

Vegandieedi mõju mikrotoitainete tarbimisele ja kobalamiini kvantitatiivne analüüs toidulisanditest

Laine Parts

lektor

farmaatsia õppekava õppejõud

meditsiinitehnilise hariduse keskus

Tallinna Tervishoiu Kõrgkool

Gertrud-Kristel Kadari

farmatseut

Akadeemia Konsumi apteek

Gerda-Triin Linn

farmatseut

Apotheka e-apteek

Lilian Ruuben

farmaatsia õppekava õppejõud

meditsiinitehnilise hariduse keskuse juhataja

Tallinna Tervishoiu Kõrgkool

SISSEJUHATUS

Veganlus on viimaste kümnendite jooksul populaarsust kogunud. Näiteks kasvas Ameerikas aastatel 2014–2018 vegandieedil inimeste arv kuus korda. Vegandieedi järgimise kasuks otsustamist mõjutavad paljud faktorid, nagu näiteks eetilisus loomade suhtes, religioon, terviseprobleemid või võimalus vähendada enda ökoloogilist jalajälge.¹ Veganluse mõiste hõlmab lisaks toitumisele ka elustiili, mis tähendab loobumist ka kõikidest muudest toodetest, kus on kasutatud loomseid saaduseid, sinna alla kuuluvad näiteks nahast kotid ja rõivad, vill (lanoliin) jne.² Vegandieet kät-

keb endas ka teatavaid riske tervisele, näiteks halvasti koostatud taimetoidumenüü puhul võib tekkida mõnede toitainete defitsiit ja olenevalt puudujäävatest toitainetest või nende biosaadavusest võib esineda terviseriske.³ Tänapäeval on taimetoitluse vorme mitmeid: lakto-vegetaarlus (lisaks taimetoidule tarbitakse piima), ovo-vegetaarlus (tarbitakse lisaks taimetoidule muna), pesko-vegetaarlus (tarbitakse lisaks taimetoidule kala), veganlus ehk täistaimetoitlus (dieedist on välistatud kõik loomset päritolu toidud), fruitariaanlus (täistaimetoitlus, toitutakse vaid pähklitest, puuviljadest ja seemnetest).⁴

Apteek TÄNA 2024;2:52–59

Saabunud toimetusse
05.03.2024

Avaldamiseks lubatud
21.03.2024

Kirjavahetajaautor: Eve Kaju
eve.kaju@gmail.com

Võtmesõnad: vegandieet,
B₁₂-vitamiin, toidulisandid,
kobalamiin

Tabel 1. Probleemsemate mikrotoitainete päevased vajadused ja näiteid taimsetest toiduallikatest⁵

Toitaine	Päevane soovituslik kogus täiskasvanutele	Näiteid toiduallikatest	Keskmine sisaldus 100 g kohta
Vitamiin B ₁₂	3–4 µg, rasedatele ja imetavatele emadele 4,5–5,5 µg	Ei leidu taimses toidus	
Vitamiin D	10 µg	Ei leidu taimses toidus	
Raud	9–15 mg, rasedatele ja imetavatele emadele 15–25 mg	Pähklid-seemned	4–16 mg
		Kuivatatud sojaoad	10 mg
		Kuivatatud maitseroheline	20–80 mg
		Kaunviljad	1–2 mg
		Müsli	4–6 mg
		Maitsepärm	5 mg
		Leib	4–5 mg
		Vaarikad	1 mg
Kaltsium	950–1000 mg	Kuivatatud vetikad	200–400 mg
		Kuivatatud viigimarjad	160 mg
		Wakame vetikad	130 mg
		Võilillehed	187 mg
		Viljakohvipulber	58 mg
		Varsseller	45 mg
		Leib	40 mg
Tsink	9–13 mg, rasedatele ja imetavatele emadele 11–13 mg	Seesamiseemned	7 mg
		Kuivatatud maitseroheline	7 mg
		Kuivatatud vetikad	6 mg
		Kõrvitsa- ja päevalilleseemned	5 mg
		Metsik riis	4 mg
		Speltanisu terad	4 mg
		Kinoa	3 mg
		Leib	2 mg

