

KÖÖGIVILJADE JA NENDEST VALMISTATUD TOORMAHLADE NITRAADI- JA NITRITISISALDUS NING TARBIIJA SAADAVAD KOGUSED

Terje Elias^{1*}, Andres Elias¹, Alida Kiis¹, Mari Reinik², Tõnu Püssa¹, Kadriin Meremäe¹, Mati Roasto¹

¹Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu,

*e-mail: terje.elias@emu.ee

² Terviseameti Tartu labor, Põllu 1A, 50303 Tartu

ABSTRACT. *This review article summarises Terje Elias PhD thesis part I and II. The content of nitrates were determined in 1,453 samples of vegetables. The highest mean values of nitrates were detected in leafy vegetables. The influence of storage conditions on nitrate and nitrite contents, pH and total viable bacterial count of raw vegetable juices was studied. Four different types of homemade juices were analyzed. Analyzes were performed immediately after preparation of a homemade juice. Additionally, samples were taken after open storage of a juice at the refrigerator and ambient temperatures during 24 and 48 hours. The highest changes in nitrate and nitrite contents were determined during the storage of carrot, beetroot and radish juices. During 48 hours of storage at ambient temperature the mean increase of nitrite content in homemade carrot, beetroot and radish juices were from 0.1 to 187, from 2.1 to 578 and from 0.5 to 259, respectively. After 48 h of storage at the refrigerator temperature the changes of nitrite and nitrate were smaller.*

In case of consumption of 300 ml homemade carrot juice, with nitrate and nitrite content of 64 and 110 mg l⁻¹, respectively, stored for 24 h at ambient temperature, the average intake is 8 and 846% of ADI of nitrates and nitrites, respectively. After consumption of 50 ml of the same carrot juice by children (1-2 years) the average intake of nitrates and nitrites is 7.0% and 733% of ADI, respectively.

Keywords: Nitrate content, nitrite content, vegetables, raw vegetable-based juices.

Sissejuhatus

Paljudes riikides on üha suuremat tähelepanu hakatud pöörama köögiviljade nitraadi- ja nitritisisaldusele. Nimelt esineb nitraate ja nitriteid toiduainetes laialdaselt, seda nii lisaainetena kui ka ebasoovitavate saasteainetena. Suur huvi on tekkinud toidust saadavate nitraatide ja nitritite koguste vastu, kuna üledoseerimisel on neil inimese tervisele kahjulik mõju. Nitraatide toksilisus on suhteliselt madal, kuid nende taandumisproduktid nitritid on 10–20 korda toksilisemad (Gangolli *et al.*, 1994). Pidev nitraatide ja nitritite sattumine organismi võib põhjustada tervisehäireid, eelkõige väikelastel, ja suurendada methemoglobineemia tekkimise ohtu. Imikud ja väikelapsed on nitritite ja nitraatide suhtes eriti tundlikud ja nende toit ei tohiks kõnealuseid ühendeid palju sisaldada. Nitritid reageerivad amiinide ja amiididega, moodustades N-nitrosoühendeid. Need

ühendid on kantserogeensed ja teratogeensed nii loomadele kui inimestele ning võimendavad inimestel näiteks suhkruhaigust (WHO 1995, Vermeer *et al.*, 1998).

Köögiviljades sisaldub nitraate juba looduslikult, kuid nende sisalduse määr sõltub mitmetest teguritest, nagu taimede liigist, väetiste kasutamisest, taimede kasvatamise kohast, koristusajast ja köögiviljade säilitamisest (Han *et al.*, 2008; Järvan, 2009). Kõrgeimaid nitraatide koguseid on leitud lehtköögiviljadest ning seetõttu on Euroopa Liidu määrusega nr 1881/2006 lehtköögiviljade kehtestatud maksimaalselt lubatud nitraatide sisalduse piirnormid.

Tänapäeval on järjest rohkem hakatud tähelepanu pöörama tervislikule toitumisele. Sellest tulenevalt tarbitakse aina rohkem köögiviljapõhiseid toite: tooreid köögivilju, köögiviljadest valmistatud toormahlu ning erineva kuumtötluse läbinud köögivilju. Viimastel aastatel on populaarseks muutunud köögiviljade toormahlad, kuid neist on võimalik saada väga kõrgeid nitraadi- ja nitritidoose, mis sageli kordades ületavad lubatavaid ADI väärtuseid. Erinevatel andmetel saadakse Euroopa riikides taimsete toiduainetega 40–92% üldisest nitraadikogusest (Dich *et al.*, 1996).

Päevas saadavate lisa- ja saasteainete koguste hindamiseks on Maailma Terviseorganisatsioon (WHO) kehtestanud ADI väärtuse. ADI on piirväärtus, mis näitab määratletud aine maksimaalset aktsepteeritavat päevast tarbimiskogust. WHO kehtestatud ADI normide eesmärk on kaitsta tarbija tervist ja kohustada tootjaid oma tegevuses neid norme arvestama. ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsiooni (FAO) lubatavad päevased nitriti- ja nitraadidoosid olid kehtestamise algaastatel väga kõrged. 1962. aastal oli inimesele soovituslik nitritidoos 0–0.4 mg 1 kg kehamaasi kohta (kk) ja nitraadidoos 0–5.0 mg kg⁻¹ kk (FAO/WHO, 1962). Järgnevatel aastatel on nitraadi- ja nitritidoose pidevalt vähendatud ning täna on nitriti- 0–0.06 mg kg⁻¹ kk ja nitraadidoos 0–3.7 mg kg⁻¹ kk (European Scientific Committee for Food, 1995). Seega on 65 kg kaaluva täiskasvanud inimese maksimaalne soovitatav nitraatide kogus 240.5 mg päevas ja nitritite vastav kogus 3.9 mg päevas.

