/100 g varieerudes 18,67 kuni 30,4 g/100 g. Kõige rohkem leitud suuraproovides fruktoosi (11,67 – 17,20 g/100 g), sellele järgnes glükoos (5,75 – 13,7 g/100 g), ainult ühes proovis (S16-2022) leiti sukroosi (3,12 g/100 g). Teistes proovides jäid sukroosi ja rafinoosi sisaldused aga alla määramispiiri (<2 g/100 g). Sukroosi puudumine suuraproovides võib olla tingitud asjaolust, et fermentatsiooni käigus kasutatavad bakterid seda hapniku allikana erinevate metaboliitide tootmiseks. Analüüsitulemused on esitatud Tabelis 5.

Tabel 5. Suhkrute sisaldused suuraproovides

Suir	Fruktoos, g/100 g	Glükoos, g/100 g	F+G, g/100 g	F/G	Sukroos, g/100 g	Rafinoos, g/100 g
S1-2022	17,20	10,23	27,43	1,68	<2,0	<2,0
S2-2022	16,37	9,87	26,23	1,66	<2,0	<2,0
S3-2022	15,40	10,40	25,80	1,48	<2,0	<2,0
S4-2022	16,50	9,30	25,80	1,77	<2,0	<2,0
S5-2022	16,55	8,35	24,90	1,98	<2,0	<2,0
S6-2022	16,35	9,65	26,00	1,69	<2,0	<2,0
S7-2022	16,45	8,85	25,30	1,86	<2,0	<2,0
S8-2022	17,20	11,25	28,45	1,53	<2,0	<2,0
S9-2022	13,45	7,65	21,1	1,76	<2,0	<2,0
S10-2022	15,05	8,50	23,55	1,77	<2,0	<2,0

³³ Bakour, M.; Fernandes, Â.; Barros, L.; Sokovic, M.; Ferreira, I.C.F.R. Badiana lyoussi Bee Bread as a Functional Product: Chemical Composition and Bioactive Properties. *LWT Food Sci. Technol.* 2019, 109, 276–282

³⁴ Dranca, F.; Ursachi, F.; Oroian, M. Bee Bread: Physicochemical Characterization and Phenolic Content Extraction Optimization. *Foods* 2020, 9, 1358.

³⁵ Urcan, A.; Criste, A.; Dezmirean, D.; Mărgăoan, R.; Caeiro, A.; Graça Campos, M. Similarity of Data from Bee Bread with the Same Taxa Collected in India and Romania. *Molecules* 2018, 23, 2491.

³⁶ Mohammad, S.M.; Mahmud-Ab-Rashid, N.-K.; Zawawi, N. Botanical Origin and Nutritional Values of Bee Bread of Stingless Bee. (*Heterotrigona itama*) from Malaysia. *J. Food Qual.* 2020, 2020, 2845757.

³⁷ Da Silva, G.R.; da Natividade, T.B.; Camara, C.A.; da Silva, E.M.S.; dos Santos, F.d.A.R.; Silva, T.M.S. Identification of Sugar, Amino Acids and Minerals from the Pollen of Jandaíra Stingless Bees (*Melipona subnitida*). *Food Nutr. Sci.* 2014, 2014, 46901.

S11-2022	16,45	10,20	26,65	1,61	<2,0	<2,0
S12-2022	15,00	11,05	26,05	1,36	<2,0	<2,0
S13-2022	13,65	9,10	22,75	1,50	<2,0	<2,0
S14-2022	13,75	5,75	19,50	2,39	<2,0	<2,0
S15-2022	14,00	10,75	24,75	1,30	<2,0	<2,0
S16-2022	11,67	7,00	18,67	1,67	3,12	<2,0
S17-2022	13,65	9,10	22,75	1,50	<2,0	<2,0
S18-2022	16,30	12,35	28,65	1,32	<2,0	<2,0
S19-2022	14,45	8,00	22,45	1,81	<2,0	<2,0
S20-2022	14,80	8,35	23,15	1,77	<2,0	<2,0
S21-2022	13,85	7,25	21,10	1,91	<2,0	<2,0
S22-2022	15,15	8,35	23,50	1,81	<2,0	<2,0
S23-2022	13,65	8,20	21,85	1,66	<2,0	<2,0
S24-2023	14,20	9,25	23,45	1,54	<2,0	<2,0
S25-2023	14,70	13,70	28,40	1,07	<2,0	<2,0
S26-2023	16,85	13,55	30,40	1,24	<2,0	<2,0
S27-2023	12,30	10,50	22,80	1,17	<2,0	<2,0
S28-2022	14,65	10,30	24,95	1,42	<2,0	<2,0
S29-2022	13,50	10,20	22,10	1,32	<2,0	<2,0
S30-2022	15,00	11,10	26,10	1,35	<2,0	<2,0
Keskmine	14,94	9,60	24,54	1,6	<2,0	<2,0
Vahemik	11,67 17,20	– 5,75 – 13,7	18,67 30,40	– 1,07 – 2,39	<2,0 – 3,12	–