Veganid ehk täistaimetoitlased on neist kõige rangemate toitumisalaste välistustega, jättes dieedist välja kõik loomset päritolu toidud ja nende kõrvalsaadused (k.a mesi).⁵

Tasakaalustatud vegantoitumise korral on toiduga võimalik piisavas koguses saada C- ja B₉-vitamiine, magneesiumi ja fütotoitaineid. Levinumad mikrotoitained, mis vegandieeti pidades puudu jäävad, on B₁₂- ja D-vitamiin, raud, kaltsium ja tsink.⁶ Kõige kriitilisem neist on B₁₂-vitamiin, sest seda leidub vaid loomses toidus ning organism seda vitamiini ise ei valmista. Veganid peavad B₁₂-vitamiini toidulisandi näol juurde tarbima.

Seepärast on oluline välja uurida, kas apteekides ja kaubanduses müüdavate toi-

dulisandite B₁₂-vitamiini sisaldused vastavad pakendil toodud infole. Vastavalt Veterinaar- ja Toiduameti juhendile toidulisandite ja nende käitlemise nõuetekohasuse hindamiseks võivad vitamiinide ja mineraalainete lubatud hälbed pakendil toodud märgistusest olla -20% kuni 45%.

Töö eesmärk oli leida sobiv analüütiline valideeritud meetod vitamiini B₁₂ sisaldavate toidulisandite analüüsiks ja seda kasutades analüüsida toidulisandite vitamiini B₁₂ sisaldust diodrivi detektoriga vedelikkromatograafiliselt ja võrrelda tulemuste alusel toodete sisalduse vastavust etiketil toodud info alusel.

METOODIKA

Analüüsitavaks vitamiiniks valiti kirjandusallikate alusel kobalamiin, kuna selle kättesaadavus veganmenüü järgimisel on mikrotoitainete seast kõige problemaatilisem.

Info otsimiseks kasutati teadusandmebaase PubMed, ScienceDirect ja otsingumootorit Google Scholar. Allikate valimisel kasutati järgmiseid kriteeriume: ilmumisaasta 2013–2023, täisteksti olemasolu, usaldusväärsus, teemakohasus ja allikate eelretsenseeritus. Lisaks kasutati 2010. ja 2012. aastal ilmunud raamatuid, kuna sealt võetud info analüüsimetodite printsiipide kohta pole ajas muutuv.

Toidulisandeid analüüsiti kvantitatiivselt HPLC-DAD-aparatuuril. Kobalamiini kvantitatiivseks määramiseks kasutati Qiu *et al.* meetodit (2019)⁷, milles määrati eri toidulisandite kobalamiini sisaldust. Proovide ettevalmistamiseks kasutati Gimenez *et al.* (2018) artiklit⁸.

Tulemuste tõlgendamiseks kasutati analüüsitarkvara OpenLab CDS.

Analüüsimetoodika valiku määravaks kriteeriumiks sai meetodi kasutamise lihtsus, madal maksumus ja kättesaadavus. HPLC-meetod on levinuim viis kobalamiini määramiseks, teistest määramismetoditest vähem aega nõudev ning säästlikum, selektiivsem ja suurema täpsusega.⁷

TOIDULISANDITE VALIMI MOODUSTAMINE

Töö teostamise hetkel müüdi Eesti apteekides umbes kümnet preparaati, mille seast valiti analüüsimiseks veganitele sobivad tooted. Valimisse lisati ka veebipoest ja toidupoest saadavaid B₁₂-toidulisandeid, et võrrelda B₁₂-vitamiini sisalduse erinevusi apteegist ja tavapoest ostetud toidulisandite vahel. Apteegitoodetest lisati valimisse kolm toidulisandit, need valiti hinna, riuilult väljapaistvuse ja autorite kogemuse järgi, mida rohkem apteegist ostetakse. Apteegitoodete valimisse kuulusid järgmised toidulisandid: toode nr 1, B₁₂ suukaudne spreid 240 µg, hind 15,85 eurot; toode nr 2, B₁₂-tabletid 1000 µg, hind 9,03 eurot; toode nr 3, B₁₂-tabletid 1000 µg, hind 7,51 eurot. Apteegivalisest valikust lisati valimisse kaks toidulisandit: toode nr 4