Nitraatide sisaldus erinevates köögiviljades on väga erinev, mistõttu saab neid kirjandusele tuginedes (Santamaria, 2006) jagada viide põhilisse gruppi:

- väga kõrge nitraadisisaldusega taimed, üle 2,500 mg kg⁻¹: seller, salat, spinat, söögipeet, redis, rukola;
- kõrge nitraadisisaldusega taimed 1,000–2,500 mg kg⁻¹: hiina kapsas, till, nuikapsas, peter-sell, porulauk;

- keskmise nitraadisaldusega taimed, keskmiselt 500–1,000 mg kg⁻¹: kapsas, kaalikas;
- madala nitraadisaldusega taimed, keskmiselt 200–500 mg kg⁻¹: porgand, lillkapsas, kurk, kõrvits;
- väga madala nitraadisaldusega taimed, alla 200 mg kg⁻¹: tomat, kartul, seemned, mugulsibul, küüslauk, marjad, puuviljad, tera- ja kaunviljad.

Algselt sisaldab köögivilja väga vähe nitriteid, alla 5 mg kg⁻¹ toorkaalu kohta. Vältimaks nitritite sisalduse tõusu töötlemata köögiviljades peab neid säilitama jahedas ja mitte ülemäära niiskes ruumis. Talvel võetud proovides on õige säilitamise korral täheldatud nitraadisalduse mõningast langust, võrreldes algsaldusega (Järvan, 2009).

Nitraatide ja nitritite sisalduse uurimiseks köögiviljades ja toormahlades, nende muundumise dünaamika kindlakstegemiseks ning tarbijate saadavate koguste teadaaamiseks viidi läbi vastavad uuringud.

Materjal ja meetodika

Köögiviljade proovid. Aastatel 2003–2008 tehti leht- ja juurköögiviljadest kokku 1,453 nitraatide ja nitritite analüüsi. Köögiviljades sisalduvate nitraatide kontsentratsiooni aastaajaliste erinevuste kindlakstegemiseks analüüsiti salateid ja spinatid kahel erineval aastaajal – esimene uurimisperiood oli 1. aprillist 30. septembrini ja teine, talvine periood, 1. oktoobrist 31 märtsini. Teisi köögivilju koguti analüüsiks kogu aasta kestel. Ligi kaudu 80% analüüsitud köögiviljadest oli kasvatatud Eestis. Väiksemate köögiviljade analüüsimisel võeti vaatluse alla kogu tükeldatud köögivilja. Suuremad köögiviljad, nt peakapsas, lõigati neljaks ning analüüsiti ühte neljandikku. Minimaalne köögiviljaproovi kogus oli 1 kg.

Köögiviljade toormahlad. Analüüsiks võeti nelja erinevat liiki köögiviljad – porgand, kapsas, punapeet ja redis. Köögiviljad pesti sooja veega, harjati ja kooriti. Mahl pressiti mahlapressiga (Stollar Juice Fountain). Igast köögiviljast tehti proovid viies korduses, seega kokku tehti mahladest 20 analüüsi. Kõiki toormahlu säilitati kaks päeva kahel erineval temperatuuril, külmkapi- (4–6°C) ja toatemperatuuril (20–22°C). Mahlade nitraadi- ja nitritisisaldused, mikroobide üldarv, *coli*-laadsed, hallituste ja pärmide arv ja pH väärtused määrati kohe pärast mahlade valmistamist ning pärast 24- ja 48-tunnist säilitamist.

Bakterioloogilised analüüsid. Kümne lahjenduse tehti EVS-EN ISO 6887-1:2001 standardi kohaselt. Uurimistöös kasutati mikrobioloogiliste analüüsides tegemiseks järgnevaid meetodikaid: mikroobide üldarvu määramisel EVS-EN ISO 4833:2006, *coli*-laadsete määramisel NMKL 44 5th 2001, pärm- ja hallitusseente määramisel EVS-EN ISO 7954:1999. Mikrobioloogilisi näitajaid väljendati kolooniaid moodustavates ühikutes (cfu/pmü) milliliitris (ml). Määramaks pH väärtusi, kasutati Euroopa standardit EVS-EN 1132:2000.

Nitraatide ja nitritite määramine. Köögiviljadest nitraatide sisalduse määramiseks kasutati potentsiomeet-

rilist meetodit, mis põhineb Vene standardil GOST 4228-86. Toorköögiviljamahlade nitraatide ja nitritite määramiseks kasutati kõrgefektiivselt vedelikkromatograafi (HPLC), meetodika põhines kirjandusel (Misko *et al.*, 1993; Li *et al.*, 2000).

Köögiviljadest tarbijate saadavate nitraatide päevaste koguste hindamine. Selleks, et hinnata köögiviljadest saadavaid päevaseid nitraatide koguseid, kasutatakse erinevaid meetodikaid. Kogu Eesti elanikkonna saadavate nitraatide koguste leidmiseks tehti algselt erinevate köögiviljade nitraadisalduse analüüsid. Järgnevalt koguti andmed kahel erineval perioodil, aastatel 2000–2002 ja 2004–2005, statistikaametis tehtud leibkonnauuringutest. Nitraatide päevaste koguste arvutamisel kasutati Eesti elanikkonna keskmiseks kehakaaluks 60 kg. Laste tarbimiskoguste arvutamiseks koguti kuue kuu jooksul kahe erineva lasteaia toidumenüü andmeid. Keskmise tarbitud köögiviljakoguse arvutamisel võeti arvesse laste arvu ($n = 335$). Tarbimiskoguseid korregeeriti, st võeti arvesse nitraatide sisalduse langust koorimisel, pesemisel ja keetmisel.

Köögiviljatoormahladest tarbijate saadavate nitraatide ja nitritite päevaste koguste hindamine. Köögiviljatoormahladest täiskasvanud tarbijate saadavate nitraatide ja nitritite kogused arvutati Eesti ja teiste maade toitumisteadlaste toormahla tarbimiskoguste soovitude järgi (Heinerman, 1994; Cabot, 2001; Kroom, 2008). Keskmiselt soovitati toormahlu tarbida, sõltuvalt mahla liigist, 100–300 ml päevas. Imikutele soovivad lastearstid porgandimahla ning soovitatavate koguste järgi arvutati toororgandimahlast saadavate nitraatide ja nitritite määr.