Fruktoosi/glükoosi (F/G) suhe (indeks) on standardparameeter, mida kasutatakse paljudes mesindussaadustele pühendatud uuringutes. Seetõttu uuriti ka meie poolt F/G suhet ja see jäi vahemikku 1,07 – 2,39. Kõige kõrgem F/G suhe oli kuivatamata suiras S14-2022, mis on võrreldav Poola suira F/G indeksiga 2,26³⁸. Kõrge F/G suhe oli ka proovides S5-2022 (1,98), S21-2022 (1,91), S7-2022 (1,86) ja S19-2022 ning S22-2022 (1,81). Need tulemused sarnanevad Portugali suira tulemustega (keskmine 1,86)³⁹. Kõige madalamad F/G indeksid olid valmimata toorsuira proovides S25-2023, S26-2023 ja S27-2023 jäädes vahemikku 1,07 – 1,24.

Nii suirades sisalduvate suhkrute profiil kui ka F/G sõltuvad suuresti kogutud õietolmu, millest suur valmistati, botaanilisest päritolust ja ilmastikutingimustest.

³⁸ Starowicz, M., Hanus, P., Lamparski, G., Sawicki, T. Characterizing the Volatile and Sensory Profiles, and Sugar Content of Beeswax, Beebread, Bee Pollen, and Honey. *Molecules* 2021, 26, 3410.
<https://doi.org/10.3390/molecules26113410>

³⁹ Aylanc, V., Falcao, S.I., Vilas-Boas, M. Bee pollen and bee bread nutritional potential: Chemical composition and macronutrient digestibility under in vitro gastrointestinal system. *Food Chemistry* 413 (2023) 135597,
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135597>

Kokkuvõte

- Arendati välja sobiv ekstraktsiooniprotseduur, mis võimaldas määrata samast ekstraktist nii fenoolseid ühendeid kui ka suhkruid.
- Uuritud suurade polüfenoolide kogusisaldus jäi vahemikku 696,78 – 1791,80 mg GAE/100 g suira (niiskusesisaldust arvestamata) kohta olles ligi 10 korda kõrgem, kui mete puhul ja flavonoidide kogusisaldus 54,01 – 446,85 mg QE/100 g suira kohta. Flavonoidide osakaal polüfenoolides jäi vahemikku 7,8 – 29,0%.
- Flavonoididest leidis kõige rohkem kamferooli ja fenoolsetest hapest klorogeenhapet. Flavonoidide ja fenoolsete hapete mitmekesisus suiras sõltub selle botaanilisest päritolust ja kliimast.
- Vabadest suhkrutest oli põhikomponent fruktoos (11,67 – 17,2%), sellele järgnes glükoos (5,75 – 13,7%). Vaid ühes proovis (S16-2022) leiti väikeses koguses sukroosi. Keskmine suira F/G suhe oli 1.6.
- Uuringu tulemusena selgus, et FTIR meetodiga ei õnnestunud tuvastada suira botaanilist päritolu.
- Suira vee aktiivsus jääb alla piiri, mille juures saaksid bakterid paljuneda.

Tulevikus võiks uurida suira

- rasvhapete sisaldust
- lenduvate ühendite profiili
- antibakteriaalset mõju erinevate bakteritüvede suhtes

Kirjandusest on teada, et suiral on mitmekesine rasvhapete profiil, mis on kasulik mesilaste toitumisele ja ka inimeste tervisele. See on rikas polüküllastumata rasvhapete (PUFA) poolest, nagu oomega-3 rasvhapped, mida meie keha ei suuda sünteesida. Suira tarbimine võib vähendada kolesterooli sisaldust veres.