oli ostetud veebipoest oletusega, et kliendid võivad eelistada seda toidulisandit võrreldes apteegitoodetega, sest see on soodsama hinnaga (7,60 eurot), ja kuna ühes tablettis on 400 µg, siis klient saab ise reguleerida oma annustamist; toode nr 5, B₁₂ suukaudne pihusti 1200 µg, hind 15,60 eurot, soetati toidupoest. Siinkohal mõeldi inimestele, kes soovivad kõik ostud ühest kohast teha.

Kõik toidulisandid osteti 2023. aasta veebruaris ja kõik tooted olid nii ostmise kui analüüsimise hetkel kehtiva säilivusajaga.

ANALÜÜTILISE METOODIKA OPTIMEERIMINE

Meetod loodi algselt Qiu *et al.* (2019)⁷ artiklist leitud parameetrite järgi. Analüüsid tehti pöördfaaskolonniga C18, osakeste diameetriga 5 µm, seerianumberiga 760101.46. Eluentidena kasutati 5 mMol kaaliumdivesinikfosfaati (eluent A) ja atsetonitriili (eluent B). Eluentide voolukiiruseks oli 1 ml/min. Süstimismahuks oli 10 µl ning kolonni termostaati hoiti isokraatsel temperatuuril 30 °C. Eluentide ja analüütide voolutamisel läbi kromatograafilise süsteemi kasutati gradientset elueerimist.

Metoodika sobivuse ja analüüsi parameetrite testimiseks analüüsiti kolme kontsentratsiooniga lahust analüüsitavate toidulisandite eeldatavast kontsentratsioonipiirkonnast (1000 mg/l ja 100 mg/l ja 1mg/l). Analüütilise signaali saamiseks kasutati kahte lainepikkust (361 nm ja 228 nm) ennetamaks maatriksiefektidest tekkida võivad juhuslikke vigu. Katsetuste käigus leiti, et lainepikkus 228 nm on tundlikum ja sobilikum väiksemate sisalduste määramisel, lainepikkuse 361 nm juures esines analüüsitavate kontsentratsioonide juures vähem maatriksiefekte ja saadi sümmeetrilisemad piigid, seega kasutati analüütiliseks määramiseks lainepikkust 361 nm, kuid analüütilist signaali koguti ka lainepikkuse 228 nm juures.

Seejärel valmistati tööstuslikust referentsainest (tsüanokobalamiin, Supelco, lot nr LRAD1882, puhtusastmega 98,6%) valmistatud põhilahusest (1000 mg/l) kuue kontsentratsiooniga kalibreerimislahused, mille valmistamise detailsem info on toodud tabelis 2. Lahjenduste tegemiseks kasutati Sartorius

automaatpipette mahtudega 1–10 µl, 10–100 µl ja 1–5 ml, mille osas oli eelnevalt tehtud gravimeetriline kontroll.

Qiu *et al.* artikli alusel seadistati mobiilse faasi gradientmeetod, kuid leiti, et kobalamiini piikide retentsiooniaeg ei olnud artiklis toodud analüüsiparameetrite puhul stabiilne. Metoodika optimeerimisel katsetati erinevaid gradientmeetodi variante, kuid retentsiooniaja stabiilsust ei saavutatud. Valituks osutunud gradiendid on toodud tabelis 3.