Statistiline analüüs. Kõikide analüüsides tulemused salvestati ja statistilised analüüsid tehti MS Excel 2003 tarkvara kasutades. Statistilise erinevuse kindlakstegemiseks erinevatel aegadel tehtud analüüsitulemuste vahel kasutati *t*-testi. Tulemused väärtusega $p < 0.05$ loeti statistiliselt olulisteks. Korrelatsioonanalüüsi kasutati pH ja mikroobide üldarvuvaheliste (log pmü/ml) seoste leidmiseks.

Tulemused ja arutelu

Esimese etapina analüüsiti Eestis müüdavate erinevate köögiviljade nitraadisaldust. Kuni Euroopa Liiduga liitumiseni kehtisid Eestis paljude köögiviljade nitraatide sisaldusele piirnormid (valitsuse määrus nr 66). Uuringute alusel leiti, et maksimaalselt lubatavaid nitraadisalduse piirnorme ületas 17% uuritud köögiviljadest. Kõige sagedamini esines varasemal perioodil kehtinud piirnormide ületamist talvel kasvatatud kurgis, kevadises rohelises sibulas, kapsas, kaalikas ja punapeedis. Lehtköögiviljad sisaldasid keskmiselt nitraate alates 565 mg kg⁻¹ selleris, kuni kõrgeima sisalduseni tillis 2,936 mg kg⁻¹. Juurköögiviljade nitraadisaldus jäi vahemikku: 148 mg kg⁻¹ porgandis kuni 1,446 mg kg⁻¹ punapeedis. Madalaim nitraadisaldus oli viliköögiviljades: tomatites 41 mg kg⁻¹ kuni kõrvitsates 174 mg kg⁻¹ (tabel 1).

Tabel 1. Eestis aastatel 2003–2005 kasvatatud köögiviljade nitraatide sisaldus**Table 1.** Content of nitrates in the vegetables grown in Estonia 2003–2005

Köögivili/ Vegetable commodity	Proovide arv/No. of samples	Min NO ₃ sisaldus/Min NO ₃ content, mg kg ⁻¹	Maks NO ₃ sisaldus/Max NO ₃ content, mg kg ⁻¹	Kesk NO ₃ sisaldus/Average NO ₃ content, mg kg ⁻¹
Kartul/Potato	449	< 30	360	94
Porgand/Carrot	202	< 30	525	148
Kapsas/Cabbage	168	74	1,138	437
Punapeet/Beetroot	130	214	3,556	1,446
Kurk/Cucumber	130	< 30	1,236	160
Kaalikas/Turnip	58	64	1,062	307
Hiina kapsas/Chinese cabbage	36	232	2,236	1,243
Tomat/Tomato	25	< 30	100	41
Mugulsibul/Onion	21	30	92	55
Roheline sibul/Spring onion	15	160	920	477
Salat/Lettuce	14	397	3,230	2,167
Kõrvits/Pumpkin	8	< 30	445	174
Redis/Radish	6	670	1,500	1,309
Till/Dill	5	2,236	3,267	2,936
Rabarber/Rhubarb	4	55	376	201
Seller/Celery	4	256	830	565
Petersell/Parsley	4	674	1,588	966
Maasikas/Strawberry	3	< 30	111	55
Lillkapsas/Cauliflower	3	104	404	287
Suvikõrvits/Zucchini	2	330	511	421
Arbuus/Watermelon	1	95	95	95
Spinat/Spinach	1	2,508	2,508	2,508

Järgneval uuringuperioodil võeti vaatluse alla sesoonsuse mõju katte all kasvatatud lehtköögiviljade nitraadisaldusele. Hetkel on kehtiv Euroopa Liidu määrus nr 1881/2006, mis kehtestab nitraatide piirnõrmi mitmetele lehtköögiviljadele. Määrusele nr 1881/2006 kohaselt sõltub maksimaalne lubatav nitraatide sisaldus koristusajast: suvisele spinatile 2,500 mg kg⁻¹ ja talvisele spinatile 3,000 mg kg⁻¹; suvisel ajal koristatud värsketele salatitele 3,500 mg kg⁻¹ ja talvisele 4,500 mg kg⁻¹; jääsalati tüüpi salatitele katte all kasvatatuna on nitraatide piirmäär 2,500 mg kg⁻¹. Teistele lehtköögiviljadele, nagu hiina kapsas, seller, petersell, till, piirnõrmi kehtestatud ei ole. Nitraadisalduse sesoonne erinevus määrati kindlaks lehtsalatis ja spinatis. Talvisel perioodil kasvatatud lehtsalat ja spinat sisaldasid nitraate suuremas

koguses kui suvisel perioodil, keskmiselt oli talvisel perioodil nitraatide sisaldus 3,325 mg kg⁻¹ ja 2,584 mg kg⁻¹ ning suvisel perioodil 2,720 mg kg⁻¹ ja 2,090 mg kg⁻¹ (tabel 2). Maksimaalselt lubatud nitraatide piirnõrmi ületas 11.4% lehtsalatitest ja 12.5% spinatist. Külmutatud imporditud spinat ja salat sisaldasid nitraate väiksemates kogustes kui kodumaised värsked lehtköögiviljad. Imporditud ja kodumaiste lehtköögiviljade nitraadisaldus võis tuleneda kasvukohtades olevast erinevast temperatuuri ja valgustatuse tasemest. Põhja-Euroopas kasvatatud köögiviljad on näidanud kõrgemat nitraatide akumulatsioonist kui need köögiviljad, mis on pärit Vahemere maadest (European Scientific Committee for Food 1993).