Retentsiooniaegade ebastabiilsuse põhjust ei õnnestunud töö käigus välja selgitada. Retentsiooniaegade oletataval ebastabiilsusel võis olla mitmeid põhjusi, näiteks analüüdi keemilised ja füüsikalised omadused, proovi ettevalmistusmeetod. Kuna vaatamata retentsiooniaegade ebastabiilsusele olid piikide pindalad erinevatel süstidel stabiilsed ja korratavad, oli hoolimata retentsiooniaja ebastabiilsusest võimalik piikide pindala järgi välja arvutada toidulisandite kontsentratsioonid.

PROOVIDE JA ELUENDI VALMISTAMINE

Eluendiks A oli 20 mMol KH₂PO₄ (kaaliumdivesinikfosfaadi) lahus, mille valmistamiseks võeti 5,44 g KH₂PO₄ 2 liitrit deioniseeritud vee (MilliQ) kohta. Analüütiline kaal (Ohaus) kontrolliti enne kaalumise alustamist kaaluvihtide komplektiga Nabron G-2-210, kasutades kaalutisega samas diapasoonis olevat kaaluvihti massiga 5 g. Lahuste valmistamiseks kasutati A-täpsusklassi mõõtekolbe. Saadud lahus filtreeriti läbi Millipore filtersüsteemi, kasutades MF-Millipore 0,22 µm poori suuruse ja 47 mm läbimõõduga filtrit. Seejärel hapestati lahus kuni pH 3-ni. pH mõõtmiseks kasutati pH-meetrit, mis kontrolliti eelnevalt tööstusliku kontroll-lahusega (pH = 4). Teiseks eluendiks oli 100% atsetonitriil (eluent B).

Toidulisandite lahuste valmistamise puhul kasutati Giménez *et al.* (2018)⁸ artiklit. Arvutuslikult leiti, mitu tabletti/pihustust oli vaja, et saada kontsentratsioon, mis jääks kalibreerimisgraafiku kalibreerimispiirkonda. Lahuste kontsentratsioonid on toodud tabelis 4.

Toidulisandite proovide ettevalmistamiseks peenestati vajaminev arv tablette uhmris ja saadud pulber viidi analüütiliselt 50 ml mõõtekolbidesse, lisati deioniseeritud vett

Tabel 2. Tsüanokobalamiini kalibreerimislahuste valmistamine alglahusest (1000 mg/l)

Jrk nr	Tähistus	Lahjendus	Kontsentratsioon	Valmistamine*
1	L1	-	0 mg/l	deioniseeritud vesi
2	L2	10 000 x	0,1 mg/l	5 µl -50 ml
3	L3	1000 x	1 mg/l	50 µl -50 ml
4	L4	500 x	2 mg/l	100 µl -50 ml
5	L5	250 x	4 mg/l	200 µl -50 ml
6	L6	100 x	10 mg/l	500 µl -50 ml
7	L7	20 x	50 mg/l	2500 µl -50 ml

* Pipeteeritav tsüanokobalamiini lahuse maht – kolvi maht

Tabel 3. Analüüsimisel kasutatud gradientmeetod

Aeg (min)	Eluent A [%]*	Eluent B [%]**	Voolumäär [mL/min]	Max rõhulimit
0,0	100,0	0,0	1	400,0
2,0	85,0	15,0	1	400
5,0	75,0	25,0	1	400
5,44	90,0	10,0	1	400
7,0	0,0	100,0	1	400
10,0	100,0	0,0	1	400,0

* kaaliumdivesinikfosfaat, ** atsetonitriil

kuni mõõtejooneni ja loksutati kolbi hoolikalt. Vedelal kujul toidulisandite puhul pihustati vajaminev arv pihustusi keeduklaasi, lisati deioniseeritud vett ja viidi analüütiliselt 50 ml mõõtekolbi. Keeduklaasi loputati veel kord deioniseeritud veega, seejärel pandi lahused 15 minutiks 40 °C veevanni. Valmistati ette 1% kaaliumtsüaniidi lahus, metüülkobalamiini konverteerimiseks tsüanokobalamiiniks. Selleks kaaluti 0,5 g kaaliumtsüaniidi (Acros Organics) 50 ml kolbi ning täideti deioniseeritud veega mõõtejooneni. Valmistati ka naatriumatsetaadi (pH = 4) puhverlahus, selleks võeti 250 ml deioniseeritud vee kohta 8,2 g naatriumatsetaati ning lisati tilkhaaval äädikhapet. Peale proovide soojendamist viidi lahused 100 ml kolbidesse ning lisati tärglist sisaldavatele proovidele (proovid nr 2 ja 4) 0,05 g α-amülaasi, et lagundada tärglis ensü-

Tabel 4. Proovide valmistamine

Jrk nr	Preparaat	Kontsentratsioon 1 pihustus / 1 tbl	Kasutatud tablettide/ pihustuse arv	Kasutatud tablettide/ pihustuse kaal g	Tärglis	Lisatud KCN
1	Toode nr 1	240 µg	5	0,561	Ei	Jah
2	Toode nr 2	1000 µg	1	0,298	Jah	Jah
3	Toode nr 3	1000 µg	1	0,229	Ei	Ei
4	Toode nr 4	400 µg	3	0,602	Jah	Jah
5	Toode nr 5	300 µg	4	0,527	Ei	Jah

maatiliselt. Kõigile lahustele (v.a proov nr 3, kuna selles on vitamiin B₁₂ juba tsüanokobalamiini) lisati 1 ml kaaliumtsüaniidi 1% lahust. Seejärel reguleeriti lahuste pH-d, lisades 25 ml naatriumatsetaadi lahust. Lahused asetati keevasse vette 30 minutiks. Peale 30 minutit kuumutamist jahutati proovid maha külma vee all ning filtreeriti läbi kurdifiltri keeduklaasidesse. Seejärel viidi Pasteuri pipettidega lahus viaalidesse ja asetati vedelik-kromatograafi pesadesse. Kogu protsess viidi läbi päevavalguse eest kaitstult, et takistada B₁₂-vitamiini lagunemist valguse toimele.

EETIKA JA USALDUSVÄÄRSUS

Usaldusvärsuse tagamiseks kasutati allikaid, mis olid ilmunud viimase kümne aasta jooksul, jälgiti täisteksti olemasolu, eelretsenseeritust ja teemakohasust, kõik allikad on korrektelt viidatud ja töös ei esine plagiaati. Kõik katsetes kasutatud kemikaalid on soetatud usaldusväärsetelt tootjatelt, kehtiva säilivusajaga ning säilitatud nõuetekohaselt. Valitud meetodika läbiviimiseks kasutatud α-amülaasi ja tsüanokobalamiini referentsainete ja teiste reaktiivide sertifikaadid asuvad ja on kättesaadavad Tallinna Tervishoiu Kõrgkoolis. Katsete tegemisel lähtuti artiklites toodud meetodikatest ja jälgiti ohutusnõudeid. Kõik katsed dokumenteeriti ja neid on võimalik korrata. Kuna kasutatud meetodikad ei ole valideeritud ega akrediteeritud, siis infot uuritud toodete kohta ei jagata kolmandate osapooltega ja neid kasutatakse vaid uurimistö eesmärgil.

TULEMUSED

Kobalamiini piigi osas ei õnnestunud saada kasutatud meetodikate^{7,8} parameetreid kasutades stabiilset retentsiooniga. Eri toodete retentsiooniajad varieerusid mitme minuti ulatuses. Tsüanokobalamiini piigid olid siiski nii kalibreerimislahustel kui analüüsitud kitsad ja kujult sümmeetrilised (vt joonis 1), mis viitab komponentide heale lahutamisevõimele ja maatriksiefektide puudumisele kasutatud lainepikkuste ja analüüsiparameetrite juures.