Tabel 2. Nitraatide sisalduse sesoonne varieeruvus Eestis katte all kasvatatud salatites ja spinatites**Table 2.** Seasonal variation of nitrate content in lettuce and spinach grown under cover in Estonia

Köögivili/ Vegetable commodity	Koristus aeg/ Harvesting time	NO ₃ sisaldus/NO ₃ content mg kg ⁻¹				Proove kokku/ piir- normi ületamisi/ Total No./No. of samples exceeding permitted levels
		Piirid/ Range	Kesk/ Mean	Mediaan/ Median	MRL ***	
Värsk salat, Eesti/Fresh lettuce, Estonia	Suvi/Summer*	1,410–4,000	2,720	2,600	3,500	18/2
	Talv/Winter**	2,156–4,795	3,325	3,045	4,500	17/2
Värsk spinat, Eesti/ Fresh spinach, Estonia	Suvi/Summer*	340–3,650	2,090	1,310	2,500	6/1
	Talv/Winter**	2,508–2,660	2,584	2,584	3,000	2/0
Külmutatud spinat, imporditud/ Frozen spinach, imported		580–1,460	1,287	1,390	2,000	5/0
Jääsalati tüüpi salat, imporditud/ Iceberg type lettuce, imported		520–1,690	999	1,015	2,500	10/0

* Koristatud 1. aprill kuni 30. september/Harvested between 1 April and 30 September

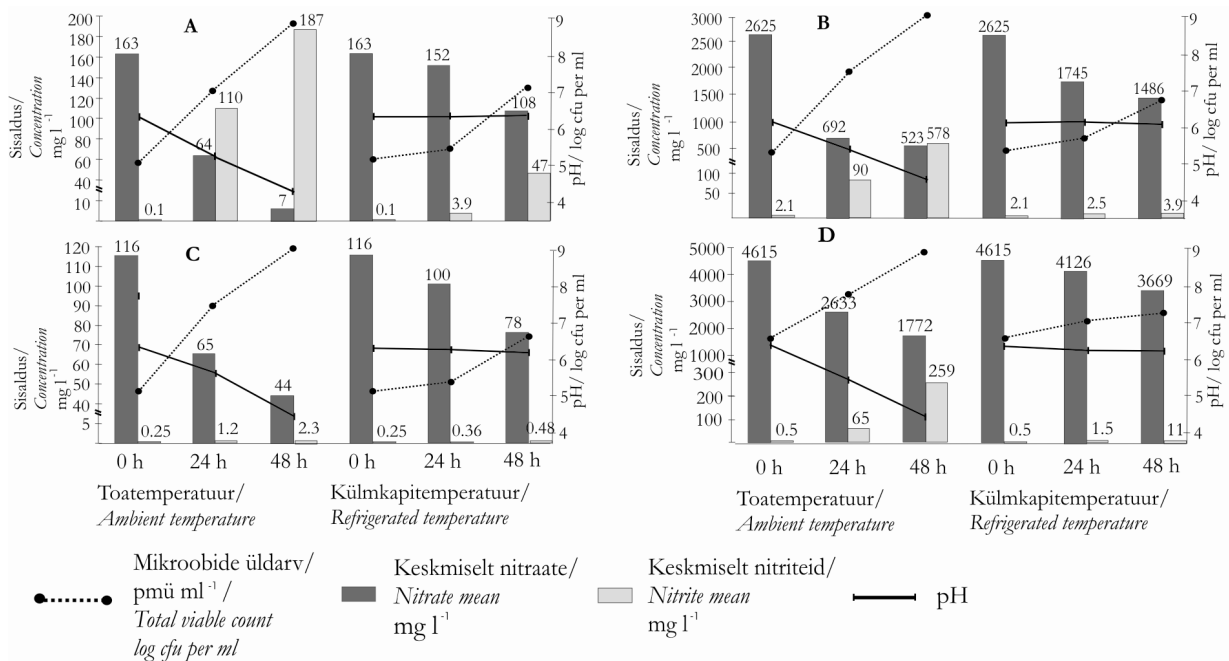
** Koristatud 1. oktoober kuni 31. märts/Harvested between 1 October and 31 March

*** MRL – Maksimaalselt lubatud piirmäär/Maximum residue limit

Järgnevalt olid uurimise all köögiviljapõhised toormahlad. Toormahlades uuriti: algset nitraatide ja nitritite sisaldust; algset mikrobioloogiat, st määrati mikroobide üldarv, *coli*-laadsete bakterite arv ning hallitus- ja pärmseente arv ning pH väärtus. Uuriti kodustes tingimustes valmistatud porgandi-, kapsa-, peedi- ja redisemahlu. Toormahlade säilitamisel külmkapi- (4–6°C) ja toatemperatuuril (20–22°C) toimuvate muutuste kindlakstegemiseks määrati 24 tunni ja 48 tunni järgsel säilitamisel nitraatide ja nitritite sisaldus, bakterite üldarv, *coli*-laadsete bakterite arv ning hallitus- ja pärmseente arv ning pH väärtus. Nitraatide algsisaldus oli kõrge kodustes tingimustes valmistatud punapeedimahlas (2,625 mg kg⁻¹) ning redisemahlas (4,615 mg kg⁻¹).

Nitraatide sisaldus langes 24-tunnise säilitamise järel toatemperatuuril 26–66% algsest tasemest. Samas, mah-

lade säilitamisel 48 tundi toatemperatuuril langes nitraatide sisaldus porgandimahlas (joonis 1A) 163 mg l⁻¹ kuni 6.7 mg l⁻¹, punapeedimahlas (joonis 1B) 2,625 mg l⁻¹ kuni 523 mg l⁻¹ ja redisemahlas (joonis 1D) 4,615 mg l⁻¹ kuni 1,772 mg l⁻¹. Samal ajal tõusis nitritite sisaldus vastavalt 0.1–187 mg l⁻¹, 2.1–578 mg l⁻¹ ja 0.5–259 mg l⁻¹. Külmkapitemperatuuril säilitamisel toimusid nitraatide ja nitritite muutused väiksemas ulatuses, võrreldes toatemperatuuriga. Kõige rohkem tõusis nitritite sisaldus 48 tundi külmkapitemperatuuril säilitatud porgandimahlas, kuni 47 mg l⁻¹ (joonis 1A). Erandlikuks osutus kapsamahl (joonis 1C), kus nitraatide tase langes säilitatuna toa- ja külmkapitemperatuuril, kuid nitritite tase märgatavalt ei tõusnud. Seega, nitraadid ei läinud üle nitrititeks, mille võivad tingida kapsamahlas sisalduvad ensüümid, mis pärsivad nitraatreduktaasi tegevust.