Kuna retentsioonigaegade tulemused varieerusid mitme minuti võrra, siis raskendas see seadme tarkvara kasutamist kalibreerimisgraafiku koostamisel. Seetõttu arvatati saadud tulemused piikide pindala järgi ega kasutatud OpenLab CDS tarkvara poolt automaatselt loodavat kalibreerimisgraafikut. Võttes arvesse tablettide/pihustuste arvu ja lahjendustegurit, arvatati tegelik sisaldus ühes pihustuses või tabletis. Kasutatud meetodika puhul laiendatud mõõtemääramatust eraldi ei hinnatud, vaid kasutati meetodika alusteks olevate artiklite mõõtemääramatuse andmeid, kuna töö eesmärk ei olnud meetodika valideerimine. Laiendatud mõõtemääramatus on kirjanduse alusel umbes 20%.^{7,8} Tulemused on toodud tabelis 5. Kvaliteedikontrolli proovidena kasutati tühiproovi ja referentsainest (Supelco, puhtusastmega 98,6%) valmistatud kontrollproovi. Referentsaine ja tühiprooviga viidi läbi samasugune proovi ettevalmistus nagu analüüsitava proovidega. Tühiproovis kobalamiini piiki ei leitud ja kontrollproovi tulemus jäi laiendatud mõõtemääramatuse piiridesse.

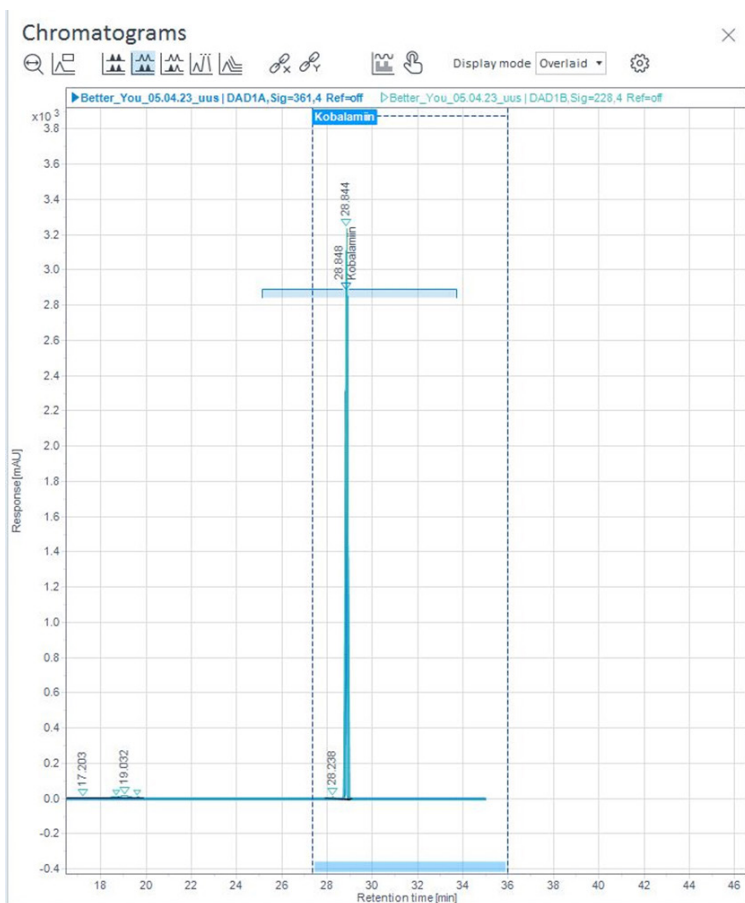
Vitamiinide puhul võib hälve etiketil toodud väärtusest olla -20% kuni +50%.⁹ Kasutatud meetodiga selgus, et madalaim saagis oli

toote nr 3 (tabletid) puhul (keskmiselt 68%) ning ainukese toidulisandina oli selle sisaldus lubatu alumisel piiril (arvestades meetoodika teoreetilist laiendatud mõõtemääramatust 20%). Kõrgeim saagis oli toidupoest ostetud spreil (101–129%) ja apteegist ostetud tootel nr 1 (sprei) (83–106%). Kuna tegemist ei ole valideeritud meetodiga, ei saa tulemusi kasutada toidulisandi valiku otsuste tegemisel.