Joonis 1. Köögiviljatoormahlades erinevatel säilitustingimustel toimuvad nitraatide, nitritite, mikroobide üldarvu ja pH väärtuste muutused: A – porgandi-, B – punapeedi-, C – kapsa-, D – redisemahl

Figure 1. The changes of nitrate and nitrite content in the raw home-made vegetables juices during storage: A – carrot juice, B – beetroot juice, C – cabbage juice, D – radish juices

Sarnased tulemused on saanud ka varasemas uuringus Heisler *et al.*, (1974), kus kirjeldati nitraatide sisalduse langust ja nitritite sisalduse tõusu punapeedi- ja spinatitoormahlades säilitatuna 24 tundi. Punapeedimahlas tõusis nitritite sisaldus 540 mg kg⁻¹ ja spinatimahlas 900–1,000 mg kg⁻¹, nitraatide sisaldus langes vastavalt 3,800–2,800 ja 1,500–350 mg kg⁻¹. Antud uurimuses külmkapitemperatuuril säilitatud mahlades pH märkimisväärselt ei muutunud. Toatemperatuuril toimus märgatav pH langus kõigis mahlades, eelkõige redisemahlas 6.4-lt 4.2-ni (joonis 1D). Tabelis 3 on välja toodud erinevates mahlades toimuvad mikrobioloogilised muutused. Kui võrrelda mikroobide üldarvu pärast 48-tunnist säilitamist toatemperatuuril, siis mikroobide üldarv suurenes kodustes tingimustes valmistatud toormahlades

173%. Võrreldes külmkapitemperatuuriga toimus mahlade toatemperatuuril suurem *coli*-laadsete bakterite ning hallitus- ja pärmseente arvu tõus (tabel 3). Seega, mahlade säilitamisel pH väärtus langes ning nitritite sisaldus ja mikrobioloogilised näitajad suurenesid (tabel 3), millest võib järeldada, et nitraatide nitrititeks taandumisel oli suurim osa mikroobsel elutegevusel. Nagu kirjeldasid Akin *et al.*, (2008) oma uuringus, pH langus korreleerus mikroobidepoolse lämmastikutarbimisega. Lämmastikühendite sisaldus ise ei mõjutanud pH väärtust, vaid pärmi- ja teiste mikroorganismide lämmastikühendite tarbimine vabastab keskkonda H⁺ ioone, mis muudab pH väärtust happelisemas suunas (Castrillo *et al.*, 1995). Suurem korrelatsioon leiti pärast mahlade säilitamist toatemperatuuril nitritite sisalduse ja mikroo-

bide üldarvu vahel ($r = 0.90$ kuni 0.58). See on selgitav mikrobioloogilise elutegevuse tagajärjel toimuva nitraatioonide taandumisega nitritioonideks. Negatiivne korrelatsioon nitraatioonide sisalduse ja mikroobide üldarvu vahel leiti toormahladest porgandimahlas ja

redisemahlas ($r = -0.84$ kuni -0.81). Saadud uuringuandmete kohaselt, on imikutele soovitatav anda ainult värskest valmistatud toororgandimahla. Mahlade valmistamiseks tuleb kasutada võimalikult madala algse nitraadisaldusega köögivilju.

Tabel 3. Toormahlade toa- (20–22°C) ja külmkapitemperatuuri (4–6°C) säilitamise mõju mikrobioloogilistele näitajatele
Table 3. Effect of ambient (20–22°C) and refrigerated (4–6°C) storage conditions to microbial counts of the home-made juices raw vegetables juices

Mahla liik/ Type of juice	Säilitusaeg/ Storage time	Mikroobide üldarv/ Total microbial count log cfu/ml*		Coli-laadsed/ Coliforms log cfu/ml*		Pärm- ja hallitusseened/ Moulds and Yeast log cfu/ml*	
		20–22°C	4–6°C	20–22°C	4–6°C	20–22°C	4–6°C
Porgand/ <i>Carrot</i>	0	5.17	5.17	4.43	4.43	3.76	3.76
	24 h	7.13	5.44	6.15	4.63	4.37	4.01
	48 h	8.84	7.33	6.95	5.83	5.73	4.73
Kapsas/ <i>Cabbage</i>	0	5.14	5.14	4.54	4.54	3.58	3.58
	24 h	7.50	5.38	5.09	4.91	3.8	3.07
	48 h	9.19	6.59	5.82	5.24	4.2	3.82
Punapeet/ Red beetroot	0	5.39	5.39	3.85	3.85	2.74	2.74
	24 h	7.55	5.72	6.07	4.34	3.98	3.30
	48 h	9.03	6.74	6.70	5.07	4.65	3.73
Redis/ <i>Radish</i>	0	6.64	6.64	5.19	5.19	4.52	4.52
	24 h	7.81	7.02	5.62	5.32	5.35	4.85
	48 h	8.89	7.34	6.46	5.46	5.95	5.21

* 5 analüüsi arvuslik keskmine/Arithmetic mean value of 5 replicate results

Köögiviljade ja köögiviljatoormahlade tarbimisest saadavad nitraatide keskmised kogused

Nitraate ja nitriteid saadakse toidust, joogiveest ja saastatud keskkonnast. Põhikoguse, 60–90% nitraate saab inimene siiski köögiviljadest ja köögiviljabaasil valmistatud toitudest, 11% joogiveest ning vähesel määral teistest toiduainetest (juust, lihatooted jm). Nitrititest, mis on 10 korda ohtlikumad tarbija tervisele kui nitraadid, saab inimene 65–92% lihatoodetest, köögiviljatoodetest saadakse nitriteid ainult 15%. Antud uuringust selgus, et köögiviljade pikaajalisel ebasobilikes tingimustes säilitamisel võib tarbija saada ohtliku koguse nitriteid.