ARUTELU

Mitmekülgisel toitumisel saab veganite mikrotoitainete vajadus suures osas kaetud. Uuringutes leiti erinevaid tulemusi kõige rohkem tarvitavate mikrotoitainete kohta. Kõige rohkem kattusid andmed E-, C- ja B₉-vitamiini, magneesiumi ja fütotoitainete kohta – neid mikrotoitaineid saadakse piisavas koguses. Põhilised mikrotoitained, millest veganitel puudu jääb, on B₁₂- ja D-vitamiin ning raud, kaltsium ja tsink. B₁₂-vitamiin on neist kõige kriitilisem, sest seda leidub vaid loomses toidus ja veganid peavad seda toidulisandina juurde tarbima.⁶ Käsimüügis müüdavates toidulisandites esineb B₁₂-vitamiini metüül- ja tsüanokobalamiinina.

HPLC ehk kõrgsurvevedelikkromatograaf on Tallinna Tervishoiu Kõrgkoolis lihtsaim, kiireim ning soodsaim valik B₁₂ kui veganitele kõige kriitilisema mikrotoitaine analüüsimiseks. Qiu *et al.* (2019)⁷ meetodi parameetreid kasutades ei õnnestunud saavutada stabiilseid retentsiooniaegu, mis võis olla põhjustatud meetodi kirjelduse vähesest detailsusest, milles puudus olulisi fakte, samuti võisid olla põhjuseks derivatiseerimise käigus tekkinud probleemid. Lisaks nendele põhjustele võis jääda väheseks ka B₁₂ derivatiseerimise saagis metüülkobalamiinist tsüanokobalamiiniks. Tsüanokobalamiini piigid olid korratavate pindaladega, kitsad ja sümmeetrilised ning piikide pindalade alusel oli võimalik kvantiteerida analüüdi sisaldusi. Retentsiooniaegade mõningane kõikumine ei mõjuta tõenäoliselt siiski tulemusi, kuna piikide pindalad olid korratavad ja piigid olid sümmeetrilised. Meetoodika vajaks edasist tööd retentsiooniaegade stabiilsuse osas. Tõenäoliselt ei õnnestunud kasutatud tingimuste juures analüütilist kolonni piisavalt konditsioneerida.



Joonis 1. Näide toote nr 5 tsüanokobalamiini piigist

Tabel 5. B₁₂-toidulisandite kvantitatiivse analüüsi tulemused

Nimetus	Nimiväärtus (µg)	Analüüsi tulemus (µg)	Lubatud sisalduse vahemik (µg) ⁹
Toode nr 1	240	226 ± 45	192-360
Toode nr 2	1000	760 ± 152	800-1500
Toode nr 3	1000	675 ± 135	800-1500
Toode nr 4	400	399 ± 80	320-600
Toode nr 5	300	346 ± 69	240-450

Analüüsi tulemusi tõlgendades võeti arvesse analüüsi aluseks olevate artiklite^{7, 8} puhul kirjeldatud meetodika laiendatud mõõtemääramatus 20%, mida käesolevas töös eraldi ei määratud. Mõõtemääramatust arvestades oli ühe viiest toidulisandist (toode nr 3) kobalamiini sisaldus toidulisandite ja nende käitlemises toodud juhendi nõuete⁹ järgi lubatud alampiiri lähedal. Nimetatud toote madal saagis võis olla osaliselt tingitud ülejäänud analüüsitud toodetest erineva koostise poolest, sest see sisaldas ka rohemündiöli ning rasvhapete magneesiumsooli, teistes analüüsitud toidulisandites sarnased ained puudusid. Vastavalt toidulisandite käitlemise juhendile⁹ on kõigi analüüsitud toidulisandite kobalamiini sisaldus mõõtemääramatust arvestades lubatud piirides. Analüüsitud toodete erinevuse korral pakendil näidatud kontsentratsioonist ei mõjuta see praegusel juhul oluliselt tulemust tarbija jaoks, kuna päevaannuses sisalduv kogus ületab päevast vajadust. Samuti ei ole sisalduvates kogustes tarbija jaoks üleannustamise ohtu, kuna tegemist on vesilahustuva vitamiiniga, mille liigne osa väljutatakse organismist neerude kaudu.