Kogu Eesti elanikkond. Arvutuste aluseks on statistikaameti aastaaruannetest võetud vastavasse tootegrupi kuuluvate toiduainete tarbimiskogused ja köögiviljade antud uurimuse käigus määratud nitraadisaldus. Arvutati iga köögiviljaliigi päevased tarbimiskogused grammides ja toidust saadavad keskmised nitraatide päevakogused milligrammides ühe elaniku kohta. Eesti elanik tarbib kõige enam kartulit, kapsast, kurki ja tomateid, keskmiselt vastavalt 200 g, 36 g, 31 g ja 21 g päevas, ja väga vähe lehtköögivilju, kõigest 5.9 g päevas. Nii-samuti tarbivad väikestes kogustes lehtköögivilju rootslased, keskmiselt saavad nad nendest nitraate 18–21 mg päevas (Merino *et al.*, 2006). Vastupidiselt, hiinlased tarbivad keskmiselt lehtköögivilju suurtes kogustes ja saavad nendest nitraate 312.2 mg päevas ning selle tulemusena ületavad ka maksimaalselt päevas soovitatavat nitraatide kogust (140%) (Zhong *et al.*, 2002). Eesti elanik tarbib keskmiselt kokku 382 g köögivilju päevas ja saab nendest 62.3 mg nitraate ehk 1.02 mg nitraate 1 kg kehakaalu kohta (kk). Keskmiseks kogu elanikkonna kehakaaluks arvestati 60 kg. Maksimaalselt

tarbida lubatav päevane (ADI) nitraatide kogus on 3.7 mg kk⁻¹.

Lapsed vanuses 1 kuni 6 aastat. Laste saadavate nitraadikoguste arvutamisel võeti aluseks Tartu suuremate lasteaaedade toidumenüü kuue kuu andmed. Nende andmete töötlemise tulemusena saadi eri liiki köögiviljade tarbimiskogused ühe lapse kohta päevas. Järgnevate arvutuste tegemiseks jagati lapsed kahte vanuserühma: 1–3- ja 4–6-aastased. Aluseks võeti vanuserühma keskmine kaal ning arvutati köögiviljatoitudest saadavate nitraatide kogused. 1–3-aastaste vanuserühmas tarbis laps 198 g köögivilju päevas ja sai 26 mg nitraate, mis moodustas 52% ADI-st. 4–6-aastaste vanuserühma lapsed tarbisid köögivilju 226 g päevas ja said nitraate 30 mg päevas, mis moodustas 40% ADI-st. Köögiviljadest tarbisid lapsed kõige enam kartulit, kapsast ja porgandit, vastavalt 150 g, 17 g ja 21 g päevas. Antud uurimusest selgus, et kui lapsed tarbivad erinevat liiki köögivilju, siis ADI piirväärtuse ületamisi ei esine. Soomes tehtud uuringu põhjal said täiskasvanud ja lapsed nitraate 47.9 mg päevas (Penttilä, 1995). Itaalia uuringu põhjal said 4–6-aastased itaalia lapsed lehtköögiviljade tarbimisest nitraate 15 mg päevas (Santamaria *et al.*, 1999). Prantsusmaal said lapsed päevas nitraate keskmiselt 51–54% ADI-st (Menard *et al.*, 2008).

Köögiviljatoormahladest saadavad nitraatide ja nitrite keskmised kogused. Need sõltuvad oluliselt toormahla liigist, tarbimiskogusest ja mahla säilitamise tingimustest. Köögiviljatoormahlu ei tarbi kõik inimesed ja veel vähem tarbitakse neid iga päev. Toormahlu tarbivad teatud vanuserühmadesse kuuluvad inimesed, eriti need, kes peavad lugu alternatiivmeditsiinist, ja kaalulangetajad. Väikelaste toidumenüüs on porgandi-toormahl soovitatav komponent.

Täiskasvanud tarbija. Kodustes tingimustes värskest valmistatud mahladest saab täiskasvanud tarbija päevas nitraate vahemikus 23 mg kapsamahlast kuni 462 mg redisemahlast, mis on vastavalt 9.7% ADI-st kuni 193% ADI-st (tabel 4). Mahlade säilitamisel nitraatide sisaldus langes ja nitritite sisaldus tõusis eriti kõrgele. Näiteks porgandimahla säilitamisel toatemperatuuril (20–22°C) langes nitraatide sisaldus 24 tunni möödumisel 163 mg l⁻¹ (algase) kuni 64 mg l⁻¹ ja nitritite sisal-

dus tõusis 0.1 mg l⁻¹ (algase) kuni 110 mg l⁻¹. Analogsed muutused nitraatide ja nitritite sisalduses toimusid ka teistes uuritud mahlades. Sellisest porgandimahlast saab tarbija nitraate vähe (300 ml tarbimisel 19 mg päevas), aga samas nitriteid väga palju – 33 mg päevas, mis moodustab 846% ADI-st (tabel 4). Selline mahl on tervisele ohtlik. Seega võime järeldada, et toormahlu tuleb tarbida värskest ja vajadusel säilitada külmkapis mitte üle 24 tunni.

Tabel 4. Köögiviljatoormahlade erinevatel temperatuuridel säilitamisel toimuvad nitraatide ja nitritite sisalduse muutused ning täiskasvanud tarbijate poolt võimalikult saadavad nitraatide ja nitritite kogused/

Table 4. The mean content of nitrate and nitrite during storage of raw home-made vegetable juices and daily intake by Estonian adults

Mahla liik/ Type of juice	NO ₃ sisaldus/ NO ₃ content mg l ⁻¹	NO ₂ sisaldus/ NO ₂ content mg l ⁻¹	Keskmine soovitatav mahla kogus päevas/ Recommended mean intake of juice per day, ml*	Arvutuslik NO ₃ kogus mg päevas/ Expected NO ₃ intake mg day ⁻¹	% of ADI	Arvutuslik NO ₂ kogus mg päevas/ Expected NO ₂ intake mg day ⁻¹	% of ADI
Värske toormahl/ Raw juices before storage							
Porgand/ Carrot	163	0.1	300	49.0	20.4	0.03	0.8
Kapsas/ Cabbage	116	0.23	200	23.0	9.7	0.05	1.2
Punapeet/ Red beetroot	2,625	2.1	150	394.0	164.0	0.32	8
Redis/ Radish	4,615	0.5	100	462.0	193.0	0.05	1.3
Toormahl pärast 24-tunnist külmkapis säilitamist/Raw juices after storage at refrigeration temperature for 24 h							
Porgand/ Carrot	152	3.9	300	45.6	19.0	1.17	30
Kapsas/ Cabbage	100	0.4	200	20.0	8.3	0.08	2.1
Punapeet/ Red beetroot	1,745	2.5	150	262.0	109.0	0.38	9.6
Redis/ Radish	4,126	1.5	100	413.0	172.0	0.15	3.8
Toormahl pärast 24-tunnist toatemperatuuril säilitamist/Raw juices storage at ambient temperature for 24 h							
Porgand/ Carrot	64	110.0	300	19.0	8.0	33.0	846
Kapsas/ Cabbage	65	1.2	200	13.0	5.4	0.24	6.2
Punapeet/ Red beetroot	692	90.0	150	103.8	43.3	13.4	346
Redis/ Radish	2,633	65.1	100	263.0	109.7	6.5	167

* arvatud toitumisspetsialistide soovitatavate mahlade tarbimiskoguste järgi/calculated on the basis of the dieticians recommendations

Väikelapsed. Toormahladest soovitatakse lastele anda ainult värsket porgandimahla. Kui lastele vanuses 10–12 kuud antakse 30 ml värsket porgandimahla päevas, siis sellest saab laps keskmiselt nitraate 12.9 ADI-st ja nitriteid 0.5% ADI-st. Kui seda mahla on säilitatud külmkapis 24 tundi, siis saab nitraate 12% ADI-st ja nitriteid märksa enam – 19.7% ADI-st ning sama pikalt toatemperatuuril säilitatud mahlast saadakse nitraate 5% ja nitriteid koguni 540% ADI-st.

Kokkuvõte

Nitraatide koguse köögiviljades analüüsimise käigus selgus, et ette antud nitraatide piirmäära ületamisi esines ainult üksikutes proovides. Kõigis köögiviljaproovides jäi nitritite tase alla määramispiiri, 5 mg kg⁻¹. Nitraatide madalad tasemed köögiviljades on seotud väetiste vähe-

se kasutamisega Eestis. Köögiviljadest valmistatud toormahlades toimusid suured muutused nitraatide ja nitritite sisalduses. Nitraatide sisaldus langes ja nitritite sisaldus tõusis 24- ja 48-tunnise säilitamise järgselt. Suurimad muutused nitraatide ja nitritite sisalduses ning mikrobioloogilistes näitajates toimusid toormahlade säilitamisel toatemperatuuril. Suurim nitraatide sisalduse langus tehti kindlaks punapeedimahlas pärast 24-tunnist toatemperatuuril säilitamist, 2,625–523 mg kg⁻¹ ja nitritite sisaldus tõusis 2.1 kuni 578 mg kg⁻¹. Mikrobioloogilistest näitajatest suurenesid toormahlade säilitamisel kõik- mikroobide üldarv, coli-laadsete bakterite arv ning pärm- ja hallitusseente hulk. Mikrobioloogiliste näitajate suurenemine korreleerus pH langusega ning samal ajal toimus nitritite sisalduse tõus. Sellest võib järeldada, et nitraatide nitrititeks taandumisel oli suurim osa mikroobsel elutegevusel. Uuringus saadud andmete kohaselt on imikutele soovitatav anda ainult värskest

valmistatud toororgandimahla. Mahlade valmistamiseks tuleb kasutada võimalikult madala algse nitraadisaldusega köögivilju. Neljast erinevast toormahlaliigist toimusid nitraadi- ja nitritisisalduse osas kõige väiksemad muutused kapsatoormahlas. Eesti elanik tarbib keskmiselt kokku 382 g köögivilju päevas ja saab nendest 62.3 mg nitraate (28% ADI-st). Keskmise ühe elaniku kehakaal oli uurimuses 60 kg. 1–3-aastaste laste vanuserühmas tarbis igäüks 198 g köögivilju päevas ja sai 26 mg nitraate, mis moodustas 52% ADI-st. 4–6-aastaste vanuserühma lapsed tarbisid köögivilju 226 g päevas ja said nitraate 30 mg, mis moodustas 40% ADI-st. Toormahlade tarbimisest võidakse saada väga suuri nitritidoose, sest toormahlade säilitamisel toatemperatuuril nitraadid muunduvad kiirelt nitrititeks. Seega on oluline toormahlu tarbida värskest valmisatult, lühikest aega säilitatult külmkapitemperatuuril või tuleb värsked mahlad tarbimiseni sügavkülmutada.

Tänuavaldused

Käesolev töö on valminud Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi toiduhügieeni osakonna ja Terviseameti Tartu labori koostöös. Uurimistööd on finantseerinud Eesti Teadusfond (grant nr 5416), Eesti Maaülikool (baasfinantseerimise projekt nr 8-2/T5081VLVL05) ja Euroopa Sotsiaalfond Eestis projekt nr 8-2/T5138VLVL.