JÄRELDUSED

Autorid leidsid, et kasutatud meetodika sobib B₁₂-vitamiini määramiseks toidulisanditest ning tulemused olid ootuspärased. Kõikide analüüsitud toodete puhul vastab vitamiini B₁₂ sisaldus laiendatud mõõtemääramatuse piires toidulisandite ja nende käitlemise juhendi nõuetele, kuid meetodika edasise arenduse juures on vajalik hinnata laiendatud mõõtemääramatust ja derivatiseerimise saagiseid ning ka võimalikke maatriksiefekte juhul, kui toidulisand sisaldab lisaks kobalamiinile ka muid komponente. Sobivate ja korratavust tagavate parameetrite leidmiseks on vajalik meetodi optimeerimine. Tulemuste alusel ei saa teha toidulisandi valiku otsuseid, kuna kasutatud meetod on Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli instrumentaalanalüüsilaboris valideerimata.

Valimisse kaasati veganitele sobilikud B₁₂-vitamiinid. Apteegi valim moodustati toidulisandite populaarsuse, hinna, riulilt väljapaistvuse järgi. Apteegiväline valim moodustati hinna ja selle järgi, kust inimesel oleks kõige mugavam toidulisandit soetada.

Püstitatud hüpotees leidis kinnitust eeldusel, et meetodika laiendatud mõõtemääramatus on 20%, mida tuleb edasise valideerimise käigus eksperimentaalselt tõestada.

HUVIDE KONFLIKT

Artikli autorid deklareerivad huvide konflikti puudumist.

Kasutatud kirjandus

- Clem, J., Barthel, B. A Look at Plant-Based Diets. *Mo Med.* 2021;118(3):233-8.
- Vestergren, S., Uysal, M. S. Beyond the Choice of What You Put in Your Mouth: A Systematic Mapping Review of Veganism and Vegan Identity. *Front Psychol.* 2022;13:848434.
- Petti, A. P. B., Vadalà, M., Laurino, C. Vegetarianism and veganism: not only benefits but also gaps. A review. *Journal of Nutrition and Internal Medicine*, 19(October), 229–242. 2017.
- Rogerson, D. Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2017;14(1):36.
- Tervise Arengu Instituut. Taimetoitlus. 2021.
- Bakaloudi, D. R., Halloran, A., Rippin, H. L., Oikonomidou AC, Dardavesis TI, Williams J, *et al.* Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clinical Nutrition.* 2021;40(5):3503-21.
- Qiu, X., Zhang, H., Yin, Y., Brandes, H., Marsala, T., Stenerson, K., *et al.* Determination of active vitamin B₁₂ (cobalamin) in dietary supplements and ingredients by reversed-phase liquid chromatography: Single-laboratory validation. *Food Chemistry.* 2019;298:125010.
- Giménez, E. C., Martin, F. Collaborators: Vitamin B₁₂ (cyanocobalamin) in Infant Formula Adult/Pediatric Nutritional Formula by Liquid Chromatography with Ultraviolet Detection: Collaborative Study, Final Action 2014.02. *Journal of AOAC INTERNATIONAL.* 2019;101(4):1112-8.
- Veterinaar- ja Toiduamet. Juhend toidulisandite ja nende käitlemise nõuetekohasuse hindamiseks. 2020. (13.11.2022) https://www.google.com/url?sa=t&rc=tj&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiJ5uDH7a v7AhXGUxcKHf7wCyUQFnoECBY QAA&url=https%3A%2F%2Fpta.agri.ee%2Fmedia%2F2096%2Fdownload&usq=AOvVaw2cIxPzXWtl7buY4_vc9u4.