Kirjandus

- Akin, H., Brandam, C., Meyer, X.-M., Strehaiano, P. 2008. A model for pH determination during alcoholic fermentation of a grape must by *Saccharomyces cerevisiae*. – *Chemical Engineering and Processing*. 47(11), p.1986–1993.
- Cabot, S. 2001. *Raw Juices Can Save Your Life: An A-Z Guide to Juicing*. SCB International, Inc. 160 p.
- Castrillo, J.I., De Miguel, I., Ugalde, U.O. 1995. Proton production and consumption pathways in yeast metabolism. A chemostat culture analysis. – *Yeast*. 11, p.1353–1365.
- Dich, J., Järvinen, R., Knekt, P., Penttilä, P.-L. 1996. Dietary intakes of nitrate, nitrite and NDMA in the Finnish mobile clinic health examination survey. – *Food Additives Contaminants* 13(5), p. 541–552.
- European Commission Regulation 2006 (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Available from: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2006/l_364/l_36420061220en00050024.pdf
- European Scientific Committee for Food (SCF). 1993. *International Consumer Research and Testing. Parallel Food Testing in the EC Part I: Main Report. Nitrates in Vegetables, Ready-to-Eat Meals, Hormones in Meat*. CS/CNTM/N03/4.
- European Scientific Committee for Food (SCF). 1995. *Report of the Scientific Committee for Food. Thirty eight series. Opinions of the Scientific Committee for Food on nitrate and nitrite*. Available from: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/reports/scf_reports_38.pdf
- EVS-EN ISO 4833:2006 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of microorganisms – Colony-count technique at 30 degrees C.
- EVS-EN ISO 6887-1:2001 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and of decimal dilutions.
- EVS-EN 1132:2000 Fruit and vegetable juices. Determination of the pH-value.
- EVS-ISO 7954:1999 Microbiology. General guidance for enumeration of yeasts and moulds. Colony count technique at 25 °C.
- FAO/WHO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations/World Health Organization). 1962. Evaluation of the toxicity of a number of antimicrobials and Antioxidants. Sixth report of the joint FAO/WHO Expert committee on Food Additives. World Health Organization technical report Series 228, 69–75.
- Gangolli, S. D., van den Brandt, P., Feron, V. J., Janzowsky, C., Koeman, J. H., Speijers, G., Speigelhalter, B., Walker, R. and Winshnok, J. 1994. Nitrate, nitrite and Nitroso compounds. – *European Journal of Pharmacology, Environmental Toxicology and Pharmacology Section*, 292, p. 1–38.
- Han, W.Y., Ma, L.F., Shi, Y.Z., Ruan, J.Y., Kemmitt, S.J. 2008. Nitrogen release dynamics and transformation of slow release fertilizer products and their effects on tea yield and quality. – *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88(5), p.839–846.
- Heinerman J. 1994. *Heinerman's encyclopedia of juice cures*. Reward Books. 336 p.
- Heisler, E. G., Siciliano, J., Krulick, S., Feinberg, J., Schwartz, J. H. 1974. Changes in Nitrate and Nitrite Content, and Search for Nitrosamines in Storage-Abused Spinach and Beets. – *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 22(6), p. 1029–1032.
- Järvan, M. 2009. *Nitraadid taimekasvatustoodangus*. Saku, Rebellis, 116 lk.
- Kroom, G. 2008. *Porgandi raviomadused*. Odamees, 95 lk.
- Li, H., Meininger, C.J., Wu, G. 2000. Rapid determination of nitrite by reversed-phase high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. – *Journal of Chromatography B*. 746, p.199–207.
- Menard, C., Heraud, F., Volatier, J.-L., Leblanc, J.-C. 2008. Assessment of dietary exposure of nitrate and nitrite in France. – *Food Additives and Contaminants*, 25(8), p. 971–988.
- Merino, L., Damerud, P.O., Edberg, U. Aman, P., Castillo, M.D. 2006. Levels of nitrate in Swedish lettuce and spinach over the past 10 years. – *Food Additives and Contaminants*. 23(12), p. 1283–1289.
- Misko, T.P., Schilling, R.J., Salvemini, D., Moore, W.M., Currie, M.G. 1993. A Fluorometric Assay for the Measurement of Nitrite in Biological Samples. *Analytical Biochemistry*, 214, p. 11–16.
- NMKL 44 5th edition 2001. *Food and fodder. Determination of coliform bacteria*. Pennington JAT. 1998 Dietary exposure models for nitrates and nitrites. – *Food Control*, 9(6), p. 385–395.
- Penttilä, P.L. 1995. *Estimation of food additive and pesticide intakes by means of stepwise method*. Doctoral thesis, University of Turku, Finland, p. 203.
- Santamaria, P., Elia, A., Serio, F., Todaro, E. 1999. A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. – *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79, p. 1882–1888.
- Santamaria, P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. – *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, p. 10–17.

- Zhong, W., Hu, C., Wang, M. 2002. Nitrate and nitrite in vegetables from north China: content and intake. – *Food Additives and Contaminants* 19(12), p. 1125–1129.
- Vabariigi Valitsuse 22. veebruari 1999. a määrus nr 66 'Toidus lubatud saasteainete loetelu ja piinormide kinnitamine' <http://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=77214>
- Vermeer, I.T., Pachon, D.M.F.A., Dallinga, J.W., Kleinjans, J.C.S., van Maanen, J.M.S. 1998. Volatile N-nitrosoamine formation after intake of nitrate at the ADI level in combination with an amine-rich diet. – *Environmental Health Perspectives* 106(8), p. 459–63.
- WHO. 1995. Evaluation of certain food additives and contaminants, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), WHO Technical Report, 859, p. 29–35.

Nitrate and nitrite contents in vegetables and vegetable-based raw juices and dietary intake

Terje Elias^{1*}, Andres Elias¹, Alida Kiis¹, Mari Reinik²,
Tõnu Püssa¹, Kadriin Meremäe¹, Mati Roasto¹

Summary

Present research is the first complex study in Estonia about nitrate and nitrite contents, which comprises the complete vegetable production chain from raw material to the raw vegetable-based juice. In accordance with data from literature, the vegetables and vegetable-based foods are the main source of nitrates for man. High doses of nitrates and nitrites are the

risks for human health, especially for infants and for small children.

Final aim of present work was to expose the possible exceeding of ADI values for nitrate and nitrite, especially in the case of small children who belong to the main risk group.

The results of the analyses of nitrate and nitrite contents demonstrated that permitted nitrate limit concentrations were exceeded only a few cases. The nitrate content is dependent on the harvesting period and on the growing conditions. Vegetables grown under cover showed higher levels of nitrate than those grown in the open field conditions.

The results of this study showed that nitrate content varied highly between the species of vegetables used for the raw juice production. Lower initial contents of nitrate were detected in industrial carrot juice and in home-made carrot and cabbage raw juices. Initial microbial counts and pH-values were similar for all raw juices. The nitrate contents decreased and nitrite contents increased after 24 h and 48 h of storage. All microbial counts, such as total viable counts, coliform counts, mold and yeast counts, increased. The highest increase of total viable counts was reported in home-made raw juices after 48 h of storage at ambient temperatures. The microbial growth had correlation with the decrease of pH-values. The raw juices should be consumed soon after preparation and stored only shortly at refrigerated temperatures.

Nitrate intake by 1 to 3-year-old children was found to be 26 mg per day (52% of ADI). The average daily intake of nitrates by children in the age group of 4–6 years was 30 mg (41% of ADI). During the storage of raw juices at ambient temperatures, fast decrease of nitrate levels and increase of nitrite levels was reported. Consumption of these juices means that the doses of nitrites may exceed ADI values several times.